



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences



ORGANIZACIJA PROIZVODNJE

Snježana Kirin

**20
26**

ORGANIZACIJA PROIZVODNJE

Snježana Kirin

Karlovac, 2026.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

ORGANIZACIJA PROIZVODNJE

Izdavač:

Veleučilište u Karlovcu

Za izdavača:

Ivan Štedul, v. pred.

Recenzenti:

**prof. dr. sc. Anica Hursa Šajatović,
dr. sc. Dubravka Krivačić, prof. struč. stud. u trajnom izboru**

Grafičko oblikovanje:

Tiskara Pečarić i Radočaj d. o. o.

Lektor:

Maja Kličarić, prof.

ISBN (*online*): 978-953-8213-36-6

Objavljivanje ovog udžbenika odobrilo je Povjerenstvo za izdavačku djelatnost Veleučilišta u Karlovcu Odlukom o izdavanju publikacije br. 7.5-13-2026-2.

Copyright ©

Veleučilište u Karlovcu

Odjel sigurnosti i zaštite

Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost Veleučilišta u Karlovcu.

ORGANIZACIJA PROIZVODNJE



Snježana Kirin

PREDGOVOR

Organizacija proizvodnje je znanstvena disciplina koja proučava odnose na oblikovanju između ljudi i sredstava za rad u procesu promjene predmeta rada u gotov proizvod odnosno novu vrijednost. Gotov proizvod kupac je spreman platiti po konkurentnoj cijeni. Na taj se način postižu ciljevi proizvodnih poslovnih sustava i zadovoljavaju se potrebe društva za određenim proizvodima.

Ova se djelatnost brzo razvijala uslijed razvoja znanosti, tehnike i tehnologije, a naročito informacijskih sustava i sredstava rada što je doprinijelo iznalaženju najprikladnijih postupaka i organizacijskih sredstava u novim uvjetima.

Sadržaj knjige *Organizacija proizvodnje* utemeljen je na nastavnom planu istominog kolegija koji se proučava na Odjelu sigurnosti i zaštite na Veleučilištu u Karlovcu. Udžbenik sadrži 105 stranica teksta koji je podijeljen u devet poglavlja: Uvod, Osnovni pojmovi u organizaciji proizvodnje, Struktura proizvodne aktivnosti, Tehnička kontrola proizvodnje, Unutarnji transport, Održavanje sredstava, Zaštita na radu, Računalno integrirana proizvodnja i Metode suvremene proizvodnje. Središnji dio udžbenika čini razrada svih proizvodnih funkcija i zadataka (proizvodni i poslovni procesi, priprema proizvodnje i njene vrste, planiranje i organizacija proizvodnje, studij rada i dr.).

Na kraju koristim priliku da zahvalim recenzenticama: prof. dr. sc. Anici Hursa Šajatović (Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet) i dr. sc. Dubravki Krivačić prof. struč. stud. u trajnom zvanju (Veleučilište u Karlovcu) koje su tekst pomno pregledale te svojim korisnim primjedbama i sugestijama obogatile ovaj udžbenik.

SADRŽAJ

1. UVOD	9
2. OSNOVNI POJMOVI U ORGANIZACIJI PROIZVODNJE	11
2.1. Poslovni sustav	11
2.2. Proizvodni sustav	12
2.3. Proizvodnja	14
2.3.1. Proizvodni proces	15
2.3.2. Proizvodni ciljevi	16
2.4. Tehnološki proces	16
2.5. Informacija	16
2.6. Informacijski sustav	17
3. STRUKTURA PROIZVODNE AKTIVNOSTI	18
3.1. Funkcija proizvodnje	18
3.2. Organizacija proizvodnje	20
3.3. Proizvodni i tehnološki procesi	22
3.4. Raspored opreme unutar proizvodnih objekata i vrsta industrijske proizvodnje	25
3.5. Priprema proizvodnje	27
3.5.1. Tehnička priprema proizvodnje	30
3.5.2. Tehnološka priprema proizvodnje	33
3.5.3. Operativna priprema proizvodnje	35
3.5.4. Studij rada	71
4. TEHNIČKA KONTROLA PROIZVODNJE	78
5. UNUTARNJI TRANSPORT	80
6. ODRŽAVANJE SREDSTAVA	84
7. ZAŠTITA NA RADU	88
8. RAČUNALNO INTEGRIRANA PROIZVODNJA	90
8.1. Dijelovi CIM sustava	92
8.2. Osnovne faze primjene računala za vođenje proizvodnje	93
9. METODE SUVREMENE ORGANIZACIJE	95
9.1. JIT (eng. Just in time)	95
9.2. PPORF (Praktični program revolucije u tvornicama) ili 20 ključeva	96
9.3. Upravljanje proizvodnjom (eng. Total Quality Management – TQM)	98
9.3.1. Suvremene metode potpunog upravljanja kvalitetom	101
9.3.2. Tehnike potpunog upravljanja kvalitetom	102
9.4. Alati potpunog upravljanja kvalitetom	103
9.5. LEAN ili vitka proizvodnja	103
9.5.1. 5S	106
9.5.2. Kaizen	107
9.5.3. Six Sigma	108
10. LITERATURA	112
11. POPIS SLIKA	114
12. POPIS TABLICA	115

1. UVOD

Općenito govoreći o pojmu „organizacija”, koji je često prisutan u svakodnevnom govoru, nerijetko se javljaju asocijacije na konkretno radno mjesto ili na zadatke koje je potrebno izvršiti.

Organizacija se može tumačiti na više načina. Općenito, ona predstavlja uređeno stanje, odnosno rezultat procesa organiziranja, manifestirajući se kao poredak, ustroj, sustav ili struktura. Nadalje, definira se i kao sustavno i plansko raspoređivanje ljudi i resursa (stvari) u cilju postizanja određenih ekonomskih ciljeva unutar poduzeća ili poslovnog subjekta.

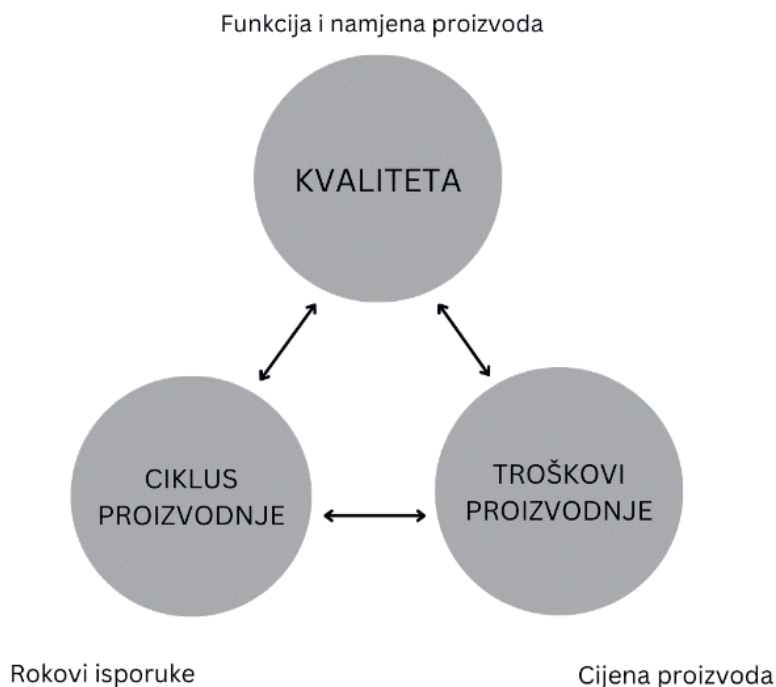
U širem smislu, pojam organizacije obuhvaća cjelokupnu realnu stvarnost, uključujući sve što je stvoreno prirodnim putem i ljudskim djelovanjem. U užem smislu, odnosi se na onaj segment stvarnosti koji je povezan s čovjekom i njegovom kulturom. Konačno, u najužem smislu, usmjerava se na dio ljudskih kulturnih aktivnosti koji je specifično vezan uz ekonomsku dimenziju. [1]

Općenito, pojam organizacije može se shvatiti na dva načina: prvo, kao samo djelovanje, odnosno proces organiziranja, a drugo, kao uređeno stanje koje je rezultat tog procesa i u kojem se vide njegovi ishodi. [2]

Radna organizacija može se definirati kao svjesna aktivnost pojedinca koja omogućava usklađivanje svih proizvodnih čimbenika. Primarni je cilj ove organizacije postizanje optimalnih rezultata korištenjem dostupnih resursa i materijala pa je zato od presudne važnosti povezati i uskladiti sve komponente procesa proizvodnje, kao i uspostaviti odnose koji su kvalitativne i kvantitativne prirode. Ovakav pristup omogućuje ne samo postizanje ciljeva proizvodnje, već i uspjeh same organizacije koja predstavlja poduzeće kao određene vrste institucije. [1]

Organizacija proizvodnje definira se kao znanstvena disciplina unutar područja tehničkih znanosti čiji je predmet istraživanje, dizajniranje i optimizacija proizvodnih sustava, koji se shvaćaju kao statički dio. Pored navedenog, obuhvaća i istraživanje, dizajniranje te kontinuirano unaprjeđenje, kao i planiranje, usklađivanje i nadzor tijekom tehnoloških i proizvodnih procesa te predstavlja dinamički dio organizacije proizvodnje.

Organizacija proizvodnje obuhvaća rješavanje tehničkih problema sustavnog povezivanja i usklađivanja funkcioniranja pojedinih komponenti, kao i sustava u cjelini. Cilj je ostvarivati proizvodnju dobara i usluga definirane kvalitete i količine koji se postižu unutar utvrđenih rokova i s optimalnim troškovima. [3, 4] Za industrijsko poduzeće zadatak se svodi na usklađivanje proizvodnog trinomom KVALITETA-VRIJEME-NOVAC (slika 1.1.), a označava proizvodnju potrebnih količina kvalitetnih proizvoda uz tržišno prihvatljive cijene i željene rokove isporuke.



Slika 1.1. Trinom kvaliteta-vrijeme-novac [4, 5]

Proizvodni proces u proizvodnim sustavima odvija se određen vremenski i prostorno:

- u tehnološkom aspektu (proizvod, proizvodna oprema)
- u organizacijskom aspektu (vremenski rok odvijanja).

Zadatak je organizacije proizvodnje uskladiti vrijeme i prostor rada zaposlenika, dostupne resurse i opremu za proizvodnju, što znači da se određuje što će se i na koji način proizvoditi.

Proizvodna poduzeća nastoje optimirati planiranje proizvodnje kako bi ispunila unaprijed definirane rokove isporuke, osigurala visoku kvalitetu proizvoda, dostavila odgovarajuće količine, minimalizirala troškove, postigla usklađenost svih aktivnosti unutar proizvodnog procesa te poboljšala svoju konkurentsku poziciju. [6]

2. OSNOVNI POJMOVI U ORGANIZACIJI PROIZVODNJE

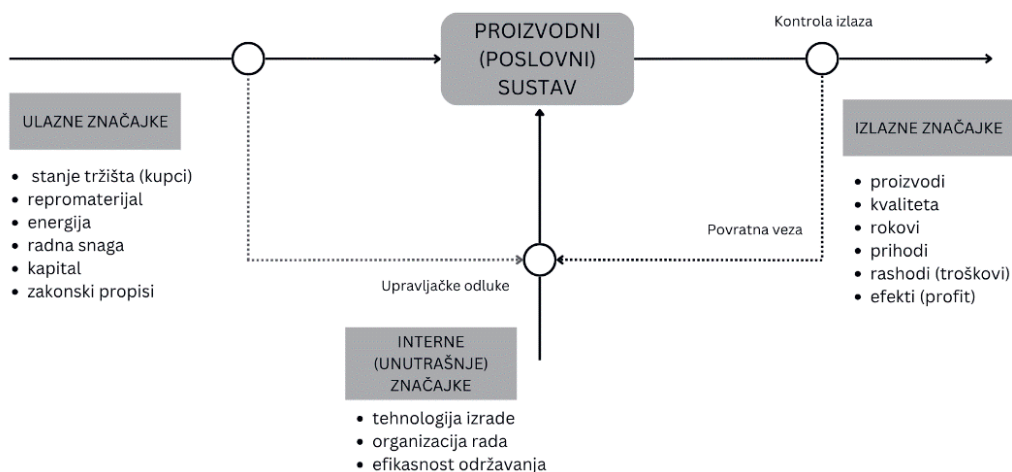
2.1. Poslovni sustav

Poslovni sustav obuhvaća cjelokupne resurse i aktivnosti koje su nužne za ostvarenje definiranog poslovnog cilja. Osnovna je uloga proizvodnog poduzeća stvaranje, odnosno pružanje specifičnih dobara neovisno o tome radi li se o materijalnim proizvodima ili uslugama. Poslovni sustav ustrojava se tako da se sve relevantne varijable, podijeljene u tri temeljne kategorije, ulazne, unutarnje i izlazne, dovedu u skladne i adekvatne međusobne odnose s namjerom optimalnog postizanja poslovnih ciljeva. Ekonomska uspješnost poslovanja mjeri se omjerom ostvarenih prihoda i nastalih rashoda. Sveukupne aktivnosti poslovnog sustava grupiraju se u šire, zaokružene cjeline, koje se potom mogu dalje segmentirati sve do razine pojedinačnih, specifičnih radnih zadataka koje izvršava jedna osoba.

Osnovne grupe poslova zovu se funkcije poslovnog sustava, a tradicionalna podjela poslova u industrijskim poslovnim sustavima rezultira grupiranjem na:

- komercijalnu funkciju (prodaja, nabava, servis)
- tehničku funkciju (konstrukcija i razvoj, proizvodnja, kontrola, održavanje)
- financijsku funkciju (financiranje, računovodstvo)
- kadrovsku funkciju (osiguranje i obuka osoblja, pravni poslovi, poslovi sigurnosti)
- specijalne funkcije (marketing, društveni standard).

Detaljne analize uvjetovane su stvarnim okolnostima u kojima poslovni subjekt posluje. [3, 4]



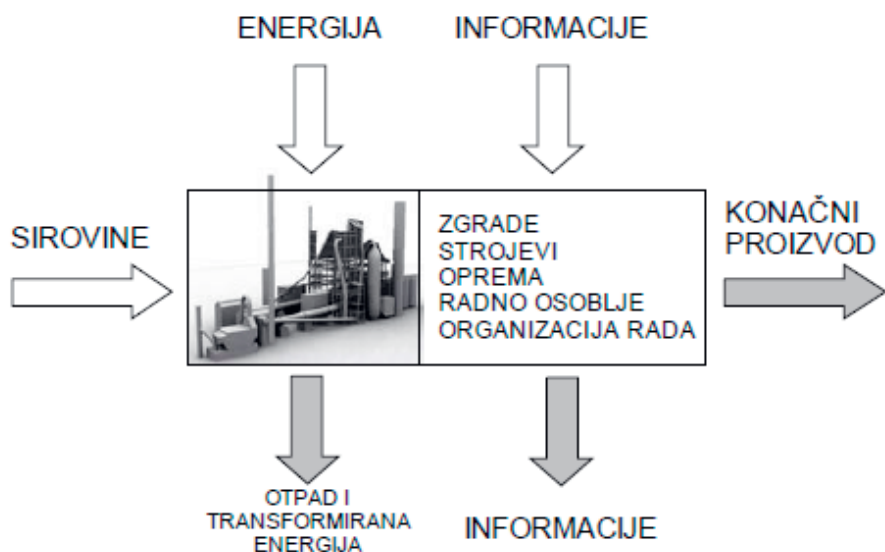
Slika 2.1. Prikaz proizvodnog sustava [3]

2.2. Proizvodni sustav

Proizvodni sustav obuhvaća raznovrsne elemente koji su međusobno integrirani i funkcioniraju zajedno. Kod te se povezanosti javljaju različite interakcije. Modifikacijom tih elemenata dolazi do promjena u svojstvima cijelog sustava, pri čemu se karakteristike cjeline razlikuju od zbroja karakteristika pojedinih sastavnica. Proizvodni sustav namijenjen je obradi (izradi) proizvoda, u okviru kojeg se vrši pretvorba informacija, materijala i energije u gotov proizvod (izradak) posredstvom radnog osoblja i radnih sredstava, a sastoji se od niza temeljnih modula – osnovnih proizvodnih sustava. Proizvodni sustav sastoji se od nekoliko podsustava koji rade zajedno dok cijeli sustav funkcionira. [3, 4]

Razlikuju se:

- sustav obrade (materijali, alati, oprema)
- sustav prijevoza (prijevoz, manipulacija, skladištenje)
- prostorni sustav (proizvodni, pomoćni, skladišni, prometni)
- energetske sustav (izvori, mreže)
- informatički sustav (podaci, oprema, podrška)
- sustav zaposlenika (proizvodni i pomoćni radnici, menadžeri)
- organizacijski sustav (makro i mikro organizacija, vođenje).



Slika 2.2. Prikaz elemenata proizvodnog sustava [3]

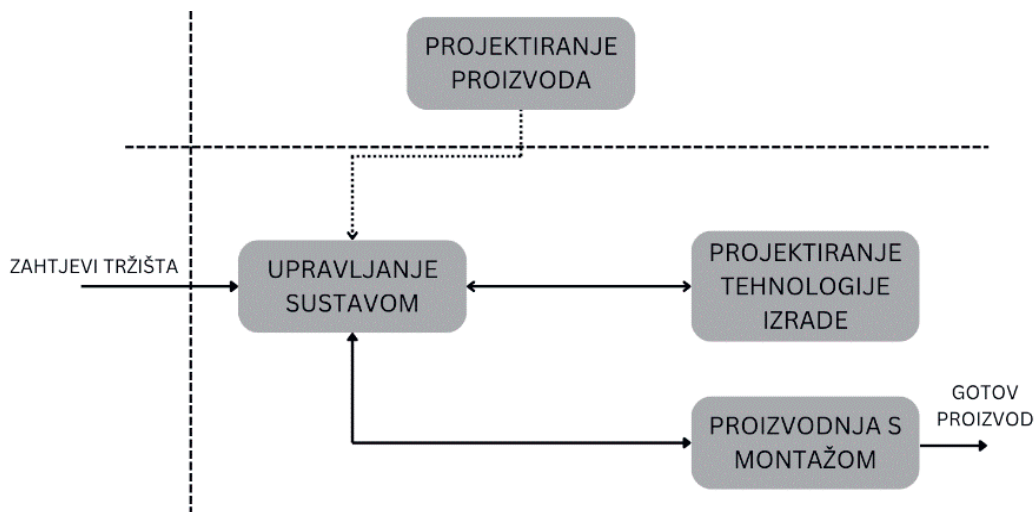
Proizvodni sustav podrazumijeva kompleksan sustav koji se sastoji od velikog broja komponenti kao što su nabava, menadžment, komercijalni sektor, proizvodnja, kontrola i dr. (slika 2.3.).



Slika 2.3. Rastavljanje proizvodnog sustava prema pojedinim funkcijama [6]

Proizvodni proces počinje na tržištu nabave gdje se nalazi mnogo dobavljača. Oni poduzeću nude razne sirovine koje se razlikuju po cijeni i kvaliteti. Kada poduzeće odabere od koga će kupovati sirovine, one postaju ulazni materijal za sustav upravljanja. Sustav upravljanja temelji se na raspodjeli zadataka i odgovornosti u svakom odjelu s ciljem osiguravanja dobre međusobne suradnje. Samo stvaranje proizvoda odvija se u odjelu za razvoj, čiji je posao napraviti proizvod koji točno odgovara traženim specifikacijama.

Nakon što je proizvod razvijen i oblikovan tako da njegova funkcionalnost zadovoljava prethodno definirane kriterije specifikacije, uključuje se u sustav upravljanja koji obuhvaća utvrđivanje ciljeva i strateško planiranje proizvodnje. Potom se proizvod precizno definiranih svojstava i s kompletnom popratnom dokumentacijom uvodi u proizvodni proces gdje ga funkcija nabave i prodaje pretvara u gotov proizvod.



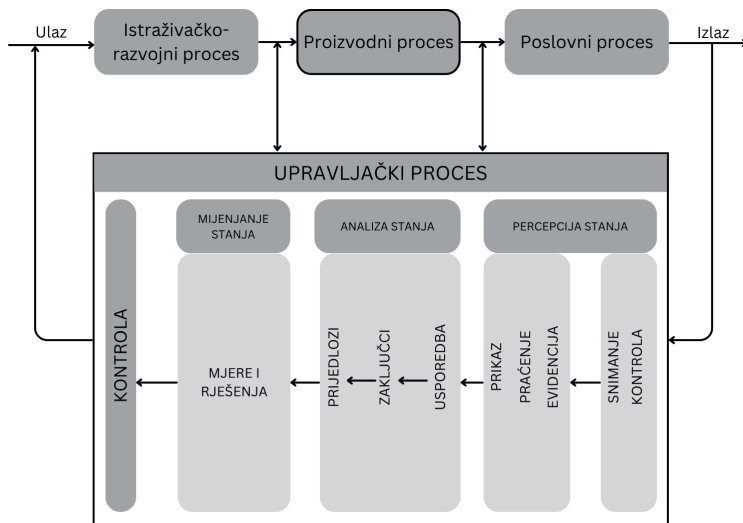
Slika 2.4. Osnovni model proizvodnog sustava [3]

Kroz uspostavljen sustav kontrole kvalitete provjerava se sukladnost svih proizvedenih proizvoda s propisanim specifikacijama i utvrđenim svojstvima. Ako gotov proizvod ispunjava sve utvrđene zahtjeve, stavlja se na tržište kako bi se zadovoljile potrebe kupaca (slika 2.4.).

U svakom proizvodnom sustavu, ako se ima u vidu podjela rada, razlikujemo istraživačko-ko-razvojni, proizvodni, poslovni i upravljački proces (slika 2.5.)

Istraživačko-razvojni proces sastoji se od istraživanja i razvoja tržišta proizvoda, pripremno dijela procesa proizvodnje, samog procesa proizvodnje te završnog dijela procesa proizvodnje.

Proizvodni proces obuhvaća sve aktivnosti vezane za izravnu izradu proizvoda ili pružanje usluga, uključujući pripremne faze i završne faze proizvodnje.



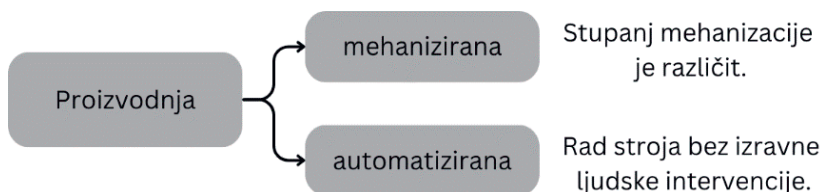
Slika 2.5. Prikaz procesa u proizvodnom sustavu

Poslovni proces obuhvaća nabavu, prodaju, financijske poslove, upravljanje ljudskim resursima, pravne i opće administrativne poslove.

Upravljački proces integrira prethodno navedene procese s ciljem analiziranja i nadziranja trenutnog stanja proizvodnog sustava te utvrđivanja i pokretanja promjena koje su potrebne kako bi se proizvodni sustav razvijao i prilagođavao tijekom vremena, a u skladu s unaprijed određenim ciljevima.

2.3. Proizvodnja

Proizvodnja predstavlja sustavnu aktivnost koja se odvija u specifičnom prostoru i vremenskom okviru, a podrazumijeva namjerno djelovanje čovjeka. Taj postupak počiva na znanstvenim načelima i uključuje usklađivanje raznovrsnih čimbenika. Ključni su elementi ljudski rad, sredstva za rad i sirovine, čija je svrha stvaranje dobra i pružanje usluga. Konačan ishod te aktivnosti je određeni proizvod ili usluga. Proizvodnja se, s obzirom na stupanj mehanizacije, dijeli na mehaniziranu i automatiziranu (slika 2.6.).



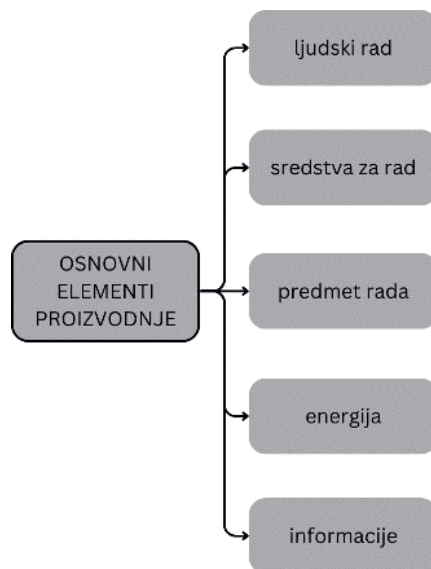
Slika 2.6. Podjela proizvodnog procesa prema stupnju mehanizacije i automatizacije proizvodnje

2.3.1. Proizvodni proces

Ključni elementi proizvodnje obuhvaćaju ljudski rad, sredstva za rad, predmet rada, energiju i informacije (slika 2.7.).

Proizvodni proces čini temelj svake industrijske djelatnosti i obuhvaća sve aktivnosti usmjerene na transformaciju sirovina i poluproizvoda u gotove proizvode. Ovaj proces uključuje sva sredstva i osoblje angažirano na poslovima, od skladištenja ulaznih materijala do smještanja gotovih proizvoda. Karakteriziraju ga tehnološki, transportni, organizacijski i informacijski aspekti, čineći ga složenim spojem tehnike, tehnologije, organizacije i ekonomije. [3]

U proizvodnom procesu materijal prolazi kroz promjene fizičkih i kemijskih svojstava, čime mu se povećava uporabna vrijednost. Te se radnje obrade provode na za to određenim radnim mjestima. Nakon svake obavljene operacije na proizvodnom radnom mjestu nužno je provesti provjeru kvalitete. Budući da se radne operacije obavljaju na različitim pozicijama, materijal se premješta unutar pogona internim transportom. S obzirom na to da često nije moguće postići potpunu usklađenost proizvodnih tijekova proizvodnje javlja se potreba za privremenim odlaganjem materijala između pojedinih faza obrade i radnih mjesta, odnosno za međuskladištenjem. Neophodno je proces proizvodnje koncipirati i opremiti na način koji neprestano osigurava najveću moguću zaštitu zdravlja i sigurnosti radnika. Proizvodna oprema mora stalno biti u ispravnom stanju pa je ključno provoditi preventivno održavanje sredstava za rad. Također, za nesmetano odvijanje radnog procesa nužno je osigurati adekvatnu opskrbu proizvodnje potrebnom energijom.



Slika 2.7. Osnovni elementi proizvodnje



Slika 2.8. Shematski prikaz čimbenika proizvodnog procesa [3]

2.3.2. Proizvodni ciljevi

Osnovni je cilj proizvodnje ostvariti planirane količine proizvoda prema proizvodnom programu koji uključuje konstrukcijske, tehnološke i proizvodne aspekte, što podrazumijeva:

- određenu kvalitetu
- planirane rokove
- prihvatljivu cijenu.

2.4. Tehnološki proces

Tehnološki proces ključna je komponenta proizvodnje koja se usmjerava na promjenu izgleda, oblika, dimenzija i karakteristika materijala a uključuje sve značajne promjene fizičkih i kemijskih značajki, kvalitetu površine te način povezivanja dijelova u završne proizvode – od sirovog materijala do gotovog proizvoda.

Tehnološki proces sastoji se od operacija. Tehnološka operacija zaokružen je dio procesa rada na predmetu rada na kojemu se izvode fizikalne, kemijske ili strukturalne promjene i koji se obavlja na jednom radnom mjestu. Obavlja ga jedan ili više radnika pomoću sredstava rada koji postoje na tom mjestu. [4] Tehnološka operacija sastoji se od zahvata koji predstavlja svaki poseban osnovni proces unutar operacije rada. Zahvati se dalje dijele na pokrete kao najmanje dijelove procesa koji imaju svoju logičnu cjelinu i vrijeme trajanja.

2.5. Informacija

Informacija označava sve ono što ulazi u određeni organizacijski čvor, podsustav ili sistem. Njezini su oblici uvijek povezani s materijalom ili energijom koja ih prenosi, ali nisu vezani za ono što ona sadrži. Da bi informacija bila jasna, pravovremena i potpuna, mora imati izvor, intenzitet i smjer. Izvor je čvor (radno mjesto) unutar organizacijske strukture odakle informacija dolazi, intenzitet predstavlja sposobnost da se pravovremeno svladaju svi izazovi kroz strukturu, zadržavajući nepromijenjen sadržaj, a smjer pokazuje mjesto gdje se odvija njezina transformacija. Kretanje informacija pokreće sustav iz statičkog u dinamički režim, a točnost njezinog definiranja omogućava dobru upravljivost. Kako bi se olakšalo prenošenje, obrada, pohrana i transformacija, sve informacije trebaju biti definirane prema sljedećim segmentima:

- sadržaju (nacrti, planovi, ugovori, nalozi i dr.)
- obliku podloge i načinu prijenosa (crtež, pismo, telefon, faks, računalo i dr.)
- terminologiji (jednoznačni izrazi, primjerice radilica, a ne koljenasta osovina itd.)
- analitičnosti (jasnoća informacije bez dodatnih aktivnosti)
- putanji (način na koji informacija putuje od izvora do cilja). [3]

2.6. Informacijski sustav

Osim temeljnih resursa neophodnih za poslovanje proizvodnih poduzeća, kao što su kapital, ljudski resursi, sredstva za rad i sirovine, ključni su i znanje i informacije. Uspostava informacijskog sustava nužna je za učinkovito upravljanje podacima. Glavni je cilj informacijskog sustava pohrana i obrada svih relevantnih informacija, što se ostvaruje njegovom interakcijom s korisničkim sustavom i ciljanim sustavom (poduzeće kao poslovna cjelina). Ciljani sustavi, koji su primarni interes informacijskog sustava, najčešće su proizvodna poduzeća, a obuhvaćaju različite entitete: osoblje, organizaciju, fizičke proizvode i poslovne transakcije. Prema konceptualnom stajalištu, osnovni elementi informacijskog sustava uključuju:

- konceptualni model
(prikaz strukture sustava koji uključuje pravila, zakone i slične aspekte)
- informacijsku bazu
(opis pojedinačnih objekata – entiteta)
- procesor podataka
(uređaj koji, nakon primanja poruke s informacijom ili uputom, pokreće aktivnost na konceptualnoj razini).

Komunikacija između poslovnog sustava (poduzeća) i informacijskog sustava odvija se pomoću korisničkog sustava koji je sastavni dio cjelokupnog poslovnog sustava. S tehničkog gledišta, informacijski sustav čine strojna oprema (hardver), programska oprema (softver) te komunikacijska infrastruktura koja ih povezuje u jedinstvenu cjelinu. U širem organizacijskom smislu, u njegov sastav ulaze i ljudski resursi (osoblje). Organizacija i usklađivanje odnosa između tehničkih komponenti i ljudskog čimbenika zove se „orgware”. [3]

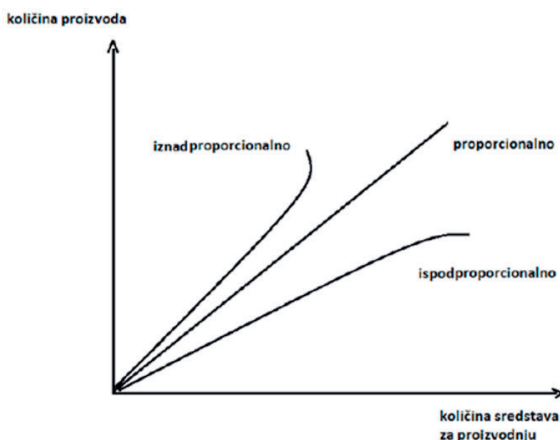
3. STRUKTURA PROIZVODNE AKTIVNOSTI

3.1. Funkcija proizvodnje

Proizvodnja je temeljna aktivnost kojom se stvaraju novi proizvodi ili usluge. U svakom se proizvodnom procesu, kao ključne komponente, koriste proizvodni resursi i radna snaga. Iako se ljudski rad tradicionalno smatra najvažnijim čimbenikom, moderna proizvodnja iznimno cijeni i naprednu tehnologiju, sofisticiranu opremu te visokokvalitetne sirovine i materijale. Stvaranje nove vrijednosti unutar proizvodnih procesa primarna je uloga svake organizacije koja se bavi proizvodnjom. Proizvodni proces odvija se kada se ulazni resursi niže vrijednosti pretvaraju u proizvode i usluge veće vrijednosti. Svi elementi koji sudjeluju u toj aktivnosti sačinjavaju proizvodni sustav. Ulazni resursi predstavljaju temeljne čimbenike potrebne za proizvodnju, dok su izlazni elementi (proizvodi i usluge) ishod tog proizvodnog sustava. Proizvodna funkcija definira razinu tehnološke razvijenosti i raspoloživog znanja u određenom vremenskom razdoblju te pruža uvid u očekivanu količinu proizvodnje koja se može postići uz specifičnu kombinaciju resursa i unaprijed definiranu metodu. [7]

Svrha je proizvodne funkcije demonstrirati količinu izlaza koja se može postići varijacijom ulaznih resursa. Ona se može tumačiti kao najveći mogući obujam proizvodnje uz dani skup ulaza ili pak kao minimalna potrebna količina resursa za ostvarenje određene razine proizvodnje. Prva perspektiva ističe raspoloživost resursa, dok se druga usredotočuje na ekonomičnost njihova korištenja. Proizvodna funkcija može se manifestirati u tri temeljna oblika: linearnom, degresivnom i progresivnom. Njezine ključne primjene obuhvaćaju prognožiranje razine proizvodnje na osnovi poznatih kvantiteta i kvaliteta resursa te uz zadane uvjete i metode proizvodnje. Također uključuje selekciju vrsta proizvodnih ulaza i njihovih najprikladnijih kombinacija za izradu specifičnog proizvoda, kao i odabir optimalne tehnologije proizvodnje. Za uspješnu proizvodnju neophodno je posjedovati tehnologiju i stručno znanje o pretvaranju resursa u proizvode. Nadalje, trajanje potrebno za izvršenje radnih zadataka predstavlja važan čimbenik uspješnosti proizvodnje. Naime, može se ustvrditi da će proizvodnja biti neuspješna ako se radni zadaci obave izvan predviđenog vremenskog okvira. [7]

Slika 3.1. ilustrira grafički prikaz proizvodne funkcije, tj. njezin odnos između obujma proizvodnje i količine korištenih proizvodnih resursa.



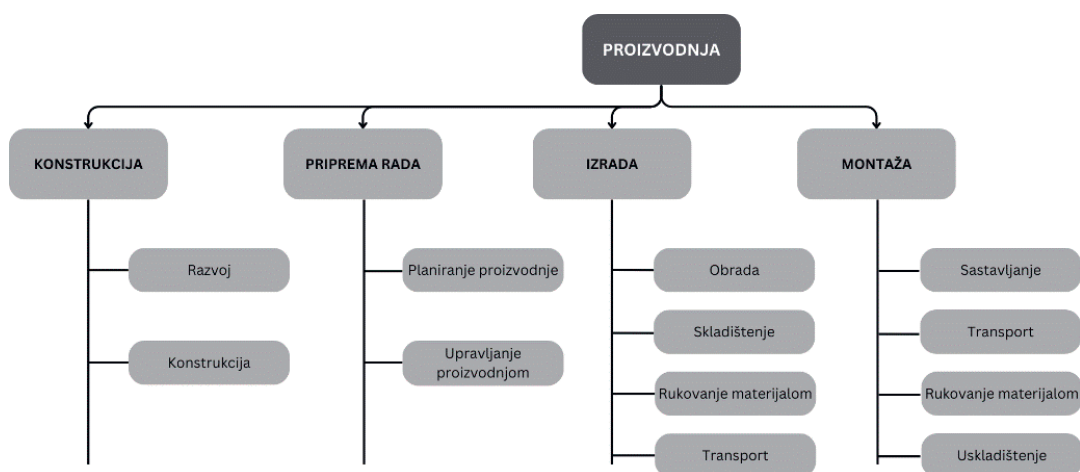
Slika 3.1. Proizvodna funkcija [7]

Proizvodnja predstavlja proces u kojem se namjerno i ciljano objedinjavaju tri osnovna elementa: predmeti rada, sredstva za rad i ljudski rad. Sustavno gledano, obuhvaća materiju, energiju i informacije. Sve se to čini s ciljem stvaranja materijalnih dobara i usluga koje su neophodne društvu. Materijalni elementi proizvodnje, odnosno predmeti rada i sredstva za rad, fizički su dijelovi ovoga procesa. Njih pokreće ljudski rad, koji je nezamjenjiv, aktivan i ključan činilac svake proizvodne aktivnosti. Primarni je cilj proizvodnje transformacija materije u svrhu zadovoljavanja raznovrsnih ljudskih potreba.

Proizvodnja omogućava i potrošnju jer se može reći da je potrebna proizvodnja dobara koja se koristi. Proizvodnja donosi proizvod koji je rezultat ljudskog truda. Da bi se proizvodnja odvijala, stalno je neophodna investicija osnovnih sastavnica. Ponovno ulaganje tih sastavnica može se ostvariti samo ako se sredstva potrošena u proizvodnom procesu ponovo vrate u punom opsegu, što znači da se ostvaruje prodajom i naplatom od kupaca.

Glavna je svrha proizvodne funkcije da, u skladu sa strukturom i karakteristikama raspoloživih osnovnih sredstava te kvalifikacijama i iskustvom zaposlenika, proizvodi određene vrste proizvoda u željenoj količini i kvaliteti, unutar zadanih rokova i uz najmanje moguće troškove. Da bi se taj cilj uspješno ostvario, ključno je osigurati kontinuirani tijek proizvodnje. Kontinuitet proizvodnje podrazumijeva takvo planiranje zadataka koje omogućuje maksimalnu iskoristivost proizvodnih kapaciteta, odnosno smanjenje „praznog hoda“ na minimum ili njegovo potpuno uklanjanje. Opseg zadataka proizvodne funkcije je širok jer, osim kontinuiteta, mora osigurati i usklađenost radnih mjesta, optimalan tempo rada te ekonomično korištenje sirovina, pomoćnih materijala, pogonske i toplinske energije i slično. Potrebno je osloboditi proizvodnju svih aktivnosti koje nisu izravno povezane s osnovnim proizvodnim procesom. Značajno je istaknuti kako proizvodna funkcija u velikoj mjeri određuje cjelokupnu organizacijsku strukturu proizvodnog poduzeća. Nadalje, unutarnja organizacija proizvodnje ima utjecaj na strukturu cijelog poduzeća.

Proizvodnja se sastoji od četiri podsustava: konstrukcije, pripreme rada, izrade i montaže (slika 3.2.).



Slika 3.2. Podsustavi proizvodnje [6]

Projektiranje proizvoda uključuje njegov razvoj i samu tehničku izradu. Razvoj proizvoda je postupak koji obuhvaća sve – od stvaranja zamisli, odabira najboljeg rješenja, izrade probnog modela, provjere, do osmišljavanja konačnog izgleda i pripreme za izradu novog proizvoda. Tehnička izrada proizvoda obuhvaća detaljan nacrt o tome kako će se proizvod napraviti, sa svim potrebnim dijelovima i njihovim mjerama.

Organizacija proizvodnje obuhvaća tehničku i praktičnu pripremu za samu proizvodnju. Tehnička priprema uključuje okvirno planiranje količine sirovina, rada, raspoloživih kapaciteta i alata te svu potrebnu dokumentaciju. Praktična priprema brine o poštivanju dogovorenog roka za isporuku. Uspješno vođenje proizvodnje podrazumijeva potpunu koordinaciju cijeloga proizvodnog procesa. Cilj je da se sve faze i koraci, dogovoreni kod praktične pripreme, izvrše u planiranom roku, kako bi proizvod bio isporučen točno na vrijeme.

Proizvodnja gotovog proizvoda obuhvaća obradu samog proizvoda, osiguravanje pravodobnih zaliha nužnih sirovina, adekvatno postupanje s tim materijalima te ekonomičnu i pravovremenu dopremu svih potrebnih komponenti i sirovina od dobavljača do proizvodnog procesa. Nakon toga se proizvod montira unutar pogona, gdje se spajaju svi njegovi sastavni dijelovi. Po završetku, gotov se proizvod adekvatno skladišti i otprema krajnjem kupcu.

3.2. Organizacija proizvodnje

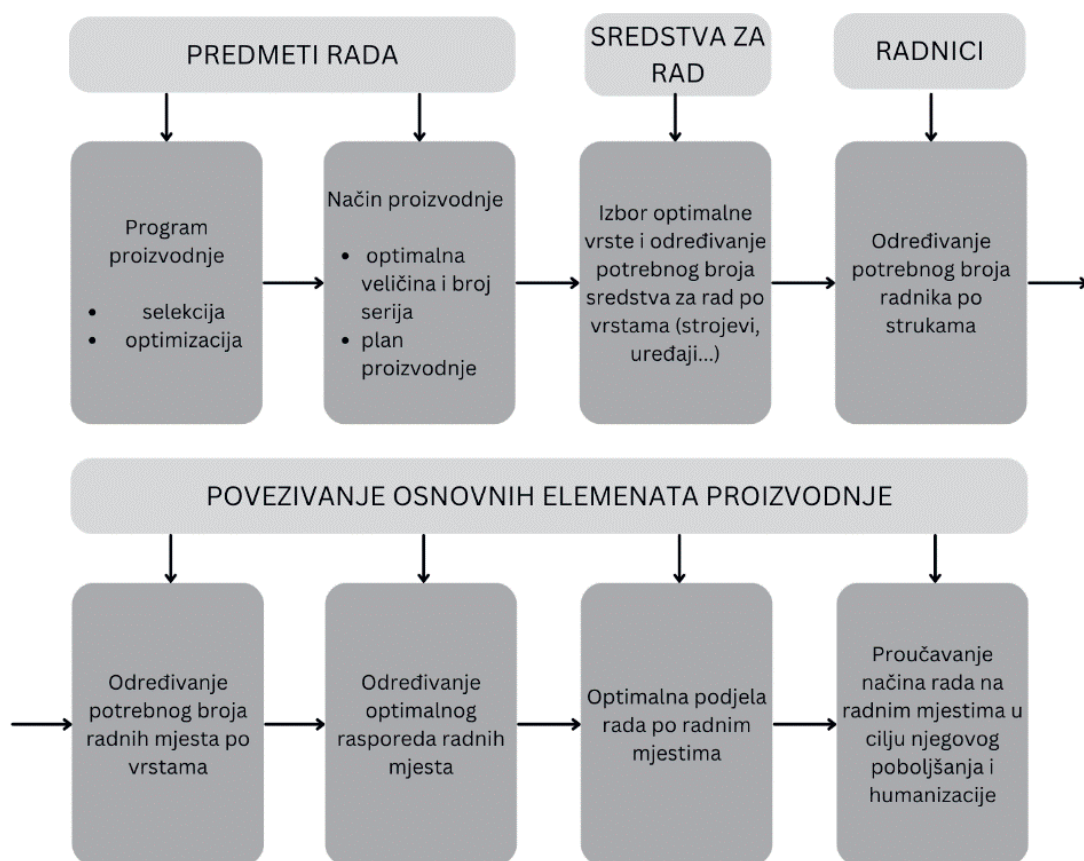
Organizacija proizvodnog procesa uključuje sljedeća područja:

- a) Projektiranje proizvodnog sustava kojemu je cilj istraživanje, razvoj i unaprjeđivanje proizvodnih procesa zbog postizanja optimalnih rezultata.
- b) Tehnološke i proizvodne procese koji se moraju oblikovati u skladu s tehničko-ekonomskim i organizacijskim parametrima, uzimajući u obzir međusobni utjecaj zaposlenika, radnog mjesta i radnog okruženja.
- c) Analizu rada koja primjenjuje znanstvene metode za proučavanje radnih procesa s ciljem identifikacije učinkovitijih metoda rada. To podrazumijeva optimizaciju radnog mjesta, radnih metoda i uvjeta rada te određivanje standardiziranog vremena proizvodnje.
- d) Planiranje i nadzor proizvodnje koji su usmjereni na predviđanje i organizaciju svih aktivnosti zbog osiguravanja kontinuiranog tijeka tehnoloških i proizvodnih procesa.
- e) Osiguranje kvalitete koje je zaduženo za održavanje propisanih standarda kvalitete tijekom svih proizvodnih faza, od prijema sirovina do isporuke gotovog proizvoda.
- f) Upravljanje materijalima koje je odgovorno za optimalno rukovanje i transport sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda, obuhvaćajući njihov ulazak u skladište, interno skladištenje, kretanje kroz proizvodni proces te otpremu iz skladišta.

g) Tehničko održavanje kojemu je cilj osigurati da su alati i oprema u ispravnom stanju, čime se jamči njihova pouzdanost, ekonomičnost i kvaliteta tijekom cijelog projektiranog roka trajanja.

Organizirati proizvodnju znači povezati njezine osnovne elemente u tehničko-tehno-
loški svrsishodnu i ekonomski racionalnu cjelinu čiji je zadatak stvarati kvalitetna materijalna dobra u što većim količinama.

Kako je jedan od relevantnijih pokazatelja produktivnosti rada odnos između opsega proizvodnje i uloženog rada, jasno je da će se produktivnost rada najviše povećati kada se poveća opseg proizvodnje kao izlaz proizvodnog sustava. Preduvjet za ostvarenje što veće produktivnosti rada je taj da proizvod kao predmet rada treba biti odgovarajući. Da bi se postigla što veća produktivnost, proizvod koji se koristi kao predmet rada mora biti prikladan. Organizacija rada, u širem smislu, uključuje razne aktivnosti koje su potrebne za stvaranje osnovnih uvjeta za efikasan rad. Ove su aktivnosti prikazane na slici 3.3.



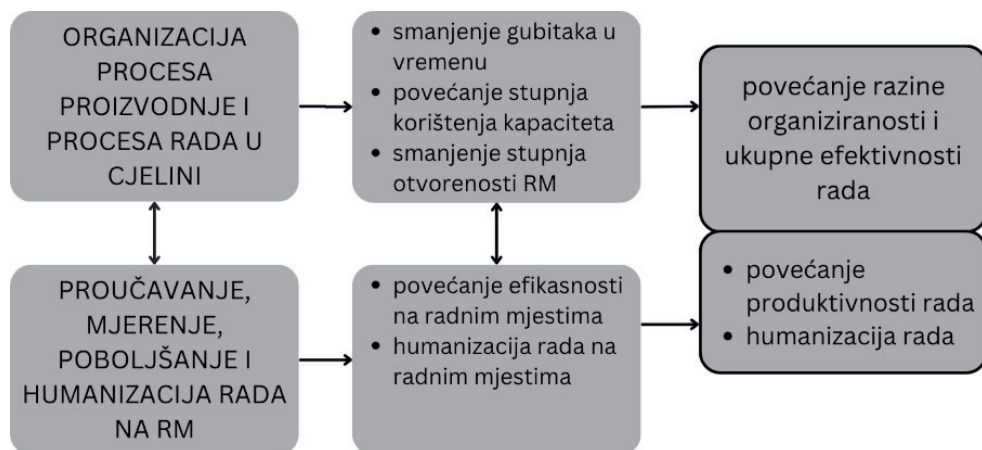
Slika 3.3. Kronološki niz aktivnosti stvaranja osnovnih uvjeta za produktivan rad

Povezivanje osnovnih elemenata proizvodnje predstavlja organizaciju rada u užem smislu. Radno mjesto predstavlja osnovnu jedinicu unutar proizvodnog procesa i svih radnih operacija općenito. Primjena odgovarajućih organizacija rada povećava efikasnost

rada radnih mjesta, kao i produktivnost rada u cjelini. Na učinkovitost radnih mjesta i ukupnu produktivnost rada utječe niz organizacijskih čimbenika koji se mogu podijeliti na:

- čimbenike koji utječe na stupanj korištenja radnog vremena
- čimbenike koji utječu na način rada na radnim mjestima.

Slika 3.4. prikazuje organizacijske čimbenike koji utječu na produktivnost.



Slika 3.4. Organizacijski čimbenici koji utječu na produktivnost

3.3. Proizvodni i tehnološki procesi

Proizvodni proces definira se kao transformacijski proces putem kojeg se ulazi pretvaraju u izlaze s kojima će se opsluživati domaće i/ili međunarodno tržište. Proizvodni proces obuhvaća sve aktivnosti proizvodnje dobara i usluga koje preoblikuju ili mijenjaju stanje sirovina i komponenti u gotov proizvod. On koristi ulazne elemente koji su prethodno obrađeni (najčešće u poluproizvod) ili se izravno pretvaraju u gotove proizvode i usluge namijenjene zadovoljavanju potreba klijenata. Sve operacije unutar proizvodnog procesa odražavaju temeljni model: ulaz-transformacija-izlaz. Glavna je svrha transformacijskog procesa u proizvodnji uporaba prerađenih resursa s ciljem dobivanja gotovog proizvoda primjenom odgovarajuće tehnologije, a ona uključuje:

- obradu materijala koja obuhvaća aktivnosti preoblikovanja fizičkih karakteristika materijala
- obradu informacija koja podrazumijeva aktivnosti koje se bave podacima koji pomažu u proizvodnom procesu
- obradu potreba potrošača koja se sastoji od aktivnosti koje pretvaraju zahtjeve potrošača u gotove proizvode.

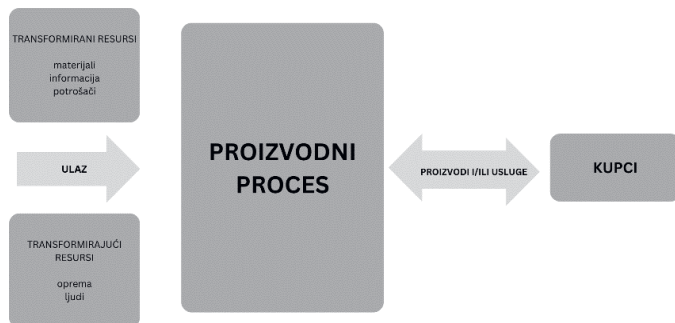
Na slici 3.5. prikazuje se standardni proizvodni proces.

Proizvodni proces općenito obuhvaća sve aktivnosti i transformacije koje se odvijaju nad predmetom rada, počevši od ulaska sirovina u proizvodni sustav pa sve do izlaska gotovih proizvoda iz tog sustava. [1]

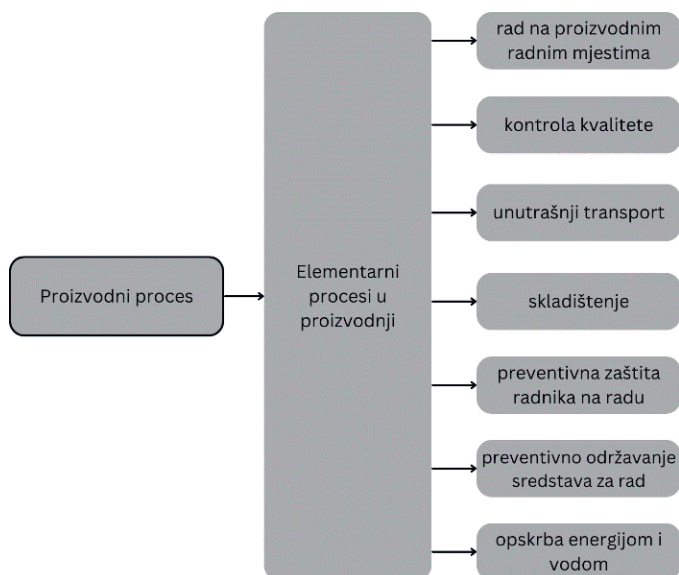
Proizvodni proces sastoji se od sedam integralnih dijelova (elemenata), a to su: rad na proizvodnim radnim mjestima, kontrola kvalitete, unutrašnji transport (rukovanje materijalom), skladištenje, preventivna zaštita radnika na radu, preventivno održavanje sredstava za rad i opskrba energijom i vodom (slika 3.6.).

U prvom segmentu proizvodnog procesa nalazi se obrada ili transformacija sirovina u gotove proizvode, zbog čega se taj segment zove tehnološki proces. Ovaj projektirani proces sastoji se od znanja i praktičnih vještina koje definiraju redoslijed, metode i načine obrade s ciljem da se niže korisne vrijednosti materijala pretvore u kvalitetnije gotove proizvode. Tehnološki proces dovodi do promjena u sirovinama i materijalima, odnosno do promjena u njihovom izgledu, obliku, veličinama, svojstvima i agregatnim stanjima. Tehnološki procesi uključuju radne procese koji se dalje razdvajaju na procedure, operacije, zahvate, pokrete i mikropokrete (temeljne pokrete). Postupak rada obuhvaća razne radne aktivnosti koje se izvode na radnim mjestima. Tehnološka operacija, koja je dio radnog postupka, odvija se neprekidno na jednom radnom mjestu, a obavlja je jedan ili više radnika.

U radnom se okruženju aktivnosti provode pomoću strojeva, aparata, alata i prateće opreme. Tehnološki se postupci nadalje klasificiraju u zahvate. Oni predstavljaju najmanje elemente tehnološkog procesa, zadržavajući pritom sva njegova bitna obilježja. Zahvati mogu biti pripremni, završni ili mogu obuhvaćati faze same izrade. Svaki se zahvat sastoji od niza pokreta koji se dalje raščlanjuju na mikropokrete. Budući da se različiti proizvodi mogu proizvoditi raznim tehnološkim metodama i postupcima, stručnjaci obično dijele



Slika 3.5. Standardni proizvodni proces [6]

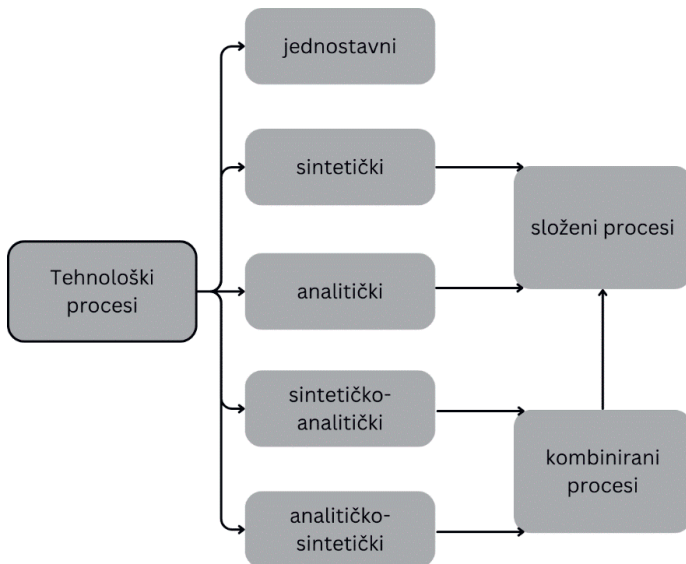


Slika 3.6. Struktura u proizvodnom procesu

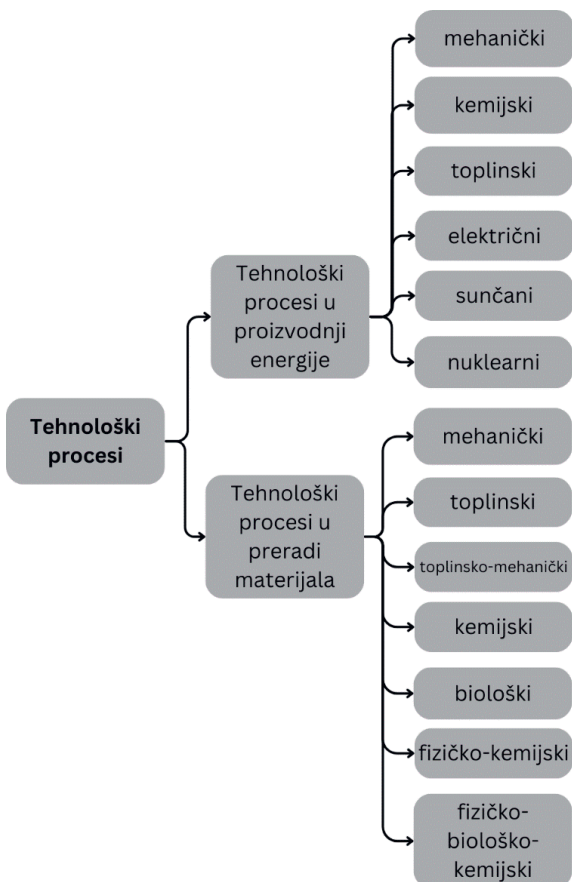
tehnološke procese u dvije glavne kategorije: mehaničko-tehnološke procese (gdje se sirovine obrađuju mehaničkim oblikovanjem) i kemijsko-tehnološke procese (gdje se sirovine mijenjaju djelovanjem kemijskih reakcija). Ova je klasifikacija osobito uobičajena u industrijskoj proizvodnji. Tehnološki se procesi, pored navedenog, mogu dalje razvrstati na jednostavne i složene. Jednostavni tehnološki procesi su oni procesi kod kojih se ulazni materijal transformira u gotov proizvod kroz uzastopne faze rada ili u linearnom slijedu, dok složeni tehnološki procesi obuhvaćaju brojne istodobne procese namijenjene proizvodnji različitih komponenti gotovog proizvoda. [12]

Postoji više različitih podjela proizvodnih procesa. Podjela prema vidovima tehnološkog procesa, koji se obavljaju u okviru proizvodnog procesa, prikazana je na slici 3.7.

Na slici 3.8. prikazuje se podjela tehnoloških procesa prema osnovnim vrstama tehnoloških procesa.



Slika 3.7. Podjela proizvodnih procesa prema vrsti tehnoloških postupaka koji se izvode



Slika 3.8. Podjela tehnoloških procesa

3.4. Raspored opreme unutar proizvodnih objekata i vrsta industrijske proizvodnje

Raspored opreme u tvornicama obuhvaća fizički razmještaj strojeva i uređaja u industrijskim poduzećima. [1] Raspored opreme odnosi se na stvarni fizički položaj strojeva i uređaja u prostoru, no obuhvaća i sam plan ili proces osmišljavanja takvog plana. Glavna je svrha izrade plana razmještaja opreme optimizacija radnih procesa, povećanje produktivnosti, smanjenje operativnih troškova te poboljšanje uvjeta rada. Položaj strojeva i cjelokupnih postrojenja u svakom proizvodnom sustavu uvjetovan je primijenjenom tehnologijom, protokom materijala i vremenskim čimbenicima. Kod projektiranja rasporeda strojeva mora se voditi briga o svim elementima tehnološkog procesa kako bi se njegov tijek mogao neometano obavljati te je potrebno usmjeriti pozornost na načelo proizvodnosti, načelo ekonomičnosti, načelo maksimalnog psihofizičkog naprezanja, načelo jedinstva cilja te na specijalna načela koja se primjenjuju u vezi s rasporedom strojeva.

U industrijskim poduzećima postoje različite vrste rasporeda strojeva, kao što su linijski, grupni, kombinirani i trokutasti. U linijskom rasporedu, strojevi su postavljeni tako da predmet rada prolazi od jednog do drugog stroja u istom pravcu. Grupni raspored postavlja strojeve zajedno prema njihovim svojstvima, dok kombinirani koristi karakteristike oba rasporeda. Trokutasti raspored omogućava radniku da bude smješten između više strojeva koji izvršavaju različite zadatke, čime se smanjuje potreba za unutarnjim transportom.

Postoji još jedna vrsta grupiranja koje dijeli rasporede na dva tipa: radionički raspored (koji se temelji na vrstama obrade) i linijski raspored, s linijskim, najčešće korištenim, rasporedom. Glavna je prednost radioničke proizvodnje njezina sposobnost prilagodbe promjenama u proizvodnom procesu, dok je njezin nedostatak u tome što je potrebno duže vrijeme za prolazak materijala kroz proizvodnju. Suprotno tomu, linijska proizvodnja nudi manju fleksibilnost, ali ima visoku proizvodnju.



Slika 3.9. Podjela proizvodnog procesa prema tipovima proizvodnje

Raspored opreme u tvornicama ovisi i o tipu industrijske proizvodnje. Postoje tri osnovna načina proizvodnje: pojedinačni, serijski i masovni. Kada se govori o ritmu proizvodnje, može se razdvojiti kontinuirana od diskontinuirane proizvodnje, dok se prema mjestu rada razlikuju obrtnička, radionička, grupna i lančana proizvodnja.

U pojedinačnoj proizvodnji priprema je usmjerena na izradu jednog specifičnog proizvoda. U serijskoj proizvodnji istovremeno se proizvodi veći broj jedinica istog artikla, dok masovna proizvodnja podrazumijeva stvaranje jedne vrste proizvoda u ogromnim količinama, uz visoku razinu automatizacije i mehanizacije.

Osnovne značajke pojedinačnog tipa proizvodnje su: [13, 14]

- proizvodnja se izvodi po narudžbi, za poznatog kupca
- tehnička priprema izvodi se za svaki posao odnosno proizvod
- priprema radnog mjesta izvodi se za svaku operaciju na svakom mjestu
- strojni park sastavljen je od univerzalnih strojeva zbog potrebe prilagođavanja svakodnevnim promjenama asortimana proizvoda
- strojni park je bogat zbog mogućnosti ostvarenja svakog posebnog zadatka
- radna mjesta raspoređena su u grupama prema srodnosti (što svakako zahtijeva i drugačiju organizaciju unutarnjeg transporta)
- potreba za posjedovanjem radne snage s prosječno većim stupnjem kvalifikacije zbog čestih promjena asortimana, kao i otežanog planiranja vrste proizvoda koji će se raditi
- zalihe materijala veće su nego u serijskoj ili masovnoj proizvodnji
- ciklus proizvodnje duži je nego u serijskoj ili masovnoj proizvodnji, a mogućnost primjene standarda (vremena) daleko manja.

Glavna obilježja serijskog tipa proizvodnje su:

- proizvodnja se odvija za potrebe skladišta bez čekanja specifične narudžbe kupca
- troškovi pripreme radnog mjesta i opreme raspoređuju se na sve proizvedene jedinice unutar jedne serije
- troškovi konstruktivnog i tehnološkog razvoja također se odnose na cjelokupnu seriju proizvoda
- tehnološki proces detaljno je i temeljito razrađen
- stupanj detaljnosti te razrade ovisi o planiranom opsegu, odnosno broju komada koji će se proizvesti
- radna je snaga u prosjeku niže kvalificirana u usporedbi s pojedinačnom proizvodnjom s obzirom na to da je tehnološki proces podijeljen na veći broj jednostavnijih operacija, a to omogućuje angažiranje priučenih radnika, što doprinosi smanjenju troškova proizvodnje
- strojni park i alati posjeduju specijalizirana obilježja, pri čemu stupanj te specijalizacije oscilira ovisno o vrsti serije (mala, srednja ili velika)
- primjena standarda, osobito vremenskih normi, iznimno je raširena.

Masovni način proizvodnje karakteriziraju sljedeće značajke: [13,14]

- proizvodni proces je neprekidan – odvija se bez prekida kroz tri smjene
- radna mjesta organizirana su u odjele prema slijedu tehnološkog postupka

- pojedini odjeli bave se samo jednim dijelom obrade
- proizvodni ciklus traje onoliko koliko je potrebno da materijal prođe od prve do zadnje faze
- unutarnji transport automatiziran je zbog velike količine
- izazovi u održavanju opreme i alata vrlo su značajni
- proizvodnja se najčešće zaustavlja jednom godišnje zbog remonta postrojenja.

Kontinuirana proizvodnja podrazumijeva stvaranje gotovih proizvoda bez ikakvih zastoja u prikupljanju ili čekanju komponenti. Poseban oblik takve proizvodnje je takozvana procesna proizvodnja koju odlikuje iznimno visok stupanj automatizacije. Nasuprot tome, kod diskontinuirane proizvodnje ne postoji usklađenost između izrade pojedinih dijelova i gotovih proizvoda. Zbog toga se komponente privremeno pohranjuju u skladište te se iz njega preuzimaju prema potrebi. Obrtnička proizvodnja specifična je po tome što se više radnih operacija obavlja unutar jednog proizvodnog procesa na relativno ograničenom prostoru. S druge strane, glavna značajka radioničke proizvodnje je ta da se u svakoj pojedinoj radionici nalazi isključivo jedna vrsta strojeva. Kod grupne proizvodnje strojevi su organizirani u skupine prema sličnosti radnih procesa. To znači da se u tim skupinama nalaze strojevi raznih vrsta. Lančana proizvodnja podrazumijeva izvođenje radnih zadataka koji se nižu jedan za drugim, po točno utvrđenom rasporedu i u određenom roku, s minimalnim razmakom. Strojevi su raspoređeni redoslijedom kojim se odvija proizvodni proces.

Uobičajeno je da u jednoj tvornici postoji više načina proizvodnje. Pri odabiru vrste proizvodnje, izuzetno je važno razmotriti tehničke i financijske aspekte, stoga je u poduzeću ključno da tehnički i ekonomski stručnjaci surađuju. Način proizvodnje blisko je povezan sa zgradama, opremom, položajem strojeva, aparata i radnih mjesta, energijom i drugim resursima.

3.5. Priprema proizvodnje

Priprema proizvodnje sastoji se od tehničko-ekonomske službe ili grupe službi koja pripada tehničkom odjelu unutar sektora koji se bavi pripremom rada. U ovoj se grupi zaposlenici fokusiraju na pripremanje svih potrebnih ulaznih elemenata za proizvodnju, kao i na nadzor produkcije. Svako poduzeće ima svoju jedinstvenu organizaciju ove službe, no općenito, zadaci ostaju isti. Ti zadaci uključuju projektiranje tehnoloških i proizvodnih procesa kao što su istraživanje tržišta, oblikovanje proizvoda, proces proizvodnje i organizacija ljudskog rada. Također, važno je planiranje i praćenje procesa proizvodnje, što obuhvaća razradu redoslijeda proizvodnih operacija, nadzor potrošnje materijala, kapaciteta proizvodnje, dostupnosti radne snage, izradu potrebne dokumentacije te brigu o alatu. [15] Pripremu proizvodnje dijelimo na tehničku, tehnološku i operativnu.

U suvremenoj proizvodnji priprema se fokusira na: [1]

- optimalno iskorištenje kapaciteta
- što efikasnije korištenje i održavanje strojeva i alata
- postizanje najboljih idejno-konstruktivskih i tehnoloških rješenja za proizvode
- transport materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda s jednog radnog mjesta na drugo ili skladište
- broj i kvalitetu radnika u proizvodnji
- radnu učinkovitost
- praćenje učinka i slično.

Osnovna je svrha pripreme proizvodnje osigurati ekonomičnu i planiranu proizvodnju. Cilj je smanjivanje gubitaka u materijalu, energiji, radnoj snazi i vremenu kako bi se postigli planovi – proizvodnja u predviđenim rokovima, visoka kvaliteta i minimalni troškovi. Ovi će se ciljevi ostvariti kada poduzeće na tržište pošalje proizvode koji zadovoljavaju osnovne potrebe potrošača, uključujući funkcionalnost, tehnološki napredak, ekonomsku isplativost, mogućnost iskorištavanja, regenerativnost i ergonomske prilagođenost. [15]

Planiranje proizvodnje ima presudan utjecaj na konačnu cijenu proizvoda i vrijeme potrebno za njegov izlazak na tržište, što posljedično može utjecati na njegov tržišni udio i ukupne izgleda za uspjeh. Aspekti proizvodnje integriraju se već u fazi razvoja proizvoda, pri čemu se definiraju zahtjevi u cilju optimizacije logističkih procesa. Može se zaključiti da je ova faza zapravo dizajn samog proizvodnog procesa te da bi stručnjaci u njoj trebali iskoristiti mogućnosti automatizacije kako bi poboljšali učinkovitost procesa, smanjili potrebu za novim alatima i poluproizvodima te umanjili troškove njihove manipulacije. Značajnu podršku u tim aktivnostima pružaju informacijska tehnologija i računalni alati za projektiranje. Izuzetno je važno uključiti i dobavljače u ovu, kao i u kasnije faze projektiranja, s obzirom na to da cijenu gotovog proizvoda uvelike određuju materijali i komponente koje se nabavljaju. Također, u svim fazama projektiranja proizvodnje neophodno je uzeti u obzir zahtjeve kupaca. Ako ti zahtjevi nisu zadovoljeni, proizvod neće biti uspješan, bez obzira na to koliko je učinkovito proizveden. [7]

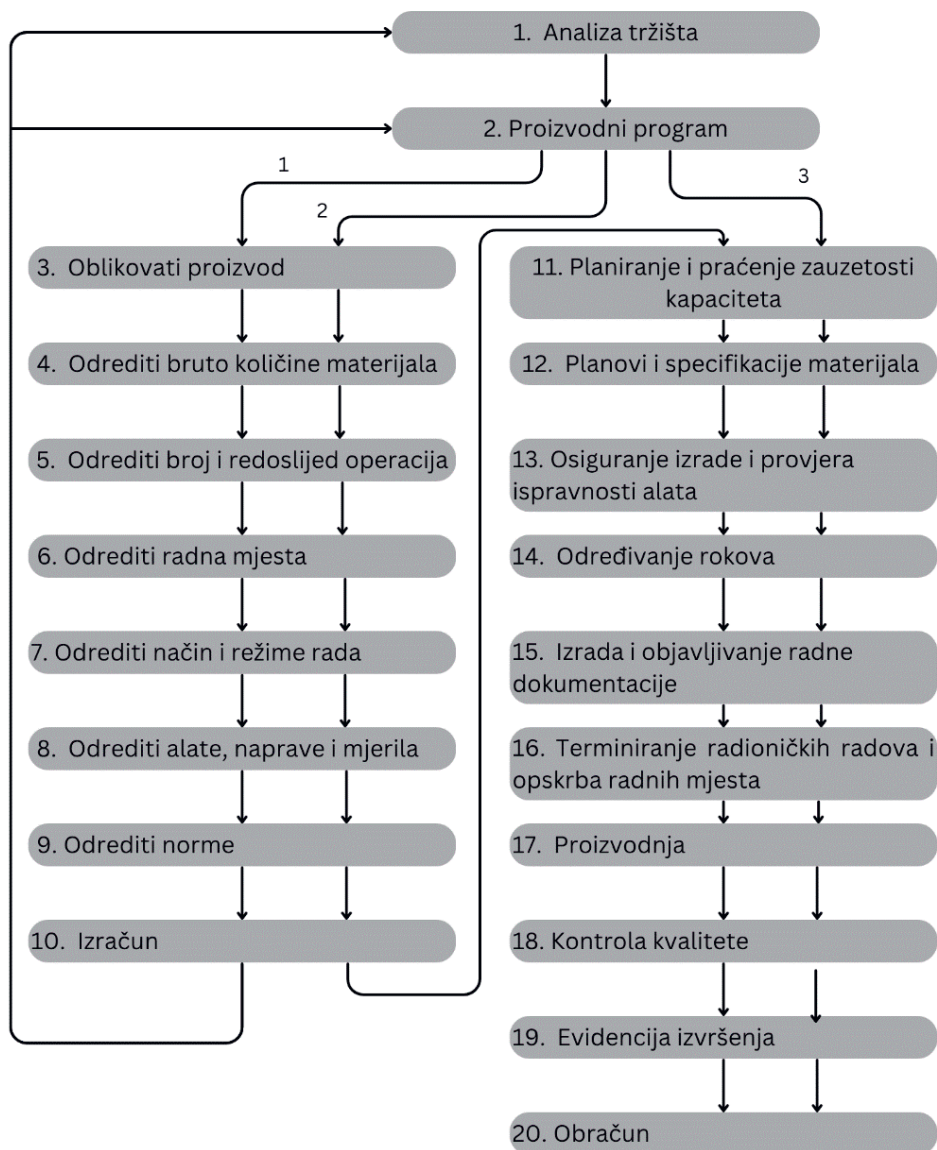
Priprema za proizvodnju ima veliki učinak na troškove proizvoda i vrijeme realizacije. Ciljevi pripreme uključuju proizvodnju unutar zadanog roka, osiguranje kvalitete i smanjenje troškova. Pored ovih ciljeva, važno je i pravilno korištenje opreme, kao i upravljanje radnim vremenom zaposlenika. Glavni je zadatak pripreme osigurati sve što je potrebno kako bi proizvodni proces tekao uobičajeno i ostvario planirani uspjeh.

Priprema proizvodnje treba svako radno mjesto opskrbiti svime što mu je potrebno za rad, i to u dovoljnim količinama i u pravo vrijeme. Razlikuje se priprema proizvodnje kod proizvodnje potpuno novog proizvoda i proizvodnje već jednom usvojenog proizvoda.

Na temelju uvida u tržište, odnosno na osnovu narudžbi koje je zaprimilo poduzeće, razvija se proizvodni plan. Kada je riječ o novom proizvodu, provode se sljedeće aktivnosti: projektiranje proizvoda, određivanje potrebnih količina materijala, definiranje broja i redoslijeda operacija, raspoređivanje radnih mjesta, specifikacija metoda rada, odabir alata i mjerila te na kraju postavljanje normi i izrada kalkulacija. Po završetku ovih početnih aktiv-

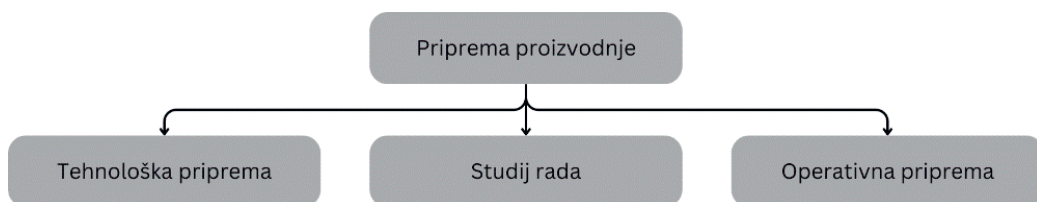
nosti, ili pak neposredno nakon izrade proizvodnog programa za već postojeći proizvod, započinju sljedeće faze: planiranje i praćenje iskorištenosti kapaciteta, planiranje materijala, osiguravanje izrade i provjera ispravnosti alata, određivanje terminskih rokova, izrada i distribucija radne dokumentacije, opskrba radnih mjesta materijalima, sama proizvodnja, kontrola kvalitete, evidencija izvršenja radova i, na kraju, financijski obračun. Aktivnosti vezane uz proizvodnju novog proizvoda obavljaju se samo jednom, dok se aktivnosti za proizvodnju već usvojenog proizvoda sustavno ponavljaju za svaku pojedinu seriju.

Slika 3.10. prikazuje aktivnosti pripreme proizvodnje koje se provode tijekom procesa razvoja programa proizvodnje.



Slika 3.10. Zadaci pripreme proizvodnje prilikom razvoja proizvodnog programa [1]

Organizacija pripreme proizvodnje ovisi o veličini i organizaciji proizvodnje, vrsti i načinu proizvodnje te opremljenosti (slika 3.11.).



Slika 3.11. Primjer organizacije pripreme proizvodnje [1]

3.5.1. Tehnička priprema proizvodnje

Priprema proizvodnje, neovisno o tome je li riječ o novom ili već usvojenom proizvodu, obično se može kategorizirati kao tehnička, tehnološka i operativna priprema te studij rada. [1] U sklopu tehničke pripreme podrazumijevaju se aktivnosti vezane uz pripremu materijala, alata i radnog mjesta.

Tehnička priprema materijala utječe na pravilno upravljanje materijalima i sirovinama upotrijebljenim u procesu proizvodnje. Ovisno o sektoru proizvodnje, materijal može činiti od 20 do 85 % ukupnih troškova.

Materijali se dijele na direktne i indirektne. Direktni materijali su oni materijali koji se u procesu proizvodnje koriste u točno definiranim količinama, dok su indirektni materijali oni materijali koji se ne upotrebljavaju direktno. Direktni materijali se dalje razdvajaju na osnovne, a to su sirovine i poluproizvodi koji čine ključnu komponentu proizvoda, i pomoćne, koji doprinose osnovnom materijalu i daju proizvodu određena svojstva.

Tijekom proizvodnje važno je pratiti materijal, što se ostvaruje kroz nomenklaturu materijala. Nomenklatura materijala predstavlja organizirani prikaz tipova materijala potrebnih za proizvodnju, a koriste je ostale jedinice unutar poduzeća. Ovaj popis uključuje naziv materijala, informacije o kvaliteti, obliku i dimenzijama te oznaku ili kod koji simbolizira određeni materijal i njegove karakteristike.

Materijali moraju biti označeni brojevima, slovima ili njihovom kombinacijom. Ključno je odrediti norme materijala, što se odnosi na količinu materijala potrebnog za izradu jedne jedinice proizvoda, i to isključivo za direktne materijale. Da bi se spriječili nesporazumi i kašnjenja u proizvodnji, neophodno je pratiti zalihe sirovina i materijala u skladištima tijekom pripreme proizvodnje. Svaki proces proizvodnje iziskuje određenu količinu sirovina i materijala koje poduzeće mora imati na skladištu kako bi se proizvodnja odvijala neometano, uz obvezno razmatranje troškova naručivanja i održavanja zaliha. [12]

Tehnička priprema materijala uključuje pripremu alata tako da se na temelju koncepcije, što ju je odredila tehnološka priprema, konstruiraju i izrade odnosno nabave najprikladniji alati i uređaji. Osim toga, priprema alata brine i o tome da izrađeni ili kupljeni alati i uređaji budu uvijek ispravno pohranjeni (skladišteni), da su u dobrom stanju i imaju ispravnu evidenciju i dokumentaciju. [8] Općenito se alat definira kao sredstvo za rad kojim

se materijal obrađuje ručno, bez uporabe stroja. Moderna industrijska proizvodnja nezamisliva je bez alata. Međutim, važno je naglasiti da postoje proizvodni procesi gdje je uloga alata prilično zanemariva. Isplativa proizvodnja u sektorima gdje alat ima značajnu ulogu nije moguća bez temeljito organizirane pripreme, evidencije i skladištenja alata te oni trebaju biti sustavno označeni brojevima, slovima ili njihovom kombinacijom. Planiranje alata definira optimalnu razinu zaliha za svaku pojedinu vrstu, pri čemu se ta zaliha obično kreće unutar definiranih minimalnih i maksimalnih granica. [1] U slučaju nabave alata od vanjskih dobavljača, potrebno je uzeti u obzir standardne prodajne količine. Razina zaliha alata određuje se kombinacijom iskustvene procjene i matematičkih izračuna.

U sklopu proizvodnih procesa, nomenklatura alata predstavlja sustavan pregled cjelokupnog proizvodnog alata, neophodnog za odvijanje proizvodnje, kojom se služe i ostale službe unutar proizvodnog sustava.

U analizi zaliha alata može se primijeniti ABC metoda koja razdjeljuje alate u tri kategorije prema njihovoj važnosti. Skupina A obuhvaća alate koji su najvažniji, a skupina C uključuje one koji se smatraju najmanje važnima. Posebna se pažnja usmjerava na vrste alata koje se najčešće koriste, imaju najveću vrijednost ili se smatraju posebno značajnim (na primjer, zbog poteškoća u nabavi). Skupina A sadrži alate visoke cijene, pri čemu 10 % svih tipova alata predstavlja 75 % ukupne vrijednosti zaliha. Skupina B uključuje 25 % svih tipova alata, a njihov udio u ukupnoj vrijednosti zaliha iznosi 20 %. Skupinu C čini 65 % svih tipova alata koji doprinose samo s 5 % ukupne vrijednosti zaliha.

Priprema radnog mjesta obuhvaća rad čovjeka ili neko sredstvo koje je čovjek stvorio da ga zamjenjuje, a obavlja se na određenom mjestu. Cijeli proizvodni proces bilo kojeg proizvoda uključuje mnoštvo raznovrsnih operacija. Način proizvodnje, vrsta opreme te organizacija radnih aktivnosti određuju koji će se dio procesa obavljati na specifičnom mjestu. Takvo se mjesto zove radno mjesto.

Razdvajanjem cjelokupnog radnog procesa na individualne poslove i zadatke, koji se obavljaju na određenoj lokaciji, moguće je utvrditi potreban broj radnih mjesta prema njihovoj vrsti. Radno mjesto predstavlja najmanju funkcionalnu cjelinu u okviru koje se provodi specifičan segment radnog procesa.

Prema pripremi radnog mjesta, kao elementa tehničke pripreme proizvodnje. Može se zaključiti kako je radno mjesto, koje je ograničeno u prostoru, osnovna proizvodna jedinica. Ono je ograničeno u prostoru.

Elementi radnog mjesta uključuju:

- radnika
- radni prostor
- stroj i opremu
- predmete rada.

a) Radno mjesto treba biti osmišljeno tako da potiče pojedinca na što učinkovitiji rad te da mu u potpunosti jamči ne samo adekvatne uvjete za obavljanje posla, već i sva

pripadajuća prava. Prilikom organizacije radnih aktivnosti zaposlenika potrebno je uzeti u obzir i slijed radnih operacija, razdoblje odmora, uređenje radnog prostora i položaj radnika kod obavljanja rada.

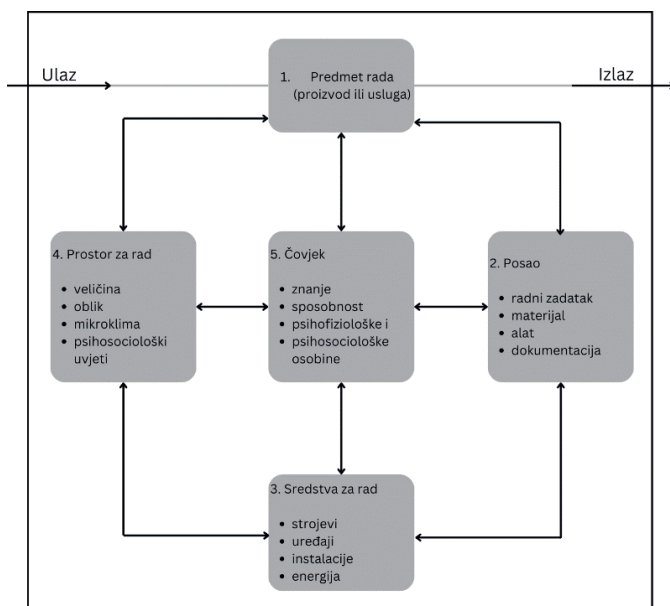
- b) Radniku je potrebno osigurati adekvatan radni prostor i opseg kretanja, čija je svrha omogućiti neometano obavljanje radnih zadataka. To podrazumijeva: slobodno kretanje radnika, ispravno pozicioniranje radnih predmeta, odlaganje transportnih sredstava, skladištenje materijala prije početka rada te osiguravanje pristupa strojevima sa svih strana.
- c) Opremljenost radnog mjesta podrazumijeva sve strojeve, alate, uređaje i ostalu tehničku opremu koja je namijenjena korištenju na tom radnom mjestu. Radno mjesto pritom mora biti opremljeno tako da je u skladu s prirodom i zahtjevima posla koji se na njemu obavlja, kao i sa značajkama i potrebama zaposlenika koji će ga koristiti.
- d) Predmeti rada također moraju biti usklađeni sa zadatkom, radnikom i opremom radnog mjesta.

Prilikom organizacije rada radnika na radnom mjestu potrebno je uzeti u obzir sljedeće čimbenike:

- pripremu na radnom mjestu, odnosno pripremu materijala, strojeva i alata
- redoslijed radnih operacija
- odmor
- raspoređivanje radnog mjesta
- položaj radnika na radnom mjestu.

Na slici 3.12. prikazano je radno mjesto, kao i čimbenici koji ga određuju i njihove međusobne povezanosti.

Radna mjesta, s obzirom na svoj organizacijski ustroj, mogu se podijeliti na tri osnovne vrste: otvorena, zatvorena i stabilizirana. Na otvorenim radnim mjestima zaposlenik samostalno osigurava potrebne sirovine i samostalno uklanja izrađene predmete. Kod zatvorenih radnih mjesta, pomoćno osoblje dostavlja materijal, alate i dokumentaci-



Slika 3.12. Radno mjesto i čimbenici koji ga određuju i njihove međusobne povezanosti

ju na radno mjesto. Stabilizirano radno mjesto prikladno je za velikoserijsku i masovnu proizvodnju. Na takvom radnom mjestu pomoćno osoblje opslužuje glavnog radnika na proizvodnoj poziciji. Ono je ne samo zatvoreno, već i dodatno stabilizirano, budući da je cjelokupni radni proces na njemu u potpunosti optimiziran. Na ovakvom se radnom mjestu izvode najviše tri srodne radnje, što omogućuje visoku specijalizaciju i pojednostavljenje poslova te primjenu specijaliziranih strojeva, pomagala i alata. To konačno dovodi do povećanja produktivnosti i smanjenja troškova proizvodnje na najmanju moguću mjeru.

3.5.2. Tehnološka priprema proizvodnje

Tehnološka priprema proizvodnje obuhvaća cjelokupan rad povezan s odabirom i provedbom tehnološkog procesa. Među najvažnijim aktivnostima ističu se analiza, detaljna obrada i usklađivanje zaprimljene projektne dokumentacije proizvoda. Tehnološka priprema sustavno se nadovezuje na proces istraživanja i razvoja proizvoda, tj. na rezultate i aktivnosti konstrukcijske pripreme.

Tehnološki proces predstavlja sastavni dio cjelokupnog proizvodnog postupka. Djelovanjem tehnološkog procesa mijenjaju se značajke sirovina i materijala te njihov sastav, kvaliteta i dimenzije. Pronalaženje optimalnog tehnološkog rješenja kontinuirani je zadatak tehnologa i stručnjaka unutar odjela za istraživanje i razvoj proizvoda. Ovo je posebno važno kod uspostavljanja proizvodnje novih proizvoda. Definirani tehnološki proces izravno određuje potrebne količine materijala, energije te angažiranog ljudskog rada. Razina tih potrebnih resursa utječe zatim na formiranje ukupnih troškova proizvodnje. Pravilan odabir i naknadna priprema tehnološkog procesa predstavljaju ključnu etapu u pripremi proizvodnje, budući da o njima ovise kako propisani standardi kvalitete tako i sami proizvodni troškovi. Svaki se proizvod dekomponira na pojedine komponente, a svaka se od tih komponenti zasebno analizira zbog pronalaska najprikladnijeg tehnološkog procesa i metode za njezinu izradu.

Zadaci službe tehnološke pripreme proizvodnje su razrada tehnološkog procesa, na temelju dokumenta i nacрта dobivenih iz odjela konstrukcijske pripreme, te preispitivanje zahtjeva i mogućnosti operativne pripreme proizvodnje i proizvodnih pogona kako bi postali dijelom proizvodnog procesa.

Zadaci odjela za pripremu tehnologije proizvodnje uključuju razvijanje tehnološkog procesa koji se temelji na dokumentima i crtežima koje je izradio odjel za konstrukcijsku pripremu. Također, tu je i pregled zahtjeva i mogućnosti operativne pripreme proizvodnje i radnih postrojenja kako bi se integrirali u proizvodni proces. Razvijanje tehnološkog procesa uključuje analizu tehnoloških aspekata konstrukcije, određivanje broja i slijeda operacija, utvrđivanje bruto količine potrebnog materijala, donošenje odluke o radnim mjestima za pojedine operacije, postavljanje načina i režima rada, odabir alata, uređaja i mjernih instrumenata za svaku operaciju, kao i procjenu vremena izrade, preliminarne kalkulacije i pisano dokumentiranje tehnološkog procesa. [4,15]

Uspješno funkcioniranje proizvodnih i poslovnih procesa uvelike ovisi o tehnološkoj pripremi, što se osobito odnosi na:

- ekonomičnost tehnoloških procesa
- ravnomjerno opterećenje radnih mjesta
- protok materijala u procesu prerade
- racionalno korištenje strojeva i postrojenja
- racionalno korištenje alata i naprava, racionalno korištenje materijala, pravilan rad operativne pripreme
- nesmetani tijek proizvodnje s obzirom na točnost podataka koji se daju u tehnološkoj razradi. [4]

Tehnolog mora temeljito poznavati:

- tehnologije obrade i svojstva materijala
- karakteristike proizvodne opreme
- operativnu spremnost i kapacitete strojeva
- kvalifikacije i kompetencije radne snage
- načela ekonomičnosti proizvodnje i analizu troškova
- metode obuke i usmjeravanje zaposlenika
- mjerne sustave i standarde tolerancija
- tehničke specifikacije funkcionalnosti i namjenu proizvoda čiji se tehnološki proces razvija.

Kod svih radnih sustava, a posebno onih kod kojih je predmet rada proizvod, planiranje procesa i operacija ima poseban značaj. Iako se ovdje koristi riječ planiranje, ovaj se dio postupka projektiranja proizvodnih sustava odnosi na propisivanje i dokumentiranje svih postupaka i radnji koje se izravno odnose na predmet rada od ulaska sirovina i poluproizvoda do izlaska gotovog proizvoda. Planiranje procesa i operacija određenog proizvoda podrazumijeva izradu takvih dokumentacija iz koje će se vidjeti:

- što se proizvodi
- koje su operacije izrade potrebne i koji je njihov redoslijed
- na kojim se strojevima izvode te operacije
- koji su alati potrebni
- kada se izvode te operacije
- tko je odgovoran za adekvatno izvođenje operacija
- koje su kontrole potrebne i gdje se nalaze u proizvodnom procesu
- što podliježe kontroli
- kada se provode kontrolne aktivnosti
- na koji se način vrše kontrole

- kako se izvodi premještanje predmeta rada
- gdje se i kako odlaže i skladišti predmet rada i drugo.

Postoje dva osnovna koncepta u proizvodnji: grupna i tipska tehnologija. Grupna tehnologija podrazumijeva klasifikaciju radnih dijelova u skupine koje, tijekom procesa obrade, zahtijevaju istovjetnu opremu, standardiziranu pripremu i identično podešavanje strojeva. Tipska tehnologija predstavlja daljnji korak u razvoju grupne tehnologije s ciljem njezine optimizacije u okruženju serijske i masovne proizvodnje. U praksi je ova metoda poznata po grupiranju predmeta obrade prema redoslijedu potrebnih operacija. Primjena grupne i tipske tehnologije nije izvediva u svim proizvodnim segmentima. Ona je primarno obilježje metaloprerađivačke industrije. [1]

Razrada tehnološkog postupka u fazi pripreme proizvodnje razlikuje se kod stvaranja potpuno novog proizvoda i onog proizvoda koji je već prihvaćen i ustaljen. U kontekstu masovne i velikoserijske proizvodnje, pristupa se izradi probne serije za koju je odjel pripreme dužan izraditi potrebnu tehnološku dokumentaciju. Probna serija služi za temeljitu analizu i nadzor operativnih metoda s ciljem ispravljanja i dopunjavanja ranije postavljenih parametara tehnološkog procesa. Nakon završetka probne serije, provode se korekcije na alatima, radnim postupcima, vremenskim normativima i slično, pri čemu se posebna pažnja posvećuje kvaliteti i ekonomskoj isplativosti proizvoda. Ovime se uvodi proizvodnja određenog proizvoda. Za razliku od masovne proizvodnje, pri pojedinačnoj proizvodnji ne postoji mogućnost ispravljanja konstrukcije i tehnološkog procesa na temelju prototipa i pokusne serije. Ovdje se mora raditi po konačno određenom načinu i proizvodnom postupku. Zbog takvog tijeka proizvodnje mogući su zastoji i izmjene, što rezultira određenim gubicima.

3.5.3. Operativna priprema proizvodnje

Operativna priprema za proizvodnju, zajedno s tehnološkom pripremom, dio je tehničkog sektora, konkretno u okviru tehničke pripreme rada. Ova je priprema usko povezana s proizvodnim procesom i usmjerava se samo na osiguranje ulaznih čimbenika za proizvodnju, kao i na organizaciju i kontrolu njezinog učinka. Cilj je osigurati neprekidan protok proizvodnog procesa koji se temelji na jasno definiranim proizvodnim planovima i detaljno razrađenom tehnološkom postupku. [15]

Glavni je cilj operativnog planiranja i pripreme proizvodnje taj da se kroz ključne aktivnosti planiranja, nadzora i kontrole proizvodnog procesa pravovremeno realizira proizvodnja proizvoda uz minimalne proizvodne troškove i uz osiguranje vrhunske kvalitete gotovog proizvoda.

Operativni plan mora obuhvatiti sva radna mjesta unutar proizvodnih pogona, kao i sve proizvodne operacije, komponente i gotove proizvode čija je izrada predviđena na tim radnim mjestima.

Operativni plan određuje:

- koje su to operacije, dijelovi i proizvodi koji će se raditi u planskom razdoblju
- kojim se redoslijedom treba uvesti u rad svaka operacija, dio ili proizvod.

Kod utvrđivanja sadržaja operativnog plana za konkretno se razdoblje mora voditi računa o obvezama prema kupcima, potrebama za što potpunije korištenje kapaciteta i održavanje kontinuiteta rada na započetim poslovima.

Postupkom operativnog planiranja određuje se vremensko razdoblje pojedine proizvodne operacije na dnevnoj ili satnoj razini. To se odnosi na različita postrojenja ili na jedinice unutar tih postrojenja s obzirom na količinu podataka s kojim poduzeće raspolaže na operativnoj razini.

U operativnom planiranju proizvodnje primjenjuje se uobičajeni vremenski okvir od mjesec dana. Smatra se da je operativno planiranje proizvodnje uspješno provedeno ako su svi radni resursi optimalno iskorišteni, odnosno ako su sva radna mjesta u potpunosti opterećena, svi proizvodni radnici ravnomjerno angažirani te ako je rad svih radnih jedinica usklađen tako da se izbjegava međusobno čekanje ili bilo kakvi prekidi u izvršenju zadataka. Nadalje, operativno planiranje proizvodnje može se definirati kao proces detaljnog osmišljavanja proizvodnog tijeka, gdje proizvodne operacije imaju središnju važnost. Osnova operativnog planiranja proizvodnje temelji se na organizacijskoj pripremi rada unutar tehnoloških radnih jedinica. U većini proizvodnih poduzeća, operativno planiranje predstavlja vrlo složen i zahtjevan proces. Za adekvatnu provedbu važno je prethodno utvrditi specifičnosti proizvodnje kako bi se odabrao najprikladniji pristup izradi operativnog plana. Razlog tomu je u činjenici da metodologije izrade operativnih planova nisu jednako primjenjive za sve tipove proizvodnje.

Potrebno je poznavati:

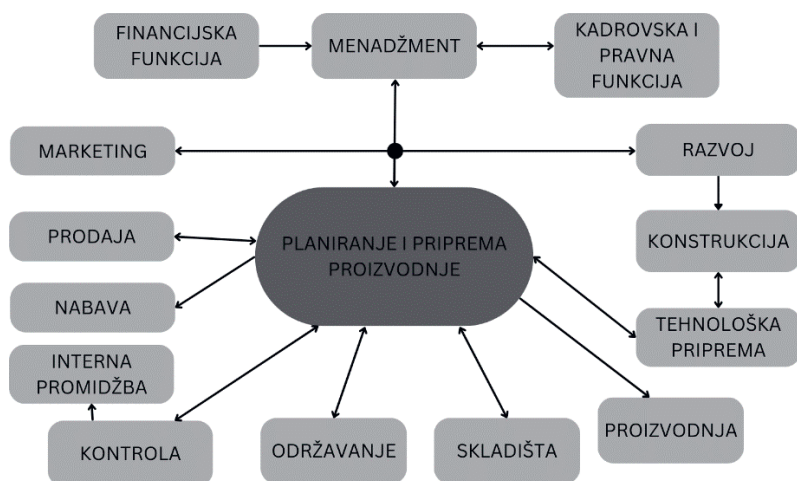
- stanje izvršenja poslova u tijeku
- stanje ugovorenih novih poslova
- stanje materijala za izradu na zalihi
- stanje i raspoloživost kapaciteta
- zalihe alata i stanje pribora
- stanje kadrova
- stanje norme rada
- stupanj razrade tehnološke dokumentacije.

Priprema za proizvodnju ima ključnu ulogu u održavanju predviđenih rokova za završetak proizvoda. Da bi se ti rokovi ispunili, važno je da su voditelji ovog sektora potpuno informirani o svim proizvodnim kapacitetima – kapacitetima strojeva, zaposlenika, potrebnih materijala i dostupnosti skladišta s proizvodima iz ranijih serija. Uspješno ispunjenje rokova ovisi i o koordiniranom radu ostalih tehničkih službi unutar poduzeća čije aktivnosti izravno utječu na funkcioniranje odjela za pripremu proizvodnje. Također, eventualna kašnjenja drugih odjela, koja se odnose na izradu projekata, konstrukcijskih crteža, završetak laboratorijskih testova, nabavu potrebnih materijala, ispravnost strojeva, rad energenata, izradu specijalnih alata i slično, mogu značajno utjecati na kašnjenje završetka proizvoda i cjelokupnog proizvodnog procesa u zadanom roku.

Operativna priprema proizvodnje ima dvosmjerni utjecaj na troškove proizvodnje. Tijekom proizvodnih procesa, operativna priprema ne može ostvariti uštede jer je korištenje svih ulaznih elemenata (kao što su materijali, alati, energenti i dostupna radna snaga) djelomično predvidivo, a nemoguće ih je, s potpunom sigurnošću, točno predvidjeti. Nepravilno funkcioniranje drugih tehničkih odjela u poduzeću i kašnjenje nadležnih osoba prilikom rješavanja problema dovode do izvanrednih situacija. To može usporiti određene procese ili ih potpuno obustaviti, što izravno utječe na troškove proizvodnje. Operativna priprema proizvodnje također utječe na proizvodne troškove kroz pravilno raspoređene radne zadatke i praćenje skladišnih kapaciteta. Neodgovarajući raspored radnih zadataka može uzrokovati zastoje između faza proizvodnje i dovesti do nedovršene proizvodnje na radnim mjestima ili velikih zaliha nedovršenih poluproizvoda u skladištu, a nedovoljna kontrola skladišnih kapaciteta može uzrokovati preopterećenje skladišta s prekomjernim količinama proizvoda koji nisu još prodani, što povećava troškove skladištenja. [16]

Predviđena kvaliteta proizvoda unaprijed se definira kroz tehničku dokumentaciju koju šalje odjel za konstrukcijsku pripremu proizvodnje odjelu za tehnološku pripremu proizvodnje. Aktivnosti koje organizira operativna priprema proizvodnje mogu izravno utjecati na konačnu kvalitetu proizvoda. Ako operativna priprema proizvodnje ne osigura dovoljno stručan tim za specijalizirane poslove, potrebne resurse u određenim rokovima, dobar i ispravan alat, kao i potrebnu dokumentaciju, te ne izradi odgovarajuće norme i specifikacije materijala, tada ona neće pravovremeno nabaviti potrebne materijale određene kvalitete i neće surađivati s kooperantima pa će i kvaliteta gotovog proizvoda biti dovedena u pitanje i teško će se ostvariti. [15]

Suradnja s ostalim sektorima i službama u poduzeću neophodna je za normalno odvijanje proizvodnje. S obzirom na neprestanu dinamiku suvremenog tržišta, svako poduzeće mora posjedovati adekvatnu fleksibilnost kako bi se učinkovito prilagodilo promjenama. Međutim, to je neostvarivo bez razvijene i učinkovite komunikacije između svih organizacijskih jedinica. Kako bi se osigurala prilagodljivost proizvodnog procesa na nepredviđene tržišne okolnosti, odjel operativne pripreme proizvodnje kontinuirano surađuje s ostalim relevantnim sektorima unutar poduzeća.



Slika 3.13. Kontakti operativne pripreme [3]

Operativna priprema proizvodnje najuže surađuje sa sektorom prodaje. Primarna je uloga operativne pripreme proizvodnje precizno utvrditi termine izrade gotovih proizvoda te realne proizvodne kapacitete. Ona je također zadužena za plasman tih proizvoda na tržište. Posljedično, i u situacijama kada se dovršenje gotovih proizvoda i njihov izlazak na tržište ne može ostvariti uslijed čimbenika kao što su neispravni nacrti iz konstrukcijskog odjela, nedovoljno razrađen tehnološki proces, zakašnjela isporuka sirovina, poluproizvoda ili alata u proizvodnju, kvarovi na strojevima, manjak energenata ili doprema sirovine loše kvalitete, najveću odgovornost snosit će upravo operativna priprema proizvodnje, bez obzira na stvarne krivce.

Suradnja sa sektorom nabave česta je i vrlo važna zbog nestabilnosti na tržištu sirovina. Sektor nabave mora primiti od operativne pripreme proizvodnje što točnije informacije o specifikaciji materijala (sirovina) koje se naručuju, njezinoj količini i točnom roku dopreme u proizvodnju kako bi se izbjegli zastoji u proizvodnji zbog nepravovremene dopreme materijala, premale količine ili razlike u kvaliteti dopremljenog materijala. Suradnja ovih službi posebno je važna ako se kod izrade gotovih proizvoda kao ugradbeni materijal koristi više sirovina specifične kakvoće i kvantitete. Upravljanje zalihama pripada domeni sektora nabave. Konačne odluke koje dolaze od službe operativne pripreme proizvodnje oko nabave potrebne količine sirovina i poluproizvoda za proizvodnju izravno utječu na njihove zalihe u skladištima. Zbog toga je potreban poseban angažman rukovodećih u službi operativne pripreme proizvodnje kako prevelike količine naručenih sirovina i poluproizvoda ne bi stvarale nepotrebne financijske izdatke u skladištima.

Suradnja s računovodstvenim sektorom nije komplicirana. Operativna priprema proizvodnje priprema svu potrebnu dokumentaciju za početak rada, uzima materijale i alate iz skladišta, kao i radne naloge koji se šalju računovodstvu. Na temelju tih informacija, računovodstvo vrši konačni obračun potrošnje i izračun plaća za radnike. Važno je osigurati točnost svih podataka u dokumentaciji, osobito kada se izda mnogo dokumenata, kako ne bi došlo do računovodstvenih grešaka u obračunu potrošnje i plaća.

Intenzivna suradnja s odjelima zaduženima za razvoj i oblikovanje prekida se nakon isporuke njihove dokumentacije u proizvodne pogone. Izuzeci mogu nastati kada služba operativne pripreme proizvodnje predloži izmjene u osnovnoj dokumentaciji koje su izdali uredi za oblikovanje, i to u slučajevima kada smatra da bi izmjene dovele do veće ekonomičnosti ili pojednostavljenja poslovanja poduzeća.

Suradnja s odjelom tehnološke pripreme proizvodnje uvelike je slična onoj s projektantskim uredima. Nakon dovršetka i izdavanja tehnološke dokumentacije, aktivna komunikacija između ovih dviju službi obično prestaje, sve do pojave bilo kakvih izmjena u tehnološkom procesu (primjerice, promjena opreme za rad, standarda ili sličnih čimbenika). U tom je trenutku tehnološka priprema proizvodnje dužna bez odlaganja obavijestiti operativnu pripremu rada o novonastalim izmjenama kako bi se one mogle implementirati već u sljedećoj proizvodnoj seriji. Operativna priprema proizvodnje u takvim situacijama također posjeduje mogućnost i obvezu predlaganja izmjena u tehnološkoj pripremi proizvodnje. To se čini ako se procijeni da bi predložene izmjene pridonijele povećanju ekonomske učinkovitosti ili pojednostavljenju poslovnih procesa poduzeća te ukupnoj uspješnosti poslovanja. Nadalje, prijedlozi su potrebni i ako se ustanovi da izmjene koje

je naložila tehnološka priprema proizvodnje nije moguće realizirati zbog nemogućnosti nabave potrebnog alata ili materijala specificirane kvalitete ili količine ili uslijed nemogućnosti osiguranja potrebnih ulaznih resursa unutar zadanog roka, što bi onemogućilo pravovremeno pokretanje nove serije proizvodnje.

Suradnja sa sektorom za kontrolu kvalitete uspostavlja se u slučaju pojave neispravnih proizvoda unutar proizvodnih procesa. Tada se u taj proces uključuju i odjel za tehnološku pripremu proizvodnje, konstrukcijski ured te druge relevantne službe i stručnjaci u cilju identifikacije uzroka nastanka nedostataka. Na temelju procjene koju provodi operativna priprema proizvodnje o tehničkoj izvedivosti popravka neispravnih proizvoda, kao i o opsegu dodatnog vremena, novih materijala, energenata i ljudskog rada potrebnog za njihovu sanaciju, donosi se zajednička odluka o ekonomskoj opravdanosti i isplativosti takvog popravka.

Alatnica blisko surađuje s odjelom za operativnu pripremu proizvodnje u nekoliko ključnih situacija: prilikom izrade novih alata ili strojeva koji su nužni za skori početak proizvodnje, a na temelju nove dokumentacije iz tehnološke pripreme, zatim u slučajevima pojave kvarova na već montiranim i operativnim strojevima u proizvodnji te u slučaju potrebe za nabavom novih strojeva.

Ključna je suradnja s proizvodnim odjelima, s obzirom na to da sve radne operacije započinju na temelju dokumentacije zaprimljene iz operativne pripreme proizvodnje ili izdanih radnih naloga. Operativna priprema proizvodnje ujedno je i primarno mjesto gdje se prijavljuju uočeni problemi u proizvodnji te je njezina primarna odgovornost njihovo rješavanje.

Izvanredna suradnja u pripremi proizvodnje ostvaruje se putem tehnološke pripreme. Ova vrsta suradnje pojavljuje se u nepredviđenim situacijama, kao što su nagli porast ili povećanje proizvodnje, nedovoljan broj radne snage uslijed iznenadnog rasta proizvodnje ili manjak zaposlenika zbog bolovanja ili otkaza, što se ne može predvidjeti prilikom planiranja proizvodnje. [15]

Zadaci operativne pripreme predstavljaju ključnu etapu u kojoj se usklađuju zahtjevi i rješenja prodajnih, konstrukcijskih, tehnoloških i planskih djelatnosti s raspoloživim mogućnostima proizvodnje. [17]

Da bi uspješno izvršavala svoje zadatke i poslove, operativna priprema mora imati sljedeće dokumente: osnovni plan proizvodnje, naloge prodaje, konstrukcijsku dokumentaciju, tehnološku dokumentaciju, izvješće o stanju i prispjeca materijalnih resursa u skladištu, izvješće o stanju i zauzetosti proizvodnih kapaciteta, ugovor s kooperantima, izvješće kontrole kvalitete, izvješće računovodstva te tehnička sredstva za praćenje i upravljanje zbivanjima u proizvodnji.

Zadaci operativne pripreme su:

- planiranje sirovina i materijala
- planiranje radnih operacija i rasporeda izvršenja
- planiranje i osiguravanje potrebne opreme i alata
- procjena i optimizacija proizvodnih kapaciteta

- vremensko raspoređivanje proizvodnih procesa
- priprema i distribucija tehničke i radne dokumentacije
- sustavno praćenje i analiza ostvarenja rokova i količina.

Cilj je operativne pripreme obuhvatiti sve aspekte operativnog rada u proizvodnji kako bi se osigurao neprekidan tijek proizvodnog procesa.

Planiranje i organizacija proizvodnje uključuje detaljno planiranje i registraciju raspoloživih i angažiranih proizvodnih kapaciteta. Ovaj se proces često zove okvirno raspoređivanje (ili grubo terminiranje) i obuhvaća, polazeći od prethodno definiranog plana proizvodnje, utvrđivanje početka i završetka svake radne aktivnosti, određivanje trajanja svakog proizvodnog ciklusa te identifikaciju raspoloživog ljudstva. Nakon definiranja raspoloživosti proizvodnih kapaciteta, slijedi planiranje i osiguravanje neophodnih ulaznih komponenti (sirovina ili poluproizvoda) iz internih izvora ili od vanjskih dobavljača, uz vođenje precizne evidencije. Za neometan početak i tijek proizvodnje, proces planiranja uključuje i nabavu te raspored potrebne radne opreme, poput strojeva, postrojenja i alata, uz adekvatno bilježenje podataka o njima. Konačno, za aktivaciju proizvodnog procesa, neophodno je pripremiti i distribuirati radnu dokumentaciju, koja se oslanja na tehničke specifikacije, namijenjenu za radne pozicije. Iz navedenih ključnih aktivnosti proizlazi zaključak da planiranje proizvodnje mora anticipirati sve elemente bitne za pravovremeno osiguravanje nesmetanog funkcioniranja proizvodnje. Nadalje, svako planiranje mora uzeti u obzir i potencijalne nepredviđene okolnosti koje nije bilo moguće predvidjeti tijekom izrade tehnoloških smjernica. [15]

Plan proizvodnje sastavlja se na temelju unaprijed definiranog proizvodnog procesa koji predstavlja temelj za uspješnu i učinkovitu proizvodnju. Odabir najoptimalnijeg i najekonomičnijeg proizvodnog procesa podrazumijeva identifikaciju takvog rješenja koje će biti smatrano najboljim dok se ne pronađe alternativni, napredniji proces. Proizvodni proces je ishod implementacije tehnološkog procesa i pruža opći pregled tijeka proizvodnih operacija unutar poduzeća.

Plan proizvodnje, koji se stvara prema pažljivo osmišljenom postupku proizvodnje, treba detaljno obuhvatiti sve aspekte potrebne za izvršenje određenog radnog zadatka. Planovi proizvodnje pripremaju se za razna vremenska razdoblja. Zato se mogu dijeliti na:

- perspektivne planove proizvodnje
- osnovne (godišnje) planove proizvodnje
- tromjesečne (kvartalne) planove proizvodnje
- operativne (mjesečne) planove proizvodnje
- terminske (tjedne) planove proizvodnje.

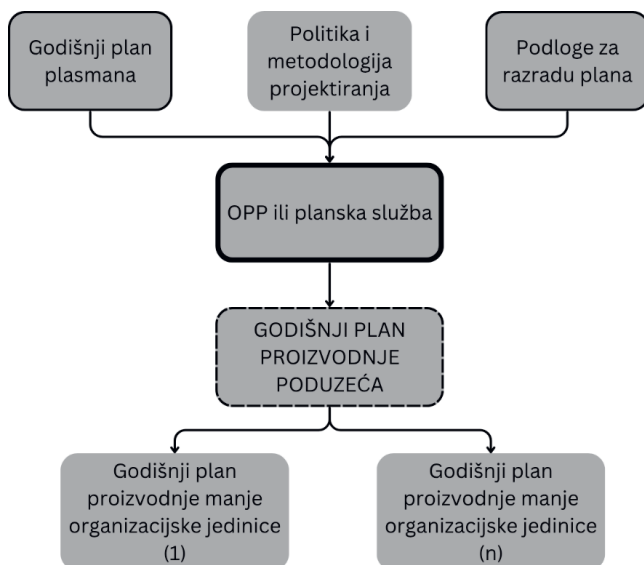
Perspektivni plan proizvodnje obuhvaća planiranje proizvodnje za tri i više godina unaprijed. Njime se razrađuju osnove razvoja organizacije u obliku razvoja novih tehnoloških postupaka, razvoja novih proizvoda, razvoja poduzeća i investiranja. Njegova izrada nije u nadležnosti operativne pripreme proizvodnje.

Osnovni godišnji plan proizvodnje izrađuje se u cilju planiranja proizvodnih aktivnosti za narednu godinu. Njime se specificiraju kategorije proizvoda ili pojedinačni proizvodi prema asortimanu i opsegu, a definira se i koji će se proizvodi i u kojim količinama proizvoditi za svaki mjesec tijekom poslovne godine (čije trajanje ne mora nužno odgovarati kalendarskoj godini). U službi operativne pripreme proizvodnje (OPP) definiraju se ti elementi.

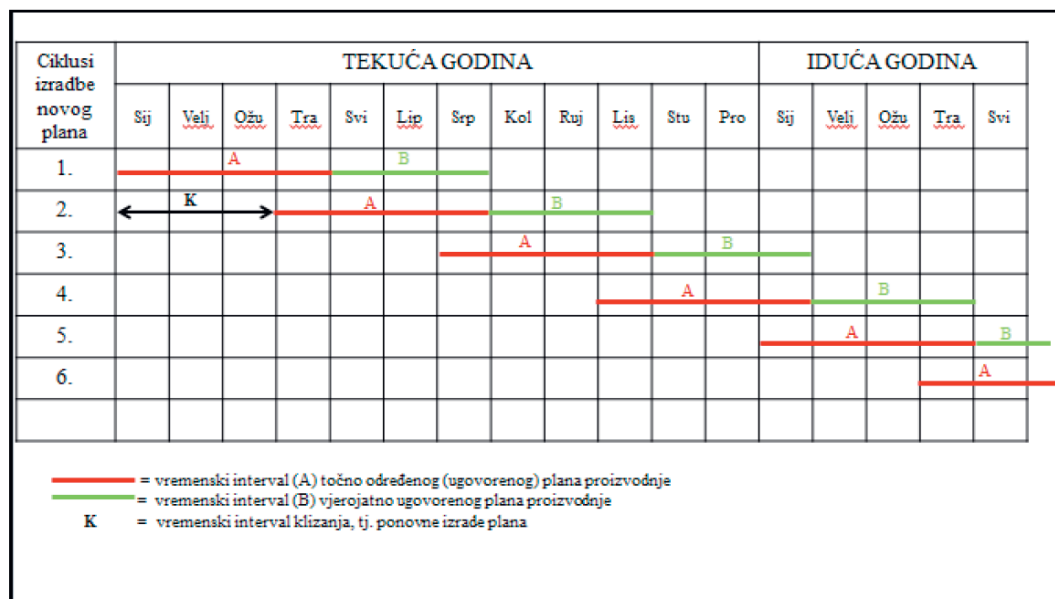
Godišnji plan obično se razrađuje na tromjesečne i mjesečne planove. Za njegovu je izradu nužna bliska suradnja odjela operativne pripreme proizvodnje i sektora prodaje kako bi se detaljno sagledala dinamika isporuke robe po mjesecima, pa čak i tjednima. Zbog te se fleksibilnosti često zove i dinamički godišnji plan proizvodnje. Kako bi se godišnji plan proizvodnje mogao pravovremeno izraditi, sektor prodaje mora dostaviti svoj godišnji plan prodaje odjelu operativne pripreme proizvodnje najmanje mjesec dana prije nego što se krene s izradom planova proizvodnje. Međutim, s obzirom na česte promjene na tržištu, proizvodna po-

duzeća primorana su neprestano prilagođavati proizvodnju zahtjevima tržišta, što posljedično dovodi do potrebe za izmjenama i u godišnjim planovima proizvodnje. Operativna priprema proizvodnje i sektor prodaje zato mogu zajedno kreirati klizne dinamičke planove. U takvim kliznim planovima, preklapaju se plansko razdoblje već pokriveno ugovorima o prodaji i razdoblje u kojem se očekuje realizacija novih prodajnih kontakata s kupcima (kao što je prikazano na slici 3.15.). Takav pristup osigurava da operativna priprema proizvodnje i voditelji pogona imaju dovoljno raspoloživog vremena s unaprijed definiranim proizvodnim programom za bilo kakve potrebne promjene i prilagodbe u procesu proizvodnje. Kada se proizvodnja provodi prema kliznom dinamičkom planu, nije potrebno posebno izrađivati zasebne tromjesečne planove. [18]

Mjesečni operativni planovi proizvodnje izrađuju se s ciljem planiranja proizvodnih aktivnosti za nadolazeći mjesec, unutar tekućeg razdoblja. Njima se precizno definira asortiman proizvoda te pripadajuće proizvodne količine. Planovi služe za osiguranje potrebnih sirovina, alata, strojnih kapaciteta i ljudskih resursa. Nadalje, određuje se neophodan broj radnih smjena i potencijalna potreba za produženim radnim vremenom unutar proizvodnih odjela. Također, ovi planovi omogućuju pripremu i iniciranje relevantne tehničke dokumentacije za proizvodnju. U skladu s navedenim, mjesečni planovi primarno su namijenjeni planiranju i nadzoru proizvodnih kapaciteta, planiranju i osiguranju materijalnih resursa te planiranju fonda radnog vremena. Za pravovremenu izradu mjesečnih plano-



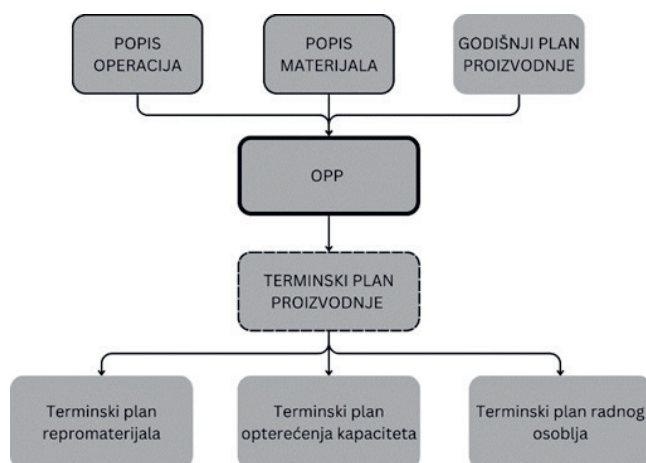
Slika 3.14. Tijek razrade godišnjeg plana proizvodnje [3]



Slika 3.15. Primjer kliznog dinamičkog plana proizvodnje [18]

va proizvodnje, odjel prodaje obavezan je dostaviti svoj mjesečni predviđeni plan prodaje službi operativne pripreme proizvodnje, i to najmanje pet (5) dana prije početka samog procesa izrade mjesečnog plana proizvodnje.

Tjedni proizvodni planovi poznati su kao detaljno planiranje ili precizno terminiranje i predstavljaju dio operativnog proizvodnog plana. Ovim se planom određuje redoslijed izvršavanja radnih naloga na različitim radnim mjestima, što znači da se određuje svaka radna aktivnost za svaki proizvod koji se proizvodi, uključujući svako radno mjesto i svakog radnika. [3]



Slika 3.16. Tijek razrade terminskih operativnih planova proizvodnje [3]

Planiranje kapaciteta proizvodnje je tehničko-ekonomska kategorija koja podrazumijeva mogućnost proizvodnje jednog stroja, grupe strojeva, uže ili šire zajednice u jedinici vremena. Razlikuje se:

- kapacitet sredstava za rad koji pokazuje koliko se proizvoda može proizvesti u određenom vremenskom razdoblju
- kapacitet radnika koji se odnosi se na opseg rada koji se može obaviti za određeno vremensko razdoblje (sati, godine)
- kapacitet sustava koji pokazuje kapacitet svih sredstava koje taj sustav ima.

Planiranje kapaciteta predstavlja bitan korak kada poduzeće razmatra svoj proizvodni asortiman, bilo da se radi o postojećim proizvodima ili uvođenju novih. Osnovna je svrha planiranja kapaciteta utvrditi optimalnu razinu proizvodnih resursa kojom će poduzeće moći zadovoljiti tržišnu potražnju osiguravajući pritom troškovnu učinkovitost.

Opseg radnih zadataka u proizvodnom procesu primarno je uvjetovan dostupnim i angažiranim proizvodnim kapacitetima. Analiza slobodnih i zauzetih proizvodnih kapaciteta obuhvaća definiranje vremenskog okvira planiranog proizvodnog ciklusa, kao i konkretiziranje početka i završetka svake pojedine radne operacije u sklopu koje se kreiraju poluproizvodi ili gotovi proizvodi te određivanje potrebnog broja ljudskih resursa angažiranih u njihovoj realizaciji. Definirani kapaciteti evidentiraju se u dnevnim registrima za svaku radnu poziciju, što omogućava nadzor nad potencijalnim zagušenjima u proizvodnji, kao i identifikaciju radnih pozicija koje, premda nisu trajno kritične, mogu privremeno postati rizične ovisno o raspoloživosti resursa. Integrirane dnevne evidencije kapaciteta radnih mjesta čine operativni plan proizvodnje koje se mogu voditi zasebno za svaku radnu poziciju ili po grupama (npr. grupe strojeva ili radnika s identičnim radnim zadacima). Osnovna metoda za definiranje proizvodnih kapaciteta je primjena gantograma.

Tijekom svakog planiranja i utvrđivanja kapaciteta mogu se javiti problemi viška ili manjka kapaciteta na pojedinim radnim mjestima, stoga je nužno provesti usklađivanje planiranja, i to korištenjem sljedećih mogućnosti:

- dodavanjem slobodnih kapaciteta
- prihvaćanjem manjih narudžbi
- pripremom poluproizvoda koji će se sastavljati kasnije u jednom od planiranih razdoblja
- aktivnijim angažmanom prodajnog tima zbog usvajanja novih poslova
- rasterećenjem opterećenih kapaciteta
- prebacivanjem neke od aktivnosti koje opterećuju određeno radno mjesto na drugo radno mjesto koje ima manju razinu opterećenja
- uvođenjem prekovremenog rada
- korištenjem vanjskih usluga (*outsourcinga*)
- investiranjem u nabavu novih strojeva
- uvođenjem rada u više smjena.

Na osnovi jasno definiranih kapaciteta, planer proizvodnje može utvrditi vrijeme koje je potrebno za završetak određenih radnih operacija, odnosno vrijeme potrebno za izradu poluproizvoda ili gotovog proizvoda. [19]

Planiranje rada u proizvodnji podrazumijeva izbor radne snage prema broju i kvalifikacijama neophodnih za kontinuiranu realizaciju proizvodnog procesa. Prilikom izbora radne snage poduzeće treba detaljno utvrditi potreban broj radnika, s odgovarajućim kvalifikacijama, troškovnu komponentu potrebne radne snage te način efikasnog raspoređivanja radne snage. Koristeći mogući raspoloživi i potreban fond radnog vremena, planirani broj proizvoda u tekućoj godini i norma sati, određuje se potreban broj radnika.

U procesu planiranja radne snage utvrđuje se potrebna količina odgovarajuće djelatnosti (razina složenosti posla) [20], kao i vrijeme u kojem se taj rad treba realizirati. Radna je snaga ključni čimbenik u proizvodnom procesu i njezin je glavni izvršitelj. Značajna je i ovisnost o vrsti organizacije, njezinoj veličini te razini organizacije i tehničke opremljenosti. Cilj je planiranja radne snage omogućiti da se uz dostupnu radnu snagu u poduzeću obavljaju razne aktivnosti koje su potrebne za neometano odvijanje proizvodnog procesa.

Za određivanje potrebnog broja radnika, ključni su opseg proizvodnje te podaci o potrebnom radnom angažmanu i razini stručnosti radne snage po jedinici proizvoda. Ovi se podaci često objedinjuju u takozvani normativ utroška rada koji se definira na temelju plana proizvodnje.

a) Planiranje fonda radnog vremena

Jedan od primarnih zadataka operativnog planiranja proizvodnje je pružanje povratne informacije prodajnom sektoru o izvedivosti proizvodnje određenog asortimana proizvoda u traženim količinama i unutar definiranih rokova. Kako bi se mogao dati relevantan odgovor, neophodno je raspolagati tehnološkom dokumentacijom koju osigurava služba tehnološke pripreme proizvodnje. Na temelju te dokumentacije, operativno planiranje izračunava ukupni fond potrebnih radnih sati za realizaciju zadane količine proizvoda te ga uspoređuje s raspoloživim fondom radnih sati unutar predviđenog planskog razdoblja. Preciznim utvrđivanjem raspoloživosti radnih sati, operativno planiranje proizvodnje može obavijestiti sektor prodaje o realnim mogućnostima proizvodnje specifičnog proizvoda, što zatim omogućava prodajnom sektoru da, po potrebi, prilagodi svoje planove prodaje. [19]

b) Normativ rada

Normativ rada sadrži informacije o učinku svake radne aktivnosti za svaki proizvod koji se izrađuje. Sve informacije o normativu rada opisane su detaljno u dokumentu koji se zove operacijski list. On je dio tehnološke dokumentacije koju je pripremila služba za tehnološku pripremu proizvodnje. Normativ rada uključuje podatke o:

- rednom broju operacija koje će se izvoditi
- određivanju pogona i radnih mjesta u pogonu na kojima će se izvoditi navedene radne operacije
- opisu izvedbe operacija
- popisu alata i materijala koji će se koristiti
- pripremnom i završnom vremenu potrebnom za izvršenje operacije
- vremenu potrebnom za izradu pojedinačnog komada proizvoda. [15]

c) Određivanje ukupnog broja radnih sati u promatranom razdoblju

Raspoloživi vremenski kapaciteti radnih mjesta mogu se razlikovati budući da se na pojedinim mjestima radne aktivnosti obavljaju ručno, dok se na drugima provode strojno. Pri određivanju navedenih kapaciteta, identificirani su parametri koji su zajednički i primjenjivi neovisno o tome izvođe li se operacije ručno ili strojno. Među te parametre ubrajaju se:

- godišnji odmori
- državni praznici
- bolovanja radnika
- održavanje čistoće i higijene radnog mjesta
- različiti oblici odsutnosti radnika
- drugi oblici prekida rada.

Tablica 3.1. Primjer izračuna raspoloživog radnog vremena za radna mjesta s ručnom izvedbom operacija [19]

PRORAČUN RASPOLOŽIVOG RADNOG VREMENA (u satima)				
A	Mogući fond radnog vremena (365 dana – 52 nedjelje = 313 radnih dana · 8 radnih sati)			2504
	Godišnji odmor – 20 dana	160		
	Državni praznici – 8 dana	64		
	Evakuacijska vježba – 1 dan	8		
	Prekid rada (nedostatak energenata, materijala, nevrjeme, sastanci) – 2 dana	16		
	Čišćenje radnog mjesta – 8 dana	64		
B	Neproizvodno radno vrijeme, ukupno B		312	
	Dopusti – 2 dana	16		
	Bolovanja radnika – 12 dana	96		
	Opravdani izostanci – 2 dana	16		
	Neopravdani izostanci – 2 dana	16		
C	Izgubljeno radno vrijeme, ukupno C		144	
D	Korisno radno vrijeme u efektivnim satima A-(B+C)			2048
E	Prebačaj norme, 10% od D		204	
F	Korisno radno vrijeme u norma satima (D+E)			2252

Tablica 3.1. prikazuje primjer izračuna raspoloživog operativnog vremena za radna mjesta na kojima se operacije izvođe ručno. Taj je izračun u svojoj srži identičan onome za radna mjesta sa strojnom izvedbom operacija, s jedinom razlikom što bi u potonjem slučaju bili uključeni i parametri vezani uz remont te preventivno održavanje.

Podatke o radnoj snazi proizvodnja dobiva od kadrovskog odjela koji ih koristi prilikom proračuna dostupnog fonda radnog vremena. Ovi su podaci također važni za određivanje potrebne radne snage, bez obzira na to računa li se godišnji ili mjesečni proizvodni plan. Kada se provodi izračun, koriste se informacije o stvarnim radnim satima ako radovi nemaju zadane norme, dok se podaci o korisnom radnom vremenu u normiranim satima koriste ako su radovi normirani. Također, potrebno je spomenuti kako pojedini parametri mogu utjecati na povećanje drugih parametara, pa tako npr. izostanci radnika mogu povećavati parametar bolovanja. Nadalje, parametar bolovanja može povećavati ostale zastoje (npr. zbog nemogućnosti pronalaska zamjenskom radnika na stroju), što u konačnici uzrokuje smanjenje raspoloživog fonda radnih sati za izvršenje određene radne operacije, odnosno izradu gotovog proizvoda. Parametri su primarno povezani s dostupnom radnom snagom. Radni uvjeti pritom variraju od poduzeća do poduzeća, ovisno o specifičnostima djelatnosti. Zato je za svako poduzeće neophodno sustavno pratiti te podatke kako bi pravodobno mogla provoditi prilagodbe, što može obuhvaćati angažiranje dodatnog osoblja, uvođenje višesmjenskog rada, primjenu prekovremenog rada, suradnju s vanjskim partnerima, nabavu novih proizvodnih strojeva i slično. [19]

d) Usporedba potrebnih i raspoloživih radnih sati

Prilikom određivanja potrebnog fonda radnih sati za svaku radnu operaciju, neophodno ga je integrirati s postojećim fondom radnih sati, tj. raspoloživim radnim mjestima i njihovim vremenskim kapacitetima, kako bi se dobila konačna procjena ukupno potrebnih sati za izvršenje određene operacije i proizvodnju željenog proizvoda. Raspoloživi i zahtijevani fond radnog vremena mogu se obračunavati na tjednoj, mjesečnoj, kvartalnoj i godišnjoj osnovi, što omogućuje da se i konačni izračun potrebnog fonda radnih sati provodi na istoj razini. Ovaj završni obračun pruža uvid u to gdje su kapaciteti nedostatni ili gdje se nalaze uska grla u proizvodnom procesu. Na temelju toga, moguće je provesti preraspodjelu rada tako da se dio opterećenja s prezauzetih strojeva, grupa strojeva ili ručnih radnih mjesta premjesti na one jedinice koje imaju višak raspoloživog kapaciteta, pod uvjetom da su sposobne izvršavati identične operacije kao i trenutno opterećeni resursi. [19]

e) Raspodjela rada – fino vremensko određivanje

U kontekstu planiranja proizvodnje, raspodjela rada često se zove i detaljno vremensko (fino terminiranje) ili precizno planiranje. Taj proces provode voditelji proizvodnih pogona ili smjena u suradnji s tehnolozima proizvodnje. Budući da je fino terminiranje iznimno vremenski zahtjevno, voditeljima i tehnolozima često nedostaje vremena za adekvatan nadzor nad radnicima tijekom obavljanja radnih operacija te za pravovremenu intervenciju u svrhu ispravljanja eventualnih nepravilnosti.

Fino terminiranje temelji se na opsežnoj razradi mjesečnog plana proizvodnje. Svrha je takvog planiranja optimalna organizacija proizvodnih procesa za nadolazeća dva radna dana. Ovakvom se metodologijom omogućava sustavno definiranje svih potrebnih zadataka za navedeno razdoblje, što uključuje raspodjelu radnika zaduženih za njihovo izvršavanje, dodjelu strojeva i opreme na kojima će se ti poslovi obavljati te specificiranje svih nužnih materijala potrebnih za realizaciju tih poslova.

Operativna priprema proizvodnje u svrhu terminiranja izvodi brojne zadatke koji obuhvaćaju:

- zaprimanje radne dokumentacije
- izradu radne dokumentacije za svako pojedinačno radno mjesto, s jasno definiranim redoslijedom radnih operacija – određivanje aktualne operacije koja je predviđena za izvršenje te definiranje sljedeće operacije koja će se izvoditi
- osiguravanje pravovremene opskrbe radnog mjesta svim neophodnim resursima, uključujući materijale, alate, naprave i mjernu opremu, s ciljem omogućavanja neometanog i brzog početka izvođenja radne operacije
- pravodobnu dostavu svih potrebnih sredstava (materijala, alata, naprava i mjernih instrumenata) na radno mjesto u pripremi za narednu radnu operaciju
- uspostavu i organizaciju sustava unutarnjeg transporta za učinkovito premještanje poluproizvoda do sljedećeg radnog mjesta ili skladišta poluproizvoda, kao i za otpremu gotovih proizvoda u skladište gotovih proizvoda
- vođenje brige oko izvršenja rokova kod izrade poluproizvoda ili gotovih proizvoda
- pravovremeno obavješćavanje kontrolora oko spremnosti proizvedene robe za postupak kontrole
- slanje radne dokumentacije i komuniciranje s ostalim sektorima poduzeća s kojima je suradnja neophodna
- određivanje zadataka internog transporta.

Iz navedenih zadataka jasno proizlazi da je proces raspodjele rada neraskidivo povezan s pravovremenim dodjeljivanjem radnih zadataka radnim mjestima te s pravodobnom opskrbom tih radnih mjesta svim nužnim elementima za izvršavanje operacija. Slijedom navedenog, ove se aktivnosti mogu sažeto opisati kao terminiranje i upravljanje proizvodnjom. [19]

Kapacitet se može definirati kao maksimalna količina izlaza (*outputa*) koju poduzeće može proizvesti. Kapacitet je količina koju operacije ili jedan proces može isporučiti u definiranoj jedinici vremena. Time se iskazuje sposobnost ponude poduzeća koju je potrebno uskladiti s količinom potražnje za određenim proizvodima.

Planiranje kapaciteta predstavlja ključnu početnu fazu kada poduzeće razmatra hoće li nastaviti s proizvodnjom postojećih proizvoda ili će se usmjeriti na razvoj i plasman novih.

Cilj je procesa planiranja kapaciteta utvrditi veličinu kapaciteta koja je potrebna poduzeću za ispunjavanje potražnje, kao i koncentrirati se na troškovnu efikasnost. [21] Odluku o tome poduzeće donosi na temelju sljedećih aktivnosti u planiranju kapaciteta: [22]

- procjeni postojećeg kapaciteta
- predviđanju potreba za kapacitetom
- identificiranju alternativnih načina modifikacije kapaciteta

- procjeni financijskih, ekonomskih i tehnoloških alternativnih kapaciteta
- izboru najprikladnije alternative kapaciteta koji će postići misiju proizvodne strategije.

Uobičajeno je da planiranje kapaciteta predstavlja ključan element u operativnom planiranju proizvodnje, s obzirom na to da o njemu izravno ovisi uspješna realizacija ukupnog proizvodnog procesa.

Kapaciteti se mogu promatrati:

- vremenski, odnosno koliki je fond sati kojim raspolaže neko radno mjesto, odnosno tehnološka grupa radnih mjesta
- količinski, odnosno koju je količinu proizvoda neko radno mjesto u stanju proizvesti u određenoj jedinici vremena.

Svako poduzeće mora ustanoviti koliko ima kapaciteta. Obično se za to koristi informacija o potražnji za proizvodima. Potrebno je predvidjeti potražnju i pretvoriti je u količinu i vrijeme koji su potrebni za kapacitete kako bi se mogle donijeti odluke o promjenama kapaciteta. [23]

Planiranje kapaciteta obuhvaća postupak praćenja kapaciteta gdje je potrebno utvrditi trajanje ciklusa proizvodnje gantogramom ili mrežnim planiranjem. U gantogramu i mrežnom planiranju prikazuju se terminske jedinice koje su uobičajene u tvornici, primjerice dani ili tjedni.

Terminiranje proizvodnje je vremensko planiranje i raspoređivanje proizvodnje koje podrazumijeva precizno definiranje rokova za obavljanje pojedinih proizvodnih faza, kao i utvrđivanje ukupnog trajanja cjelokupnog proizvodnog procesa. Ova je aktivnost primarno usmjerena na osiguravanje ispunjenja dogovorenih rokova isporuke. Osnovna je svrha takvog planiranja neprestano težiti optimizaciji i smanjenju ukupnog vremenskog ciklusa potrebnog za izradu proizvoda. Kako bi se to postiglo, nužno je provesti detaljnu analizu svih segmenata i operacija unutar proizvodnog procesa te identificirati one koje se mogu vremenski skratiti, pri čemu je ključno voditi računa o ekonomskoj učinkovitosti. [24]

Postupak terminiranja obuhvaća terminiranje proizvoda i operacija: [18]

- terminiranje početka i završetka izrade dijelova (pozicija) te rokova montaže sklopova raznih razina do konačne montaže proizvoda. Taj se postupak zove terminiranje proizvoda. Terminiranje proizvoda je definiranje početka i završetka ciklusa određenog proizvoda.
- terminiranje pojedinih operacija (određivanje početka i završetka za svaku operaciju i radno mjesto na kojem će se operacije izvoditi) koji obuhvaća zadani ciklus proizvodnje i montaže pojedinih dijelova (pozicija).

Proizvodni ciklus, poznat i kao proizvodni interval, definira se kao vremensko razdoblje koje obuhvaća proces od početka izrade određenog međuproizvoda ili gotovog proizvoda do trenutka njegova smještanja u odgovarajuće skladište (međuproizvoda ili gotovih proizvoda) ili do njegove otpreme u sljedeću fazu proizvodnje. Ovaj ciklus u pravilu nije

identičan trajanju pojedinačne radne operacije. Iznimku čine proizvodi koji su sačinjeni isključivo od jedne komponente. Njegovo je trajanje uvjetovano primijenjenim načinom proizvodnje te raznim čimbenicima koji utječu na proizvodni proces. Za svako je poduzeće ključno što preciznije utvrditi trajanje proizvodnog ciklusa, s primarnim ciljem njegova skraćivanja. To omogućava smanjenje proizvodnih troškova, povećanje stope obrtaja zaliha te u konačnici doprinosi rastu prihoda poduzeća. Postoje tri osnovna načina pokretanja proizvodnog ciklusa (postepeni, paralelni i kombinirani), a optimalan pristup određuje planer proizvodnje. Njegova se odluka temelji na analizi prethodno utvrđenog fonda radnog vremena, gantograma te evidencije ranijih proizvodnih ciklusa dobivenih od drugih odjela unutar poduzeća. [15]

a) Postepeni ciklus proizvodnje

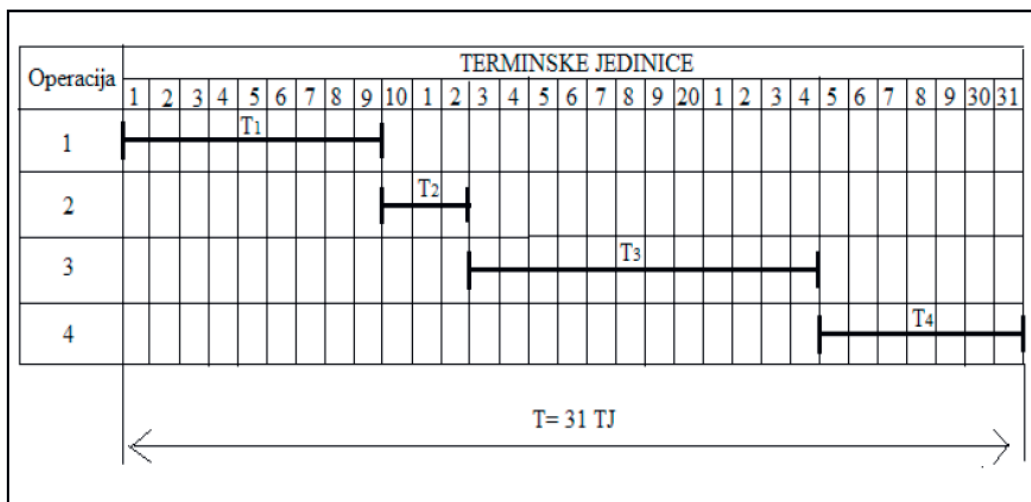
Glavna je osobina postepenog proizvodnog ciklusa da dijelovi koji se proizvode prvo trebaju biti potpuno završeni u jednoj operaciji prije nego što prijeđu na sljedeću. Svaka nova radna operacija počinje čim prethodna završi, a između njih nema prekida. Ovaj je način proizvodnje tipičan za pojedinačnu i maloserijsku proizvodnju, a pripada proizvodnim ciklusima koji traju najduže. Ukupno trajanje, odnosno trajanje proizvodnog ciklusa, izračunava se prema određenoj formuli:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n \quad (1)$$

gdje je:

T – ukupno vrijeme trajanja ciklusa

T_n – svaka pojedinačna radna operacija.



Slika 3.17. Primjer vođenja postepenog ciklusa proizvodnje primjenom gantograma [19]

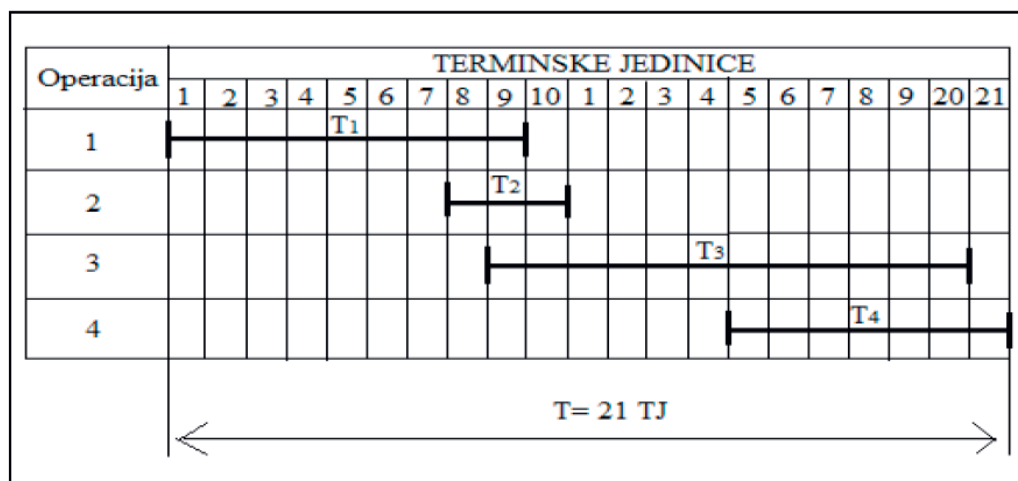
Na osnovu formule (1) može se zaključiti da je ukupno vrijeme trajanja postepenog proizvodnog ciklusa jednako zbroju vremena svih pojedinačnih radnih procesa. Kao mjera trajanja ciklusa koriste se norme sati (NS). Te se norme sati pretvaraju zatim u vremenske jedinice kao što su dani, tjedni, mjeseci ili slično.

Na slici 3.17. prikazane su i vidljive temeljne karakteristike postepenog ciklusa proizvodnje – svaka sljedeća radna operacija počinje nakon završetka prethodne, bez preklapanja. Između operacija nema zastoja, a ukupno vrijeme proizvodnje nekog poluproizvoda ili gotovog proizvoda jednako je zbroju vremena izvođenja svih operacija zajedno. [15]

b) Paralelni ciklus proizvodnje

Osnovne su značajke paralelnih proizvodnih ciklusa da sljedeća radna operacija ne počinje odmah nakon završetka prethodne. Umjesto toga, njezino izvođenje započinje već tijekom trajanja prethodne operacije. Glavna je prednost skraćivanje ukupnog trajanja proizvodnog ciklusa, čime se ostvaruje učinkovitije korištenje vremena. Paralelni ciklus proizvodnje najprikladniji je za primjenu u masovnoj proizvodnji, posebno kod manjih poluproizvoda ili gotovih proizvoda, gdje se radne aktivnosti stalno ponavljaju i obavljaju uvijek na istim, unaprijed definiranim radnim mjestima.

Na slici 3.18. prikazan je paralelni ciklus proizvodnje na gantogramu.



Slika 3.18. Primjer vođenja paralelnog ciklusa proizvodnje primjenom gantograma [19]

Kako bi se paralelni ciklus mogao odvijati kontinuirano, potrebno je pripaziti da se u svakoj prethodnoj radnoj operaciji tijekom obrade nalazi dovoljno komada poluproizvoda kako u slučaju zastoja proizvodnje u bilo kojoj prethodnoj operaciji ne bi stale sve sljedeće radne operacije. Do zastoja u jednoj od njih može doći iz tri razloga:

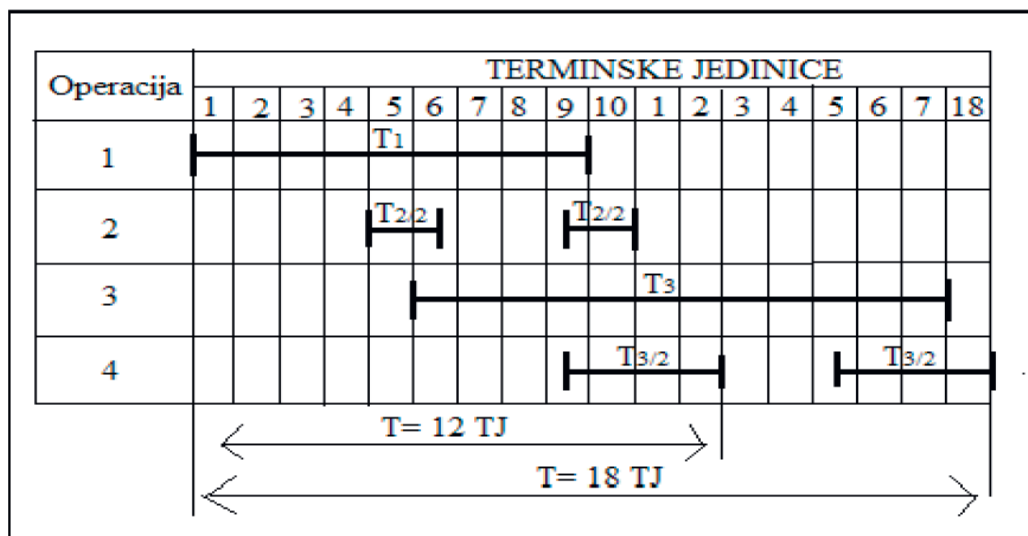
- ako je neka od narednih radnih operacija duža od one koja joj prethodi
- ako bilo koja od narednih radnih operacija ima istu dužinu kao i ona prije nje
- ako je neka od narednih radnih operacija kraća od one koja joj prethodi.

Ako dođe do zastoja u jednoj operaciji, sve bi sljedeće trebale početi kasnije kako bi se prikupila dovoljna količina poluproizvoda za obradu. Tijekom obrade poluproizvoda u operacijama koje su počele kasnije, potrebno je riješiti tehničke probleme u operaciji gdje je došlo do zastoja. [15]

c) Kombinirani ciklus proizvodnje

Kombinirani proizvodni ciklus općenito se smatra najkraćim ciklusom proizvodnje s obzirom na trajanje. On se temelji na načelu fragmentacije proizvodnih serija unutar pojedinačnih radnih operacija na manje podserije. To znači da se ukupna količina poluproizvoda namijenjenih obradi razdjeljuje u manje količinske cjeline. Svrha je ovakvog pristupa proizvodnji omogućiti raniji početak dugotrajnih radnih operacija, pri čemu se kratkotrajne radne operacije dijele na manje vremenske segmente, optimalno tempirane. Ovime se postiže značajno skraćenje ukupnog vremena trajanja proizvodnog ciklusa. Ovaj je tip proizvodnog ciklusa primjenjiv isključivo u proizvodnim poduzećima s velikoserijskom i masovnom proizvodnjom.

Primjer ciklusa proizvodnje može se vidjeti na slici 3.19. koja prikazuje organizaciju proizvodnog procesa u četiri radne operacije. Od tih su operacija, druga i zadnja podijeljene u dva manja proizvodna ciklusa. Ove radne aktivnosti trajale bi najkraće da nisu podijeljene, a njihova bi podjela omogućavala bolje upravljanje izvršenjem operacija u odgovarajućem vremenu.



Slika 3.19. Prikaz upravljanja kombiniranim proizvodnim ciklusom uz uporabu Ganttovog dijagrama [19]

Proizvodni ciklus u kombinaciji ima svoje loše strane koje se očituju kroz zastoje strojeva i radnika. Oni čekaju da počnu raditi između manjih proizvodnih ciklusa. Sljedeći se problem pojavljuje kada ti isti strojevi ili radnici dobivaju druge zadatke za proizvodnju različitih proizvoda kako bi izbjegli nepotrebno stajanje. Tada su primorani podešavati strojeve ili svoja ručna radna mjesta proizvodnji novog proizvoda, što iziskuje dodatno vrijeme. S obzirom na to da se proizvodnja novog proizvoda može odvijati isključivo do početka sljedeće proizvodne serije prema prvotnom radnom nalogu, zaposlenici su ponovno prisiljeni prilagođavati strojeve ili pripremati ručna radna mjesta u skladu s tim ranijim nalogom, što u konačnici dovodi do dodatnih vremenskih gubitaka. [15]

d) Stvarni ciklus proizvodnje

Pravi proizvodni ciklus označava stvarno vrijeme koje je potrebno za provedbu određenog proizvodnog ciklusa. Često nije moguće precizno predvidjeti koliko će trajati proizvodni ciklus, što otežava organizaciju proizvodnje tako da se ciklus odvija, čak i kad se odvija postepeno. Najčešći su uzroci zastoja između operacija i loša organizacija. Trajanje specifičnog stvarnog proizvodnog ciklusa, izraženo u danima, može se odrediti prema dvama datumima: datumu kada počinje prva radna operacija u tom ciklusu i datumu kada se poluproizvodi ili gotovi proizvodi predaju u skladište. Ovi su datumi zabilježeni u dokumentaciji, gdje datum početka prve operacije dolazi iz tjednog plana proizvodnje, a datum prijema u skladište dolazi iz skladišne predatnice za poluproizvode ili gotove proizvode. Osim toga, drugi način izračuna uključuje dodavanje vremena trajanja zastoja između operacija i vremena svake pojedine radne operacije (mjerne jedinice su dani). Ova metoda izračunavanja trajanja stvarnih proizvodnih ciklusa danas je najčešće korištena metoda i primjenjuje se sa softverskim paketima za upravljanje proizvodnjom.

Planiranje materijala zavisi od pravodobnog osiguravanja potrebnih materijala, bez obzira na to jesu li ti materijali kupljeni od partnera ili proizvedeni u nekom drugom pogonu istog poduzeća. Da bi se osigurali potrebni materijali na vrijeme, potrebno je stalno planirati njihovu opskrbu. Glavni su problemi u tom procesu troškovi nabave materijala, troškovi naručivanja i dostave do radnih mjesta te troškovi skladištenja. Osim toga, vodstvo poduzeća i finansijski sektor vrše pritisak prilikom planiranja materijala, bojeći se da će zalihe u skladištu presporo cirkulirati, što dovodi do povećanja troškova skladištenja. Nabava želi smanjiti raznovrsnost materijala kako bi olakšala proces nabave, dok proizvodnja traži veće količine zaliha materijala kako bi izbjegla prekide u radu. Operativna priprema proizvodnje treba posvetiti veliku pažnju suradnji sa sektorom nabave. To je važno zbog toga što naručivanje, opcije dostave, rokovi isporuke i transport do skladišta predstavljaju ključne zadatke sektora nabave. [25]

Planiranje materijala obuhvaća strateško osiguravanje odgovarajućih vrsta i količina materijala s osnovnim ciljem omogućavanja isporuke visokokvalitetnih proizvoda u željenim količinama, čime se ujedno jača konkurentska pozicija na tržištu. Uspješnom provedbom ovakvog planiranja poduzeće eliminira neproduktivna čekanja na nabavu sirovina i materijala za proizvodne procese, prekide u radu uzrokovane odgođenim isporukama, kao i sve ostale vrste gubitaka unutar proizvodnog ciklusa.

Planiranjem materijala ostvaruju se određeni učinci u proizvodnim poduzećima koji ovise o veličini poduzeća, vrsti proizvodnog procesa, strategiji operacijskog planiranja materijala i karakteristikama okruženja. [26]

Glavni je zadatak upravljanja materijalima planiranje nužnih količina materijala za proizvode i usluge određene godišnjim ili operativnim planovima. To obuhvaća i nadzor i reguliranje razine zaliha, odabir optimalnih dobavljača te nabavu nužnih materijala, praćenje njihove dostupnosti, rezerviranje prema radnim nalogima te distribuciju sirovina i materijala prema proizvodnim zahtjevima. Cilj ovog procesa nije isključivo osigurati materijale na vrijeme, u odgovarajućim količinama i željenoj kvaliteti, već i odabrati dobavljače koji omogućuju nabavu sirovina i materijala po najpovoljnijim cijenama. [27]

Učinkovito planiranje materijala zahtijeva dostupnost relevantnih podataka o specifikacijama materijala, poluproizvoda, komponenti i ostalih dijelova koji čine sastavni dio poluproizvoda ili gotovih proizvoda koji se planiraju izrađivati. Ovi su podaci detaljno navedeni u tehničkoj dokumentaciji planiranog proizvodnog procesa, a uključuju i informacije o normativima potrošnje materijala.

Pojam materijala obuhvaća sirovine, repromaterijal i poluproizvode, bilo da su interno proizvedeni ili nabavljeni od vanjskih dobavljača. Njihova je primarna svrha ugradnja u poluproizvode ili gotove proizvode tijekom različitih faza procesa proizvodnje. Klasifikacija materijala vrši se na osnovu njihova doprinosa ili uloge u poluproizvodu ili gotovom proizvodu, obuhvaćajući direktne materijale, pomoćne materijale, materijale za održavanje, investicijske i administrativne materijale.

Preduzeće		PREGLED MATERIJALA br.			List/listova	
Sifra	Naziv proizvoda	Nacrt br.	Izradio:		Pregledao:	
			Datum:	Potpis:	Datum:	Potpis
Naziv materijala	Pozicije					
	Redni broj	Naziv	Kom/proiz.	Jed. mj.	Količina	
1	2	3	4	5	6	

Slika 3.20. Primjer dokumenta Pregled materijala [4]

U cilju stalnog povećanja efikasnosti proizvodnje, stvarni utrošak materijala u proizvodnji treba stalno pratiti, uspoređivati s potrebnim, analizirati gubitke materijala, utvrđivati uzroke gubitaka i otklanjati ih. Iz tog je razloga u svakom procesu proizvodnje potrebno:

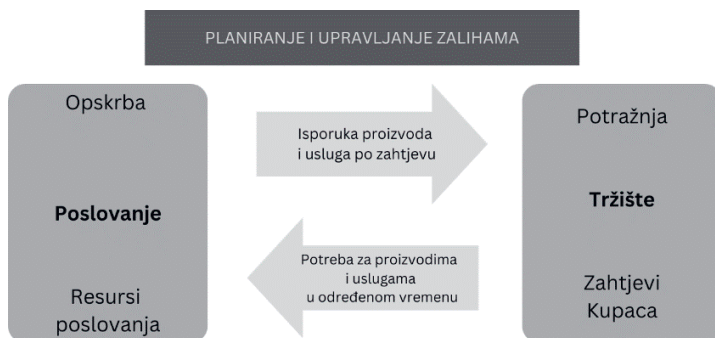
- odrediti strukturu potrošnje i troškova materijala za godinu dana
- prikazati sve vrste materijala rangirane prema njihovom udjelu u ukupnim troškovima
- izvršiti izbor vrsta materijala
- istražiti gubitke za sve vrste materijala, počevši od onih preostalih s najmanjim ukupnim gubicima.

Zalihe su ključna komponenta u proizvodnom procesu. Kod proizvodnog procesa važni elementi u upravljanju zalihama obuhvaćaju njihovu lokaciju, brzinu kojom se zalihe stavljaju u proizvodni proces te efekte koje na zalihe ostavlja varijabilnost potražnje. [23]

Raspodjela sirovinama i materijalima mora biti organizirano tako da sirovine i materijali koji su namijenjeni tehnološkom procesu budu distribuirani s jednog mjesta, a sustav izdvajanja sirovina i materijala treba biti riješen tako da oni koji su namijenjeni određenom proizvodu budu rezervirani i izdani po radnom nalogu za taj proizvod.

Zalihe materijala definiramo kao količinu materijala koja se u promatranom razdoblju nalazi u poduzeću i koja se ne koristi. Općenito, zalihe se dijele na:

- zalihe na kojima još nije obavljena nikakva radna operacija
- zalihe nekompletnih proizvoda koje su prošle određene korake u procesu proizvodnje, ali još nisu završene i ne mogu se smatrati gotovim proizvodim
- zalihe gotovih proizvoda koje se nalaze u skladištu i čekaju na daljnju isporuku.



Slika 3.21. Planiranje i upravljanje zalihama [4]

Operativna priprema mora u vezi s materijalima učiniti sljedeće: [28]

- pravovremeno provjeriti postojeće zalihe na skladištu i rezervirati materijal
- sastaviti sve potrebne specifikacije materijala koji se treba nabaviti prema proizvodnim planovima
- odrediti termine dospijeca pojedinih sirovina i materijala.

Specifikacija materijala može se opisati kao popis svih materijala koji se koriste u procesu. Za svaki su materijal određene ključne karakteristike koje ga jasno definiraju. Te karakteristike nisu regulirane državnim standardima, a obuhvaćaju kemijski sastav, kemijske formule, vlažnost, tvrdoću, savitljivost te toplinsku i električnu provodljivost.

Normativ materijala predstavlja pregled potrebnih količina materijala, poluproizvoda, komponenti ili dijelova koji trebaju biti proizvedeni ili nabavljeni kako bi se ugradili u poluproizvode ili gotove proizvode tijekom proizvodnog procesa. Ovaj normativ materijala sumira ukupnu potrebnu količinu po jedinici proizvoda, što uključuje određene količine materijala potrebne za poluproizvod ili gotov proizvod (konstantna količina materijala), otpad koji se stvara tijekom proizvodnje i neupotrebljive ostatke (materijal koji nastaje obično prije prve radne faze i ne može se koristiti u budućnosti).

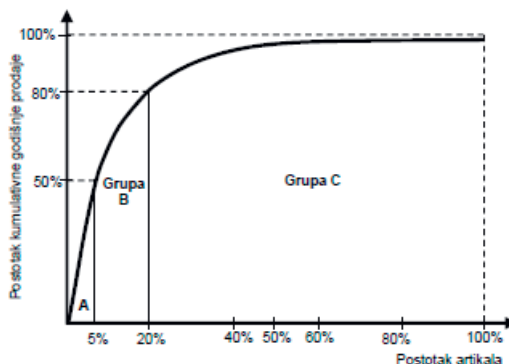
Jedan je od ključnih izazova povezanih s planiranjem materijala, uz izdatke koje sirovine i njihove zalihe generiraju unutar poduzeća, utvrđivanje optimalne količine materijala koja će biti dovoljna za pravodobno pokretanje i kontinuirano odvijanje proizvodnog procesa, istovremeno izbjegavajući stvaranje suvišnih troškova. Iz tog su razloga razvijeni različiti sustavi i metode za upravljanje materijalima, kao na primjer:

- Metoda određivanja ekonomičnih zaliha za naručivanje. Ekonomična zaliha je ona zaliha koja daje povoljan omjer u izračunu troškova zaliha materijala – nabavne cijene materijala, troškova naručivanja materijala i troškova posjedovanja (skladišni troškovi). Ekonomična zaliha je obično temelj za izračun optimalne zalihe.
- Metoda određivanja signalnih i minimalnih zaliha kod jednolike i kontinuirane potrošnje materijala. U ovom je slučaju potrošnja materijala po jedinici proizvoda poznata, kontinuirana i jednolika. Za izradu približnog proračuna važno je da potrošnja materijala tijekom proizvodnog ciklusa bude što ravnomjernija. Također, potrebno je imati informacije o potrošnji materijala u određenom vremenskom okviru, što se može uzeti kao srednja potrošnja. Podaci o vremenskim rokovima isporuke zaliha i mogućim kašnjenjima isporuka trebaju biti dostupni.
- Metoda određivanja signalnih i minimalnih zaliha kod kontinuirane i nejednolike potrošnje materijala. U ovom su slučaju moguća tri problema:
 - a) potrošnja materijala mijenja se u određenom vremenskom razdoblju, dok su ostali parametri postavljeni kao konstantni. Najveći je izazov u ovoj situaciji u tome što se za svaki proizvedeni komad svaki put uzima različita količina zaliha iz skladišta. Teško je utvrditi koliko zaliha treba naručiti kako bi se osigurala neprekidna proizvodnja. Također, može se dogoditi i situacija negativnih zaliha – kada zalihe padnu na nulu proizvodnja se obustavlja zbog nedostatka materijala.
 - b) rok isporuke zaliha materijala se mijenja, dok su sve ostale veličine fiksne. Najveći je izazov u ovom slučaju promjenjivi rok isporuke materijala od dobavljača. Iz tog je razloga važno odabrati količinu rezervne zalihe koja će biti dovoljna za proizvodnju dok dobavljač kasni u isporuci.
 - c) potrošnja materijala razlikuje se u određenom vremenskom razdoblju, kao i rok isporuke zalihe materijala. Ova je situacija najnepovoljnija za poduzeće jer se time dovodi u pitanje pouzdanost isporuke gotovih proizvoda kupcima.
- Metoda planske raspodjele. Ovako planiranje materijala moguće je jedino u serijskoj i velikoserijskoj proizvodnji. Za uspješnu provedbu nužno je raspolagati detaljnim i pouzdanim mjesečnim planom proizvodnje. Na temelju tog plana, planiranje materijala može se razraditi do razine koja omogućava raspodjelu postojećih zaliha na radna mjesta te, po potrebi, naručivati isključivo potrebne količine dodatnih zaliha. Ovaj se način upravljanja materijalima oslanja primarno na sustav materijalnih evidencija.
- Metoda rezervacije materijala. Uobičajena praksa u planiranju sirovina za nadolazeće proizvodne cikluse često uključuje oslanjanje stručnjaka na trenutno stanje zaliha u skladištu kao isključivi pokazatelj raspoloživosti. Međutim, ovakav je pristup planiranju manjkav. On ne uzima u obzir mogućnost da planirani materijal, u trenutku kada treba biti povučen iz skladišta, možda više neće biti dostupan, jer je već izuzet ubrzo nakon što je planer proizvodnje provjerio njegovu raspoloživost. Zbog toga se tehnolozi okreću metodi rezervacije materijala unutar skladišta. Stvarno stanje alociranog (rezerviranog) materijala i materijala dostupnog za slobodno izuzimanje precizno se prati u sustavu evidencije, često kroz kartice materijala. Glavna je prednost takvog sustava u tome što se, uz pregled slobodnih i

zauzetih količina, može precizno odrediti kada će određena sirovina nedostajati za specifični međuproizvod ili gotov proizvod. To omogućuje pravovremenu narudžbu i osigurava neometan tijek proizvodnje.

- Primjena ABC analize. Ona podrazumijeva da se sirovine i materijali mogu klasificirati u više razreda prema njihovim inherentnim svojstvima, iako se najčešće procjenjuju primarno s troškovnog aspekta. Naravno, najveću će pažnju planerima proizvodnje privući materijali koji su financijski zahtjevni, oskudni i bitni za cjelokupan proces proizvodnje.

Kako bi se mogla provesti ABC analiza, važno je najprije pravilno kvalificirati svaki pojedinačni materijal. Kada se svi proučeni materijali grupiraju, putem ABC analize, može se utvrditi koji se materijali trebaju naručivati često i u većim količinama (to su materijali koji ne smiju nedostajati u skladištu), koji se trebaju naručivati češće i u manjim količinama ili rjeđe uz veće narudžbe te koji materijali trebaju biti naručivani vrlo rijetko i u malim količinama ili samo kad je to potrebno. [25]



Slika 3.22. Grafički prikaz ABC analize [4]

Sustav MRP (*Materials Requirement Planning*). MRP je računalni program koji služi za organizaciju i praćenje proizvodnje zaliha u tvrtkama. Ovaj sustav pokriva procese od narudžbe materijala do isporuke gotovih proizvoda. Ova metoda planiranja definira vrste, količine i vrijeme kada su sirovine potrebne da bi se osigurao neprekidan tijek proizvodnje.

MRP se koristi da bi se odredilo kada je potrebna određena količina materijala za svaki proizvod ili sklop, uzimajući u obzir glavni plan proizvodnje, sastavnice materijala i informacije o vremenskom ciklusu.

MRP omogućava poduzeću da izračuna koliko je potrebno materijala određene vrste te koje je vrijeme potrebno za njegovu nabavu.

MRP se oslanja na tri osnovne pretpostavke: plan proizvodnje i prodaja trebaju biti raspoređeni u vremenu, trebaju odrediti standarde za potrošnju materijala za svaki proizvod i dati uvid u trenutni status zaliha proizvoda.

Prednosti MRP-a su: [4]

- pomaže u postizanju boljih poslovnih rezultata i doprinosi unaprjeđenju proizvodnih rezultata
- pruža poboljšani nadzor nad proizvodnim procesom na temelju točnih i pravovremenih informacija

- smanjuje razinu zaliha, čime se smanjuje rizik od zastarijevanja materijala u skladištu
- povećava sposobnost isporuke koja prati potražnju jer narudžbe upravljaju proizvodnim aktivnostima
- smanjuje troškove proizvodnje
- povećava učinkovitost.



Slika 3.23. Elementi MRP sustava [6]

MRP metoda omogućava poduzeću da izračuna koliko je potrebno materijala određene vrste i koje je vrijeme potrebno za njegovu nabavu. Koristi se knjiga narudžbi koja sadrži buduće narudžbe i kojom se predviđa koje se narudžbe mogu realizirati u razumnom vremenu. [29]

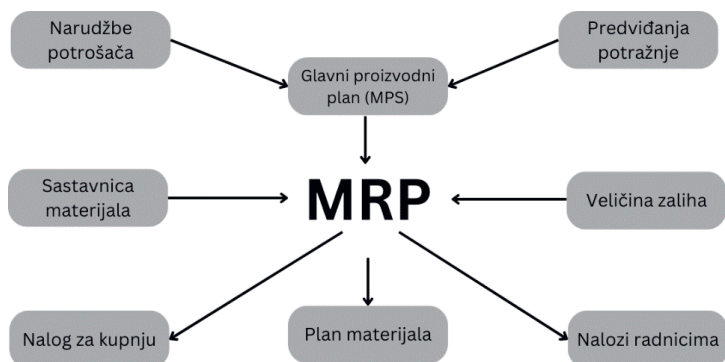
Na slici 3.23. prikazani su osnovni elementi MRP sustava.

Glavna obilježja MRP sustava su: [30]

1. Glavni terminski plan ima svrhu izrade plana proizvodnje te specificiranja izlaznih rezultata proizvodne funkcije. Jedna od funkcija izrade glavnog terminskog plana je osiguranje radnog stanja. Glavni terminski plan razvija se često na bazi tjednih potreba za izlazima (eng. *outputima*).
2. Popis materijala predstavlja organizirani pregled svih komponenti i sirovina koje su potrebne za izradu jedne jedinice gotovog proizvoda, sklopa, podsklopa, uključujući dijelove proizvedene unutar poduzeća ili dobavljene od vanjskih dobavljača.
3. Veličina zaliha daje osnovne podatke o predmetu na zalihama i sadrži broj dijelova koji predstavljaju jedinstveni identifikator predmeta te ostale informacije kao što su vrijeme trajanja procesa, standardni troškovi i dr. Segment koji prikazuje stanje zaliha obuhvaća sveobuhvatan plan potrebnih materijala i sirovina za svaki predmet tijekom određenog razdoblja, kao i informacije o hitnim narudžbama, potrebnim prilagodbama i detalje o prethodnoj potrošnji.
4. Planiranje kapaciteta ima svrhu određivanja tijeka proizvodnog procesa pa je potrebno odrediti kretanje naloga s točno definiranim datumima i rokovima.
5. Nabava predstavlja nabavu materijala u točno definiranim terminima. Izradom i provođenjem valjanog plana potreba sirovina i materijala uvelike se eliminira potreba za učestalim požurivanjem izvršenja narudžbi koju daje nabava.

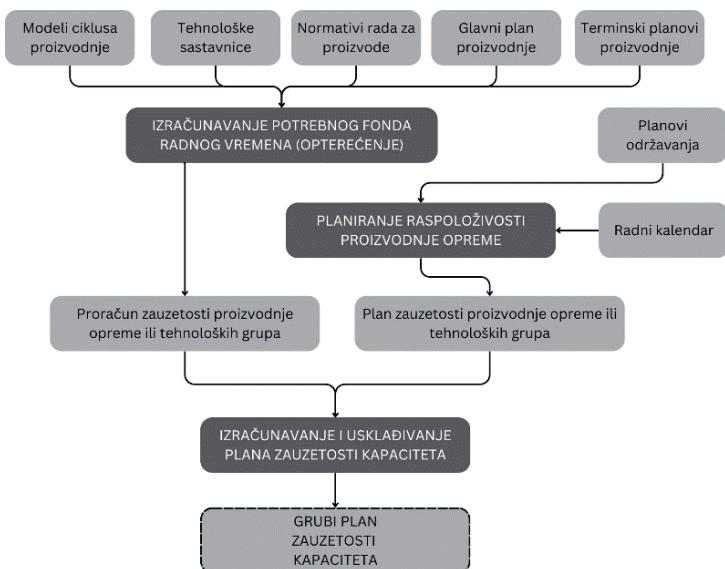
6. Rukovođenje proizvodnim operacijama podrazumijeva izdavanje radnih naloga u proizvodni proces te njihovo praćenje i koordinaciju kroz sve faze izrade s ciljem osiguranja pravovremene realizacije.

MRP sustav oblikovan je tako da upravlja tijekom materijala, komponentama, alatima i informacijama u proizvodnom procesu. Temeljni je cilj MRP sustava utvrditi točne informacije o zalihama kako bi se potrebne količine naručile u pravo vrijeme.



Slika 3.24. Shematski prikaz MRP sustava [6]

MRP II integrira proces planiranja s drugim ključnim poslovnim funkcijama, kao što su financije, razvoj proizvoda i nabava. Primarni je cilj ove integracije precizno identificiranje potrebnih proizvodnih kapaciteta, efikasno upravljanje proizvodnim procesima te osiguravanje uvjeta za kontinuiranu i neometanu proizvodnju. Sustav MRP II značajno utječe na proces planiranja proizvodnje, a time i na upravljanje zalihama, kontrolu kvalitete, računovodstvo, financije i



Slika 3.25. Aktivnosti planiranja kapaciteta kod MRP II modela [3]

ljudske potencijale. Integracija svih poslovnih funkcija omogućava preciznije planiranje i bolju usklađenost proizvoda s postavljenim poslovnim ciljevima. Osim toga, MRP II sustav omogućuje precizno određivanje iskorištenosti proizvodnih kapaciteta i optimizirano planiranje radne snage te pruža jasan uvid u cjelokupni plan proizvodnje. [4]

Kanban je pojam japanskog podrijetla koji doslovno znači „kartica“. Radi se o metodi kojom se u proizvodnji signalizira potreba za povlačenjem dodatnih količina materijala

od relevantnih izvora opskrbe ili dobavljača. U skladu s time, dobavljač je dužan isporučiti potrošni materijal u propisanoj količini unutar unaprijed definiranog roka isporuke. Načelo Kanbana temelji se na korištenju kartica: kada razina zaliha u proizvodnom procesu ili skladištu padne ispod određene točke, ovlašteni zaposlenik uzima karticu iz kanban spremnika kako bi pokrenuo ponovnu nabavu. Danas se obavlja *online* putem. Kanban sustavom stvara se novi proizvod kad postoji nalog za njime, odnosno u skladu s tržišnim zahtjevima. Kanban kartica sadrži informacije o dobavljačima, vrsti robe, količini pri kojoj je potrebno obaviti narudžbu, vremenu dostave i ukupnoj količini materijala. [4]

Općenito, Kanban sustav služi kao mehanizam za učinkovito upravljanje materijalima i kontrolu nabave zaliha, osiguravajući da su potrebne količine za proizvodni proces dostupne u pravo vrijeme. Ujedno predstavlja i kontrolni mehanizam koji povezuje proizvodne aktivnosti i signalizira potrebu za gotovim proizvodima do radionica, i to putem kanban kartica. Kroz pažljivo određivanje broja kanban kartica, sustav nastoji minimalizirati zalihe poluproizvoda, osiguravajući da se u svakoj pojedinoj fazi obavlja samo jedan zadatak. Kanban se, nadalje, koristi kao mehanizam povratne sprege između prethodnog i sljedećeg radnog mjesta te kao sredstvo za transport sirovina i materijala do iduće faze obrade. Konačna je svrha Kanban sustava omogućiti da se sirovine i materijali, po mogućnosti od dobavljača koji su lokacijski blizu, trenutno stave na raspolaganje u proizvodnom procesu čim se za njima pojavi potreba.

Planiranje i evidencija sredstva za rad i alata obuhvaća njihov odabir ovisno o radnom procesu. Kako bi se osigurala neprekinuta proizvodnja, ključno je da potrebna oprema bude osigurana prije samog početka radnih operacija. To podrazumijeva pažljivo planiranje i nabavu. Pod radnom opremom podrazumijeva se cjelokupna tehnička infrastruktura poduzeća, čija je primarna svrha proizvodnja dobara ili pružanje usluga. Ona obuhvaća zemljišta, zgrade, strojeve, razne uređaje, transportna sredstva, alate, mjernu opremu te ostali inventar.

Strojevi koji se koriste u proizvodnim poduzećima obično se razvrstavaju u dvije glavne kategorije: pogonske (energetske) strojeve i radne strojeve. Pogonski strojevi služe za pretvaranje jednog oblika energije u drugi, a dalje se dijele na primarne i sekundarne. Radni strojevi su oni strojevi pomoću kojih osoblje izravno djeluje na sirovine ili predmet rada u svrhu obrade ili transformacije.

Općenito, pod uređajima se podrazumijevaju radna sredstva čija je svrha prihvati, obrada i prijenos radnih predmeta. Uređaji se dijele na:

- energetske uređaje koji se koriste se za opskrbu poduzeća različitim oblicima energije
- proizvodne uređaje koji se primjenjuju tijekom procesa proizvodnje
- transportne uređaje koji su namijenjeni za interni i eksterni prijevoz.

Transportna sredstva upotrebljavaju se za:

- dostavu sirovina i poluproizvoda iz skladišta na proizvodna radna mjesta
- transport poluproizvoda između različitih faza proizvodnje ili njihov povrat u skladište

- otpremu gotovih proizvoda u skladište gotovih proizvoda
- istovar primljenih materijala iz prijevoznih sredstava u skladište sirovina
- utovar gotovih proizvoda iz skladišta u transportna sredstva za daljnju distribuciju.

Sve aktivnosti vezane uz robu unutar poduzeća koriste unutarnje transportne načine, dok se sve operacije s robom izvan poduzeća vrše uz pomoć vanjskih transportnih sredstava.

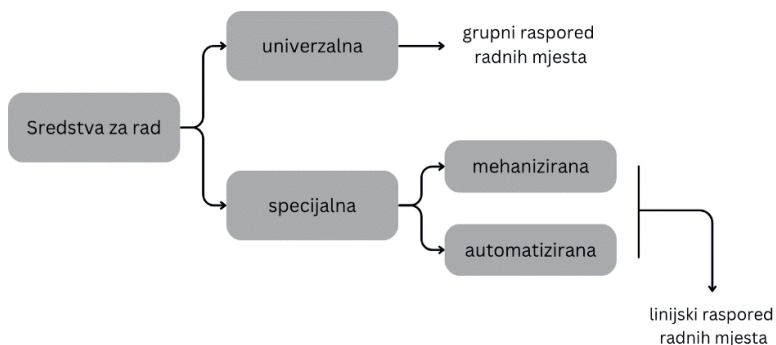
Alati su jednostavna sredstva za rad kojima se neposredno djeluje na predmet rada. Planiranje i evidencija alata podrazumijeva raspoloživost potrebne vrste alata kako bi raspoređena radna snaga mogla efikasno obavljati dodijeljenu proizvodnu aktivnost. Alatnica kao odjel ili služba u poduzeću ima zadatak da proizvodni proces opskrbi svim potrebnim alatima kako bi se proizvodni proces izvršio prema unaprijed dogovorenom roku. U proizvodnom poduzeću planiranje alata ostvaruje se kroz četiri načina:

- izradom novog alata
- obnovom alata
- popravkom alata
- rashodovanjem alata.

Inventar obuhvaća materijalna dobra koja nisu izravno uključena u proizvodnju gotovih proizvoda, ali su nužan preduvjet za nesmetano odvijanje proizvodnog procesa. Obično se dijeli na pogonski i uredski inventar. [31]

Odabir radne opreme započinje već u fazi osnivanja poduzeća i inicijalnog opremanja proizvodnih kapaciteta. S obzirom na kontinuirano širenje proizvodnih asortimana, često je nužno pribaviti novu opremu, adaptirati postojeće alate i strojeve ili pak samostalno konstruirati nove uređaje i sustave. Ključno je pritom uzeti u obzir raspon i područje primjene predmetnog stroja ili uređaja.

Ako se ukaže potreba za novim strojevima ili uređajima koji će se koristiti u proizvodnji većine asortimana, odnosno za takozvanim standardnim (univerzalnim) strojevima i uređajima, ekonomičnije ih je nabaviti od specijaliziranih dobavljača.

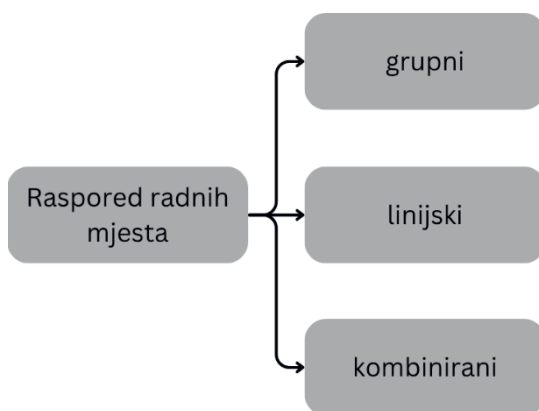


Slika 3.26. Podjela sredstava za rad

Ovakav pristup omogućuje lakšu nabavu rezervnih dijelova od istog, već poznatog dobavljača, te rezultira nižom cijenom gotovog proizvoda. S druge strane, kada je potrebna oprema za izradu određenih proizvoda iz asortimana čija je proizvodna cijena iznad prosjeka i koji se kontinuirano proizvode, ekonomski je opravdano takvu opremu izraditi unutar vlastitog poduzeća. Takva se oprema zove specijalizirana oprema (slika 3.26.).

Unatoč činjenici da je vlastita konstrukcija takve opreme izuzetno skupa, njezina će implementacija u proizvodnom procesu posljedično povisiti i konačnu cijenu proizvoda, što će omogućiti povrat uložених sredstava u razvoj inovativne specijalizirane opreme. Nabava ili interna proizvodnja novih strojeva i uređaja za poduzeće uzrokuje izdatke, s obzirom na to da izravno dovodi u pitanje iskorištavanje postojeće opreme. Međutim, stjecanjem ili razvojem tih sustava, neovisno o njihovoj namjeni, poduzeće može računati na veću potencijalnu proizvodnu sposobnost – na skraćenje vremena izvedbe pojedine radne operacije, što na kraju skraćuje vrijeme odvijanja proizvodnog ciklusa i omogućuje obavljanje dodatnog broja radnih operacija, proizvodnju većeg broja krajnjih proizvoda, veću kvalitetu obrade s manje škarta, manji utrošak pogonske energije te bolje uvjete rada za radnike na tim strojevima.

Ako se poduzeće odluči koristiti već postojeće strojeve ili opremu, ključno je procijeniti njihovu trenutnu funkcionalnost i stupanj dotrajalosti. Učinkovitost postojeće opreme ponajprije proizlazi iz kontinuiranog praćenja njezine istrošenosti i provedbe redovitih postupaka održavanja. Svaka radna oprema podložna je trošenju tijekom uporabe. Kako bi se osigurala njezina dugotrajna optimalna operativnost, neophodno je sustavno kontrolirati i provoditi održavanja. Međutim, nedovoljno je isključivo popravljati kvarove na strojevima tek u trenutku zastoja jer takav pristup ne omogućuje stjecanje dubinskog uvida u uzroke učestalih smetnji na određenoj opremi. Učestalo ponavljanje istih kvarova i njihovo saniranje isključivo pri pojavi zastoja opreme, može rezultirati time da stroj postane toliko dotrajaо da će vrijeme potrebno za popravak obustaviti cijeli proizvodni ciklus, a u najgorem scenariju i cjelokupni proizvodni proces. Ovisno o ozbiljnosti kvara, oprema može postati trajno neupotrebљiva, što zahtijeva hitnu nabavu nove, ili pak može doći do potrebe za zamjenskim dijelovima s dugotrajnim rokovima isporuke do mjesta kvara. U oba slučaja, poduzeća će biti primorano produljiti rokove isporuke gotovih proizvoda na tržište. Iz navedenog proizlazi nužnost svakodnevnog i sustavnog nadzora rada korištenih strojeva, organizacije preventivnih održavanja te redovitih godišnjih ili polugodišnjih remontnih zahvata u svrhu zamjene ključnih dotrajalih komponenti strojeva i uređaja. Ovim se pristupom osigurava izbjegavanje neplaniranih prekida u radu i maksimizira povrat investicija uložених u navedene strojeve i uređaje. Da bi se radne aktivnosti odvijale što jednostavnije, sredstva za rad trebaju biti postavljena na pravi način unutar proizvodnog pogona. Na taj način, strojevi i uređaji mogu biti smješteni u linijskom, grupnom ili kombiniranom rasporedu (slika 3.27.).



Slika 3.27. Raspored radnih mjesta

Kod linijskog rasporeda sredstava za rad, strojevi i uređaji organizirani su prema redosljedu odvijanja radnih procesa u pogonu. Tako se predmet rada pomiče u jednom smjeru, počevši od stroja na kojem se obavlja prva operacija do strojeva na kojima se vrše sljedeće operacije.

Prednosti takvog rasporeda proizvoda u proizvodnji obuhvaćaju: lakše kretanje materijala, kraći proizvodni ciklusi zbog direktnijeg kretanja radnih predmeta, izostanak povratnih kretanja, jednostavnija kontrola između faza (jer se provjere obično provode prije prve operacije i nakon završetka posljednje operacije), manji stupanj nedovršene proizvodnje, veća ekonomičnost u proizvodnji, lakše upravljanje i drugo.

Nedostaci ovakvog pristupa uključuju: manju iskorištenost kapaciteta, veće investicijske potrebe za opremom (s obzirom na to da se ista vrsta stroja koristi na liniji onoliko puta koliko se određena tehnološka operacija ponavlja), nisku fleksibilnost, otežano upravljanje (jer je teško pronaći univerzalnog rukovoditelja koji može uspješno voditi razna radna mjesta s različitim tehnologijama, a zbog ponavljanja iste operacije na istom mjestu tijekom određenog vremena može se javiti osjećaj dosade odnosno monotonije) i slično.

Grupni raspored proizvodnih sredstava podrazumijeva da se strojevi i uređaji sličnih operativnih karakteristika, namijenjeni obavljanju istovjetnih radnih zahvata na izratku, grupiraju unutar zasebne sekcije pogona. Broj takvih grupa strojeva unutar proizvodnog pogona odgovara ukupnom broju radnih operacija koje sačinjavaju cjelokupni proizvodni proces. Ovakav sustav omogućava da se proizvod najprije obrađuje u jednoj skupini strojeva, a po završetku te faze da se premješta u sljedeću skupinu radnih strojeva gdje se obavlja iduća radna operacija.

Prednosti uključuju: učinkovitije korištenje resursa, smanjene investicije u opremu, veću prilagodljivost, višu stručnost zaposlenika, lakše održavanje kontinuiteta proizvodnje u slučaju problema (kao što su kvarovi, nedostatak materijala ili radne snage), jednostavnije upravljanje s obzirom na slične tehnološke karakteristike radnih mjesta, mogućnost šireg usavršavanja radnika u odnosu na linijski sustav i dr.

Nedostaci uključuju: miješanje tijeka materijala, dugotrajne proizvodne cikluse, visoke zalihe nedovršene proizvodnje, potrebu za većom operativnom površinom u odnosu na linijski sustav, provođenje tehničke kontrole, obično nakon svake faze, što produžuje vrijeme proizvodnje itd. [32, 33] Iako postoji mnogo nedostataka, ovaj model grupnog rasporeda strojeva i uređaja koristi se kada je tijek resursa nestabilan te prilikom proizvodnje prema narudžbi, odnosno u slučajevima malih serija proizvodnje poput pojedinačne i maloserijske proizvodnje.

Kombinirani raspored sredstava za rad podrazumijeva spajanje linijskog i grupnog rasporeda sredstava za rad. Ovaj se način organizacije sredstava rada u proizvodnim pogonima danas najčešće koristi jer je većina proizvoda koji se proizvode prilično složena. Ova metoda organizacije radnih mjesta zove se trokutna metoda i može se opisati ovako: svaki stroj ili uređaj na kojem se obavlja određena radna operacija trebao bi biti postavljen tako da strojevi ili uređaji koji će raditi sljedeće operacije budu raspoređeni u obliku trokuta. To omogućava najbrži transport poluproizvoda s jednog radnog mjesta na drugo jer radnici

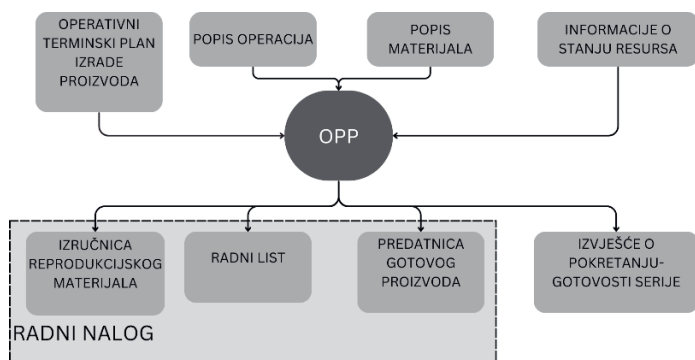
premještanju proizvode čim završe svoj posao, bez potrebe za međufaznim transportom i skladištenjem. [31]

Trokutna metoda smanjuje unutarnji transport na minimum. Radna mjesta raspoređena su u obliku istostranog trokuta, što omogućava radniku da jednostavno rukom i tijelom premjesti komad koji je obrađen na jednom stroju do drugog stroja. Kada se radi s više od četiri operacije, javlja se potreba za dodatnim transportom. Raspored radnih mjesta (strojeva) vrši se prema rangu svake lokacije, a taj je rang definiran brojem transportnih veza između lokacija ili njihovom jačinom. Ovaj proces ne uzima u obzir površinu određenog mjesta pa nakon idealnog rasporeda prostor mora biti prilagođen stvarnim prostornim potrebama svake lokacije.

Izrada i uvođenje radne dokumentacije u primjenu uključuje predaju spremnih i ispunjenih dokumenata proizvodnom odjelu s ciljem pokretanja proizvodnog procesa.

Tehnička, tehnološka i proizvodna dokumentacija sadrže pisane upute prilagođene zahtjevima proizvoda ili usluga, proizvodnoj i organizacijskoj strukturi te zahtjevima upravljanja proizvodnjom. Zadatak je dokumentacije da oblikuje, prikaže i prenese informacije za sve proizvode, njihove sastavne elemente i njihove troškove koji se odnose na oblik i konstrukciju proizvoda, tehnološku strukturu proizvoda, organizaciju proizvodnog procesa, pripremu alata, termine izrade, troškove proizvodnje i prijavu gotovosti tehnoloških operacija. Dokumentacija se može podijeliti na tehničku, tehnološku, upravljačku i obračunsku. Svako poduzeće samo za sebe propisuje određene oblike dokumenata koje najviše odgovaraju njegovim potrebama. Izrada te uvođenje radne dokumentacije u primjenu ima za cilj prenijeti cjelokupni rad pripreme proizvodnje u proizvodne pogone prema prilagodljivom obliku koji određeno poduzeće izrađuje za sebe.

Priprema i izdavanje radne dokumentacije predstavlja važan korak u operativnoj pripremi proizvodnje tijekom planiranja i organiziranja. Ta dokumentacija treba obuhvatiti konstruktivnu dokumentaciju koja precizno opisuje karakteristike gotovog proizvoda koji je spreman za tržište, kao i tehnološku dokumentaciju koja postavlja specifične uvjete za izradu tog proizvoda. Radna dokumentacija može biti jednostavna i u tom se slučaju svodi samo na radni nalog i listove rada, koji služe za praćenje utrošenog radnog vremena pojedinih radnika tijekom izvršenja radnih zadataka, kao i za evidentiranje količine proizvedenih poluproizvoda ili gotovih proizvoda. U proizvodnim poduzećima radna dokumentacija varira ovisno o industriji, vrsti proizvodnje, veličini poduzeća, kompleksnosti proizvoda, raznolikosti asortimana i razini planiranja koja se želi postići.



Slika 3.28. Tijek ulaznih i izlaznih dokumenata operativne pripreme [3]

Sva dokumentacija poduzeća treba biti ujednačena, što uključuje i standardizaciju njihovih dimenzija, poput formata A4 i A5. Fiksni podaci moraju biti dosljedno smješteni na istom dijelu svakog dokumenta. Isto vrijedi i za promjenjive podatke, koji također trebaju imati predviđeno, uvijek isto mjesto, i omogućavati jednostavan unos. Sadržaj radne dokumentacije mora biti strogo usmjeren na tehnološki proces proizvodnje. Naposljetku, svaki dokument mora sadržavati predviđeno mjesto za naknadne unose i eventualne bilješke.

Izdavanje radne dokumentacije predstavlja trenutak kada se usvojena radna dokumentacija prosljeđuje na radna mjesta unutar proizvodnih pogona. Ovaj proces ovisi o utvrđenom datumu početka proizvodnog naloga, odnosno temelji se na informacijama prikupljenim tijekom planiranja i raspoređivanja izrade poluproizvoda ili gotovih proizvoda. Prilikom objave dokumentacije potrebno je voditi računa da radna dokumentacija pravovremeno dođe do radnih mjesta kako bi se zaposleni na tim radnim mjestima mogli pravovremeno pripremiti za izvedbu radnih zadataka i, prema podacima navedenima u radnoj dokumentaciji, pripremiti sve potrebno za izvedbu. [25]

Dokumentacija koja se priprema i koristi za operativnu pripremu proizvodnje bit će objašnjena prema redoslijedu primjene unutar proizvodnog procesa:

1. Konstrukcijski ured izrađuje nacrt. Originalna verzija pohranjuje se u konstrukcijskom uredu, dok se preostale kopije šalju na tehničku kontrolu i operativnu pripremu proizvodnje. Kada je organizacija proizvodnje jednostavna, ovaj nacrt često djeluje kao temeljna dokumentacija koja zaposlenicima pomaže da se orijentiraju prilikom izvođenja specifičnih radnih operacija.
2. Operacijski list predstavlja dokument koji obuhvaća sve ključne informacije potrebne za iniciranje proizvodnog procesa, odnosno definira uvjete pod kojima će se radne operacije provoditi. Ovi uvjeti uključuju identifikaciju radnih operacija koje se planiraju izvesti, redoslijed tih operacija, potrebna sredstva, potrebne materijale, okvirno vrijeme za realizaciju proizvodnog ciklusa i završetak gotovog proizvoda, kao i potrebnu radnu snagu i vještine zaposlenika, kako je prikazano na slici 3.29.

OPERACIJSKI LIST									
Proizvod CNL 025 GLI			Naziv dijela Prsti		Broj nacrt 1		Planirani termin 1. 11. 2017.		
MATERIJAL - KVALITETA, DIMENZIJA Nylon, elastič, 1. klasa					KOLIČINA ZA 1 KOM.		STVARNI TERMIN 27. 10. 2017.		
Red. br.	Pogon	Radno mjesto	Opis operacije	Alat	Tip	t1	Kom.		
1	Šivaona	01-2 : 17-28	Navlačenje čarape na formu	CCP	4 s	4 s	1		
2	Šivaona	01-2 : 17-28	Šivanje prstiju	CCP	4 s	3 s	1		
3	Šivaona	01-2 : 17-28	Rezanje vrhova	CCP	3 s	3 s	1		
4	Šivaona	01-2 : 17-28	Skidanje sa forme	CCP		2 s	1		
5	Šivaona	01-2 : 17-28	Kontrola	CCP	2 s	10 s	1		
6									
ORIGINAL					Razradio		List	Slijedi	
					Datum				Ime

Slika 3.29. Primjer ispunjenoga operacijskog lista [19]

Operacijski list izrađuje se za svaku radnu operaciju posebno. Tehnološka priprema proizvodnje odgovorna je za kreiranje operacijskog lista koji se smatra originalnim dokumentom. Ovaj dokument služi kao osnovni izvor za razvoj drugih radnih i planerskih dokumenata, zbog čega mora biti redovito ažuriran u skladu s najnovijim ispravama tehnologije proizvodnje gotovog proizvoda. Kada je operacijski list završen, predaje se operativnom planeru proizvodnje, normircu, radniku i kontroloru, kako bi se omogućilo postavljanje operativnih planova, praćenje normi za radnike i nadzor nad radnim operacijama, a služi i kao podrška radniku tijekom izvršenja zadatka.

3. Instrukcijski list obuhvaća temeljitu specifikaciju svakog pojedinačnog radnog procesa. Ova temeljita specifikacija svakog radnog procesa uključuje razradu operacija do najpreciznijih tehničkih aspekata. Vizualno prikazuje strojeve ili alate na kojima će se odvijati radne aktivnosti, pokazuje način primjene odnosno pokrete na opremi ili alatu potrebnim za proizvodnju te numerički detaljno nudi informacije povezane s vremenom zahtijevanim za pripremu alata, kao i vremenom potrebnim za izradu poluproizvoda ili gotovog proizvoda (izraženo u sekundama i minutama).

4. Radni nalog priprema se na osnovi operacijskog lista, a obuhvaća informacije o kupcu proizvoda, precizira cjeloviti naziv proizvoda koji će se proizvoditi, potrebnu količinu za izradu, rokove isporuke te druge relevantne pojedinosti. Primjer takvog ispunjenoga radnog naloga s osnovnim informacijama prikazan je na slici 3.30.

Radni nalog br. 1					Datum izdavanja naloga: 1. 10. 2025.				
Radna jedinica: 01-2 : 17-28					Datum dovršenja naloga: 27. 10. 2025.				
Proizvod: CLN 025 GLI					Zadana količina: 10 000 kom.				
Br. tehn. dokument:			Narudžba: 1		Izrađena količina: 10 020 kom.				
OBRAČUN MATERIJALA									
Broj		Naziv	Jed. mjere	Planska cijena	Planska količina materijala	Za izrađenu količinu proizvoda			
Izvadnice materijala	Nomenklatura					Planirana		Stvarno utrošena	
						Količina	Iznos	Količina	Iznos
1/1		Platno (nylon)	cm	27 € / m	750 000 cm (7500 m)	202.500,00 €	751 500 cm	202.905,00 €	
1/2		Konac (polyester)	cm	1 € / m	100 000 cm (1000 m)	1.000,00 €	100 200 cm	1.002,00 €	
1/3		Igla za šivanje	kom	4 € / kom	8 kom	32 €	5 kom	20,00 €	
OBRAČUN RADA									
Br. faze (operacije)	Naziv	Br. radnog lista	Radno mjesto	Kategorija	Kontrola			Planirani O.D. za jedin.	Datum (primjedba)
					Loša obrada	Loš materijal	Dobri proizvodi		
2	Šivanje	1	CCP	I.	20 kom		10 000 kom		
Mato Eršegić (Skladničar)		Smiljana Novak (Kalkulant)				Nataša Vuk (Ruk. proizvodnja)			

Slika 3.30. Primjer ispunjenoga radnog naloga [19]

Općenito, radni nalog prvenstveno služi za utvrđivanje nositelja proizvodnih troškova. Sam izgled tog naloga može se razlikovati ovisno o vrsti i specifičnostima proizvodnog procesa. Svi se nalozi bilježe u posebnoj evidenciji ili knjizi radnih naloga na temelju koje svaki nalog dobiva svoj jedinstveni identifikacijski broj, kao i broj pod kojim se šalje na

odgovarajuća radna mjesta. Za izradu radnih naloga zadužena je služba OPP-a, i to neposredno prije samog početka proizvodnog ciklusa, koji se zatim distribuiraju na ona radna mjesta gdje će se proizvod naveden u nalogu izrađivati.

5. Radni list predstavlja sažetak informacija iz operacijskog lista i služi za prenošenje svih ključnih podataka koje je tehničar proizvodnje izdao o izvršenju radnih zadataka. Ovaj dokument također bilježi vrijeme koje radnici troše na radne operacije, kao i količinu proizvedenih poluproizvoda ili gotovih proizvoda. Radni list izdaje se za svaku radnu operaciju pojedinačno, bez obzira na to je li za radno mjesto zadužen pojedinac ili grupa radnika. On je osnova za izračun osobnog dohotka zaposlenika koji su uključeni u tu operaciju. Pored toga, može se koristiti za praćenje realizacije planiranih rokova. Slika 3.31. prikazuje primjer radnog lista koji je ispunio radnik na određeni datum.

RADNA LISTA							
Datum	Ime i prezime	Proizvod	Stroj	Izrađeno		Kontrolor	Napomena
				I. kl.	II. kl.		
11. 7. 2017.	Paula Obadić	CGL 025 GLI	CCP 24	1480	20	Ivana Kereži	
11. 7. 2017.	Monika Mijatović	CGL NCP	CCP 23	1200	50	Ivana Kereži	Senzor ne očitava čarapu
11. 7. 2017.	Katica Rabuzin	CGLN 024 GLI	CCP 20	2400		Ivana Kereži	
11. 7. 2017.	Maja Šinjori	MODC 0023	CCP 17	3600	10	Maja Domislović	
11. 7. 2017.	Nenica Baljuk	MODC 1000	CCP 18	1500		Maja Domislović	Počela šivati od 19.30 h

Slika 3.31. Primjer ispunjenoga radnog lista [19]

6. Izdatnica materijala i poluproizvoda izrađuje se uz ostalu potrebnu radnu dokumentaciju kada započinje proizvodni ciklus. Njezina je primarna funkcija omogućiti povlačenje potrebnih materijala iz skladišnog prostora te isporuku poluproizvoda na radna mjesta. Da bi se ostvarili ovi ciljevi, obvezno je unijeti ključne informacije – koji radni nalog zahtijeva materijal, koja se količina materijala uzima i koje je vrste

RADNI NALOG BR. 1		KOLIČINA KOM. 10 000		DATUM IZDAVANJA 10. 2017.		ROK ZAVRŠETKA 27. 10. 2017.			
Proizvod CLN 025 GLI		Naziv dijela Prsti				Broj nacrt 1	Broj zahtjevnice 1		
Materijal - kvaliteta, dimenzija Nylon, elastin, I. klasa						Kol. za 1 kom 75 cm/kom.	Broj izdatnice 1		
Duguje obračunska jed.		Konto:		Potražuje obračunska jed.			Konto:		
Nomenklatura	Jed. mjere	Tražena količina	Izdana količina	Planska cijena		Iznos			
	cm	750 000 cm (7 500 m)	753 000 cm (7 530 m)	202 500 kn			203 310 kn		
IZDATNICA MATERIJALA		Ispostavio		Izdao		Primio		Knjižio	
		Datum	Potpis	Datum	Potpis	Datum	Potpis	Datum	Potpis
		1. 10. 2017.	Eršegić	1. 10. 2017.	Eršegić	1.10. 2017.	Novak		

Slika 3.32. Primjer ispunjene izdatnice materijala [19]

materijal, koji je datum izdavanja te imena odgovornih lica koja su izdala materijal i imena osoba koje su zadužene za prijem materijala iz skladišta, koristeći standardni obrazac izdatnice (prikazan na slici 3.32.). U praktičnom radu, ovaj se dokument može nazvati i izvadnica, izvadnica materijala, zahtjevnica, potrošnica i sl.

7. Povratnica materijala predstavlja dokument koji se koristi za vraćanje materijala u skladište materijala i povrat poluproizvoda u skladište poluproizvoda po završetku izvršavanja radne operacije. Ovaj povrat obično nastaje zbog razlika između kalkulativnih i konstrukcijskih izračuna, kao i uslijed ušteda i sličnih razloga. Često izgleda kao izdatnica materijala, a ispunjava je osoba koja je u početnoj fazi proizvodnog

ciklusa podigla materijale ili poluproizvode iz skladišta, u istom broju primjeraka kao što su izdane izdatnice materijala. Primjer ispunjene povratnice materijala prikazan je na slici 3.3.

POVRATNICA MATERIJALA BR. 1			ODJELJENJE Švaona	
RAČUN MATERIJALA			RADNI NALOG BR. 1	
DUGUJE			POVRATNI LIST BR. 1	
POTRAŽUJE			SKLADIŠTE 2	

KOLIČINA			VRSTA MATERIJALA	VRIJEDNOST	
KOMADA	METARA	PO JEDINICI		UKUPNO	
	15 m		Nylon, elastič, I. klasa	27 kn/m	405 kn

DATUM 27. 10. 2017.

Eršegić	Novak		Vuk
(SKLADIŠTAR)	(KALKULANT)	(RUKOV. PLANA)	(RUKOV. PROIZVODNJE)

Slika 3.33. Primjer ispunjene povratnice materijala [19]

8. Nalog za alat ima ulogu pravovremenog obavješćavanja alatnice o tome koji će alat biti uskoro potreban za pripremu za izuzimanje iz skladišta, kako bi se mogao koristiti tijekom radnih operacija, ili o tome koji su to strojevi i uređaji koje je potrebno pregledati u određenom trenutku da bi se mogli početi koristiti u radnim operacijama (slika 3.34.). Ovaj se dokument često zove i karta alata, a obično se izdaje zajedno s pratećom kartom.

NALOG ZA ALAT BR. 1				ŠIFRA DIJELA CCA 0-25			
ZA DIO CCA				PROIZVOD CLN 025 GLI			
				STROJ CCP 17-28			

STANDARDNI ALAT				SPECIJALNI ALAT			
BR. ALATA	NAZIV	DIMENZIJA	OPERACIJA	BR. ALATA	NAZIV	DIMENZIJA	OPERACIJA
1	Pločica	12x7x0.3	2				
2	Remen - rupčaniti	1.20x3x0.7	2				

Datum 30. 9. 2017.

Josip Barulek	Natalija Vuk
(SKLADIŠTAR)	(RUKOVODITELJ PROIZVODNJE)

Slika 3.34. Primjer ispunjenoga naloga za alat [19]

9. Popratna karta služi za praćenje tijeka predmeta rada od trenutka ulaska materijala u proizvodni proces pa sve do izlaska gotovog proizvoda iz proizvodnog pogona i uskladištenja u skladište gotovih proizvoda.

Ovaj dokument obično predstavlja prijepis operacijskog lista. Ukratko, ovaj se dokument koristi za bilježenje svih radnih operacija prema redoslijedu njihova izvršenja, što je prikazano primjerom na slici 3.35.

POP RATNA KARTA										
RADNINALOG 1		KOLIČINA KOM. 10 000		DATUM IZDAVANJA 1. 10. 2017.			ROK ZAVRŠETKA 27. 10. 2017.			
Proizvod CLN 025 GLI		Naziv dijela Prsti		Br. nacrtu 1			Plan. termin 1. 11. 2017.			
Materijal - kvaliteta, dimenzija Nylon, elastiin, I. klasa				Kol. za 1 kom. 75 cm/kom.			Stvarni termin 27. 10. 2017.			
Red. br.	Pogon	Radno mjesto	Opis operacije	Alat	T _{pz}	t ₁	kom.	Dobrih	Loših	Kontrolor
1	Šivaona	01-2 : 19-28	Navlačenje čarape	CCP	4 s	4 s	10 000	9 980	20	I. Kereži
2	Šivaona	01-2 : 19-28	Šivanje prsti	CCP	4 s	3 s	10 000	9 980	20	I. Kereži

Slika 3.35. Primjer ispunjene popratne karte [19]

10. Termenska karta općenito se koristi za nadzor ispunjavanja rokova svake pojedine radne operacije. Iako je po izgledu slična popratnoj karti, specifična je po tome što se u njoj dodatno bilježi ukupno utrošeno radno vrijeme i planirani datum završetka svake radne operacije.

11. Trebovnica materijala je dokument koji omogućava OPP-u da zaduži sektor nabave da naruči dodatne materijale izvan poduzeća za potrebe proizvodnje.

12. Predatnica gotovih proizvoda predstavlja dokument koji se izdaje kada se gotovi proizvodi, nakon što je završena posljednja operacija u proizvodnom procesu, predaju skladištu gotovih proizvoda. Osoba koja predaje gotove proizvode ispunjava predatnicu, a skladištar potpisuje dokument kada prima proizvode u skladištu, u broju koji odgovara onome navedenom na izdatnici i povratnici materijala ili poluproizvoda. Na slici 3.36. prikazan je primjer popunjene predatnice gotovih proizvoda.

RADNA ORGANIZACIJA		Radni nalog br. 1				
PREDATNICA Br. 1						
Red. br.	Šifra	NAZIV GOTOVOG PROIZVODA ILI POLUPROIZVODA	Jed. mjera	Količina	Jedinična cijena Kn	Ukupna vrijednost Kn
1	1/1/I.	Ženska hulahopka - CLN 025 GLI (I. klasa)	kom.	10 000	75 kn/kom	750 000 kn
2	2/1/II.	Ženska hulahopka - CLN 025 GLI (II. klasa)	kom.	20	45 kn/kom	900 kn
Tehnička kontrola:		Isporučio:		Primio:		Knjžito:
Kristina Kolačko		Smiljana Novak		Robert Bednjanić		

Slika 3.36. Primjer ispunjene predatnice gotovih proizvoda [19]

13. Izvještaj o škartu predstavlja dokument koji se izdaje u posebnim okolnostima kada proizvodna kontrola uoči povećani broj loše izrađenih proizvoda. Ovaj se dokument šalje sekciji za operativnu pripremu proizvodnje u jednom primjerku koja treba donijeti odluku o tome može li se oštećeni škart popraviti bez značajnih dodatnih troškova materijala i vremena ili će se potrebna količina nadomjestiti drugim proizvodnim serijama. [25]

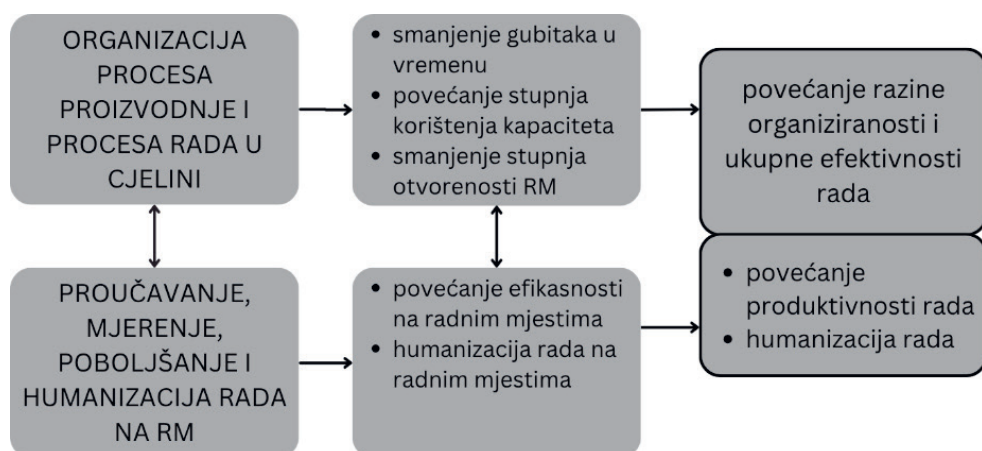
Praćenje i upravljanje proizvodnjom najvažniji su ciljevi svakog radnog i proizvodnog postupka. Opseg resursa, izražen kroz količinu uloženog rada, materijala i energije, izravno određuje ukupnu učinkovitost proizvodnih i radnih procesa. Pod količinom rada podrazumijeva se opseg ljudskog angažmana i iskorištenosti sredstava za rad. Količina stvarno utrošenih resursa (rada, materijala i energije) obično premašuje nužnu razinu. Što je veće odstupanje između ostvarenog i optimalnog ulaza, to je niža djelotvornost cjelokupnog proizvodnog i radnog procesa. Optimalna količina potrebnog ulaza definirana je propisanom tehnologijom proizvodnje te projektiranom razinom organizacije rada i proizvodnje. Stvarno postignuti opseg ulaza, pak, ovisi o primijenjenoj tehnologiji proizvodnje i ostvarenoj razini organiziranosti.

Na učinkovitost radnih mjesta i ukupnu produktivnost rada utječe niz organizacijskih čimbenika. Oni se mogu podijeliti na:

- čimbenike koji utječu na stupanj korištenja radnog vremena
- čimbenike koji utječu na način rada na radnim mjestima (kad se radi i koliko se radi).

Čimbenici prve skupine određuju stupanj iskorištenosti kapaciteta, vremenske gubitke, popunjenost radnih mjesta te učinkovitost i produktivnost rada. Čimbenici druge skupine određuju učinkovitost radnih mjesta, humanizaciju rada na njima te ukupnu produktivnost rada.

Oni pripadaju domeni proučavanja, mjerenja, unaprjeđenja i humanizacije rada na radnom mjestu. Na slici 3.37. prikazani su organizacijski čimbenici koji utječu na produktivnost rada.



Slika 3.37. Organizacijski čimbenici koji utječu na produktivnost rada

Temeljno načelo cjelokupnog planiranja proizvodnje podrazumijeva sustavno praćenje realizacije radnih zadataka čija je svrha pravodobno poduzimanje korektivnih mjera u slučaju da proizvodni proces odstupa od unaprijed utvrđenih planova. Slijedom navedenog, kontrola proizvodne učinkovitosti istovremeno predstavlja i praćenje realizacije proizvodnih planova. Realizacija praćenja izvršenja planova proizvodnje provodi se evidentiranjem ostvarenja operativnih planova koja obuhvaća sljedeće vrste evidencija:

- evidenciju izvršenja proizvodnih zadataka
- evidenciju korištenja fonda radnog vremena radnika
- evidenciju utroška ulaznih materijala
- evidenciju uporabe sredstava za rad.

Evidencija o realizaciji proizvodnih zadataka omogućava pristup informacijama o fazi izrade promatranog poluproizvoda ili proizvoda u svakom trenutku, kao i o radnim operacijama koje se trenutno provode na radnim mjestima. Praćenje izvršenja planova proizvodnih zadataka može se vršiti tabelarno ili grafičkim prikazima. U kontekstu masovne i lančane proizvodnje obično se koriste klasični grafikoni, dok se u serijskoj proizvodnji najčešće primjenjuju gantogrami. U slučaju pojedinačne i maloserijske proizvodnje, praćenje izvršenja proizvodnih planova obavlja se na temelju izdanih radnih naloga.

Evidencija radnog vremena radnika vrši se bilježenjem vremena njihova dolaska i odlaska iz poduzeća, kao i evidencijom obavljenog rada svakog pojedinca na radnim listama.

Evidencija potrošnje ulaznih materijala ima funkciju usporedbe stvarne potrošnje s onom koja je predefinirana kao normativ. U ovom procesu, dokument poznat kao evidencija kvara, pomaže pri utvrđivanju aktualnog stanja, pružajući uvid u to na kojim se materijalima najčešće pojavljuju kvarovi i koji su razlozi za to. Ovaj pregled unaprijed omogućuje da se problemi spriječe u budućnosti primjenom preventivnih mjera ili reklamiranjem kvalitete materijala dobavljaču.

Evidencija uporabe sredstava za rad daje uvid u stupanj iskorištenosti promatranog sredstva za rad u nekoj jedinici vremena te kontrolira njegovu ispravnost korištenja tijekom uporabe u radnim operacijama. Ova evidencija omogućuje da se na temelju uvida na pojedinim strojevima poveća kapacitet iskorištenja, čime se posljedično smanjuje cijena krajnjeg proizvoda.

Svaka od navedenih evidencija mora se obavljati precizno i svakodnevno, što znači da se svaka promjena ili pomak u radnom procesu mora bilježiti svakog dana, bez obzira na način praćenja realizacije planova proizvodnje. Sve se ove evidencije temelje na planskim i terminskim kartama. [32]

Osnovno polazište kod svakog planiranja proizvodnje je kontinuirano praćenje realizacije radnih zadataka kako bi se pravodobno mogle poduzeti korektivne mjere ako proizvodni proces odstupa od utvrđenih planova. Slijedom navedenog, nadzor uspješnosti proizvodnje definira se i kao praćenje ostvarenja proizvodnih planova. Ovo praćenje realizacije planova proizvodnje provodi se kroz sustavno vođenje dokumentacije o izvršenju operativnih ciljeva i obuhvaća sljedeće vrste evidencija: evidenciju o provedbi proizvodnih zadataka, evidenciju iskorištenosti fonda radnih sati osoblja, evidenciju o utrošku ulaznih sirovina te evidenciju o uporabi sredstava za rad. [31]

Evidencija izvršenja radnih zadataka u proizvodnji služi da se u svakom trenutku zna u kojoj je fazi izrade neki dio proizvoda ili cijeli proizvod te koji se poslovi trenutno obavljaju na pojedinim radnim mjestima. Evidencija radnog vremena radnika vodi se tako da se zabilježi kada radnici dolaze i odlaze s posla te koliko je posla svaki radnik obavio, što se upisuje u radne liste.

Evidencija utroška ulaznih materijala služi za uspoređivanje stvarnog utroška materijala s utroškom koji je naveden kao normativ materijala. Ovdje se kao pomoć pri određivanju stvarnog stanja koristi dokument koji se zove evidencija kvara i služi kao uvid u to na kojim materijalima najčešće nastaje kvar i iz kojih razloga. Takav uvid omogućuje da se on u budućnosti pravovremeno spriječi uvođenjem preventivnih radnji ili reklamiranjem kvalitete dopremljenog materijala dobavljaču.

Evidencija korištenja sredstava za rad pruža detaljan uvid u razinu iskorištenosti posmatranog sredstva za rad unutar određenog vremenskog razdoblja te kontrolira njihovu upotrebu i istovremeno nadzire i osigurava pravilnu primjenu tih sredstava tijekom radnih procesa. Takvo praćenje omogućava da se, na osnovi dobivenih spoznaja o radu pojedinih uređaja, značajno poveća učinkovitost njihova korištenja, što izravno rezultira snižavanjem troškova gotovog proizvoda. [31]

3.5.4. Studij rada

Znanstveno vođenje proizvodnje oslanja se na precizne i stvarne vremenske norme, stabilizaciju radnih pozicija i radnih metoda, analizu i optimizaciju pokreta. To doprinosi planiranju rada i koordinaciji različitih aktivnosti, stoga je vremenski normativ organizacijski kriterij koji omogućuje efikasno oblikovanje rada, gdje se ostvaruju realne količine proizvoda i visoka kvaliteta uz korištenje povoljnih metoda rada [34, 35]. Vremenski normativ predstavlja vrijeme koje je potrebno prosječno obučenom i vještom radniku da u uobičajenim radnim okolnostima, koristeći predviđeni alat i opremu te primjenjujući učinkovit način rada, uz umjereni napor i minimalan umor, obavi konkretan radni zadatak.

Ukupno radno vrijeme, nužno za izvršenje radnog zadatka prema radnom nalogu, čine pripremno-završno (T_{pz}), tehnološko (t_t), pomoćno (t_p) i dodatno (t_d) vrijeme. Trajanje pripremno-završnog vremena ovisi o veličini proizvodne serije definirane radnim nalogom. Također, na njega utječu razina organizacije radnog procesa, složenost tehnološke operacije te priroda tehnološkog procesa u cjelini. Preciznije, pripremno vrijeme uvjetovano je organizacijom radnog mjesta te podrazumijeva aktivnosti poput upoznavanja s pratećom dokumentacijom, nabave potrebnog alata i pribora, organizacije radnog mjesta te probnog izvođenja tehnološke operacije. S druge strane, završno vrijeme obuhvaća aktivnosti poput predaje gotovih proizvoda, vraćanja materijala i pribora te generalnog uređenja radnog mjesta nakon obavljenog rada.

Tehnološko vrijeme (t_t) označava onaj dio procesa izrade koji je neophodan za izvršenje rada koji je izravno vezan za preoblikovanje, promjenu položaja, vizualnog dojma ili karakteristika nekog materijala, bez obzira izvodi li se ručno ili strojno.

Pomoćno vrijeme (t_p) definira skup radnih aktivnosti koje se provode u sklopu tehnološke operacije, a čija je svrha omogućavanje izvođenja primarnih tehnoloških zahvata.

U strukturi vremenskog normativa neophodno je primijeniti i dodatno vrijeme (t_d) potrebno za kompenzaciju vremenskih gubitaka koji postoje u radnom procesu i neovisni su o radniku.

Dodatno vrijeme (t_d) iskazuje se pomoću tri koeficijenta:

- K_n – koeficijenta zamora
- K_a – koeficijenta djelovanja okoline
- K_d – dopunskog koeficijenta dodatnog vremena.

Zamor se tijekom radne aktivnosti javlja zbog prenošenja tereta, neadekvatnog položaja tijela ili dosade zbog ponavljanja rada. Tijekom radnog procesa radnici doživljavaju zamor, što zahtijeva da se u okviru vremenskih normi uvrsti dodatno vrijeme koje će omogućiti radnicima da uzimaju odmor po svom izboru.

Prilikom obavljanja rada nastaje zamor. Taj se zamor, ovisno o vrsti napora, može podijeliti na fizički (kada se mišići naprežu tijekom fizičkoga rada) i psihički (zbog prevelike usredotočenosti ili jednoličnog i ponavljajućeg rada). U tehnološkom procesu dodaje se i osnovni koeficijent zamora, ovisno o vrsti i težini mase koja se koristi tijekom rada.

Koeficijent utjecaja okoline (K_a) rezultat je temperature, vlažnosti zraka, prisutnosti dima ili pare te zagađenja u zraku. Vrijednosti klimatskih čimbenika ovise o količini topline koju strojevi proizvode, godišnjem dobu i broju osoba koje se nalaze u radnom prostoru. Za tehnički proces, idealna je temperatura u radnom prostoru između 18° i 22° C, dok bi relativna vlažnost trebala biti od 40 do 60 %, a brzina strujanja zraka 0.2 m^{s-1}. Ako se radna okolina nalazi izvan ovih vrijednosti, to može negativno utjecati na produktivnost.

U procesu određivanja koeficijenta utjecaja okoline korištenjem efektivne temperature (t_e), u obzir se uzima kombinirano djelovanje temperature, relativne vlažnosti i protoka zraka. Na osnovu dobivenih podataka, izračunava se koeficijent koji opisuje utjecaj okoline. U stvarnim tehnološkim postupcima može se primijetiti nazočnost prašine, dima, aerosola i pare koji također utječu na uvjete okoline. Dodatni koeficijent vremena (K_d) usko je povezan s vrstom tehnologije i razinom organizacije tehnološkog procesa. Ovaj je čimbenik definiran propisanim razdobljem odmora, vremenom izgubljenim zbog osobnih potreba, kao i organizacijskim gubitkom vremena.

Tijekom radnog vremena, unutar svake smjene, predviđen je obvezni odmor od trideset minuta. Njegova je svrha smanjenje umora, osvježanje te konzumacija jela i pića.

Osim toga, u radnom procesu predviđen je i određeni postotak vremena za individualne potrebe, obično u rasponu od 2 do 8 %, što primarno ovisi o vrsti tehnologije koja se koristi. Iskorištavanje toga vremena uvjetovano je raznim čimbenicima, uključujući uvjete rada, udaljenost sanitarnih prostorija od radnog mjesta, kao i spol zaposlenika. Ovo odobreno vrijeme ključno je za zadovoljavanje fizioloških funkcija i održavanje osobne higijene.

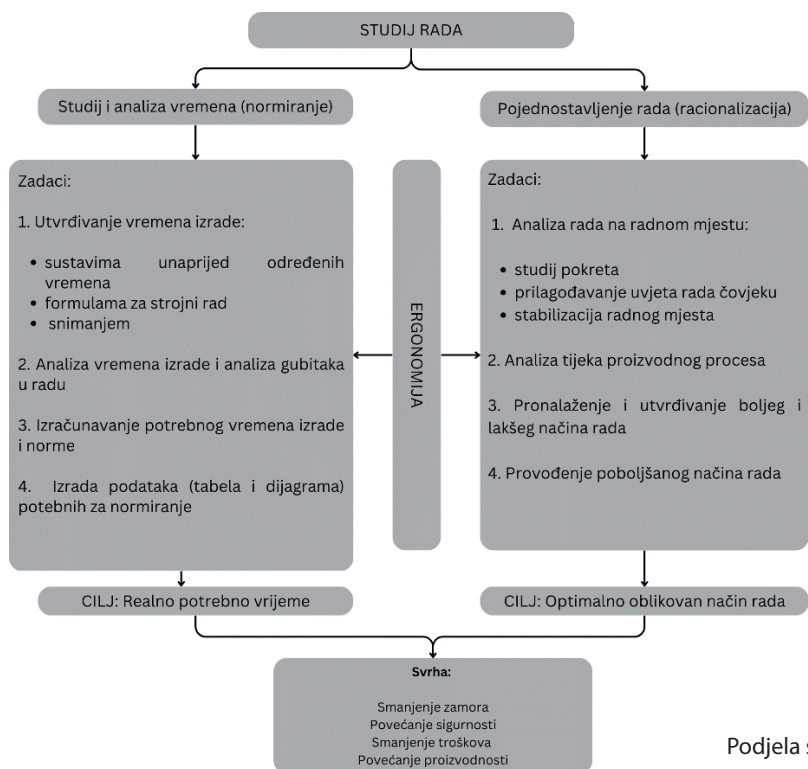
Vremenski gubici koji proizlaze iz organizacije rada izravno ovise o razini ustrojenosti proizvodnog procesa, kao i o kvaliteti rukovodećeg osoblja. Ovi vremenski zastoji obuhvaćaju: službene razgovore, prijenos podataka, održavanje strojeva i alata, uklanjanje neprikladnog materijala, nabavu potrebnog pribora, kvarove na opremi, čekanje na kontrolu

ili transportno sredstvo te nedostatak alata i pomagala. Sami gubici vremena mogu biti planirani, neplanirani ili uzrokovani nedisciplinom. Planirani gubici sastavni su dio tehnološkog procesa, mogu se predvidjeti te se mogu ublažiti odgovarajućim organizacijskim mjerama. Za neplanirane gubitke ključno je identificirati njihov potencijalni uzrok nastanka te osmisлити alternativna i izvediva rješenja. U radnom okruženju, neophodno je da radnik precizno i pravovremeno izvršava svoje radne zadatke, uz pravilno korištenje strojne opreme i pridržavanje utvrđene metode rada. Dodatni koeficijent vremena izravno ukazuje na smanjenje ostvarenja planiranog dnevnog kapaciteta. Taj se koeficijent utvrđuje primjenom matematičko-statističke metode trenutnih zapažanja (MTZ).

Cilj je određivanja vremenskog normativa omogućiti efikasno planiranje i organizaciju proizvodnje, nadgledanje realizacije planova i određivanje osnovice za predkalkulaciju i kalkulaciju troškova.

U okviru procesa planiranja i organizacije proizvodnje, određivanje vremenskog normativa omogućuje identifikaciju kapaciteta proizvodne linije ili procesa, definiranje realnih rokova za završetak proizvoda, procjenu proizvodnih troškova, kao i analizu potrebne opreme i broja radnika na liniji. Praćenjem realizacije rada može se dobiti pregled trenutnog stanja u proizvodnji i kontrola troškova. Kalkulacija troškova omogućuje određivanje cijene proizvoda i analizu ekonomičnosti. [36]

Studij rada smatra se znanstvenom disciplinom i obuhvaća analizu i proučavanje vremena te optimizaciju radnih procesa. Cilj je utvrditi minimalno potrebno radno vrijeme za izvršavanje zadataka primjenom najefikasnijih metoda. Ova disciplina teži smanjenju umora radnika, povećanju razine sigurnosti, smanjenju troškova i unaprjeđenju produktivnosti (slika 3.38.).



Slika 3.38.
Podjela studija rada [9]

Značajan dio studija rada obuhvaća optimizaciju radnih procesa, odnosno definiranje najprikladnijih metoda rada. Na taj se način u sklopu tehnoloških operacija eliminiraju suvišni pokreti, što izravno pridonosi povećanju učinkovitosti radnika, a posljedično povećanju produktivnosti cjelokupne proizvodne linije.

Na pojedinim radnim mjestima u tehnološkom procesu proizvodnje odjeće cilj je, primjenom spoznaja iz područja studija rada, postići sljedeće:

- osposobiti pojedinog radnika za pogodniju metodu rada s obzirom na vrstu tehnološke operacije
- odrediti optimalnu metodu rada
- smanjiti zamor i monotoniju rada odgovarajućim oblikovanjem radnog mjesta
- organizirati ergonomske povoljan rad na samom radnom mjestu
- postići učinkovitije iskorištenje materijala i strojeva
- povećati stupanj korištenja raspoloživog radnog vremena.

U području industrijskog inženjeringa za određivanje vremenskih normativa tehnoloških operacija šivanja koriste se: [37]

- metode izravnog snimanja s instrumentima za mjerenje vremena
- sustavi predeterminiranih vremena, odnosno tzv. sintetička vremena
- metode za određivanje strojno-ručnih vremena.

U proizvodnim procesima u tekstilnoj industriji ključno je naglasiti da su ciklusi provođenja tehnoloških operacija kratki. Tehnološke operacije često se izmjenjuju na različitim radnim mjestima, a broj različitih proizvoda varira prema veličini, obliku i boji. Također, razina uvježbanosti radnika je različita, što znači da izbor metoda ovisi o brzini, dostupnosti, točnosti te ekonomičnosti primijenjenih tehnika.

Metoda izravnog snimanja s instrumentima za mjerenje vremena. Kada se ova metoda koristi za mjerenje vremena trajanja radnih operacija, samo snimanje obavlja se u stvarnom proizvodnom procesu, na postojećim radnim mjestima. Prije samog snimanja, važno je provjeriti jesu li radni uvjeti „stabilizirani” na tom mjestu. To uključuje analizu radi li se ravnomjernim tempom i prema već ustaljenoj (uobičajenoj) metodi [37]. Održavanje stabilnosti radnog mjesta uvelike ovisi o razini obučenosti i vještini radnika, promišljenom uređenju radnog mjesta koje uključuje optimalan raspored alata i pribora, kao i lako dostupne pozicije za manipulaciju materijalom unutar uobičajenog dosega ruku, dosljednom provođenju utvrđenih radnih metoda te cjelokupnim uvjetima radnog mjesta.

Stabilizacija radnog mjesta iskazuje se koeficijentom stabilizacije (K_s) pomoću kojeg se određuje potreban broj snimanja za osnovno snimanje koje će se koristiti za izračunavanje vremenskih normativa. Za te se potrebe izvodi pokusno snimanje od pet ili deset probnih snimaka pri čemu se utvrđuje najmanje (t_{min}), najveće (t_{max}) i srednje izmjereno vrijeme (t_o), te izračunava koeficijent stabilizacije:

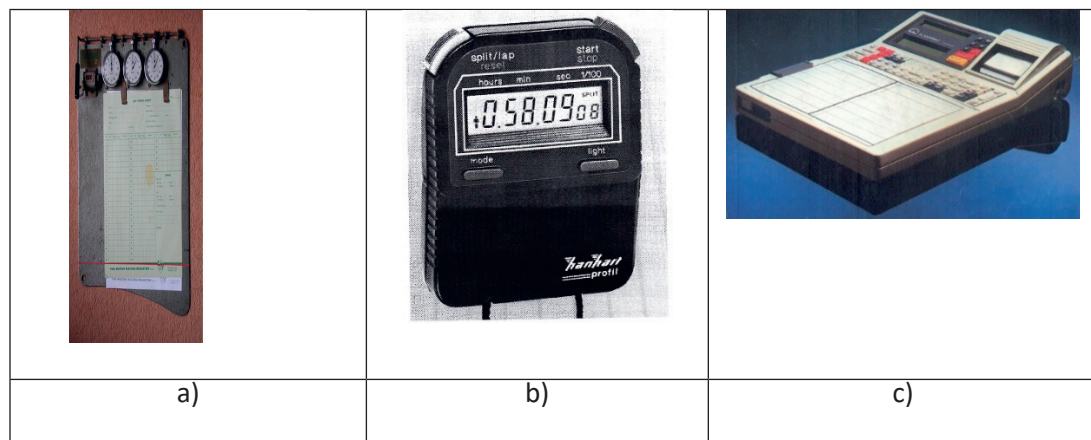
$$K_s = \frac{t_{max} - t_{min}}{t_o} \quad (2)$$

Na temelju utvrđenih vrijednosti koeficijenta stabilizacije utvrđuje se potreban broj osnovnih snimanja uz 95 %-tnu vjerojatnost i 5 %-tnu relativnu pogrešku. U postupku osnovnog snimanja određuje se vrijeme koje je potrebno za izvođenje snimane radne aktivnosti. Usporedno sa snimanjem osnovnih vremena, snimač subjektivnom procjenom i zapažanjem određuje stupanj uvježbanosti radnika tzv. koeficijent procjene zalaganja (K_{pz}) koji se temelji na brzini i koordinaciji pokreta, točnosti izvođenja i ujednačenosti radne metode, a ocjenjuje se u rasponu od 0,7 do 1,3. [37] Koeficijent procjene zalaganja (K_{pz}) služi da se osnovna snimljena vremena korigiraju za vrijeme koje bi bilo potrebno radniku s normalnim radnim karakteristikama.

Ova metoda izravnog snimanja zahtijeva posebno obrazovanje i uvježbanost snimača s relativnom pogreškom snimanja manjom od $\pm 1,5\%$.

U sklopu njemačkog sustava REFA provodi se posebna obuka snimača pomoću etalonskih filmova te se određuje točnost, preciznost i pouzdanost snimača u davanju ispravne procjene zalaganja.

Snimanje vremena izvođenja tehnoloških operacija izvodi se pomoću zapornih satova decimalnog sustava, elektroničkim digitalnim zapornim satovima ili specijaliziranom mjernom opremom. Zaporni satovi koriste dva načina pokazivanja vremena gdje je kod jednog tipa vremenski interval minute podijeljen na 100 dijelova (cmin), a kod drugog je tipa vremenski interval sata podijeljen na 10 000 dijelova (dmh) (slika 3.39a). [35, 37, 38] Elektronički digitalni zaporni satovi (slika 3.39b) sadrže razne mogućnosti prikaza vremena (cmin, dmh, min, s). Metode izravnog snimanja mogu se izvršavati primjenom povratne ili protočne metode.



Slika 3.39. Oprema za izravno snimanje vremena: a) zaporni satovi, b) elektronički zaporni sat, c) instrument za registraciju vremena [37, 39]

U sklopu protočne metode, na početku procesa snimanja, aktivira se mjerni sat (štoperica). Za svaki pojedini element koji se snima, očitava se i upisuje vremenski podatak u evidencijski obrazac, čime se dobivaju takozvana parcijalna (protočna) vremena. Po završetku cijelog postupka snimanja, sat se zaustavlja i očitava se ukupno trajanje procesa. Prednosti protočne metode uključuju: dobivanje ukupnog vremena izravno, izbjegavanje gubitaka vremena, kraće obuke za snimače, korištenje jednog zapornog sata te primjenu

na snimače s manjim brojem ponavljanja. S druge strane, nedostaci ove metode su: nemogućnost praćenja rada radnika, duže vrijeme obrade snimačkog lista, naknadno izračunavanje osnovnog vremena, teškoće u praćenju radnih aktivnosti snimača, potreba za visokim stupnjem koncentracije snimača te nemogućnost snimanja elemenata kraćih od pet sekundi.

Nakon očitanoog vremena pojedinog snimačkog elementa pritiskom na krunu trenutno vrati na početni položaj i bez zaustavljanja nastavi s kruženjem. Ovo omogućava očitavanje osnovnog vremena za svaki pojedini snimani radni element. Prednosti povratne metode su: mogućnost registriranja svih radnih stanja koja nastaju tijekom snimanja, registriranje nepravilnosti u procesu rada i njihov uzrok, dobivanje osnovnog vremena, mogućnost određivanja procjena zalaganja, primjenjivanje u većem broju izvođenja, snimanje kraćih zahvata te određivanje vremena periodičkih i slučajnih zahvata. Nedostaci su dugotrajna obuka operatera i rad s dva zaporna sata. [39,40]

Mjerna oprema (slika 3.39c) omogućuje zapisivanje vremena izvršavanja pojedinih tehnoloških operacija. Ova se oprema može spojiti s osobnim računalom, gdje se pomoću odgovarajućeg softvera provodi obrada podataka i utvrđuju se vremenski normativi za tehnološke operacije. To predstavlja osnovu za definiranje potrebnog vremena za izradu određene serije odjevnih predmeta.

Postupak za utvrđivanje vremenskog normativa odvija se prema određenom redosljedu. Prvo se utvrđuje koeficijent stabilizacije (K_s), a zatim se pronalazi stvaran potreban broj mjerenja. Zapisano osnovno vrijeme izvođenja unosi se u snimački list ili se pohranjuje u računalnu memoriju, ovisno o metodi snimanja. Kao prvi korak, provodi se izračun prosječnog očitanoog vremena izvođenja za različite tehnološke zahvate koji čine dio tehnološke operacije. [41] U drugom je dijelu postupka izračunavanja vremena korekcija srednje očitanoog vremena pomoću procjene zalaganja čime se dobiva normalno vrijeme prema izrazu:

$$t_n = t_o \cdot K_{pz} \quad (3)$$

gdje je: t_n – normalno vrijeme zahvata

t_o – prosječno vrijeme snimanja

K_{pz} – koeficijent procjene zalaganja.

Stvarno vrijeme dobiva se tako da se normalno vrijeme (t_n) korigira koeficijentom zamora i koeficijentom djelovanja okoline prema izrazu:

$$t_s = t_n (1 + K_a \cdot K_n) \quad (4)$$

gdje je: t_s – stvarno vrijeme zahvata

t_n – normalno vrijeme zahvata

K_n – koeficijent zamora

K_a – koeficijent djelovanja okoline.

Zbroj svih stvarnih vremena sadržanih prema tehnološkim zahvatima čini stvarno vrijeme tehnološke operacije (t_s).

U okviru sljedećeg postupka određuje se vrijeme za jedinicu proizvoda prema izrazu:

$$t_1 = t_i (1 + K_d) \quad (5)$$

gdje je: t_1 – vrijeme za jedinicu proizvoda

t_i – vrijeme tehnološke operacije

K_d – dopunski koeficijent dodatnog vremena.

Za veličinu serije (z) vrijeme za nalog izračunava se prema izrazu:

$$T_N = T_{pz} + t_1 z \quad (6)$$

gdje je: T_N – vrijeme za nalog

T_{pz} – pripremno-završno vrijeme

z – veličina serije

t_1 – vrijeme izrade za jedinicu proizvoda.

Ispravnim određivanjem potrebnog vremena za izvođenje tehnološke operacije dobivaju se elementi za određivanje normativa rada radnika, određivanje stupnja opterećenja radnika te pogodnost metode rada.

Sustavi unaprijed određenih normalnih vremena temelje se na principu raščlambe radnog procesa do razine osnovnih pokreta. Sustavi koji se razrađuju na tom principu su: *Motion Time Analysis* (MTA), *Work Factor* (WF), *Methods Time Measurement* (MTM), *Basic Motion Time Study* (BMT), *Dimensional Motion Times* (DMT) i *Master Clerical Dana* (MCD). Ovi se sustavi još u literaturi zovu sustavi prederterminiranih vremena ili sustavi sintetičkih vremena.

Na trajanje svakog osnovnog pokreta utječu različiti čimbenici, poput duljine samog pokreta, mase i oblika predmeta te vrste pokreta. Ti čimbenici određuju potrebno vrijeme izvođenja, pri čemu svakom takvom pokretu pripada određeno standardno, odnosno normalno vrijeme. Vremena za ove osnovne pokrete prikazana su u tablicama, a njihovim se kombiniranjem dolazi do ukupnog vremena potrebnog za izvršenje cjelokupnog zadatka ili tehnološkog postupka. Prikazana vremena u tablicama odnose se na radnika s prosječnom razinom uvježbanosti i predstavljaju normalno vrijeme (t_n) za provedbu određenog zahvata ili operacije. Ovo se normalno vrijeme potom uvećava pomoću čimbenika zamora (K_n), čimbenika utjecaja okoline (K_a) i dodatnog čimbenika za dopunska vremena (K_d), čime se izračunava realno vrijeme potrebno za obavljanje određenog zadatka ili tehnološke operacije.

Sustavi unaprijed određenih vremena koriste se za razradu i opis metoda rada, određivanje vremena izrade i racionalizaciju radnog procesa.

4. TEHNIČKA KONTROLA PROIZVODNJE

Kontrolu kvalitete proizvodnje provodi tehnička kontrolna služba. Ova služba obuhvaća tri glavna zadatka: kontrolu kvalitete gotovih proizvoda, kontrolu predmeta rada i kontrolu sredstava za rad. [7]

Provedba kontrole kvalitete proizvoda ima za cilj utvrditi koliko je dobar njegov dizajn, kako je izrađen i koliko je pouzdan. Sve ove vrste kvalitete zajedno čine konačnu kvalitetu proizvoda. Ona najviše ovisi o kvaliteti i starosti materijala ili dijelova koji se koriste, kao i o kvaliteti i modernosti alata i strojeva za rad. Kvalitetniji materijali i bolji alati utječu na cijenu proizvoda jer povećavaju troškove njegove proizvodnje.

Određivanje konstrukcijske kvalitete proizvoda podrazumijeva uspoređivanje promatranog proizvoda s istovrsnim proizvodima drugih proizvođača. Posebna se pažnja posvećuje odstupanjima od granica tolerancije kvalitete izrade, što je utvrđeno u sklopu tehničke dokumentacije. Kvaliteta proizvodnje određuje se kako bi se ocijenilo koliko je uspješno postignut standard kvalitete proizvoda koji se temelji na konstrukciji. Utvrđivanje pouzdanosti kvalitete zapravo predstavlja procjenu vjerojatnosti uspješnog rada proizvoda bez prekida, uz očuvanje definirane kvalitete unutar tolerancijskih okvira tijekom određenog trajanja korištenja i podspecifičnim uvjetima. Kontrola kvalitete gotovog proizvoda vrši se s ciljem osiguranja svojstava i karakteristika koji će nedvojbeno definirati gotov proizvod, a to uključuje uporabnu vrijednost, tehnološke, funkcionalne i fizičke značajke. [42]

Tehnička kontrola proizvodnje: [1]

- definira metode tehničke kontrole koje će osigurati proizvodnju prema najvišim standardima
- proučava nove metode kontrole da bi se one primijenile u poduzeću kao najpredanije i ekonomičnije
- proučava pojedine operacije i radna mjesta kontrole
- naručuje i održava mjerne alate i uređaje te proučava i predlaže suvremenije i bolje mjerne instrumente
- raspoređuje kontrolore na kontrola mjesta kako bi se osigurala efikasna i brza tehnička kontrola kvalitete u poduzeću i dr.

Kontrola predmeta rada provodi se preventivnim kontrolama, pri čemu se nastoji osigurati usklađenost s definiranim standardima kvalitete i drugim karakteristikama gotovog proizvoda prije nego što se on konačno oblikuje.

Kontrola predmeta rada provodi se na nekoliko načina:

- preventivnom kontrolom pravilne uporabe radne dokumentacije i propisanog obavljanja tehnoloških operacija
- naknadnom kontrolom koja se provodi nakon izrade gotovog proizvoda
- na svakom pojedinom proizvedenom proizvodu ili na uzorcima proizvedenih proizvoda.

Provedba kontrole predmeta rada, uključujući ulazne materijale ili poluproizvode, primarno se vrši zbog mogućih promjena svojstava materijala koji se upotrebljavaju tijekom procesa proizvodnje, što može utjecati na kvalitetu gotovog proizvoda. Pri procjeni kvalitete predmeta rada, važno je uzeti u obzir i količinu sredstava koja se koriste tijekom proizvodnog procesa. Ova se vrsta kontrole zato može razdvojiti na kvantitativnu kontrolu ulaznih predmeta rada, kvantitativnu kontrolu zaliha predmeta rada i kvalitativnu kontrolu predmeta rada. Kvantitativna kontrola ulaznih predmeta rada usmjerena je na utvrđivanje količine materijala koji je nabavljen za proizvodnju, kao i količine kupljenih poluproizvoda. Kvantitativna kontrola promjena zaliha obavlja se zbog stalnih promjena u skladištima materijala i poluproizvoda, a te promjene nastaju najčešće zbog ulaza novih nabavljenih količina predmeta rada u skladište, izmjene u sastavu predmeta rada na skladištu ili izlaza predmeta rada iz skladišta. Kvalitativna kontrola predmeta rada služi određivanju toga u kojoj mjeri nabavljeni materijali odgovaraju tehničkim i tehnološkim uvjetima, a koji su obično određeni ugovorom.

Kontrola kvalitete sredstava za rad provodi se najprije zbog činjenice da će kvaliteta gotovog proizvoda ovisiti o kvaliteti njegove izrade. Kontrola sredstava za rad odnosi se na kontrolu strojeva i dijeli se na kontinuiranu, povremenu i planiranu kontrolu (tijekom koje se određuju tehnička svojstva strojeva prilikom njihove nabave, tehnička svojstva strojeva tijekom eksploatacije i tehnička svojstva strojeva nakon izvršenih popravaka) te na kontrolu alata tijekom koje se određuje početna kvaliteta alata, trenutna kvaliteta alata i promjena kvalitete alata (do koje dolazi zbog njegove uporabe u proizvodnim procesima). [42]

5. UNUTARNJI TRANSPORT

Važno je razlikovati unutarnji transport materijala (ono što se događa unutar poduzeća) od vanjskog transporta. Glavni je cilj unutarnjeg transporta osigurati da proizvodnja teče glatko, što brže, sa što manjim troškovima, uz što veću sigurnost i sa što manje napora za radnike. [1]

Unutarnji transport obuhvaća:

- rukovanje materijalima u skladištima sirovina i materijala
- transport materijala iz skladišta do prvih radnih mjesta u procesu proizvodnje
- transport predmeta rada između odjela i pogona u procesu proizvodnje
- transport poluproizvoda iz proizvodnje u skladište te ponovni transport u proizvodni proces do radnih mjesta
- transport poluproizvoda do mjesta kontrole
- transport gotovih proizvoda do mjesta kontrole i do skladišta gotovih proizvoda
- transport alata i pomoćnih uređaja u skladištima i dr.

S obzirom na današnje dostignuće tehnologije i tehnike nije moguće proizvoditi bez transporta predmeta rada. Kada se razmatra važnost unutarnjeg transporta za ekonomiju, treba uzeti u obzir troškove unutarnjeg transporta. Ovi troškovi obično čine 20 – 30 % ukupnih troškova proizvodnog procesa. Također, način transporta utječe na odluku hoće li poluproizvod ostati pored stroja ili će biti odmah otpremljen dalje. Ako materijal ostaje na radnim mjestima, gubici se udvostručuju. Dolazi do nagomilavanja nedovršene proizvodnje, za što se plaćaju troškovi, a zauzima se i prostor koji bi mogao biti bolje iskorišten. Na taj se način stvaraju ekonomični i organizacijski gubici koji negativno utječu na profit.

Brzina transporta određena je učestalošću pretovara, brzinom procesa utovara i istovara te brzinom održavanja transporta. Cilj bi trebao biti neprekidno snabdijevanje, što znači da bi trebalo smanjiti količinu (pretovara) rukovanja (utovara i istovara) na minimum.

Elementi unutarnjeg transporta su:

- a) transportna sredstva, odnosno proizvodna sredstva, koja imaju zadatak unutar tvorničkog kruga promijeniti mjesto tereta
- b) transportni tereti
- c) transportni putovi koji predstavljaju odgovarajući prostor koji se koristi u unutrašnjem transportu za prijenos tereta odnosno kretanje materijala.

Sredstva za unutarnji transport istovremeno su i sredstva za proizvodnju. Njihova je uloga unutar tvornice stvaranje vertikalnih i horizontalnih pomaka tereta. Cilj im je povećati učinkovitost kroz mehaničko i automatsko obavljanje transporta. Dostupan je širok

spektar različitih unutarnjih transportnih sredstava, što rezultira različitim klasifikacijama.

Prema Žugaju i suradnicima, [1] Maynardova podjela izgleda ovako:

- A – pokretna ili nepokretna oprema (1000 – transporteri, 2000 – dizalice, 3000 – uređaji za slaganje i odlaganje materijala)
- B – pokretna oprema (4000 – industrijska vozila, 5000 – motorna vozila, 6000 – željeznička vozila, 7000 – transportna sredstva za pomorski promet, 8000 – transportna sredstva za zračni promet)
- C – nepokretna oprema (9000 – kontejneri i nosači tereta).

Transportna sredstva mogu se kategorizirati kao mehanizirana ili nemehanizirana, specijalizirana ili univerzalna, uzimajući u obzir stajalište kretanja. Uz to, mogu biti trajno ili povremeno aktivna. Prije nabave transportnog sredstva, potrebno je provesti analizu koja uključuje izbor koji se temelji na teretu, osoblju, putu i prostoru, kao i na proizvodnji, skladištenju i ekonomičnosti. Količina potrebnih transportnih sredstava ovisit će o težini tereta, vremenskim uvjetima transporta i kapacitetu samog sredstva. Unutarnja transportna organizacijska jedinica trebala bi imati evidenciju o transportnim sredstvima koja bi obuhvaćala sve relevantne podatke specifične za to sredstvo.

Kada se raspravlja o teretu u transportu, treba istaknuti da je teret definiran kao sve što se prevozi i prenosi: materijali, gotovi proizvodi, poluproizvodi, ljudi itd. S obzirom na njihove funkcije, tereti se mogu klasificirati u nekoliko kategorija: osnovni materijal, pomoćni materijal, otpad, gotovi proizvodi, alati i uređaji te strojevi. [1]

Tereti se mogu klasificirati na temelju različitih kriterija, što dovodi do različitih kategorija tereta, pa ih tako dijelimo:

- a) prema težini i dimenzijama (laki, teški, mali i veliki tereti)
- b) prema obliku i načinu pripreme za transport (žitki, sipki, komadni, pakirani i nepakirani tereti)
- c) prema konzistenciji i kvaliteti (čvrsti, tekući, plinoviti, hladni, topli i usijani tereti)
- d) prema osjetljivosti (tereti koji se lako mogu razbiti, oni koji su otporni na lom, tereti osjetljivi na temperature, vlagu i udarce).

U svrhu osiguravanja optimalnog transporta i skladištenja, nužno je raspolagati potpunim uvidom u sva relevantna svojstva tereta, stoga je posjedovanje adekvatnih tehnoloških spoznaja neophodno. Preporučuje se da služba unutarnjeg transporta sistematizira sve terete s obzirom na određena svojstva te da taj podatak unese u datoteke tereta. Za svaki bi teret trebalo odrediti: kemijska svojstva, fizikalna svojstva, mehanička svojstva, električna svojstva, termička svojstva i dr.

Transportni put je odgovarajući prostor koji se koristi u unutarnjem transportu za prijenos tereta, odnosno kretanje materijala. Mreža transportnih putova je zbroj svih relacija unutarnjeg transporta.

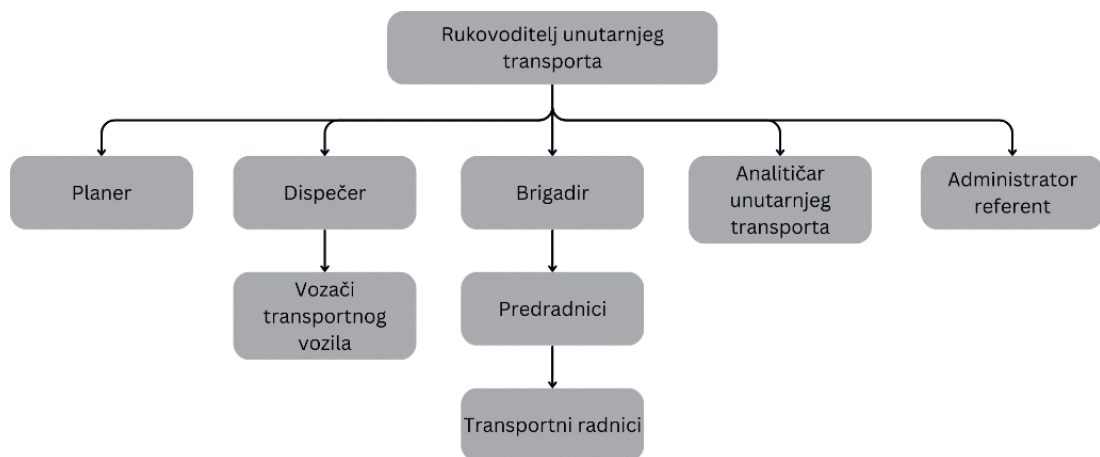
Sa stajališta fizičkih karakteristika, transportni putovi mogu se razlikovati u pogledu konstrukcije, kvalitete, smjera, dužine i širine. Unutarnji transportni putovi ovise o poziciji poduzeća, odnosno raspoređivanju raznih organizacijskih sektora i radnih mjesta. Širina puta treba biti dovoljno velika da omogući neometano kretanje uz maksimalnu sigurnost. Radni prolaz trebao bi omogućiti rad transportnih sredstava tako da im se omogući okretanje. Transportni put treba omogućiti nesmetano premještanje svih količina tereta. Oni moraju biti jasno označeni linijama ili nekim drugim načinom, a oznake su obično u žutoj ili bijeloj boji. Unutar označenih putova ne smije se odlagati teret, vršiti popravci na transportnim sredstvima ili obavljati druge aktivnosti koje bi mogle ometati unutarnji transport. Organizacijska jedinica zadužena za unutarnji transport također bi trebala kreirati kartoteku u kojoj će svaki put i njegove relacije imati svoju karticu.

Sustavi unutarnjeg transporta dijele se na: [1]

- a) sustave obične relacije
- b) sustave radijalnih relacija
- c) sustave prstenastih relacija
- d) sustave cikličkih relacija (složenih kružnih relacija).

Sustav obične relacije predstavlja način održavanja transportne veze između dviju radnih točaka. Teret se transportira isključivo u jednom smjeru. Nakon toga se transportno sredstvo vraća natrag putom kojim je došlo, ali bez tereta, prazno. S druge strane, sustav radijalnih relacija predstavlja složeniju varijantu običnog sustava. Ova se varijanta primjenjuje kada određena radna točka dobiva teret iz više različitih radnih točaka (primjerice skladišta). U ovom se sustavu teret prevozi u više smjerova, a vozilo se vraća natrag bez tereta. Sustav prstenastih relacija, pak, povezuje više radnih mjesta tako da transportno sredstvo opskrbljuje pojedina radna mjesta materijalima u jednom krugu. Složenija verzija sustava prstenastih relacija je sustav cikličkih relacija. Ovaj je sustav primjenjiv kada je veći broj radnih točaka dispergirani na široj površini. Transport se u tom slučaju organizira u pojedine prstenaste relacije, a te su relacije međusobno povezane i prevoze teret izvan svojih specifičnih krugova.

Kada se raspravlja o upravljanju transportnim sredstvima i radnicima koji obavljaju transportne zadatke, odgovornosti se mogu klasificirati u tri tipa: centralizirano, mješovito i decentralizirano. U slučaju centraliziranog modela, središnja jedinica ima ovlasti nad svim transportima unutar poduzeća. Svi se zahtjevi šalju središnjici koja sve obrade uključuje u jedinstveni plan, uzimajući u obzir hitnost, količinu i efikasnost korištenja transportnih resursa. Mješoviti model podrazumijeva da se sredstva raspoređuju središnje, dok je njihovo korištenje decentralizirano. Treba naglasiti, da iako se resursi koriste pojedinačno, održavanje transportnih sredstava ostaje u nadležnosti središnjice. U decentraliziranom pristupu, svaka jedinica organizacije ima svoje vlastite resurse i osoblje. Može se zaključiti da je, kada je protok materijala ravnomjerniji u pogledu količine i vremena, centralizirana organizacija povoljnija, što dovodi do racionalnijeg planiranja. Granica između unutarnjeg transporta i vanjskog transporta te skladištenja obuhvaća aktivnosti poput ambaliranja, paletizacije i kontejnerizacije. [1]



Slika 5.1. Primjer organizacijske strukture unutarnjeg transporta [1]

6. ODRŽAVANJE SREDSTAVA

Održavanje radnih sredstava podrazumijeva očuvanje tehničkih karakteristika određenog sredstva unutar granica tehnološke preciznosti, što osigurava njegovu dugotrajnost. To uključuje održavanje urednosti i čistoće, podmazivanje, redovne inspekcije te popravke kako bi se osigurala stalna funkcionalnost svih radnih sredstava koje poduzeće posjeduje.

U današnjem tehnološkom okruženju, sve je izraženija potreba za neprekidnom proizvodnjom. Slijedom toga, strojevi i oprema moraju biti neprestano ispravni i spremni za uporabu, a u slučaju kvara potrebno ih je brzo i ekonomično popraviti. Održavanje sredstava za rad je održavanje tehničke sposobnosti određenog sredstva u granicama tehnološke točnosti u cilju ostvarenja tehničkog vijeka tog sredstva. [1] Oprema koja se koristi za rad, kao što su zgrade, strojevi, alati i slično, mora se redovito održavati dok se koristi. Ako se to ne radi, oprema će trajati kraće. Samo održavanje, koje obuhvaća čišćenje, podmazivanje, provjere i popravke, je nužno kako bi sva oprema u poduzeću bila stalno spremna za rad. Svrha je održavanje zgrada, strojeva, alata i ostalih objekata u dobrom stanju. Glavni su ciljevi održavanja smanjiti kvarove i zastoje, trošiti što manje novca na popravke (materijal i rad) te osigurati sigurne i dobre uvjete za rad.

Neovisno o različitim vrstama poduzeća u vezi sa specifičnim poslovima i područjem djelovanja, unutar podfunkcije održavanja moguće je identificirati osnovne i sporedne zadatke.

Osnovni zadaci su:

- a) državanje zgrade i terena
- b) održavanje strojeva, uređaja i instalacija
- c) pregledi i podmazivanje strojeva
- d) rekonstrukcija postojećih zgrada i strojeva
- e) izrada raznih čeličnih konstrukcija, raznih instalacija te njihovo postavljanje
- f) postavljanje novih strojeva i uređaja.

Sekundarne obveze obuhvaćaju:

- a) osiguravanje odgovarajućih uvjeta rada
- b) primjenu zakonom predviđenih sigurnosnih mjera
- c) korištenje otpadnih materijala
- d) procjenu potrebe nabave novih strojeva
- e) donošenje odluka o povlačenju strojeva iz proizvodnje zbog servisiranja.

Svi objekti održavanja u poduzeću, bez obzira u kojem obliku, predmet su održavanja. Moguća je podjela na:

- zgrade i postrojenja (izvođenje građevinskih radova, radova na klimatizacijskim i sanitarnim uređajima, građevinskoj limariji, ličilačkih radova, staklovezarskih radova i dr.)
- strojeve i uređaje (obuhvaća mehaničarske radove kao što je održavanje postrojenja i strojeva, električarski radovi i dr.)
- alate (obuhvaća mehaničarske i električarske radove)
- tvorničke krugove i terene (održavanje prometnica, transportnih putova, rampi, signalnih uređaja i dr.)
- specijalne objekte održavanja (obuhvaća otklanjanje kvarova i specijalističko održavanje).

Kvar se definira kao promjena u stanju radnog sredstva ili njegovih komponenti koja onemogućava izvršavanje njegove funkcije.

U radu nastaju kvarovi koji mogu biti:

- početni
- slučajni (nastaju iz nepoznatih razloga)
- vremenski (nastaju zbog trošenja i starosti)
- prouzrokovani (nastaju kao posljedica neispravnog rukovanja).

Organizacija i smještaj funkcije održavanja unutar poduzeća primarno su uvjetovani specifičnostima industrijske grane ili djelatnosti, dimenzijama poduzeća, stupnjem tehnološke opremljenosti (uključujući mehanizaciju, automatizaciju, robotizaciju i informatizaciju) te raspoloživošću adekvatnih stručnjaka za održavanje.

Obično se poslovi održavanja svrstavaju na temelju tri glavna kriterija:

- ovisno o izvoru novca za plaćanje troškova održavanja
- ovisno o tehničkoj funkciji
- ovisno o trenutku u kojem je došlo do kvara.

a) Podjela prema izvoru financiranja obuhvaća troškove tekućeg održavanja koji se financiraju iz sredstava namijenjenih pokrivanju troškova proizvodnje. S druge strane, sredstva za investicijsko održavanje dolaze iz višegodišnjeg otpisivanja.

b) Podjela prema tehnološkoj namjeni obuhvaća preventivne preglede, čišćenje i podmazivanje koje se unaprijed planira s ciljem sprječavanja kvara. Načelo preventivnog pregleda obuhvaća aktivnosti poput promatranja, mjerenja, očitavanja i uspoređivanja, dok se radovi na ovim područjima nastoje ograničiti.

Kontrolni pregledi, u pogledu metodologije pripreme i planiranja, slični su preventivnim pregledima te se provode u cilju:

- procjene radnih sredstava za planiranu proizvodnju
- procjene sigurnosti za okoliš.

Planski popravci mogu se klasificirati kao mali, srednji ili generalni, a provode se s ciljem obnove ili zamjene istrošenih komponenti kako bi radna sredstva mogla funkcionirati do kraja svoga radnog vijeka.

c) Podjela poslova održavanja u vezi s vremenom u kojem se javlja kvar uključuje korektivno održavanje, što podrazumijeva otklanjanje nastalih kvarova. Radove održavanja obavlja služba ili sami radnici.

Na području održavanja sredstava s vremenom su se afirmirala sljedeća načela:

- čekaj i vidi: kada se pojavi kvar
- oportunističko održavanje: kada se pojavi kvar
- preventivno održavanje: obavlja se dok se kvar još nije pojavio
- predviđanje održavanja: određuje da se dio radova održavanja obavi na sredstvi-ma za rad prije pojave kvara
- održavanje po stanju: održavanje na temelju utvrđenog stanja sredstava za rad.

Kriteriji za odabir odgovarajućeg pristupa obuhvaćaju:

- osjetljivost sredstava za rad na prekide u radu
- rizik od ozljeda prouzročenih kvarom
- prirodu i vrste kvarova koji nastaju.

Glavna je svrha održavanja da se sredstva rada održe u dobrom stanju kako bi mogla raditi sigurno, ekonomično i kvalitetno u predviđenom radnom vijeku.

Načini održavanja dijele se na:

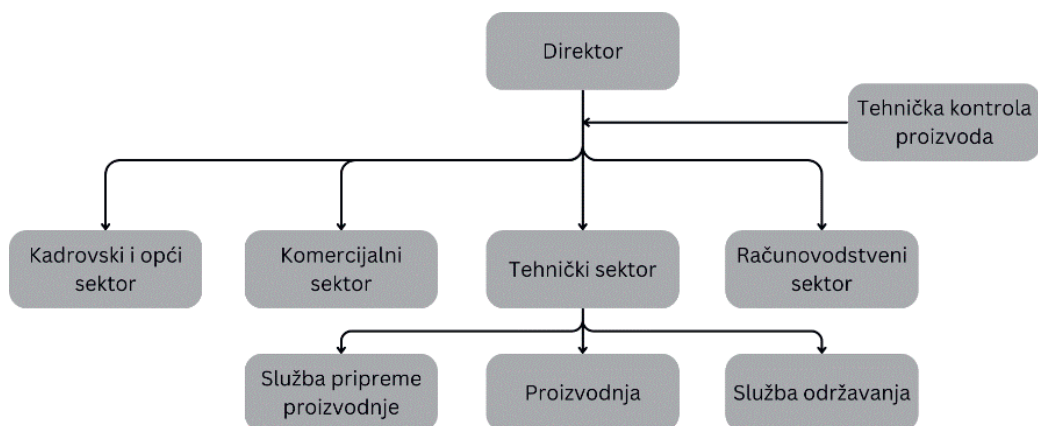
- održavanje po pozivu
- održavanje prema standardnim postupcima
- popravke nakon određenog broja radnih sati
- preventivno i planirano održavanje.

Organizacija održavanja i lociranje održavanja u poduzeću ovisi o industrijskoj grani, veličini poduzeća, mehanizaciji i automatizaciji te raspoloživim stručnjacima.

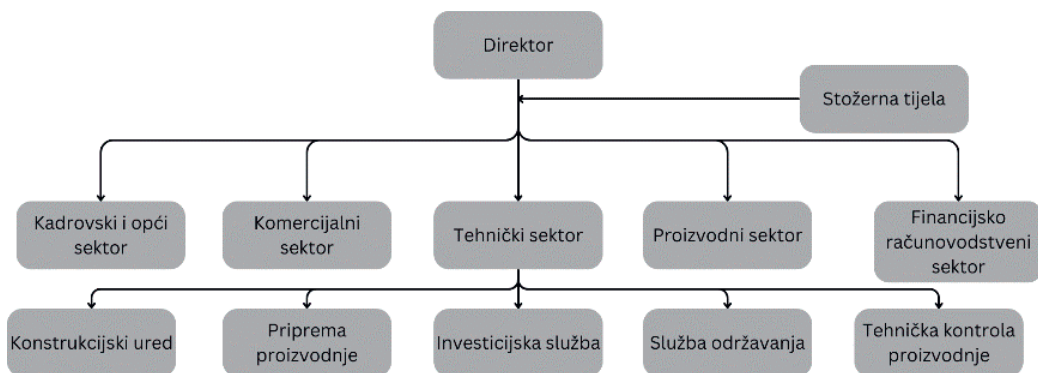
U načelu se govori o centraliziranom, mješovitom i decentraliziranom održavanju. Centralizirano održavanje znači da se sva problematika održavanja vodi i upravlja iz jednog središnjeg mjesta, odnosno iz središnjih radionica održavanja. Mješoviti sustav je takav sustav u kojem se u pogonima s velikim brojem opreme smještaju grupe strojobravar, a

električara i podmazivača, a pogoni s malim brojem opreme pripadaju središnjoj službi održavanja. Decentralizirano održavanje označava da su pojedine grupe radnika, pa čak i eventualno određeni strojevi, dodijeljeni pojedinim proizvodnim odjelima odnosno radionicama. Osoblje za održavanje u ovom sustavu prima naloge od rukovoditelja proizvodnje u čijem se sastavu nalaze. Velika poduzeća zahtijevaju mješovit oblik i decentralizaciju. Mala i srednja poduzeća orijentirana su prema centralizaciji održavanja. [1]

Na slici 6.1. prikazan je primjer organizacije službe održavanja u malom poduzeću, a na slici 6.2. u velikom poduzeću.



Slika 6.1. Primjer organizacije službe održavanja u malom poduzeću [1]



Slika 6.2. Primjer organizacije službe održavanja u velikom poduzeću [1]

7. ZAŠTITA NA RADU

Iz ljudskih, društvenih i poslovnih razloga potrebno je osigurati što bolju i sigurniju zaštitu radnika na radu. Postoje zakoni, propisi i razne edukacije (poput knjiga i seminara), s ciljem da se ljude zaštiti od ozljeda, nesreća, djelomične ili trajne nesposobnosti za rad, pa i najgore situacije – smrti. [43]

Zaštita na radu obuhvaća sve aktivnosti i pravila koja su osmišljena kako bi se radnici zaštitili od različitih opasnosti koje se javljaju tijekom rada, a sve to u cilju stvaranja sigurnog radnog mjesta.

Zaštita na radu praktično je područje koje se bavi usklađivanjem čovjeka i rada u bilo kojoj radnoj aktivnosti zbog zaštite ljudi. Ona je također i služba (ili odjel) u poduzeću čiji je zadatak osigurati sigurne radne uvjete kako bi se spriječile ozljede i bolesti povezane s radom. Važno je pritom da se cijeli radni proces prilagodi radniku i njegovim sposobnostima.

Da bi se dogodila povreda na radu, nužno je postojanje nečega što ju je izazvalo (neki predmet, materijal ili nešto drugo).

Izvori opasnosti mogu biti:

- mehanički
- opasnosti pri kretanju na radu
- opasnosti od električne energije
- kemijske i fizikalne štetnosti
- ostali izvori opasnosti.

Uzroci ozljeda na radu mogu biti:

- osobni čimbenici poput pogreške radnika i potrebne psihofizičke sposobnosti radnika
- čimbenici koji definiraju organizaciju rada, a obuhvaćaju ljudsku aktivnost i prirodu fizičkog rada, zatim vanjske elemente materijalnog radnog okruženja te same materijalne uvjete obavljanja posla
- čimbenici proizvodnih procesa i radnog okoliša koji, između ostalog, uključuju električnu energiju, industrijsku prašinu, toksične supstance, kao i eksplozivne i zapaljive materijale
- sociološki čimbenici koji podrazumijevaju elemente poput života i aktivnosti izvan radnog vremena, lokacije prebivališta, obiteljske veza, međuljudske odnose unutar poduzeća te načine provođenja slobodnog vremena.

Sigurnost i zaštita na radu obuhvaća niz aktivnosti iz tehničkih, zdravstvenih, pravnih, psiholoških, pedagoških i drugih područja. Glavni je cilj pronaći i ukloniti sve što može

ugroziti život i zdravlje zaposlenika, poput opasnosti, štetnih uvjeta ili pretjeranog napora. Zaštita na radu, kao široko područje djelovanja, postavlja pravila i načine kako se radi. Cilj je da se već na početku, kroz osnovna (npr. tehnička) rješenja, opasnosti na poslu uklone u potpunosti ili barem svedu na podnošljivu razinu. Nakon toga, kada se primijene ta početna pravila i procijeni u kojoj je mjeri rizik još uvijek prisutan, preostali se rizik dodatno smanjuje na prihvatljivu mjeru uz pomoć posebnih, organizacijskih pravila i mjera.

Osnovni je cilj zaštite na radu uspostavljanje sigurnog radnog okruženja kako bi se osigurao nesmetani tijek svih poslovnih procesa, a ujedno i spriječilo ugrožavanje zdravlja i života radnika, što obuhvaća povrede na radu, profesionalna oboljenja i druge zdravstvene poteškoće proizašle iz rada.

Temeljni zakon koji regulira pitanje zaštite na radu je Zakon o zaštiti na radu (NN 71/118/154/14) prema kojemu je poslodavac odgovaran za organizaciju i provedbu zaštite na radu u svim dijelovima organizacije i u svim radnim procesima. [44]

U načelu, djelovanje na području zaštite imovine i ljudi moguće je kroz primjenu raznovrsnih oblika zaštite, kao što su:

- opća zaštita
- zaštita od požara
- zaštita zdravlja
- zaštita od nesreća na radu.

Opća zaštita obuhvaća zaštitu poslovnih i drugih tajni kao što je zaštita izuma, patenta, ideje i dr.

Zaštita od požara uključuje aktivnosti koje imaju za cilj sprječavanje izbijanja požara. Požari često rezultiraju značajnim materijalnim gubicima i ponekad uzrokuju ljudske žrtve, a najčešće su uzrokovani ljudskom nepažnjom, neispravnim električnim instalacijama ili uređajima, trenjem na strojevima i sličnim čimbenicima.

Poduzeća koja imaju proizvodnju s visokim rizikom od požara posjeduju normative i specijalizirane smjernice vezane uz protupožarnu zaštitu i postupke gašenja. Postupak sprječavanja i gašenja požara odvija se prema sljedećem redoslijedu:

- primjećivanje požara
- dojava o vatri i početak gašenja
- planirano gašenje
- provjera je li požar u potpunosti ugašen.

Zaštita zdravlja obuhvaća postizanje ugodnih radnih uvjeta te osiguranje povoljnih psihofizičkih stanja.

Zaštita od nesreće na radu podrazumijeva osiguranje tehnoloških procesa koji imaju određeni stupanj mehanizacije, robotizacije i kompjuterizacije.

8. RAČUNALNO INTEGRIRANA PROIZVODNJA

Na samom početku svoje uporabe računala su se isključivo koristila za pohranu informacija, a postupno su počela služiti i za obradu podataka te prikaz rezultata. Ovaj je napredak doveo do stvaranja računala raznovrsnih karakteristika i namjena. Osim toga, razvoj korisničkih sučelja koja povezuju ljude i računala omogućio je korištenje računala različitim krajnjim korisnicima.

Suvremeni proizvodni sustavi ne mogu se zamisliti bez računalnih sustava. Računalo se koristi:

- za prikupljanje, čuvanje, ažuriranje i obradu te dostavu potrebnih informacija
- za analizu struktura pomoću statičke, kinematičke, dinamičke i termičke metode te izvođenje različitih proračuna, simulacija i unaprjeđenja raznih procesa
- za sudjelovanje u procesu dizajniranja i modeliranja te izradu tehničkih i konstrukcijskih dokumenata
- kao pomoć u planiranju tehnoloških procesa
- kod upravljanja određenim alatnim strojevima, robotima i proizvodnom opremom te procesima
- za organiziranje transporta materijala i alata
- za prikupljanje i kontrolu informacija o kvaliteti proizvoda i stanju proizvodnje
- kao pomoć u svim poslovima vezanim uz planiranje i praćenje trenutnog stanja proizvodnih sustava
- za osiguravanje komunikacije i razmjene informacija između različitih dijelova proizvodnog sustava. [3]

U procesima proizvodnje, računala igraju značajnu ulogu, a ponekad čak i potpuno zamjenjuju ljude. Skraćenica koja se koristi za označavanje računalne podrške je CA (računalna pomoć). Korištenjem računala i tehnologije u današnjim industrijskim poslovnim sustavima, mnoge aktivnosti postaju automatizirane, a stvaranjem „otoka automatizacije” ubrzava se provedba određenih zadataka i poboljšava kvaliteta proizvoda što proizvodnju čini isplativijom. Međutim, rješavanje jednog problema može dovesti do novih problema ili novih izazova, a zadaci se mogu nagomilati na povezanim aktivnostima. To otvara pitanje povezivanja različitih dijelova poslovnog sustava i računalnih aplikacija kako bi se osigurao općeniti pozitivan učinak. Razvojem i korištenjem računala i druge opreme, poboljšavaju se pojedinačne aktivnosti kao i cjelokupno poslovanje proizvodnog poduzeća. Za takvu primjenu i integriranje koristi se skraćenica CI (eng. *Computer Integration*).

Proizvodne sustave čije su aktivnosti automatizirane i međusobno povezane primjenom računala tako da je koncepcija računalne integracije ostvarena i unutar proizvodne funkcije, ali i svih ostalih funkcijskih područja s proizvodnjom, nazivamo računalno integrirana proizvodnja, odnosno skraćeno CIM (eng. *Computer Integrated Manufacturing*). Na sadašnjem stupnju razvoja još nije u potpunosti moguće primijeniti CIM koncept. Ipak, postoji neupitna težnja prema razvoju sustava koji bi u potpunosti ispunio potrebu za što kraćim ciklusom razvoja i proizvodnje novih, kvalitetnih i cjenovno prihvatljivih proizvoda, stvorenih isplativom i učinkovitom proizvodnjom. Razvoj CIM sustava pritom ne ovisi samo o napretku računalne i informacijske tehnologije, već i o drugim znanstvenim i tehničkim područjima.

CIM se opisuje kao filozofija i strategija koja poboljšava mogućnosti poduzeća primjenom automatizacije i računalne podrške određenim aktivnostima. Također, uključuje organizaciju inženjerskih, proizvodnih i marketinških funkcija na jedinstven način kroz konceptualno, logičko i fizičko uređenje. U tom smislu, CIM nije samo skup računalnih alata, već predstavlja potpuno integrirane podsustave koji se odlikuju jedinstvenom bazom podataka koja sadrži informacije o svim dijelovima sustava i omogućava njihovu potpunu komunikaciju. Na taj se način osigurava povezanost između planiranja, izvršavanja i kontroliranja aktivnosti.

CIM je operativna poslovna filozofija čiji je cilj veća efikasnost kroz čitav ciklus razvoja proizvoda, proizvodnje i marketinga uz istovremeno poboljšanje kvalitete, produktivnosti i konkurentnosti poduzeća.

Najbolje funkcioniranje cjelokupnog sustava postiže se tako da pojedini dijelovi ne rade nužno savršeno zasebno, već zajedno, što znači da se ponašanje cjelovitog sustava razlikuje od običnog zbora ponašanja njegovih dijelova jer se među njima uspostavljaju nove veze. Na temelju toga, razvijena je filozofija i strategija za poboljšanje sposobnosti poduzeća koja se zasniva na automatizaciji poslova i integraciji upravljanja podacima i informacijama u svim dijelovima poslovanja, posebno u proizvodnim poduzećima. To se uobičajeno naziva CIB (eng. *Computer Integrated Business*), a postoje i nazivi CAI (eng. *Computer Aided Industry*) te CII (eng. *Computer Integrated Industry*). Sama primjena informacijskog sustava pritom bitno mijenja strukturu organizacije, kao i veze, ponašanje i ukupnu funkciju. Zbog toga se takav odnos između informacijskog i organizacijskog dijela zove upravljanje organizacijom, za razliku od prethodnih faza razvoja gdje se organizacija samo pasivno opisivala.

Iako se CIB, što označava računalno integrirano poslovanje, smatra jedinstvenom filozofijom i strategijom za informatizaciju cijelog poduzeća, različiti funkcionalni sektori imaju različite perspektive o njemu. Može se primijetiti da CIM nudi pogled na CIB iz perspektive proizvodnog funkcionalnog područja, dok ostala područja djeluju kao funkcije podrške pa se često ukupno nazivaju CIO (eng. *Computer Integrated Office*), odnosno računalom integrirano uredsko poslovanje, što ukazuje na kompatibilnost između hardverske i softverske podrške, kao i opreme i uređaja unutar cijelih postrojenja, a također naglašava otvorenost strukture sustava.

8.1. Dijelovi CIM sustava

Računala pružaju značajnu podršku inženjerima u brojnim područjima djelovanja zbog primjene raznovrsnih programskih rješenja. Povezanost računalnih sustava unutar različitih inženjerskih disciplina olakšava brzo razumijevanje, razmjenu i dijeljenje relevantnih podataka. U kontekstu strateškog menadžmenta, CIM je usredotočen na informacije. Informacije su bitni resursi i alati koji omogućuju podršku poslovnim procesima. Poslovni procesi čine operativnu komponentu strateškog upravljanja pa je zato CIM usmjeren i na operativnu razinu strateškog upravljanja.

CIM označava primjenu računalne tehnologije koja osigurava da prava informacija bude dostupna u pravo vrijeme na pravom mjestu unutar proizvodnog poduzeća kako bi omogućila postizanje proizvodnih, procesnih i poslovnih ciljeva poduzeća.

U osnovi, računalno integrirana proizvodnja (CIP) koristi računala kako bi povezala sve dijelove poduzeća – od radnika, proizvodnih procesa i upravljanja pa sve do protoka podataka i sirovina. Svrha je da se sve to poboljša i učini što učinkovitijim. Konačni je rezultat ovakvog načina rada bolja usluga, kvalitetniji proizvodi, brža isporuka na tržište i manji ukupni troškovi proizvodnje. To omogućuje poduzeću da bude bolje od konkurencije i zauzme vodeće mjesto na tržištu.

Primjenom ideje CIM-a do danas je razvijeno mnogo različitih sustava. Ti su sustavi, zbog uporabe računala, komunikacija i softvera, zapravo informacijski sustavi. Njihova je struktura uglavnom otvorena, što omogućava korištenje opreme različitih proizvođača te korisnicima da sami nadograđuju sustave. Glavni dijelovi, tj. podsustavi CIM-a (računalno integrirane proizvodnje), namijenjeni rješavanju specifičnih problemskih područja,

- CAD (eng. *Computer Aided Design*) – predstavlja proces koji se oslanja na računalnu podršku i automatizaciju za razvoj proizvoda te pripremu konstrukcija za proizvodnju. Ovaj pristup uključuje koncipiranje, konstruiranje, proračunavanje i optimizaciju, razvoj raznih varijanti, definiranje strukture proizvoda i njegovih dijelova, kao i izradu dokumentacije te standardizaciju. Proizvodi CAD podsustava su elektronički dokumenti, 3D modeli proizvoda koji služe kao baza za računalne simulacije i brzu izradu protutipova te nacrti koji se dalje ispituju i koriste prilikom strojne obrade i u proizvodnim operacijama.

- CAP (eng. *Computer Aided Planning*) – koristi računala kako bi olakšao i automatizirao cijeli proces pripreme za proizvodnju, a uključuje projektiranje tehnoloških procesa, programiranje NC strojeva i uređaja te dijelove studija rada. Poznat je i kao računalno podržano tehnološko projektiranje.

- CAM (eng. *Computer Aided Manufacturing*) – koristi računalnu podršku i automatizaciju za izravno upravljanje strojevima, uređajima i postrojenjima. Ovaj sustav obuhvaća i fleksibilan transport, skladištenje, upravljanje te fleksibilnu proizvodnju (preradu), kao i prikupljanje podataka iz pogona. CAM se odnosi i na primjenu računala u svim operacijama unutar tvornice uključujući planiranje, menadžment, transport i skladištenje. Svrha je sustava omogućiti brzu izradu i proizvodnju izradaka i alata s preciznim dimenzijama i većom konzistentnošću materijala uz istovremeno smanjenu potrošnju energije.

- CAPP (eng. *Computer Aided Process Planning*) i CAQ (eng. *Computer Aided Quality Assurance*) – odnose se na procese održavanja kvalitete proizvoda i proizvodnje, a njihov se veći dio može kontrolirati. Ovi sustavi planiranja i upravljanja proizvodnjom uz pomoć računala osmišljeni su tako da pružaju podršku i automatizaciju u upravljanju proizvodnim procesima. Glavne aktivnosti ovih sustava uključuju planiranje proizvodnog programa i potrebnih resursa, upravljanje kapacitetima i radnim predmetima te vođenje izvršnih proizvodnih aktivnosti.
- CAO (eng. *Computer – Aided Office Operations*) – uključuje pomoć tehnologije za zadatke koje obično obavljaju zaposlenici u uredima (administrativne zadatke, komunikaciju unutar i izvan povezanih područja, obračun, revizije i kontrole povezane s proizvodnjom), a koji su automatizirani i podržani računalima. [3]

8.2. Osnovne faze primjene računala za vođenje proizvodnje

Bez uporabe informatičke tehnologije nije moguće funkcionirati unutar složenih proizvodnih sustava. Računala, koja predstavljaju osnovu nove tehnološke revolucije, izuzetno su napredni sistemski alati koji omogućuju rad proizvodnje kao jedinstvenog sustava. Razvoj korištenja računala u upravljanju proizvodnim procesima prošao je kroz nekoliko ključnih faza:

1. Korištenje u sklopu proizvodnih sustava s ciljem njihova učinkovitog vođenja i nadzora

Ova faza obuhvaća npr. NC strojeve, robote, uređaje za posluživanje, manipulaciju i transport.

2. Povezivanje pojedinih strojeva u sustave čine obradni moduli, jedinice, FP sistemi te različiti uređaji (uređaji za pranje, kontrolu, sušenje, toplinsku obradu i slično), a sve to uz DNC upravljanje. U tom se kontekstu pojavljuju ideje za rješavanje šireg spektra proizvodnih izazova:

- **CAD (eng. *Computer Aided Design*)** se odnosi na računalno podržano projektiranje koje uključuje izradu, planiranje i organiziranje konstrukcija i sličnih stvari uz pomoć računala.
- **CAM (eng. *Computer – Aided Manufacturing*)** se odnosi na pomoćne proizvodne procese poput manipulacije, skladištenja i transporta uz podršku računala, kao i na integrirane tehnološke skupine proizvodne opreme koje se nazivaju **FMS (eng. *Flexible Manufacturing Systems*)**, odnosno **FPS** (fleksibilni proizvodni sustavi na hrvatskom) te fleksibilne proizvodne stanice koje funkcioniraju kao cjelovite organizacijske i proizvodne cjeline.
- **CAP, CAQ i CAD/CAM u interakciji** funkcioniraju unutar proizvodnih sustava s ciljem rješavanja različitih izazova u proizvodnji.

3. CIM (eng. *Computer Integrated Manufacturing*) predstavlja suvremeni pristup koji je i dalje u fazi razvoja. On je ključan dio oblikovanja tvornica budućnosti koje će uvelike počivati na CIM podsustavima. Premda je težnja u razvoju usmjerena prema

potpunoj implementaciji, cjeloviti CIM koncept još uvijek nije u potpunosti primijenjen ni na jednoj lokaciji, stoga on predstavlja idealni ciljni koncept. Kroz takav se koncept omogućuje integralna obrada informacija s ciljem učinkovitog upravljanja proizvodnjom i rješavanja raznovrsnih zadataka unutar tehničkih, organizacijskih i ekonomskih funkcija suvremenog industrijskog poduzeća.

Sljedećim prikazom strukture CIM-a kao osnove funkcioniranja podrazumijeva se:

- uporaba računala kao temeljnog elementa automatizacije
- integracija zasnovana na zajedničkim bazama podataka
- primjena FPS-a u proizvodnji. [3]

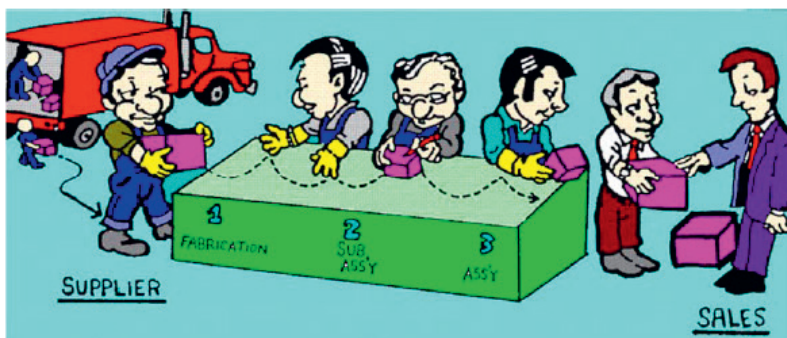
9. METODE SUVREMENE ORGANIZACIJE

Zbog povećane konkurencije i opstanka na tržištu proizvođači proizvoda moraju imati sustav proizvodnje kojim mogu reagirati na zahtjeve potrošača što je prije moguće.

9.1. JIT (eng. *Just in time*)

Kupcima je najvažnija kvaliteta proizvoda, a ona se postiže tako da se kvalitetno radi od samog početka proizvodnje. Ta se kvaliteta temelji na sustavu „točno na vrijeme” (JIT) jer on daje upute kako bi se trebalo raditi da bi se izbjegle greške i problemi. JIT je ključan za

bolju provjeru sirovina i kontrolu tijekom cijelog procesa proizvodnje, kao i za poticanje radnika da ulože više truda tijekom rada kako bi se spriječile greške i nepotrebni popravci. [45]



Slika 9.1. Metoda „točno na vrijeme” (JIT) [4]

JIT sustav predstavlja dobru organizaciju gdje svaki radnik točno i jasno zna što bi trebao raditi. Ekonomskim pojmom JIT obuhvaća se strategija kojom se minimiziraju troškovi proizvodnje, pri čemu se izračuni koriste za postizanje manjih zaliha sirovina i gotovih proizvoda. To podrazumijeva fleksibilnu proizvodnju za nepoznatog potrošača bez skladištenja, skraćivanje vremena izrade proizvoda, sinkroniziranje tehnološkog procesa rada i uravnoteženost kapaciteta.

Da bi JIT metoda postala uspješna, moraju se ispuniti zahtjevi kao što su: kvaliteta, minimalne zalihe, pouzdan kooperacijski odnos s dobavljačima, dobavljači u blizini poduzeća s pouzdanim transportom, veličina proizvodnje u korelaciji s potražnjom, timski rad i zadovoljstvo kupaca.

Osnovne karakteristike koncepcije JIT u proizvodnji su:

- proizvodnja usmjerena na tržište – zahtjevi kupaca određuju sustav proizvodnje
- proizvodnja bez skladišta – izravna povezanost između proizvođača i kupaca

- planiranje prijenosa podataka u proizvodnim pogonima i uporaba metoda planiranja
- proizvodnja bez greške
- racionalizacija internog transporta materijala
- smanjenje proizvodnog ciklusa
- motivacija radnika.

Prednosti JIT metode su:

- smanjenje troškova zaliha
- veći godišnji promet zaliha
- brže vrijeme dostave
- povećanje kvalitete proizvoda
- izbjegavanje velikih skladišta i prostora za skladištenje
- smanjenje otpada
- smanjenje rizika od zastare proizvoda na minimum. [4]

Vrlo je važno uključiti sve zaposlenike i poticati timski rad, osposobiti radnike da znaju raditi na više različitih strojeva te ih ohrabriti na preuzimanje osobne odgovornosti i osjećaja da je posao njihov. Zbog toga se od zaposlenika traži da se aktivno uključe i prihvate odgovornost, a to podrazumijeva disciplinu, prilagodljivost, pravednost, mogućnost razvoja, kvalitetne uvjete rada, kreativnost i potpuno zalaganje radnika.

9.2. PPORF (Praktični program revolucije u tvornicama) ili 20 ključeva

PPORF uključuje 20 praktičnih i integriranih metoda za poboljšanje konkurentnosti s poboljšanjem proizvoda, njihovom brзом isporukom i nižim cijenama.

Tim se programom:

- postižu strateški poslovni ciljevi
- povećava brzina učenja i inovacija
- povećava produktivnost i fleksibilnost za bolje prihvaćanje zahtjeva tržišta
- eliminiraju sve vrste otpada
- motiviraju djelatnici
- poboljšava konkurentnost, profitabilnost i dugoročni uspjeh.

Sustav se sastoji od sljedećih 20 ključeva:

- ključ 1 – čišćenje i organiziranje – oblikovanje ugodnog i funkcionalnog radnog mjesta
- ključ 2 – racionalizacija sustava – omogućava prirodni tijek organizacije proizvodnje različitih proizvoda i razvoj tehnološke dokumentacije za svaki proizvod
- ključ 3 – aktivnosti malih grupa – primjena iskustava i ideja svih djelatnika u podršci pozitivnim ponašanjem ili male grupe zaposlenika koje raspravljaju o problemima i kvaliteti proizvoda
- ključ 4 – smanjivanje rada u tijeku radi smanjenja količine gotovih proizvoda na zalihi
- ključ 5 – brze promjene u tehnologiji koje povećavaju fleksibilnost i mogućnost ispunjavanja potreba kupaca te smanjuju otpad tako što skraćuju vrijeme potrebno za promjene na radnom mjestu
- ključ 6 – Kaizen poslovanje – stvarna poboljšanja kod troškova i produktivnosti postižu se i održavaju analizom postupaka koji dodaju vrijednost, smanjuju nepotrebne pokrete, kombinacije i jednostavne postupke
- ključ 7 – nula grešaka u proizvodnji
- ključ 8 – povezana proizvodnja – pojednostavljenje procesa i proizvodnih linija, smanjenje i eliminacija skladištenja i viškova zaliha
- ključ 9 – održavanje strojeva i opreme
- ključ 10 – kontrola vremena proizvodnje i predanosti – stvaranje pozitivne radne atmosfere i dobar redoslijed operacija
- ključ 11 – osiguranje kvalitete strojeva
- ključ 12 – razvijanje partnerstva između dobavljača i kupaca
- ključ 13 – eliminacija otpada
- ključ 14 – motivacija radnika na poboljšanje i timski rad
- ključ 15 – obuka svih zaposlenika uporabom novih tehnologija
- ključ 16 – raspored proizvodnje – definiran tijek proizvodnje
- ključ 17 – kontrola učinkovitosti
- ključ 18 – uporaba računalnih tehnologija
- ključ 19 – štednja energije i resursa
- ključ 20 – primjena tehnologija za strateško opredjeljenje.

Primjenom metode 20 ključeva omogućuje se smanjenje troškova nabave i skladištenja materijala, lakša prilagodba novim proizvodima koje zahtjeva tržište te smanjenje odsutnosti radnika. Postiže se kontinuirani tijek materijala te se ispunjavaju predviđeni rokovi završetka proizvodnje. [45]

9.3. Upravljanje proizvodnjom (eng. *Total Quality Management – TQM*)

Sveobuhvatno upravljanje kvalitetom afirmiralo se kao najvažnije oruđe za stjecanje tržišne prednosti i pristup koji jamči postizanje nadprosječnih rezultata. Takvo se upravljanje ostvaruje angažmanom pojedinaca i skupina koji prihvaćaju i primjenjuju načela poput adekvatnog osnaživanja djelatnika unutar poduzeća, izgradnje prepoznatljive korporativne kulture i internog sustava poticanja, a sve to uz pomoć procesa koji se neprekidno moraju poboljšavati i sustavnim shvaćanjem poslovanja, njegovim razvojem i trajnim unaprjeđenjem. Potpuno upravljanje kvalitetom zasniva se na tri osnovna principa:

- usmjerenosti na kupce i ostale zainteresirane strane
- aktivnom uključivanju i suradnji svih djelatnika unutar poduzeća
- usmjerenosti na procese, s naglaskom na stalno unaprjeđivanje i stjecanje novih znanja.

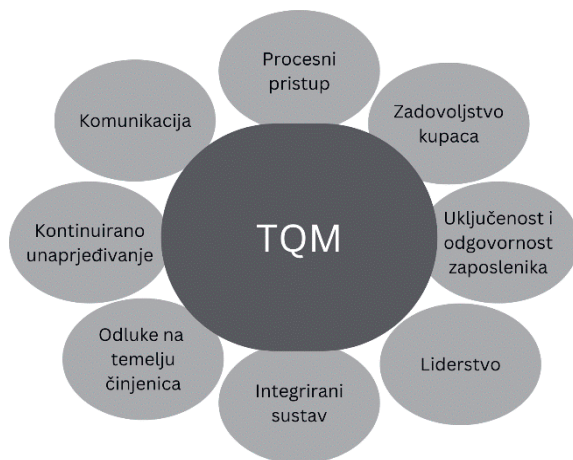
TQM je zapravo širok i fleksibilan način upravljanja kvalitetom. On pokriva sve dijelove poslovanja i naglašava da je svatko u poduzeću odgovoran, posebno za bolju učinkovitost, što je ključno na današnjem tržištu. [46]

Za svako je današnje poduzeće izuzetno važno poslovati po načelima TQM-a. To osigurava da posao ide nesmetano i efikasno, da su kupci zadovoljni te da se stalnim poboljšanjima povećavaju učinak i kvaliteta. Sve to pomaže poduzeću da bude konkurentno na tržištu, s posebnim naglaskom na to da su zaposlenici najvažniji dio cijelog uspjeha.

TQM se temelji na osam osnovnih načela upravljanja kvalitetom (slika 9.2.), a to su:

- Zadovoljstvo korisnika – predstavlja osnovno načelo usmjerenosti na njihove potrebe, čiji su ciljevi unaprjeđenje odnosa s kupcima, očuvanje postojećih klijenata te privlačenje što većeg broja novih kupaca na osnovi dubljeg razumijevanja njihovih trenutnih i budućih zahtjeva.
- Angažman i odgovornost radnika – TQM traži angažman svih organizacijskih jedinica i zaposlenika kako bi se postigli ciljevi, poput osposobljavanja zaposlenika te razvijanja osjećaja odgovornosti za kvalitetu, sigurnost, produktivnost i isporuku.
- Liderstvo – predstavlja sposobnost rukovoditelja da stvori stanje unutar poduzeća koje potiče neprekidno unaprjeđenje rezultata i doprinosi ostvarenju ciljeva organizacije, uz aktivno sudjelovanje svih zaposlenika.
- Integrirani sustav – predstavlja organiziran način vođenja poslovnih aktivnosti unutar organizacije koji se usmjerava na međusobnu suradnju svih njezinih dijelova radi poboljšanja ukupne učinkovitosti poslovanja.
- Odlučivanje na osnovu podataka – načelo koje zahtijeva od menadžera da primjenjuju stil upravljanja koji se oslanja na donesene odluke na temelju pouzdanih informacija, činjenica i podataka.
- Kontinuirano unaprjeđivanje – načelo koje predstavlja temeljni princip koji nalaže da neprestano optimizacija operativnih procesa, razina kakvoće proizvoda i usluga moraju biti integralni dio svakodnevnog djelovanja, a predstavlja i poslovnu strategiju poduzeća.

- Komunikacija – predstavlja uspostavljanje kvalitetne veze i poštovanja u odnosu s dobavljačima, kao i suradnju i komunikaciju s kupcima.
- Procesni pristup – primjenjuje organizacije koje se često oslanjaju na TQM u svom poslovanju. U tom su pristupu tradicionalne organizacijske jedinice transformirane u procesne grupe, radni zadaci su prilagodljivi, menadžeri preuzimaju ulogu mentora i potiče se timski rad zaposlenika. [47]



Slika 9.2. Osnovna načela upravljanja kvalitetom

Organizacije koje primjenjuju načela *Total Quality Managementa* (TQM) razlikuju se od onih koje se oslanjaju na tradicionalne metode upravljanja koje slijede model planiranja, organiziranja i kontrole. TQM pristup zahtijeva kontinuirano unaprjeđenje kvalitete i angažman svih radnika u procesu u cilju postizanja poslovne izvrsnosti te maksimiziranja kvalitete proizvoda i usluga. Ovakav pristup potiče dugoročni rast i razvoj organizacije na međunarodnom tržištu. Uvođenje TQM-a zavisi o veličini same organizacije, a upravljanje ima ključnu ulogu u ovom procesu. Njihov zadatak uključuje postavljanje ciljeva, uspostavljanje zahtjeva za trajno poboljšanje te unaprjeđenje kvalitete i poslovnih praksi. Također, potrebno je osigurati punu podršku razvoja TQM-a unutar organizacije.

Tablica 9.1. Karakteristike organizacija temeljenih na TQM-u i tradicionalnim organizacijama [47]

TQM organizacija	Tradicionalna organizacija
vođenje interesom potrošača	vođenje organizacijom
potpuna usluga potrošačima	usluga potrošačima manja je od 100 %
dugoročna posvećenost	kratkoročna profitabilnost
kontinuirana unaprjeđenja	visoki troškovi proizvodnje i škarta
uklanjanje škarta	povećana količina otpada i obrade
visoka kvaliteta i niski troškovi	niska kvaliteta i visoki troškovi
kvaliteta na izvoru (praćenje kvalitete)	završna provjera kvalitete
vođenje ljudi i mjerenje varijacija	rangiranje ljudi i mjerenje rezultata
međufunkcijski timovi	odvojeni odjeli
visoka participacija zaposlenih	hijerarhija odozdo prema dolje
komunikacija na više razina	formalni komunikacijski putovi odvijaju se od vrha prema dolje

TQM se koristi kako bi se poboljšale učinkovitost, fleksibilnost i konkurentnost. Zahtijeva se da se pozitivno ponašanje organizira i podredi kvaliteti u svim svojim segmentima, u svakoj aktivnosti i proizvodnoj jedinici tako da svaki zaposlenik razumije njegovu važnost i opredijeljenost.

Postoje četiri ključne komponente koje svaka struktura dijeljenja proizvoda mora ne-
prestano ispitivati i mjeriti kako bi se postigla odgovarajuća razina produktivnosti. Potreb-
no je da:

- proizvod ispunjava zahtjeve uprave, zaposlenika, kupaca i potrošača
- proces osigurava kvalitetu proizvoda
- upravljački tim osigurava ustroj TQM-a
- organizacija bude uspješna i da se temelji na timskom radu kojim se postiže fleksi-
bilnost, predanost i motivacija. [6]

Tablica 9.2. Glavne značajke upravljanja poduzećem prema modelu TQM [6]

TQM dimenzija	Značenje za poduzeće
Cilj	Uspostavljanje kontinuiranog unaprjeđenja kvalitete kao dominantnog prioriteta i temelja za dugoročni razvoj poduzeća. Povećanjem kvalitete dolazi do rezanja troškova i olakšavanja ostvarivanja drugih organizacijskih ciljeva.
Definicija kvalitete	Kvaliteta znači da je kupac zadovoljan i oduševljen.
Uloga okruženja	TQM omogućuje da se granice između poduzeća i vanjskog okruženja izgube. Zbog toga se kupci i dobavljači uključuju u organizacijske procese poduzeća.
Uloga menadžmenta	Osnovni je posao uprave upostaviti jasan i trajan cilj poduzeća. Svi naponi, od poboljšanja kvalitete do zadovoljavanja kupaca, idu prema tom cilju.
Uloga zaposlenika	Zaposlenicima je dozvoljeno da preuzmu odgovornost i sami odlučuju unutar smjernica koje je postavila uprava. Dodatna obuka i učenje daju im vještine da bi mogli raditi više i proširiti svoj djelokrug rada.
Strukturna racionalnost	Poduzeće se organizira oko svoje glavne djelatnosti, a uz to postoje i brojni drugi procesi koji se protežu od dobavljača do kupaca. Oko tih se procesa i načina na koji funkcioniraju okupljaju timovi čiji je cilj da ih učine što boljim i učinkovitijim.
Filozofija prema promjeni	Promjena znači stalno poboljšanje i učenje na svim razinama. Idealno je kada svi u poduzeću nastoje promijeniti trenutno stanje stvari.

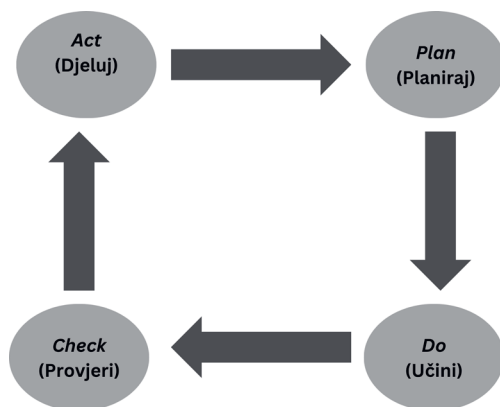
TQM je nužan u proizvodnim procesima jer:

- uzima ljude kao najvrjedniju imovinu
- osigurava zadovoljstvo potrošača
- osigurava kvalitetu za konkurentnost
- povećava učinkovitost kontinuiranim unaprjeđivanjem.

9.3.1. Suvremene metode potpunog upravljanja kvalitetom

a) Demingov ili PDCA krug (eng. *Plan – Do – Check – Act* krug)

Jedan od najčešćih načina za stalno poboljšanje je PDCA krug koji ima četiri koraka. Zasniva se na principu: Planiraj – učini – provjeri – djeluj (*Plan – Do – Check – Act*). Poznat je i kao Shewhartov ciklus ili Demingov krug, jer ga je Deming u potpunosti razradio i uveo u praksu.



Slika 9.3. PDCA krug [6]

U skladu s metodologijom PDCA kruga, proces kontinuiranog unaprjeđivanja postiže se pomoću sljedećih principa:

1. Planiraj – proučavanje trenutnog postupka, identifikacija problema, strategija poboljšanja te postavljanje kriterija za ocjenjivanje strategije.
2. Učini – realizacija plana prema precizno određenom postupku, bilježenje promjena i skupljanje informacija za ocjenjivanje.
3. Provjeri – ocjena prikupljenih informacija unutar određenog postupka te usporedba postignutih rezultata s predviđenim planom.
4. Djeluj – uvođenje nove metodologije ako se postignu željeni rezultati. O provedenoj promjeni obavještavaju se svi relevantni sudionici procesa, te se, prema potrebi, organizira dopunska edukacija. Razmatra se potencijalna primjena provedenih izmjena na preostale procese unutar organizacije. Ako ostvareni ishodi ne zadovoljavaju postavljene kriterije, nužno je provesti reviziju i prilagodbu plana, ili, u krajnjem slučaju, obustaviti inicijativu ako drugačija rješenja nisu izvediva.

Krug PDCA za stalno poboljšanje ostvaruje najvišu učinkovitost kada se pokreću nove inicijative za unaprjeđenje, prilikom stvaranja inovativnih rješenja ili prilikom optimizacije aktualnih procesa, proizvoda i usluga, a također i prilikom uvođenja standardiziranih radnih postupaka. [48]

b) FMEA metoda (eng. *Failure Mode and Effect Analysis*)

FMEA metoda ili analiza utjecaja i posljedica pogrešaka sekvencionalni je pristup za identifikaciju svih mogućih pogrešaka u dizajnu, procesu proizvodnje ili sastavljanja te u gotovom proizvodu ili usluzi.

FMEA je metoda koja pomaže korisnicima da postanu zadovoljniji. To se postiže tako što se pronađu i uklone ili barem smanje mogući uzroci problema. [49]

c) Implementacija funkcije kvalitete – *Quality Function Deployment* (QFD metoda)

QFD metoda može se opisati kao sustavan postupak za razvoj i oblikovanje novih proizvoda i usluga ili unaprjeđenje postojećih. Ona podrazumijeva dubinsko razumijevanje zahtjeva i očekivanja klijenata te njihovo prevođenje u konkretne karakteristike proizvoda i usluga. [48]

9.3.2. Tehnike potpunog upravljanja kvalitetom

a) Krugovi kvalitete predstavljaju tehniku timskog rada koja se oslanja na principe Demingove teorije i Kaizen modela. [50]

Korisni učinci krugova kvalitete su: [51]

- utjecaj krugova kvalitete na osobine zaposlenika
- utjecaj krugova kvalitete na međusobne odnose zaposlenika
- utjecaj krugova kvalitete na zaposlenike i njihov stav prema poduzeću.

b) *Brainstorming* je metoda koja pomaže u stvaranju velikog broja ideja u kratkom vremenu, a koristi se za unaprjeđenje timskog rada. Ova je tehnika, poznata i kao oluja mozгова, način upravljanja kvalitetom koji se usmjerava na razvijanje novih ideja kroz grupnu suradnju koja uključuje razne poglede i rješenja problema. Usvaja se za analizu budućih promjena na tržištu, oslanjajući se na aktivnu raspravu unutar tima i stvaranje više ideja koje se mogu međusobno suprotstavljati i dopunjavati.

c) *Benchmarking* je kontinuirani proces identifikacije, razumijevanja i prilagođavanja proizvoda, usluga, opreme i postupaka poduzeća s najboljom opremom, a s ciljem poboljšanja vlastitoga poslovanja. *Benchmarking* je metoda u kojoj poduzeća stalno uspoređuju i poboljšavaju svoj način rada. To rade tako da gledaju kako posluju ona najbolja poduzeća ili glavni sudionici na tržištu. Cilj je prikupiti podatke i ideje koji će im pomoći da postignu bolje rezultate, poboljšaju poslovanje i budu jednako dobri ili bolji od svojih konkurenata.

d) *Outsourcing* je počeo s namjerom da se pronađu dobavljači ili proizvođači koji mogu pružiti istu kvalitetu, ali po nižoj cijeni. Jednostavnije rečeno, eksternaliziranje (eng. *outsourcing*) je kada poduzeće prebacuje određene poslove, koje ne smatra svojim glavnim poslom niti im donose posebnu prednost na tržištu, drugim poduzećima koja su stručnjaci baš za te zadatke. Dok je na početku *outsourcing* bio samo alat za nadzor i smanjenje troškova, danas on pomaže organizacijama da budu produktivnije i stvaraju veću vrijednost. To postižu tako što se usredotočuju na svoj ključni posao i prestanu rade na poboljšanju kvalitete svojih proizvoda i usluga.

e) Simultani inženjering je proces razvoja proizvoda koji obuhvaća integraciju svih relevantnih podataka i kontinuirano vrednovanje od ranih faza projektiranja. Cilj je

osigurati ispunjenje potreba kako unutarnjih tako i vanjskih kupaca. [52] Simultani inženjering predstavlja metodologiju koja se zasniva na istodobnom provođenju razvoja proizvoda te planiranja i projektiranja proizvodnog procesa. Primarni je cilj minimiziranje utroška materijalnih resursa i radnog angažmana ljudskih potencijala i strojnog parka, čime se postiže maksimalno skraćanje ukupnog vremenskog ciklusa stvaranja proizvoda (eng. *lead time*) – od njegove koncepcije do plasmana na tržište.

9.4. Alati potpunog upravljanja kvalitetom

Alati potpunog upravljanja kvalitetom su:

- a) Pareto dijagram – vrsta stupčastog grafičkog prikaza, čija visina stupaca odražava učestalost određenih događaja ili iznos troškova, a omogućava jednostavno vizualno prepoznavanje najznačajnijih problema. [48]
- b) Grafikon trenda – vizualno prikazuje kretanje podataka unutar određenog vremenskog razdoblja što omogućuje analizu tih podataka zbog prepoznavanja dugoročnih kretanja ili ponavljajućih uzoraka tijekom vremena.
- c) Dijagram raspršenja – omogućuje analizu i identifikaciju potencijalnih odnosa između opaženih podataka unutar dvaju različitih skupova varijabli.
- d) Kontrolne karte – predstavljaju grafički prikaz podataka o učinku procesa u odnosu na utvrđene granice koje su prikazane kao granične linije na grafikonu. [48]
- e) Dijagram tijeka ili algoritam – općenito je logično razlaganje nekog zadatka ili djelovanja na pojedinačne faze, pri čemu su jasno predloženi početak, razvoj i završetak cijelog procesa.
- f) Dijagram uzroka i posljedica – koristi se za prepoznavanje, analiziranje i vizualno pokazivanje razloga koji stoje iza nekog problema ili stanja.
- g) Histogrami – grafički prikazi distribucije podataka koji se prikazuju u obliku stupaca.

9.5. LEAN ili vitka proizvodnja

Lean menadžment, poznat i kao *lean* proizvodnja ili jednostavno *lean*, predstavlja pristup u proizvodnji koji ima za cilj smanjenje vremena između narudžbe kupca i isporuke gotovog proizvoda. Ova metoda ostvaruje to eliminacijom svih aktivnosti koje ne doprinose vrijednosti, čime se uklanjaju svi oblici rasipanja i gubitaka unutar proizvodnog procesa. Primarni je cilj *lean* menadžmenta maksimalno povećati brzinu proizvodnje, istovremeno potpuno eliminirajući otpad i osiguravajući isporuku proizvoda koji u potpunosti zadovoljava zahtjeve kupaca. [47]

Toyota automobilska industrija pionir je vitke proizvodnje. Vitka proizvodnja temelji se na osnovnom načelu Kaizena prema kojemu se zaposlenici trude neprestano poboljšati proizvodne procese. Zadaci *lean* proizvodnje su:

- manje truda i rada
- manje prostora za proizvodnju
- manje ulaganja
- manje opreme
- manje vremena.

Vitka proizvodnja predstavlja stanje kojeg obuhvaća proizvodni proces koji izostavlja nepotrebne aktivnosti uzduž tijeka dodane vrijednosti.

Glavna je razlika u odnosu na klasičnu proizvodnju da se *lean* proizvodnja prvenstveno usredotočuje na smanjenje ili potpunu eliminaciju gubitaka. *Lean* pristup pritom identitificira sedam ključnih vrsta gubitaka koji se javljaju u proizvodnji:

- Prekomjerna proizvodnja – obuhvaća stvaranje viška proizvoda koji se ne mogu plasirati na tržište, kao i izradu suvišne dokumentacije koja ostaje neiskorištena.
- Transport – podrazumijeva neučinkovit proizvodni proces u kojem dolazi do suvišnog premještanja materijala između različitih faza proizvodnje ili skladišnih prostora, a uključuje i neadekvatan protok informacija.
- Vrijeme čekanja – podrazumijeva odgađanje dostupnosti resursa potrebnih za proizvodnju ili vrijeme do kašnjenja u isporuci sirovina zbog nedovoljno osmišljene proizvodnje.
- Prekomjerna obrada – podrazumijeva postupak proizvodnje gdje se koriste strojevi ili oprema koji nisu optimalno prilagođeni za izradu konkretnog proizvoda. To može rezultirati duljim trajanjem obrade ili postizanjem razine kvalitete koju kupac ne traži i nije spreman platiti.
- Zalihe – podrazumijevaju velike i prekomjerne količine sirovina i materijala pohranjene u skladištima, kao i poluproizvode koji se nalaze u procesu proizvodnje između različitih radnih operacija.
- Nepotrebni pokreti – podrazumijevaju gubitak proizvodnog vremena koji nastaje zbog nepotrebnog kretanja radnika te neodgovarajućeg rasporeda strojeva i opreme.
- Škart – dovodi do prekida procesa proizvodnje zbog grešaka, što zahtijeva njihovu analizu i ispravak, kao i nadoknadu za stvoreni škart i izgubljeno vrijeme, a to rezultira povećanjem troškova i otežavanjem pravovremene isporuke proizvoda.

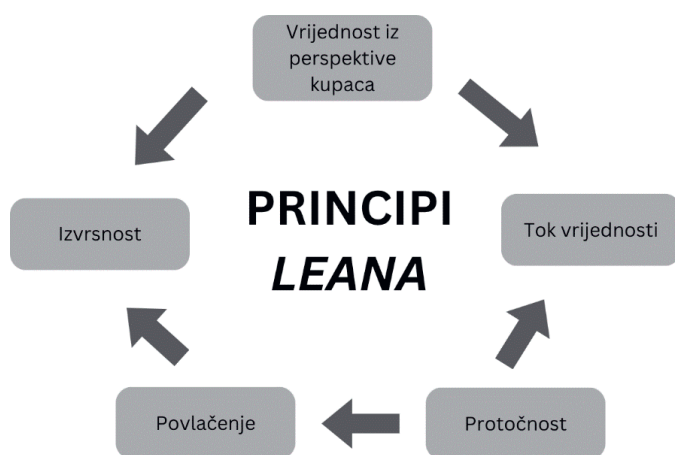
Organizacije koje primjenjuju vitko (*lean*) upravljanje znatno odstupaju od tradicionalnih organizacijskih modela, što je detaljno predloženo u tablici 5. [48]

Tablica 9.3. Usporedba između LEAN i tradicionalne organizacije

Lean organizacija	Tradicionalna organizacija
jednostavna	kompleksna
vođena potražnjom	vođena budžetom
zalihe ovisne o potrebama	prekomjerne zalihe
reduciranje aktivnosti koje ne dodaju vrijednost	ubrzavanje aktivnosti koje dodaju vrijednost
proizvodnja u malim serijama	masovna proizvodnja
minimalno vrijeme od narudžbe do isporuke	dugačko vrijeme od narudžbe do isporuke
kvaliteta ugrađena u dizajn	kvaliteta temeljena na inspekciji
procesna orijentacija	funkcijski odjeli

Lean menadžment temelji se na pet sljedećih načela (slika 9.3.): [6]

1. Treba razumjeti ŠTO kupac želi kupiti i za to mu osigurati zadovoljstvo i potpunu uslugu. To uključuje nužnost konstruiranja proizvoda tako da zadovoljstvo kupaca rezultira profitom.
2. Potrebno je odrediti tijekove materijala i sve korake koji se poduzimaju od trenutka kada se prihvati narudžba do trenutka kada kupac dobije gotov proizvod. Nakon što se prouči NAČIN proizvodnje, moguće je usavršiti postupak i postaviti osnovu za širu analizu svih tijekova kako bi se analizirali.
3. Potrebno je osigurati kontinuiran tijek proizvodnje koji će omogućiti isporuku proizvoda bez zastoja, odgoda ili bilo kakvih smetnji.
4. Potrebno je prilagoditi proizvodnju razini potrošnje što podrazumijeva proizvodnju s obzirom na potražnju te nastojati postići izvrsnost u svim segmentima poslovanja, kao i u suradnji s kupcima i dobavljačima.



Slika 9.4. Pet načela *LEAN* menadžmenta [6]

9.5.1. 5S

5S je procedura kojom se funkcijski i prostorno oblikuju pojedine radne jedinice i radna mjesta. Svrha je primjene metode %s povećanje efikasnosti na mikrorazini zadržavanjem radnog mjesta čistim, urednim i pristupačnim.

5S sadrži pet elemenata izvedenih iz japanskih riječi koje počinju slovom S, te su dodani 6 i 7S elementi kao posljedica poboljšanja cijelog procesa (tablica 9.4.).

Tablica 9.4. Karakteristike 7S [6]

Naziv	Prijevod	Opis
Seiri Sort	Sortiranje	Eliminiranje viška materijala na radnom mjestu.
Seiton Set	Stavljanje na mjesto	Pozicioniranje na specifičan, konzistentan i organiziran način.
Seiso Shine	Čišćenje	Čišćenje radnog mjesta što omogućava trenutne vizualne promjene.
Seiketsu Standardize	Standardizacija	Održavanje područja organiziranim, urednim i čistim, čineći tako standarde očitim i vidljivim.
Shitsuke Sustain	Održavanje	Obučavanje i komunikacija kako bi se osiguralo da svi kontinuirano prate 7S standard.
Safety	Sigurnost	Stvaranje sigurnog mjesta za rad.
Security	Zaštita	Identificiranje i eliminiranje svih sigurnosnih rizika kako bi se sačuvalo i poboljšalo radno mjesto, fizički i elektronički.

Primjenom 5S metode svaki radnik ima priliku za kreativnost, što mu pomaže da organizira svoje radno mjesto i uspješno izvrši svoje zadatke. Ova metoda vodi do većeg učinka i kvalitete, smanjenja troškova, a pridonosi i izgradnji povjerenja kupaca, unaprjeđenju poduzeća i rastu profita.

Da bi se uvela 5S metoda, potrebna je suradnja sviju. Kada zaposlenici spoznaju koliko su te jednostavne stvari korisne, rado će to prihvatiti, pogotovo ako se pravilno provedu. Uvođenje 5S-a dobro djeluje na svakog člana tima. Daje im priliku da budu kreativni u organiziranju svog radnog mjesta i da posao obavljaju učinkovitije. Ovaj pristup pomaže zaposlenicima da uklone smetnje i frustracije, te da im bude jasnije što se od njih očekuje. Poduzeća će imati brojne koristi od primjene 5S metode, a uključivat će veću produktivnost i kvalitetu, niže troškove, stvaranje dobrih veza s dobavljačima, veće povjerenje kupaca, bolju prepoznatljivost tvrtke i, naravno, veći profit.

9.5.2. Kaizen

Kaizen prema japanskom znači menadžerska ideja, pri čemu je temeljna ideja orijentacija na kupce. „Kai” znači promjena, a „zen” znači bolje, a zajedno označavaju poboljšanje kroz promjene.

Cijela filozofija menadžerske ideje temelji se na sljedećim postavkama: [6, 53]

- Svaka je ideja dobrodošla.
- Svi su zaposlenici pozvani na suradnju i aktivno sudjelovanje.
- Koriste se znanja i iskustva svih zaposlenika.
- Angažman i odgovornost obvezni su za sve razine, od zaposlenika do rukovodstva.
- Reagira se brzo i poduzimaju se hitne mjere.
- Ciljevi i metode njihova ostvarivanja jasno su definirani i transparentni.
- Filozofija obuhvaća svakog pojedinca, ističući osobnu važnost i doprinos svakog zaposlenika u postizanju kvalitete proizvoda i kontinuiranom unaprjeđenju vlastitih radnih procesa i funkcija.

Filozofija Kaizena temelji se na sljedećem:

- glavna je prednost poduzeća su njegovi radnici
- poboljšanja su zasnovana na mnogim malim promjenama
- male promjene ne zahtijevaju velike investicije
- ideje dolaze od samih radnika, a svaka je ideja dobra
- poboljšanja proizlaze iz sposobnosti postojeće radne snage.

Kaizen je sredstvo za:

- postizanje proizvodnih ciljeva
- povećanje uštede putem optimalizacije
- intenziviranje komunikacije između radnika i nadređenih
- povećanje sudjelovanja radnika u procesu poboljšanja
- povećanje zadovoljstva radnika njihovim sudjelovanjem u promjenama.

Poduzeća mogu ostvariti dramatično poboljšanje pojedinačno pregledavajući standarde, skupljajući i analizirajući podatke o nedostacima i ohrabrujući timove da ih rješavaju. To je proces koji se objašnjava PDCA krugom ili Demingovim krugom kvalitete.

Kaizen predstavlja neprekidno poboljšanje i smatra se ključnim pojmom japanske menadžerske prakse. Ovaj koncept obuhvaća sve zaposlenike: radnike, menadžere i izvršne direktore, a usmjeren je na ljude, metode i proizvode. Kaizen se temelji na stalnom i kontinuiranom razvoju, neovisno o tome koliko su u određenom trenutku proizvod, usluga ili proces zadovoljavajući.

Elementi Kaizen pristupa su:

- usmjerenost na potrošače
- timski rad
- metoda *just in time*
- krugovi kvalitete
- suradnja menadžmenta i radnika
- održavanje ukupne produktivnosti.

Kako bi se Kaizen metodologija efikasno usvojila i provela, neophodno je da cjelokupno osoblje organizacije aktivno doprinese svojim znanjem i umijećem.

Izvršni menadžeri odgovorni su za cjelokupno uvođenje Kaizena kao strateškog organizacijskog pristupa, što ostvaruju učinkovitom komunikacijom na svim razinama. Uloga menadžera srednje razine obuhvaća održavanje i poboljšavanje radnih standarda, kao i organizaciju edukativnih programa kako bi svi zaposlenici razumjeli i primjenjivali Kaizen. Nadzornici su zaduženi za provedbu Kaizen principa u svojim odjelima, s naglaskom na poticanje timskog rada te skupljanje i vrednovanje prijedloga radnika. Zaposlenici, sa svoje strane, trebaju proaktivno sudjelovati u Kaizen pristupu kroz timski rad i predlaganje ideja za neprekidno usavršavanje vlastitog znanja i učinka.

9.5.3. Six Sigma

Six Sigma (6σ) sustavan je pristup usmjeren na neprekidno unaprjeđenje procesa. Njegov je cilj sustavno povećavati zadovoljstvo kupaca i ostvarenu zaradu, dok se istovremeno smanjuju nedostaci proizvoda i usluga, što posljedično dovodi do snižavanja troškova održavanja. [46]

Cilj je metodologije 6σ poboljšanje kvalitete proizvoda uz istodobno povećanje profita, što podrazumijeva da će poslovni procesi i proizvodi biti bez odstupanja. Konačni je cilj stoga postizanje nultog defekta.

Six Sigma obuhvaća: [6]

- Usmjerenost prema klijentu – svako poduzeće treba biti svjesno onoga što njegov klijent najviše vrednuje i sav svoj trud usmjeriti prema ostvarenju klijentovih želja.
- Menadžment treba težiti postizanju izvrsnosti na svim poljima poslovanja s ciljem da svako poboljšanje koriste klijent, suradnici i vlasnici poduzeća.

- Mjerenja se koriste za definiranje traženog stanja i za određivanje mogućih unaprjeđenja.
- Cilj je cijelog poduzeća težnja savršenstvu.

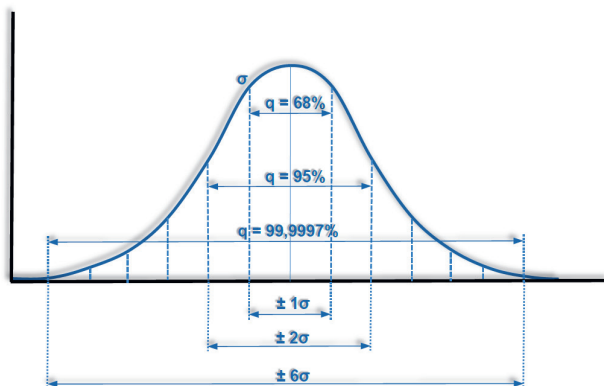
Six Sigma je metodologija koja povezuje menadžment i uključuje sve radnike. Njezine prednosti nisu samo financijske, već ona pomaže i osoblju na svim razinama poduzeća da bolje razumiju svoje klijente kako bi im postupci bili razumljiviji te da povećaju produktivnost radnika kako bi bili zadovoljniji na svojim radnim mjestima.



Slika 9.5. Ciljevi i fokus 6σ

Six Sigma ima dva dijela: menadžerski i tehnički. Menadžerski dio bavi se odabirom pravih mjerila za analizu procesa i tima koji će to provoditi. Tehnički se dio, pak, usredotočuje na to da se poboljša način na koji stvari funkcioniraju, uz pomoć eng. DMAIC metode (definiranje (*Define*), mjerenja (*Measure*), analize (*Analyze*), poboljšanja (*Improve*) i kontrole (*Control*)).

Slovo sigma iz grčkog jezika (σ) predstavlja standardnu devijaciju koja se definira kao statistička mjera odstupanja od prosječne vrijednosti. Ova mjera pomaže u određivanju učestalosti grešaka. Standardna devijacija i aritmetička sredina ključni su pokazatelji performansi analiziranog procesa. Aritmetička sredina mjeri centriranost tog procesa. Sigma (σ) služi kao mjera kvalitete i pokazuje koliko se proces razlikuje od idealne kvalitete.



Slika 9.6. Krivulja normalne razdiobe

Osnovno je načelo metodologije 6σ analiza razlika između stvarnih pokazatelja procesa i normalne raspodjele, gdje je kvaliteta procesa visoka ako su ti pokazatelji unutar specifičnih granica odstupanja. Na slici 9.5. prikazana je normalna distribucijska krivulja, uz naznačene razne razine kvalitete – što je razlika sigma (σ) veća, to je i postotak kvalitete procesa (q) viši.

Proces 6 σ uključuje pet ključnih koraka poznatih kao DMAIC: definiranje, mjerenje, analiza, poboljšanje i kontrola.

Glavne prednosti i razlike DMAIC-a mogu se sažeti na sljedeći način:

- Mjerenje problema – unutar DMAIC metodologije, sve se mora potvrditi brojkama i podacima. Nagađanja i osobna iskustva ustupaju mjesto odlukama koje su isključivo objektivne.
- Usredotočenost na kupca – u skladu s DMAIC metodologijom kupac se smatra ključnom vrijednosti u svakom poslovanju.
- Verifikacija uzroka problema – svaki se problem mora objasniti stvarnim informacijama i činjenicama.
- Odbacivanje starih navika – rješenja proizašla iz DMAIC procesa ne smiju biti puke dorade postojećih metoda, već moraju biti inovativna, suvremena i trajno održiva.
- Upravljanje rizicima – uključuje ključne elemente DMAIC-a: simulaciju, testiranje i unaprjeđivanje.
- Mjerenje rezultata – svaki napredak treba ponovno potvrditi novim podacima i činjenicama.
- Održavanje promjena – neophodno je osigurati adekvatnu potporu promjenama te uspostaviti organizacijsku kulturu koja je otvorena za nove ideje i prilagodbe.

Tehnike i metode, koje se primjenjuju u okviru 6 σ programa, organizirane su prema fazama. Neke od ovih metoda podržavaju primjenu i ostvarivanje tih faza. Ove metode uključuju:

1. Fazu definiranja u kojoj se detaljno definiraju problemi koji se javljaju u procesu te ciljevi i aktivnosti unaprjeđenja.
2. Fazu mjerenja u kojoj radni tim planira i provodi prikupljanje podataka. Mjerenje se može provoditi na ulazu i izlazu iz procesa, u samom procesu te kod kupaca. Među uobičajenim pokazateljima nalaze se: pravovremenost isporuke, kontrola ulaznih sirovina, prigovori kupaca, troškovi poslovanja, zadovoljstvo korisnika i osoblja itd.
3. Fazu analize čija je svrha dati smisao informacijama i podacima prikupljenim tijekom faza mjerenja. Potrebno je na temelju podataka naći prave uzroke čekanja, gubitaka i škarta u procesu. U ovoj je fazi bitno da članovi tima budu objektivni i da se njihovi zaključci temelje isključivo na podacima.
4. Fazu unaprjeđenja koja predstavlja etapu tijekom koje odgovorni tim ima zadatak inovativnim pristupom optimizirati postupak u svrhu otklanjanja otpada, neefikasnosti i nepotrebnih troškova.
5. Kontrolnu fazu koja obuhvaća neprestani nadzor i, po potrebi, primjenu poboljšanja. Njezin je glavni cilj osigurati da se uvedene procesne izmjene održe stabilnim, osim ako se ne koriste na učinkovitiji načini upravljanja procesima.

Primarna je svrha metodologije 6σ optimizacija proizvoda, usluga i poslovnih procesa, što rezultira povećanjem učinkovitosti i zadovoljstva kupaca te istovremeno pridonosi podizanju ukupne razine kvalitete.

Primjena 6σ metodologije u poduzeću kreće s vrha, što znači da je za njezin uspjeh najvažnije vodstvo poduzeća. Ono mora dobro upravljati komunikacijom, promjenama i mogućim problemima. Glavna korist 6σ metode je u tome što povećava zaradu i isplativost poslovanja, smanjuje izravne troškove, poboljšava učinkovitost rada i povećava količinu proizvoda. Ovo se događa jer je manje neispravnih proizvoda i proizvodni proces je kraći.

10. LITERATURA

[1]	Žugaj, M., Šehanović, J., Cigula, M.: Organizacija, Fakultet organizacije i informatike Varaždin, Varaždin, 2004., ISBN 9536775638
[2]	Sikavica, P.: Organizacija, Školska knjiga, Zagreb, 2011., ISBN 9789530303959
[3]	Mikac, T., Blažević, D.: Planiranje i upravljanje proizvodnjom, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, Rijeka, 2007., ISBN 9789532790078
[4]	Jarašević, S., Brdarević, S., Isaković, S.: Upravljanje proizvodnjom, Univerzitet u Zenici Politehnički fakultet, Zenica, 2020., ISBN (online) 9789926452186
[5]	Perinić, M.: Tehnološki procesi, Tehnički fakultet u Rijeci, Rijeka, 2010., ISBN 97-9536326730
[6]	Mateljak, Ž., Mihanović, D., Veža, I.: Upravljanje proizvodnjom, Ekonomski fakultet, Split, 2017., ISBN 9789532810776
[7]	Buntak, K., Šuljegić, N.: Ekonomika logistike proizvodnje, Tehnički glasnik 9, 2, 2015.
[8]	Sikavica, P., Novak, M.: Poslovna organizacija, Informator, Zagreb, 1999., ISBN 9531700745
[9]	Taboršak, D.: Studij rada, Tehnička knjiga, Zagreb, 1971.
[10]	Jakšić, J., Nešić, Z., Nusev, S.: Organization and management of the production proces of te company, 10 th International Scientific Conference „Science and higher Education in Function of Sustainable Development“, 6–7 October, 2017., Serbia
[11]	Hozdić, E., Hozdić, E.: Projektiranje tehnoloških procesa obrade za fleksibilne proizvodne sisteme, Tehnički glasnik 7, 4, 2013.
[12]	Kozina, P.: Organizacija proizvodne funkcije u poduzeću X, završni rad, Fakultet organizacije i informatike Sveučilišta u Zagrebu, 2020.
[13]	Otašević, V., Čosić, B.: Organizacija i ekonomika proizvodnje, Mašinski fakultet u Mostaru, Mostar, 1983., ISBN 8630100729
[14]	Otašević, V., Čosić, B.: Organizacija i ekonomika proizvodnje : zbirka zadataka, Mašinski fakultet u Mostaru, Mostar, 1988., ISBN 8630100729
[15]	Vila, A., Leicher, Z.: Planiranje proizvodnje i kontrole rokova, Informator, Zagreb, 1976.
[16]	Đurasek, E.: Operativna priprema proizvodnje u poduzeću, Sveučilište Sjever, završni rad, Varaždin, 2017.
[17]	Kekez, F.: Proizvodni sustavi, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet, Slavonski Brod, 2002., ISBN 9536048183
[18]	Cigula, M. i sur.: Inženjerski priručnik, Organizacija proizvodnje, Školska knjiga, Zagreb, 2002., ISBN 9789530316829
[19]	Žaja, M.: Proizvodnja : uvod u ekonomiku i organizaciju proizvodnih radnih funkcija, Narodne novine, Zagreb, 1979.
[20]	Milosavljević, M. i sur.: Planiranje i poslovna politika poduzeća, Naučna knjiga, Beograd, 1976.
[21]	Lowson, R. H.: Strategic operation management, The new competetive advantage Routledge, New York, 2002., ISBN 9780415256551
[22]	Davis, M...[et al.]: Fundamentals of operations managment, McGraw Hill, California, 1999., ISBN 0256225575
[23]	Stevenson, W. J.: Operations management, Rochester Institute of Technology, Sydney, 2009., ISBN 9781260590654
[24]	De, R., May, H. J.: Using operational planning horizons for determining setup changer, Omega 26, 5, 1998.
[25]	Vila, A. i sur.: Modeli planiranja proizvodnje u industriji, Informator, Zagreb, 1982.

[26]	Jonsson, P.: Exploring problems related to the materials planning user environment, <i>International Journal of Production Economics</i> 113, 1, 2008.
[27]	Majdandžić, N. i sur.: Upravljanje proizvodnjom, Strojarski fakultet, Slavonski Brod, 2001., ISBN 9536048205
[28]	Štajdl, B. i sur.: Modeli planiranja proizvodnje u industriji, Informator, Zagreb, 1982., ISBN 9788670837584
[29]	Slack, N. ...[et al.]: <i>Operations Management</i> Financial Times, Harlow, 2010., ISBN 9780273730460
[30]	Schroeder, R.: Upravljanje proizvodnjom : odlučivanje u funkciji proizvodnje, Mate, Zagreb, 1993.
[31]	Majcen, Ž. i sur.: <i>Ekonomika organizacije : teorija proizvodnje</i> , Informator, Zagreb, 1980.
[32]	Čolović, D. i sur.: <i>Poslovni sustavi</i> , Vienna, 2001., ISBN 3901509224
[33]	Brdarević, S.: <i>Organizacija proizvodnje</i> , Mašinski fakultet u Zenici, Zenica, 1986.
[34]	Zielinski, J.: Reliability of work-Place in clothing production process, Book of proceeding of 3th International Textile, Clothing & Design Conference – Magic World of Textiles, Dragčević Z. (ed.), 8–11th October 2006, Dubrovnik, Croatia, 540–545, ISSN 1847-7275
[35]	Taboršak, D.: <i>Studij rada</i> , Tehnička knjiga Zagreb, Zagreb, 1986., ISBN 8670590476
[36]	Babu, R. V.: <i>Industrial engineering in apparel production</i> , Republika Press Pvt Ltd, New Delhi, 2011., ISBN 9789380308173
[37]	Dragčević, Z.; Kirin, S.; Hursa Šajatović, A.: Systems of standard sets of motions in technological sewing operation, Book of proceedings of the 7th International Textile, Clothing & Design Conference 2014, 5–8th October 2014, Dubrovnik, 277–282, ISSN 1847-7275
[38]	Dragčević, Z., Knez, B., Rogale, D.: Određivanje vremenskih normativa tehnološkim operacijama šivanja odjeće primjenom MTM sistema, <i>Tekstil</i> 37, 1988., 8, 465–473.
[39]	Polajnar, A.: <i>Študij dela</i> , Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor, 2006., ISBN 064350808X
[40]	Čolović, G.: <i>Studij rada u odevnoj industriji</i> , Visoka tekstilna strukovna škola za dizajn, tehnologiju i menadžment u Beogradu, Beograd, 2015.
[41]	Rogale, D. i sur.: <i>Tehnologija proizvodnje odjeće sa studijem rada</i> , Tehnički fakultet, 2005., Bihać, ISBN 9958624087
[42]	Majcen, Ž.: <i>Ekonomika organizacije udruženog rada : teorija proizvodnje</i> , Zagreb, Informator, 1988.
[43]	Gojković, J.: <i>Ekonomika i organizacija proizvodnje</i> , Informator, Zagreb, 1977.
[44]	Kirin, S.: <i>Uvod u ergonomiju</i> , Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2020., ISBN (online) 979538213038
[45]	Čolović, G.: <i>Management of technology systems in garment industry</i> , Woodhead Publishing India Pvt. Ltd., New Delhi, 2011, ISBN 9780857090058
[46]	Šiško Kuliš, M., Grubišić, D.: <i>Upravljanje kvalitetom</i> , Sveučilište u Splitu, Split, 2010., ISBN 9789532810271
[47]	Krištof, D.: <i>Upravljanje kvalitetom u proizvodnji</i> , završni rad, Veleučilište u Karlovcu, 2022.
[48]	Lazibat, T.: <i>Upravljanje kvalitetom</i> , znanstvena knjiga, Zagreb, 2009., ISBN 9789539590213
[49]	Mc Dermott, R. E. ...[et al.]: <i>The Basics of FMEA</i> , Productivity, Inc., New York, 1996., ISBN 9780527763206
[50]	Ivanecvich, J. M. ...[et al.]: <i>Management – quality and competitiveness</i> , Irwin, Burr Ridge, 1994., ISBN 0256124531
[51]	Juran, J. M.; Gryna, F. M.: <i>Planiranje i analiza kvalitete : od razvoja proizvoda do uporabe</i> , 3. izdanje, Mate, Zagreb, 1999., ISBN 9536070049
[52]	Jevan, M. J.: <i>Juran on Quality by Design</i> , The New Steps for Planning Quality into Goods and Services, Free Press, New York, 1992., ISBN 0029166837
[53]	Polajnar, A.: <i>Priprava proizvodnje</i> , Fakulteta za strojništvo, Maribor, 2006., ISBN 8643508071

11. POPIS SLIKA

Slika 1.1. Trinom kvaliteta-vrijeme-novac	10
Slika 2.1. Prikaz proizvodnog sustava	11
Slika 2.2. Prikaz elemenata proizvodnog sustava	12
Slika 2.3. Rastavljanje proizvodnog sustava prema pojedinim funkcijama	13
Slika 2.4. Osnovni model proizvodnog sustava	13
Slika 2.5. Prikaz procesa u proizvodnom sustavu	14
Slika 2.6. Podjela proizvodnog procesa prema stupnju mehanizacije i automatizacije	14
Slika 2.7. Osnovni elementi proizvodnje	15
Slika 2.8. Shematski prikaz čimbenika proizvodnog procesa	15
Slika 3.1. Proizvodna funkcija	18
Slika 3.2. Podsustavi proizvodnje	19
Slika 3.3. Kronološki niz aktivnosti stvaranja osnovnih uvjeta za produktivan rad	21
Slika 3.4. Organizacijski čimbenici koji utječu na produktivnost	22
Slika 3.5. Standardni proizvodni proces	23
Slika 3.6. Struktura u proizvodnom procesu	23
Slika 3.7. Podjela proizvodnih procesa prema vrsti tehnoloških postupaka koji se izvode.....	24
Slika 3.8. Podjela tehnoloških procesa.....	24
Slika 3.9. Podjela proizvodnog procesa prema tipovima proizvodnje.....	25
Slika 3.10. Zadaci pripreme proizvodnje prilikom razvoja proizvodnog programa	29
Slika 3.11. Primjer organizacije pripreme proizvodnje	30
Slika 3.12. Radno mjesto i čimbenici koji ga određuju i njihove međusobne povezanosti	32
Slika 3.13. Kontakti operativne pripreme	37
Slika 3.14. Tijek razrade godišnjeg plana proizvodnje	41
Slika 3.15. Primjer kliznog dinamičkog plana proizvodnje	42
Slika 3.16. Tijek razrade terminskih operativnih planova proizvodnje	42
Slika 3.17. Primjer vođenja postepenog ciklusa proizvodnje primjenom gantograma	49
Slika 3.18. Primjer vođenja paralelnog ciklusa proizvodnje primjenom gantograma	51
Slika 3.19. Prikaz upravljanja kombiniranim proizvodnim ciklusom uz uporabu Ganttovog dijagrama	51
Slika 3.20. Primjer dokumenta Pregled materijala	53
Slika 3.21. Planiranje i upravljanje zalihama	54
Slika 3.22. Grafički prikaz ABC analize	56
Slika 3.23. Elementi MRP sustava	57
Slika 3.24. Shematski prikaz MRP sustava	58
Slika 3.25. Aktivnosti planiranja kapaciteta kod MRP II modela	58
Slika 3.26. Podjela sredstava za rad	60
Slika 3.27. Raspored radnih mjesta.....	61
Slika 3.28. Tijek ulaznih i izlaznih dokumenata operativne pripreme	63

Slika 3.29. Primjer ispunjenoga operacijskog lista	64
Slika 3.30. Primjer ispunjenoga radnog naloga	65
Slika 3.31. Primjer ispunjenoga radnog lista	66
Slika 3.32. Primjer ispunjene izdatnice materijala	66
Slika 3.33. Primjer ispunjene povratnice materijala	67
Slika 3.34. Primjer ispunjenoga naloga za alat	67
Slika 3.35. Primjer ispunjene popratne karte	68
Slika 3.36. Primjer ispunjene predatnice gotovih proizvoda	68
Slika 3.37. Organizacijski čimbenici koji utječu na produktivnost rada	69
Slika 3.38. Podjela studija rada	73
Slika 3.39. Oprema za izravno snimanje vremena: a) zaporni satovi, b) elektronički zaporni sat, c) instrument za registraciju vremena	75
Slika 5.1. Primjer organizacijske strukture unutarnjeg transporta	83
Slika 6.1. Primjer organizacije službe održavanja u malom poduzeću	87
Slika 6.2. Primjer organizacije službe održavanja u velikom poduzeću	87
Slika 9.1. Metoda „točno na vrijeme” (JIT)	95
Slika 9.2. Osnovna načela upravljanja kvalitetom	99
Slika 9.3. PDCA krug	101
Slika 9.4. Pet načela LEAN menadžmenta	105
Slika 9.4. Ciljevi i fokus 6σ	109
Slika 9.5. Krivulja normalne razdiobe	109

12. POPIS TABLICA

Tablica 3.1. Primjer izračuna raspoloživog radnog vremena za radna mjesta s ručnom izvedbom operacija	45
Tablica 9.1. Karakteristike organizacija temeljenih na TQM i tradicionalnih organizacija	99
Tablica 9.2. Glavne značajke upravljanja poduzećem prema modelu TQM	100
Tablica 9.3. Usporedba između LEAN i tradicionalne organizacije	105
Tablica 9.4. Karakteristike 7S	106



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences