

# Optimizacija informacijskog toka proizvodnje

---

**Grčić, Matija**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:238094>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-20**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

POSLOVNI ODJEL

SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ  
POSLOVNO UPRAVLJANJE

Matija Grčić

**OPTIMIZACIJA INFORMACIJSKOG TOKA PROIZVODNJE**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2018.

Matija Grčić

**OPTIMIZACIJA INFORMACIJSKOG TOKA PROIZVODNJE**

ZAVRŠNI RAD

Veleučilište u Karlovcu

Poslovni odjel

Specijalistički diplomski stručni studij Poslovno upravljanje

Kolegij: Informacijski sustavi

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ljerka Luić, prof. v. š.

Broj indeksa autora: 0619415011

Karlovac, ožujak, 2018.

## ZAHVALA

*Veliku zahvalnost dugujem svojoj mentorici i profesorici izv. prof. dr. sc. Ljerka Luić, prof. v. š. koja je sa puno strpljenja i pomoći bila moja najveća podrška pri izradi ovog završnog rada.*

*Zahvaljujem cjelokupnoj svojoj obitelji, prijateljima koji su bili puni razumijevanja tijekom mog studiranja, a najviše svojoj djevojci Ivani.*

*Također zahvaljujem radnim kolegama i kolegicama koji su imali puno razumijevanja za moje studijske obveze.*

*Još jednom hvala svima na beskonačnom strpljenju, razumijevanju, ljubavi, podršci i motivaciji koju ste mi pružili tijekom studiranja i bez kojih bih teško postigao željene ciljeve i rezultate.*

*Matija Grčić*

## **SAŽETAK**

Informacijski tok proizvodnje obuhvaća skup informacija potrebnih za proizvodnju određenog proizvoda. Svaki proizvod mora proći određene administrativne i tehnološke procese kako bi, kao gotov proizvod, bio isporučen krajnjem korisniku. Skup svih informacija potrebnih za proizvodnju proizvoda sadržana su u informacijskom sustavu. Međutim, kao i samu proizvodnju, informacijski sustav je potrebno stalno unapređivati kako bi se što ažurnije pratila proizvodnja i iskoristio višak vremena u korist proizvodnje. Zato je potrebno optimizirati proizvodnju i to kroz informacijske tokove. Rad prikazuje optimizaciju informacijskog toka proizvodnje sa ciljem smanjenja vremena odvijanja proizvodnih procesa, čime se utječe na bolju organizaciju poslovanja. Uz bolju organizaciju i kraće vrijeme proizvodnje paralelno se postiže povoljnija cijena gotovog proizvoda što dovodi do bolje konkurentnost na tržištu.

Ključne riječi: informacija, informacijski tok, optimizacija, proizvodnja.

## **OPTIMIZATION OF INFORMATION FLOW OF PRODUCTION**

### **SUMMARY**

Information flow of production includes a set of information that are necessary to produce a specific product. Each product must pass certain administrative and technological processes in order to be delivered to the end user as a finished product. A set of all needed information to produce a product are contained in to the information system. However, as well as production itself, the information system needs to be constantly improved in order to keep up with the production and take advantage of the extra time in favour of production. Therefore, it is necessary to optimize production through information flows. The paper presents the optimization of the information flow of production to reduce the time course of the production process, which influences the better organization of operations. With better organization and shorter production time, a more favourable price for finished product is achieved, which results with better market competition.

Keywords: information, information flow, optimization, production.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Predmet i cilj rada .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Izvori podataka i metode istraživanja .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. Struktura rada.....</b>	<b>1</b>
<b>1.4. Hipoteza rada .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PROIZVODNI SUSTAV .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Proizvodni proces .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Razvoj proizvoda .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3. Planiranje proizvodnje.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4. Planiranje i upravljanje zalihama .....</b>	<b>9</b>
<b>2.5. Upravljanje kvalitetom i kontrola kvalitete .....</b>	<b>9</b>
<b>3. INFORMACIJSKI SUSTAVI .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Elementi informacijskih sustava.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2. Podjela informacijskih sustava .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.1. Klasični informacijski sustavi.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.2. Prijelazni informacijski sustavi .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.3. Integrirani informacijski sustavi (IIS) .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.4. Upravljački informacijski sustavi (ERP) .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2.5. Računalom integrirana proizvodnja (CIM).....</b>	<b>19</b>
<b>3.3. Strategija integracije informacijskog sustava .....</b>	<b>19</b>

3.4. Oblici optimizacije.....	34
4. OPTIMIZACIJA INFORMACIJSKOG TOKA PROIZVODNOG SUSTAVA.....	38
4.1. Konvencionalni proces (Postojeće stanje informacijskog sustava).....	48
4.2. Proces optimizacije (Buduće stanje informacijskog sustava) .....	52
4.3. Elaboracija hipoteze.....	56
5. ZAKLJUČAK .....	59
6. LITERATURA.....	60
POPIS ILUSTRACIJA .....	61
POPIS TABLICA.....	62
POPIS GRAFOVA.....	63

# **1. UVOD**

## **1.1. Predmet i cilj rada**

Predmet rada je optimizacija informacijskog toka proizvodnje na primjeru alatnice. Rad prikazuje postojeće stanje proizvodnog procesa uz popraćene nedostatke te integraciju informacijskog sustava i optimizaciju cjelokupnog informacijskog toka na postojeće stanje proizvodnog procesa kako bi se smanjili trenutni nedostaci. Cilj rada je dokazati postavljenu hipotezu rada.

## **1.2. Izvori podataka i metode istraživanja**

Kao izvori podataka korišteni su stručna literatura iz područja menadžmenta, informacijskih sustava, proizvodnje te priručnici, udžbenici i internet stranice. Osim konvencionalnih izvora, korišteni su i nekonvencionalni izvori poput mišljenja stručnjaka i znanja stečenog u praktičnom radu. U svrhu pripreme ovog rada korištene su neke znanstvene metode kao što je metoda deskripcije koja na jednostavan način opisuje sve činjenice i pojmove vezane za organizacijsku strukturu, deduktivna metoda gdje se iz općih stavova dolazi do konkretnih zaključaka, zatim metoda analiza prema kojoj se složeni pojmovi i zaključci rasčlanjivanju na njihove jednostavnije dijelove i elemente, povijesna metoda koja prikazuje razvoj proizvodnih i informacijskih sustava, te su metodom kompilacije citirani tuđi stavovi, zaključci i spoznaje.

## **1.3. Struktura rada**

Rad se sastoji od četiri cjeline. U prvoj cjelini razmatraju se proizvodni sustavi uz proizvodni proces, planiranje proizvodnje i upravljanje zalihama kao i upravljanje kvalitetom i kontrola kvalitete. U drugoj cjelini razmatraju se informacijski sustavi sa elementima, podjelom i strategijom integracije istih te optimizacija sa podjelom na računalnu, matematičku i proizvodnu. U trećoj cjelini razmatra se optimizacija informacijskog toka na primjeru alatnice. U četvrtoj, ujedino i posljednjoj cjelini donosi se zaključak. Rad je strukturiran u tri djela i sastoji se od uvodnog djela, razrade teme i zaključka.

## **1.4. Hipoteza rada**

Hipoteza rada sastoji se u tvrdnji da se optimizacijom informacijskog toka proizvodnje, skraćuje vrijeme izrade i postiže bolja organizacija poslovnih procesa.

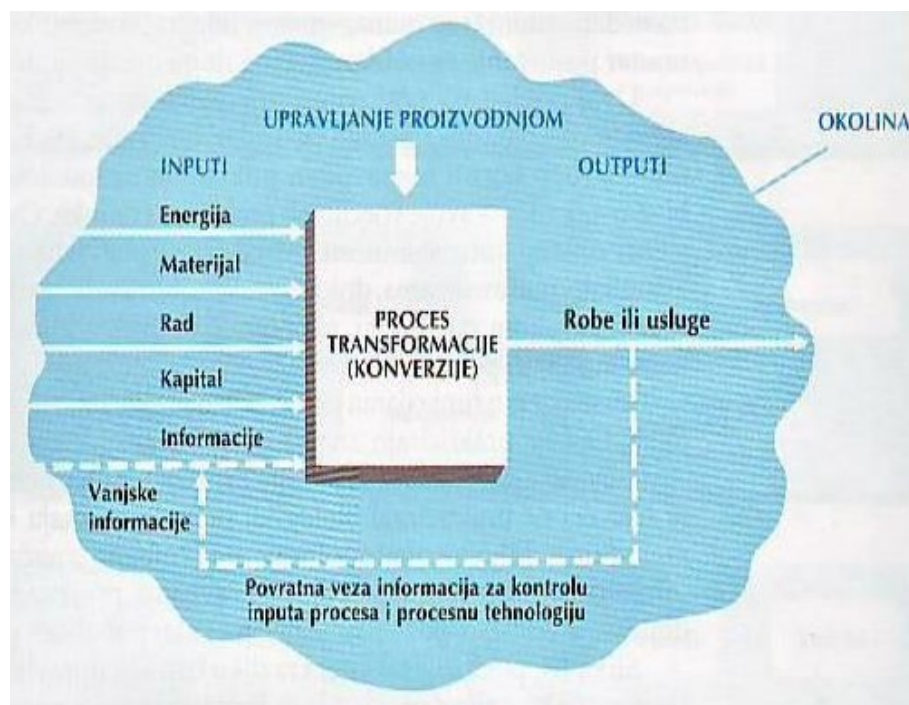


## 2. PROIZVODNI SUSTAV

Proizvodnja predstavlja osnovno područje ljudske djelatnosti, usmjereno na dobivanje upotrebnih vrijednosti i prisvajanje prirodnih resursa za ljudske potrebe, odnosno predstavlja od samih početaka čovječanstva, opći uvjet za razmjenu materije između prirode i čovjeka, kao i samog društva koje time napreduje kroz razna istraživanja i konstantno evoluiranje kako proizvoda tako i društva.

Proizvodnju se može sagledati kao transformacijske sustave, koji *inpute* pretvaraju u proizvode u što ulaze robe (dobra) i usluge. *Inputi* sustava su energija, materijali, rad kapital, i informacije, kao što je prikazano na ilustraciji 1. Ti se *inputi* pretvaraju u robe i/ili usluge procesnom tehnologijom, koja predstavlja posebnu metodu za obavljanje transformacije. Promjena tehnologije mijenja i način na koji se jedan *input* koristi u odnosu na neki drugi, a to može također dovesti do promjene i proizvedenih *outputa*.<sup>1</sup>

Ilustracija 1. Proizvodnja kao proizvodni sustav



Izvor: Roger G. Schroeder: Upravljanje proizvodnjom, MATE d.o.o., Zagreb, 1999., str. 14.

<sup>1</sup> Roger G. Schroeder: Upravljanje proizvodnjom, MATE d.o.o., Zagreb, 1999., str. 14.

Ilustracija 1. pokazuje također i povratnu vezu informacija, koje se koriste za kontrolu tehnološkog procesa ili *input*-a. Kod proizvodnje je bitno da se povratna veza koristi u svrhu kontrole, kako bi se proizveli željeni *output*-i. Odgovornost rukovodećih ljudi proizvodnje je da se koriste povratnom vezom informacija kako bi se stalno prilagođavalo miješanje *input*-a i tehnologije potrebnih za ostvarenje željenih *output*-a.

Vrste korištenih *input*-a mijenjaju se od industrije do industrije. Ako je riječ o proizvodnji automobila, bit će potrebni *input*-i kapitala, i energije za strojeve, uređaje i oruđa. Rad će biti potreban za rukovođenje i održavanje opreme, a *input*-i materijala će tvoriti osnovu za proces pretvaranja sirovina u gotovu robu. Proizvodnja se u uslužnim industrijama koristi drugačijom kombinacijom *input*-a od onih korištenih u tvorničkoj proizvodnji. Na primjer, proizvodnja u zrakoplovnoj industriji zahtijeva *input*-e kapitala za zrakoplove i opremu, visokokvalificirane radnike, niskokvalificirane radnike i puno energije. U usporedbi s potrebama iz tvorničke proizvodnje ovdje se koristi vrlo malo *input*-a sirovina. Primarna usluga, koju pruža zrakoplovna kompanija je prijevoz, premda ona može pružati i dodatne i druge usluge, kao što su rezervacija hotela i prijevoz tereta.

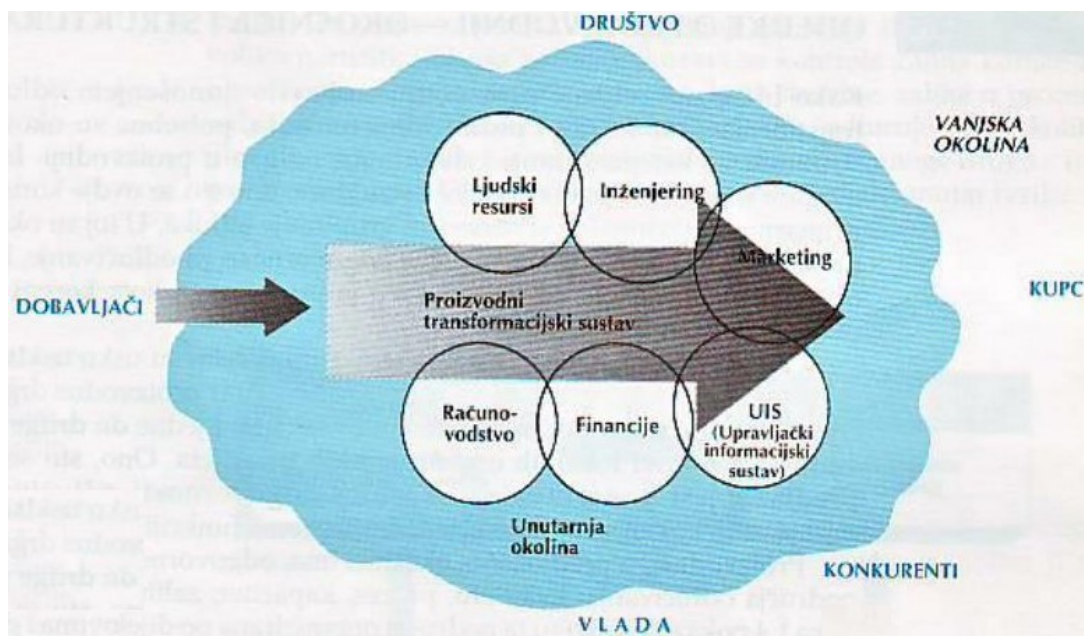
Pod proizvodnim sustavom podrazumijeva se prostor odnosno površina na kojoj su smješteni objekti (zgrade, proizvodne hale), u kojima je postavljena proizvodna oprema, sa prostorima za rad ljudi. U proizvodnom sustavu obavlja se funkcija proizvodnje, odnosno vrši se oblikovanje materijala (*output/input*) od kojeg je sastavljen svaki konkretan proizvod. Oblikovanje proizvoda vrši se tehnološkim proizvodnim procesima.

Proizvodni transformacijski sustav u stalnoj je interakciji sa svojom okolinom. Tu je potrebno razmotriti dvije vrste okolina. Prvo, ostale poslovne funkcije, izvan proizvodnje, mogu promijeniti politike, resurse, prognoze, pretpostavke, ciljeve i ograničenja. Kao posljedica toga, transformacijski se sustav u proizvodnji mora prilagođavati novom, unutarnjem okruženju. Drugo, okolina izvan tvrtke, može se mijenjati u ime pravnih, političkih, društvenih ili gospodarskih uvjeta, uzrokujući, time, odgovarajuće promjene u proizvodnim *input*-ima, *output*-ima ili transformacijskom sustavu. Ilustracija 2. prikazuje kako se proizvodnja nalazi u interakciji s ostalim poslovnim funkcijama i vanjskom okolinom.

Upravljanje transformacijskim sustavom uključuje kontinuirano kontroliranje sustava i okoline. Promjena u okolini može izazvati menadžment na promjenu *input*-a, *output*-a, sustava kontrole, ili samog transformacijskog sustava. Promjena u ekonomskim uvjetima

može izazvati promjenu prognoze potražnje, te kao rezultat toga zaposlenje više ljudi i proširenje kapaciteta. Isto tako, smanjenje razine kvalitete *output*-a može uzrokovati ponovno ispitivanje postupaka osiguranja kvalitete, kako bi se transformacijski sustav ponovo doveo u red. Potrebna je konstantno promatranje transformacijskog sustava i njegove okoline zbog planiranja, kontrole i poboljšanja.<sup>2</sup>

Ilustracija 2. Odnos proizvodnje prema njezinoj okolini



Izvor: Roger G. Schroeder: Upravljanje proizvodnjom, MATE d.o.o., Zagreb, 1999., str. 14.

## 2.1. Proizvodni proces

Proizvodni proces predstavlja niz logički povezanih zadataka čijim se izvršenjem dolazi do željenog ishoda. Odnosno, cilj procesa je osigurati da ishodi istoga odgovaraju ciljevima koji se postavljaju pred sam proces koji omogućavaju brzo vrijeme provedbe. Na taj način se smanjuje vrijeme između zahtjeva kupca za nekim proizvodom ili uslugom i isporuke tog proizvoda ili usluge.

U samom procesu od generiranja ideje pa sve do završne faze probne proizvodnje donose se brojne kompromisne odluke. Te kompromisne odluke odnose se na usklađivanje novog proizvoda s postojećom strategijom poduzeća, izborom materijala i opreme koji će se koristiti,

<sup>2</sup> Roger G. Schroeder: Upravljanje proizvodnjom, MATE d.o.o., Zagreb, 1999., str. 16.

kvalifikacije koje moraju imati zaposlenici za proizvodnju istoga uz financijske kompromisne odluke.

Tipovi procesa razlikuju se po tome kako je organiziran protok materijala kroz tvornicu. Isto tako, veliku ulogu igra i koliko je proizvod kompleksan i u kolikoj se količini proizvodi.

Odabir proizvodnog procesa najuže je povezan s vrstom i količinom željene i moguće proizvodnje, ali i tržišnog, ekonomskog i financijskog položaja poduzeća i njegovih kadrovskih i tehnoloških mogućnosti.<sup>3</sup>

### **Kontinuirana proizvodnja**

Kontinuirani transformacijski sustavi, obično se koriste za proizvodnju visoko standardiziranih proizvoda u velikim količinama, rade kontinuirano 24 sata na dan, 7 dana u tjednu. Maksimalno su iskorišteni kako bi se veliki fiksni troškovi rasporedili na što veći broj proizvoda i tako smanjili jedinični trošak proizvoda, a samim time i jediničnu cijenu proizvoda, koja je kod istih gotovo jedini kriterij odlučivanja kupca. Drugi razlog zašto ovi sustavi rade 365 dana u godini je da su prekid i pokretanje proizvodnje ekstremno skupi.

Karakteristike kontinuirane proizvodnje su velika automatiziranost, visoko specijalizirana oprema, strojevi i kontrola, gotovo u pravilu elektronski i kompjuterizirano vođenje procesa.

### **Linijski tip**

Linijski tip proizvodnje sličan je kontinuiranom tipu proizvodnje s osnovnom razlikom što linijski tip barata s diskretnim jedinicama proizvoda, dok kod kontinuiranog tipa nema diskretnog proizvoda sve do pakiranja. Oprema je visoko standardizirana i specifičnih namjena. Ovaj tip karakterističan je po pokretnim trakama, na kojima materijal ide od jednog kraja do drugog radnog centra po liniji u pravilno određenom ritmu, tj. brzinom trake te je primjenjiv kada se proizvode standardni diskretni proizvodi u velikim količinama.

Kod pravilno izbalansirane linije vremena su proizvodnje relativno stabilna i nije potrebno veliko ulaganje u zalihe u radu kao i prostor za zalihe. Inventurna politika i nabavka je standardizirana i rutinska zbog visoke automatizacije.

---

<sup>3</sup> Marica Škrtić: Operativni menadžment, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2011. str. 61.

## **Radionički tip**

Radionički tip predstavlja izradu različitih radioničkih proizvoda. Svaki proizvod, ili mala serija istoga, obrađuje se na različit način gdje je broj ulaznih komponenti velik, postoji značajna količina transporta i kretanja ljudi koji su grupirani po sličnim operacijama. Rok izrade u radioničkom tipu značajno osciliraju jer će svaki proizvod slijediti drugu putanju kroz tvornicu, koristiti druge *input*-e i tražiti drugu količinu vremena.

Ovaj tip transformacijskog sustava rasprostranjen je kada se konačni proizvodi značajno razlikuju u formi, strukturi, materijalu i potrebnoj obradi. Prednost ovog tipa je u njegovoj fleksibilnosti kako bi se zadovoljili individualni zahtjevi kupca.

## **Projektni tip**

Projektni tip uključuje proizvodnju unikatnih proizvoda. Proizvodnja može varirati od samo jednog komada do velike količine jedinstvenih proizvoda. Zahtjeva velike količine novca i duže vrijeme za provedbu. Potreban je veliki broj aktivnosti za dovršenje projekta od kojih neke aktivnosti mogu ići paralelno. Svi potrebni materijali i ljudi dovode se na lokaciju gdje se treba napraviti projekt.<sup>4</sup>

## **2.2. Razvoj proizvoda**

Oblikovanje proizvoda preduvjet je za proizvodnju. Rezultat odluke o dizajnu proizvoda prenosi se na proizvodnju kao proizvodne specifikacije. Te specifikacije određuju željene karakteristike proizvoda i dopuštaju da se nastavi. Proizvod može biti definiran kao *output* proizvodne funkcije i to kao roba ili kao usluga. Proces započinje s planiranjem koji se paralelno provodi i u odjelu za dizajn i u proizvodnji te kao takav rezultira plasiranjem novog proizvoda ili usluge na tržište.

## **Kreiranje ideja**

Ideje mogu dolaziti s tržišta, iz potreba kupaca, ili iz tehnologije gdje korištenje iste daje bogati izvor ideja za nove proizvode. Ideja sadrži osnovne odrednice o proizvodu ili usluzi i daje generalne specifikacije njegova dizajna.

---

<sup>4</sup> Marica Škrtić: Operativni menadžment, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2011. str. 58.

## **Izbor proizvoda**

Ideje o novom proizvodu moraju zadovoljiti test tržišnog potencijala, financijske izvodljivosti i proizvodne kompatibilnosti. Prije nego je ideja o novom proizvodu ugrađena u prethodni dizajn proizvoda, ona bi trebala biti analizirana kroz ta tri testa. Svrha analiziranja je izbor najbolje ideje.

## **Prethodno oblikovanje proizvoda**

Ova faza se odnosi na razvoj najboljeg dizajna na temelju ideje o novom proizvodu. Odobrenjem preliminarnog dizajna moguće je izraditi prototip za daljnje ispitivanje i analize, gdje se razmatra veliki broj odluka između troškova, izvedbe i kvalitete proizvoda. Rezultat toga je proizvod konkurentan na tržištu i tehnologijski prihvatljiv u proizvodnji.

## **Izrada prototipa i testiranje**

Izrada prototipa može imati mnogo različitih oblika te može biti izrađen na razne načine koji veoma sličje konačnom proizvodu. Prototip se ispituje te se može modificirati prema potrebama. Nakon što je uspješno ispitan, konačni dizajn se privodi kraju. Završno ispitivanje prototipova ima za cilj provjeravanje marketinških i tehnoloških izvedenosti.

## **Konačni dizajn proizvoda**

Tijekom faze konačnog oblikovanja radi se na izradi crteža i specifikacija koje omogućuju proizvodnju novog proizvoda ili usluge. Rezultat ove faze je potpuno razrađena specifikacija proizvoda ili usluge, procesom proizvodnje i distribucije do kupca.<sup>5</sup>

### **2.3. Planiranje proizvodnje**

Planiranje proizvodnje uključuje planiranje i oblikovanje procesa koji će preoblikovati resurse u gotove proizvode, upravljanje kretanja proizvoda i osiguravanje kvalitete proizvoda koju očekuju kupci. Proces preoblikovanja kombinira resurse na unaprijed utvrđene načine, korištenjem različite opreme, administrativnih postupaka i tehnologije u stvaranju proizvoda.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Roger G. Schroeder: Upravljanje proizvodnjom, MATE d.o.o., Zagreb, 1999., str.54.

<sup>6</sup> Marica Škrtić: Osnove poduzetništva i menadžmenta, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2008. str. 155.

Zadatak planiranja u području proizvodnje jest priprema programa proizvodnje i odvijanja procesa proizvodnje. Plan proizvodnje definira što proizvesti, koliko proizvesti, gdje proizvoditi, kako proizvoditi, čime proizvoditi, kada proizvoditi i kakvi troškovi nastaju pri proizvodnji.

Planiranje odvijanja proizvodnog procesa obuhvaća određivanje vremenskog i prostornog slijeda aktivnosti, za ostvarivanje proizvodnih naloga i time ostvarenje planiranog proizvodnog programa te određivanje vremenske i prostorne upotrebe nositelja aktivnosti i objekta aktivnosti određene kvalitete i količine u svrhu proizvodnje učinaka.

Količina resursa koju neki pogon može preraditi ili količina proizvoda koju on može proizvesti predstavlja kapacitet koji se definira kroz agregatno planiranje. Agregatno planiranje predstavlja proizvodni raspored prema kojemu poduzeće proizvodi sve što se od njega traži, izražen u potrebnim satima rada radnika i potrebnim satima rada stroja. Takav plan je interni plan poduzeća čija je glavna svrha omogućivanje rasporeda rada te potreba za prekovremenim satima rada radnika odnosno da li postoji višak ili manjak kapaciteta.<sup>7</sup>

Planiranjem proizvodnje, planiramo i izbor tehnologije koja predstavlja skup procesa, alata, metoda, postupaka i opreme, koji se koristi za proizvodnju roba ili usluga. Izbor tehnologije, utvrđivanjem poslova i radnih uvjeta.

Isto podrazumijeva kompjutorsku integraciju proizvodnih funkcija kroz zajedničku bazu podataka koja uključuje oblikovanje pomoću računala. Proizvodnju pomoću računala, robotiku i planiranje potreba materijala.<sup>8</sup>

Računalom podržano oblikovanje (*eng. Computer Assisted Design, CAD*) predstavlja inženjerski dizajn putem raznih programskih paketa za 3D i 2D modeliranje te se na taj način isti nacrti i modeli mogu lako ažurirati i mijenjati. Računalom podržana proizvodnja (*eng. Computer-Aided Manufacturing, CAM*) predstavlja 2D i 3D programiranje strojeva putem raznih programskih paketa uz prikaz simulacija što predstavlja značajno smanjenje troškova uz minimalnu mogućnost pogreške.<sup>9</sup> Uvođenjem kompjutorski podržane tehnologije, robotike i automatizacije smanjuje se vrijeme planiranja, koordinacije, upravljanja, vrijeme izrade te samim time smanjuju se pogreške i troškovi.

---

<sup>7</sup> Marica Škrtić: Operativni menadžment, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2011. str. 107.

<sup>8</sup> Roger G. Schroeder: Upravljanje proizvodnjom, MATE d.o.o., Zagreb, 1999., str. 244.

<sup>9</sup> Roger G. Schroeder: Upravljanje proizvodnjom, MATE d.o.o., Zagreb, 1999., str. 226.

## 2.4. Planiranje i upravljanje zalihama

Upravljanje zalihama je među najvažnijim funkcijama upravljanja proizvodnjom, zato što zalihe zahtijevaju veliki kapital i utječu na isporuku roba korisnicima. Upravljanje zalihama ima utjecaj na sve poslovne funkcije, posebno proizvodnju, marketing i financije. Zalihe osiguravaju uslugu potrošačima, što je od životnog interesa za marketing. Financije se bave sveukupnom financijskom slikom organizacije, uključujući sredstva alocirana u zalihe. A proizvodnja treba zalihe, da bi se osiguralo lagano odvijanje proizvodnje i njezinu efikasnost.

Zalihe su alocirane na različitim mjestima procesa proizvodnje, čiji tokovi povezuju jedno mjesto skladištenja s drugim. Razina do koje se zalihe mogu popuniti zavisi od kapaciteta dobave, a razina njihova pražnjenja od potražnje. Osnovna svrha zaliha je odvojiti različite faze proizvodnje. Zalihe sirovina odvajaju proizvođača od njegovih dobavljača, dok zalihe u toku procesa rada odvajaju različite faze proizvodnje jednu od druge, a zalihe gotovih proizvoda odvajaju proizvođača od njegovih kupaca.<sup>10</sup>

Pod zalihama se ne podrazumijevaju samo zalihe sirovina i materijala već i zalihe nedovršene proizvodnje i zalihe gotovih proizvoda, pa stoga upravljanje zalihama obuhvaća ukupne zalihe u poduzeću. Planiranje i upravljanje zalihama orijentirano je praćenjem razine zaliha, signaliziranjem o promjenama u razini zaliha te signaliziranjem potreba za akcijama koje bi eliminirale prekomjerne, a popunile nedostatne zalihe.

Za upravljanje zalihama razvijene su metode poput ekonomične količine narudžbe koja pretpostavlja koliko i kada naručiti uz minimalne troškove, planiranja potreba materijala koja predstavlja kompjuterizirani sustav upravljanja materijalima i kontrolu zalihe te upravo-narvijeme (*eng. Just-in-time*) koji predstavlja integrirani niz aktivnosti kojima je cilj postići velik volumen proizvodnje korištenjem minimalnih zaliha sirovina, proizvodnih procesa i gotovih proizvoda.<sup>11</sup>

## 2.5. Upravljanje kvalitetom i kontrola kvalitete

Kvaliteta je relativan pojam, jer što je za nekoga vrlo kvalitetno za drugoga je manje kvalitetno i obrnuto pa je upravo zbog te relativnosti potrebno standardizirati pojmove i zakonitosti koje objašnjavaju kvalitetu, a koja mora biti prepoznatljiva i mjerljiva za

<sup>10</sup> Roger G. Schroeder: Upravljanje proizvodnjom, MATE d.o.o., Zagreb, 1999., str. 579.

<sup>11</sup> Marica Škrtić: Operativni menadžment, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2011. str. 115.



proizvode i usluge na globalnom tržištu. Ako kvaliteta ne bi bila prepoznatljiva i mjerljiva bilo bi veoma teško pa čak i nemoguće vršiti razmjenu roba i usluga na svjetskom tržištu. Međunarodna norma ISO 9000 kvalitetu definira kao stupanj u kojemu skup svojstvenih karakteristika ispunjava zahtjeve. Ovako definirana kvaliteta otvara mnoštvo novih pristupa u upravljanju materijalnim i nematerijalnim proizvodom.

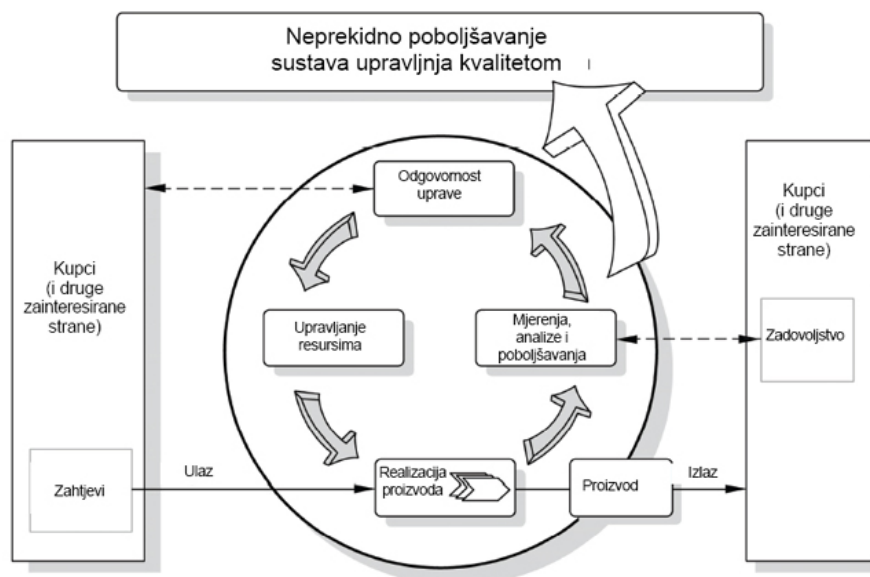
Sustav upravljanja kvalitetom je sustav upravljanja, utemeljen na utvrđenoj politici kvalitete i ciljevima, koji služi za upravljanje organizacijom i nadziranje organizacije s obzirom na kvalitetu. Sustav upravljanja kvalitetom treba promatrati kao interakcije politike i ciljeva organizacije, organizacijskog ustroja i u njemu precizno raspoređenih odgovornosti, ovlasti i odnosa, poslovnih procesa i u njima definiranih odnosa, odgovornosti i ovlasti, resursa koji podržavaju procese i sustav te partnera i dobavljača od kojih procesi ovise.

Pojam kvalitete prije je bio vezan uglavnom za klasične proizvode, a vrlo rijetko za nematerijalne proizvode i njihove karakteristike. Pojavom normi ISO 9000 i njihove revizije, pojmovi proizvoda i usluge se izjednačavaju. Kod proširenja pojma kvalitete na nematerijalne proizvode i na uslužne djelatnosti te plansko-kreativne učinke. Postaju sve kompleksnije spoznaje i definiranja karakteristika kvalitete.

Filozofija da svaka organizacija u ovakvim odnosima konkurencije i tržišta mora postaviti cilj „Biti prvi“ na prvi pogled izgleda kao pomodarstvo. Međutim, duboka su psihološka značenja takvog stava jer otvara prostor za pravu utakmicu u kvaliteti to jest oživljava proces stalnog poboljšanja kvalitete koja vodi u poslovnu izravnost. Takvi pozitivni stavovi uvažavanja istinske kvalitete pružaju nadu da će kvaliteta postati glavni čimbenik u ukupnom poslovanju organizacija.

Model sustava upravljanja kvalitetom zasnovanog na procesima prikazan na ilustraciji 3. pokazuje veze procesa. Ova ilustracija pokazuje da korisnici imaju značajnu ulogu u definiranju zahtjeva kao ulaznih elemenata. Praćenje zadovoljstva korisnika zahtjeva vrednovanje informacija u vezi zapažanja korisnika, koja se odnose na to da li organizacija ispunjava zahtjeve korisnika.

Ilustracija 3. Neprekidno poboljšavanje sustava upravljanja kvalitetom



Izvor: OSKAR, Centar za razvoj i kvalitetu d.o.o., Procesno orijentirani sustavi upravljanja kvalitetom i interni audit, 2015.

Uprava mora osigurati da se ciljevi kvalitete definiraju na svim razinama u organizaciji. Ciljevi kvalitete moraju biti mjerljivi i usklađeni s politikom kvalitete i opredjeljenošću za neprekidna poboljšanja. Ciljevi kvalitete moraju obuhvatiti sve pretpostavke koje su potrebne za zadovoljenje zahtjeva za proizvod. Uprava mora osigurati definiranje i planiranje resursa koji su potrebni za postizanje ciljeva kvalitete. Rezultat planiranja mora biti dokumentiran. Planiranje mora obuhvatiti procese koji se zahtijevaju u sustavu upravljanja kvalitetom uzimajući u obzir suženje područja primjene, potrebne resurse i neprekidno poboljšanje sustava upravljanja kvalitetom. Planiranje mora osigurati da se promjene provode kontrolirano i da se tijekom ovih izmjena zadržava integritet sustava upravljanja kvalitetom.

Zaposlenici koji u sustavu upravljanja kvalitetom imaju definirane odgovornosti, moraju biti kompetentni na temelju svog obrazovanja, obuke, sposobnosti i iskustva. Organizacija mora utvrditi potrebe u pogledu kompetencije zaposlenih koji obavljaju aktivnosti koje utječu na kvalitetu, osigurati izobrazbu kojom se mogu zadovoljiti te potrebe, vrednovati učinkovitost izvedene izobrazbe, osigurati da zaposleni budu svjesni relevantnosti i važnosti svojih aktivnosti i načina na koji oni doprinose postizanju ciljeva te voditi odgovarajuće zapise o obrazovanju, iskustvu, obuci i kvalifikacijama.

Organizacija mora definirati, planirati i provoditi aktivnosti mjerenja i nadzora neophodne za osiguravanje sukladnosti proizvoda, osiguranje sukladnosti sustava upravljanja kvalitetom te neprekidno poboljšanje. Ona mora odrediti potrebe za metodama, koje uključuju statističke tehnike i definirati njihovu potrebu. Organizacija mora pratiti informacije o zadovoljstvu i/ili nezadovoljstvu kupca, kao jedan od načina mjerenja učinka sustava upravljanja kvalitetom. Mora se definirati metodologija za dobivanje i korištenje takvih proizvoda. Organizacija mora provoditi periodične interne audite da bi se utvrdilo da li je sustav upravljanja kvalitetom sukladan zahtjevima ove međunarodne norme te učinkovito primijenjen i održavan. Tvrtka mora planirati interno provjeravanje uzimajući u obzir status i važnost aktivnosti i područje koje su predmet audita, kao i rezultate prethodnih audita. Moraju se definirati područja audita, učestalost i metodologija. Audite trebaju provoditi zaposleni koji ne učestvuju u izvršavanju aktivnosti koje su predmet provjere.

Organizacija mora osigurati da proizvod koji nije usuglašen sa zahtjevima bude identificiran i pod kontrolom, kako bi se spriječila nenamjerna upotreba ili isporuka. Ove aktivnosti se moraju definirati u dokumentiranoj proceduri. Proizvod koji nije usklađen mora se popraviti, a nakon popravka podvrgnuti ponovnoj verifikaciji, da bi se dokazala njegova sukladnost. Kad se nesukladan proizvod otkrije nakon njegove isporuke, ili nakon početka njegove upotrebe, tvrtka mora poduzeti odgovarajuće mjere u odnosu na posljedice te nesukladnosti. Tvrtka mora planirati i upravljati procesima koji su neophodni za ostvarivanje neprekidnog poboljšanja sustava upravljanja kvalitetom te omogućiti proces ostvarivanja neprekidnog poboljšanja uporabom politike kvalitete, ciljeva, rezultata audita, analize, korekcijskih i preventivnih mjera i ispitivanja od strane rukovodstva.

Organizacija mora provesti korekcijske mjere za otklanjanje uzroka nesukladnosti da bi se spriječilo njihovo ponavljanje. Poduzeta korekcijska mjera treba utjecati na utvrđeni problem. Dokumentirani postupak za korekcijsku mjeru treba definirati zahtjeve za identifikaciju nesukladnosti, definiranje uzroka nesukladnosti, ocjenjivanje potrebe za mjerama koje će osigurati da se nesukladnosti ne ponove, definiranje i primjenu neophodnih korekcijskih mjera, evidentiranje rezultata poduzetih mjera i ispitivanje poduzetih korekcijskih mjera.

Organizacija mora utvrditi preventivne mjere za otklanjanje uzroka potencijalnih nesukladnosti kako bi se spriječilo njihovo ponavljanje.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> OSKAR, Centar za razvoj i kvalitetu d.o.o., Procesno orijentirani sustavi upravljanja kvalitetom i interni audit, 2015.

### 3. INFORMACIJSKI SUSTAVI

Informacijski sustav (IS) obuhvaća informacijske tokove u poduzeću. Za cilj mu je dostaviti pravu informaciju na pravo mjesto, u pravo vrijeme i uz minimalne troškove. Za formiranje informacijskog sustava u poduzeću, potrebno je realizirati određene pretpostavke. U prvom redu radi se o tehničko-tehnološkom dijelu i kadrovima kao jednom od najvažnijih čimbenika poslovanja poduzeća. Pri tome je važno da informacijski sustav podržan računalnom tehnologijom zadovolji zahtjeve menadžmenta prema poslovnim informacijama. Ljudsko znanje u suvremenom svijetu znanstveno-tehnološke revolucije udvostručava se svakih pet do osam godina. Dakle, ukupni broj inovacija, патената, monografija, članaka i drugih pisanih proizvoda ljudskoga uma količinski se povećava nevjerojatnom brzinom po eksponencijalnoj krivulji, s vremenom udvostručenja koje je sve kraće. Dio toga znanja u novije vrijeme pretvara se u upute za rad strojeva ili software, što znači da ga se u obliku algoritama postupaka i programa predaje tehnologiji.

Ekspertni sustavi koji će pružati pravne savjete ili sustav za podršku odlučivanju, koji služi menadžeru za uklanjanje neizvjesnosti pri složenim odlukama, dva su primjera znanja pretvorenog u software. Određeni samo manji dio ljudskog znanja, može se proizvesti u obliku samog stroja, što se zove hardware. Mogu se stvoriti inteligentni strojevi koji potpuno zamjenjuju čovjeka u obavljanju nekog posla, odnosno supstituiraju njegovo znanje. Robotizirana proizvodna linija bez ljudi, ulični bankomat, studomat, oblici su znanja prelišenog u hardware.

Informacijski sustav određen je kao skup elemenata (podaci, kadrovi, oprema, metode, informacije) i djelatnosti koje osiguravaju transformaciju podataka u informacije i prezentaciju informacija korisniku. Informacija predstavlja obrađeni podatak, odnosno na neki način interpretiranu vrijednost koja je memorirana.<sup>13</sup>

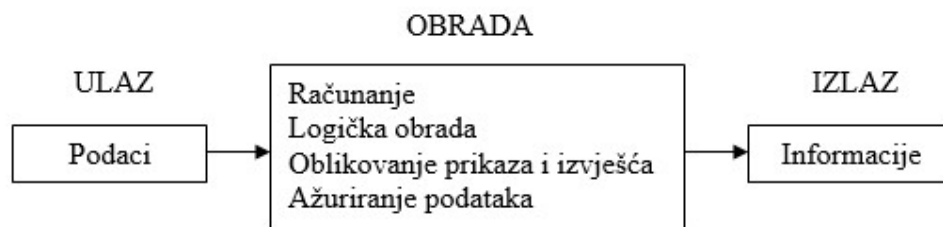
Informacija kao obrađeni podatak je izlazni rezultat obrade podataka i može se slično tretirati kao obrada materijala u proizvodnim i tehnološkim procesima. Na ilustraciji 4. prikazan je proces proizvodnje informacija iz kojeg je evidentna analogija s tehnološkim procesom u proizvodnom sustavu.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str. 17.

<sup>14</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str. 19.

Ilustracija 4. Proces dobivanja informacija



Izvor: Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str. 20.

Proces dobivanja informacija odvija se u informacijskom sustavu. Ulaz u informacijski sustav su podaci, obradom podataka dobivaju se informacije. Informacije na izlazu mogu imati različite oblike interpretacije: telefonski, pisanim ili tipkanim izvještajem, crtežom ili drugim grafičkim prikazom ili pregledom na zaslonu računala.

Informacijski sustav koji treba osigurati proizvodnju i omogućiti dobivanje potrebnih informacija postojao je u svim oblicima života i rada čovjeka, od krikova dimnih signala do suvremenih računala i sredstava komuniciranja. Primjena računala u proizvodnim poduzećima počela je aplikacijama koje su obrađivale stanje i promet zaliha na skladištima materijala, alata i gotovih proizvoda. Istovremeno su se javile aplikacije za praćenje i obradu podataka o kadrovima te knjigovodstvene aplikacije (sredstva dugotrajne imovine, materijalno knjigovodstvo, kupci-dobavljači, financijsko knjigovodstvo, obračun plaća).

U tehničkom dijelu javila se potreba i pojavile su se aplikacije koje su obrađivale sastavnicu proizvoda (strukturu, materijalnu i tehnološku). Mogućnosti računala koriste se za proračun prilikom razvitka proizvoda čime se skraćuje spori rutinski posao računanja, te ubrzalo dobivanje varijantnih rješenja prema promjenama zahtjeva ili raspoloživim resursima.<sup>15</sup>

### 3.1. Elementi informacijskih sustava

Garancija uspješnosti informacijskog sustava je povezivanje samih elemenata IS-a u kvalitativno podjednaku razinu te njihovo međusobno usklađivanje ali uz dobru organizaciju koju čine educirani, osposobljeni, motivirani zaposlenici koji znaju koristiti i efikasno

<sup>15</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str. 20.

primijeniti informacijske tehnologije. Cilj IS-a je dostaviti pravu informaciju u pravo vrijeme, na pravo mjesto i uz minimalne troškove dok je osnovna zadaće IS-a prikupljanje, razvrstavanje, obrada, čuvanje, oblikovanje i raspoređivanje informacija na sve razine objektnog sustava, odnosno korisnicima. Da bi uspješno obavljao spomenute funkcije i ostvario navedene ciljeve, IS posjeduje određenu strukturu koja predstavlja sintezu pet neophodnih elemenata:<sup>16</sup>

- *HARDWARE* – materijalna osnovica koju čine informacijske tehnologije poput računala, radne stanice, modema, fizičke linije za komunikaciju, satelit;
- *SOFTWARE* – nematerijalni elementi u obliku programskih rješenja, rutina, metoda na kojima se temelji primjena *hardware*-a;
- *LIFWARE* – ljudi koji rade s informacijskim tehnologijama bilo kao profesionalni informatičari ili krajnji korisnici;
- *ORGWARE* – Organizacijski postupci, metode i načini povezivanja prethodne tri komponente u skladnu, funkcionalnu cjelinu;
- *NETWARE* – koncepcija i realizacija komunikacijskog povezivanja, fizičkog i informacijskog, svih elemenata sustava u skladnu cjelinu.

## **3.2. Podjela informacijskih sustava**

### **3.2.1. Klasični informacijski sustavi**

Klasični IS sastavljen je od informacijskih podsustava različitih po kriterijima, čuvanju, uporabi i stupnju pouzdanosti. Najveći dio informacija postoji i kruži u pisanom obliku, a značajan dio ostaje u sjećanju ili kompetenciji pojedinca. Upravljačke odluke se donose uglavnom intuicijom ili na osnovu nedovoljnog broja pouzdanih informacija. Tehnologija obrade podataka u informacije je ručna, s izvjesnim priručnim sredstvima niže ili srednje mehanizacije poput kalkulatora, stolni računski strojevi i mehanografska sredstva. Metode analize sustava zasnivaju se na analizi protoka dokumenata kroz organizacijski sustav.

Primjenom određenih organizacijskih sredstava za upravljanje proizvodnjom stvorene su i skromne mogućnosti upravljanja proizvodnjom u manjim poduzećima i organizacijskim jedinicama poduzeća. Primjena ovih sredstava uz organizaciju kartoteka s podacima za

---

<sup>16</sup> Ljerka Luić: Informacijski sustavi, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2009. str. 37.

relativno brzo ručno pretraživanje i označavanje raznim bojama, omogućuje brže dobivanje podataka.<sup>17</sup>

### **3.2.2. Prijelazni informacijski sustavi**

Ovu vrstu predstavlja IS s izvjesnom informatizacijom svojih funkcija u okviru podsustava ili cjelokupnih podsustava. Ovaj tip IS-a prisutan je u dijelu proizvodnih poduzeća, koji se nalaze na putu informatizacije. Postoje različite razine kvalitete ovog tipa IS-a od onih koji su razvili i razvijaju pojedine obrade parcijalnog značenja do postavljanja kompletnih modula i podsustava s određenim vezama među podsustavima kao osnovi za postavljanje trećeg tipa integracijskih IS-a.

Tehnologija obrade podataka je na razini sustava za obradu podataka. Kao metode analize sustava koriste se matematičke, statističke i metode operativnog istraživanja. Praktično ova vrsta informacijskih sustava obuhvaća široku grupu ali je neizvjesno kada prijelazni IS prelazi u treću grupu, u integrirani IS.<sup>18</sup>

### **3.2.3. Integrirani informacijski sustavi (IIS)**

Treći tip predstavlja integrirani informacijski sustav (IIS) za koji se još koriste nazivi integrirani, integralni, kompleksni, kompjuterizirani ili menadžment IS. IIS predstavlja sređen i organiziran sustav koji upravlja poduzeća osigurava pravovremene i točne informacije kao podloge za donošenje upravljačkih odluka. Po svojoj strukturi IIS se dijelni na podsustave koji odvajaju određene poslove, a podsustavi se dijele na module koji je dio podsustava i predstavlja informatičku podršku dijelu funkcije koja je relativno samostalna u svom uvođenju, zaštiti podataka i radu.

IIS pretpostavljaju korištenje računalne opreme za ulaz, obradu, memoriranje i izlaz podataka i informacija, te mreža za povezivanje radnih stanica suradničkih mjesta korisnika. Primjena IIS treba doprinijeti ukupnoj učinkovitosti poduzeća, ubrzati protok informacija i naročito vrijeme obrade, povećati točnost obrade, omogućiti preuzimanje rutinskih poslova, povećati mogućnost za sigurnije i učinkovitije odluke, omogućiti razvitak tehnologije u obradi

---

<sup>17</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str. 25.

<sup>18</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str. 25.

materijala, povećati financijske efekte, omogućiti brže komuniciranje sa strojem i čovjeka sa strojem te omogućiti brže komuniciranje s okolinom (kupci, dobavljači, banke).

Izrada projekta IIS-a sadrži sljedeća poglavlja:<sup>19</sup>

- Zadaci i ciljevi projekta
- Osnovni podaci o poduzeću
- Snimanje i analiza postojećeg stanja
- Snimanje i analiza postojećeg sadržaja i toka dokumenta
- Analiza sustava označavanja
- Organizacija prikupljanja, unosa i zaštite podataka
- Struktura sustava IIS-a
- Opis sadržaja baza podataka
- Opisi i crteži izlaznih izvještaja
- Osnovni algoritam glavnih programa
- Plan uvođenja podsustava i modula
- Prijedlog računalske osnove
- Očekivane koristi od uvođenja IIS-a
- Plan obuke korisnika
- Prijedlog organizacije i rada odjela za uvođenje i rad IIS-a
- Prijenos podataka iz postojećih aplikacija
- Uključivanje postojeće opreme u IIS
- Daljnji razvitak IIS-a.

Prvi pristup razvoja IIS-a, odnosno razvitak preko analize procesa i funkcija u proizvodnom sustavu odvija se detaljnom analizom proizvodnog ili radnog procesa radi utvrđivanja informacijske potrebe za pojedine funkcije u procesu te se na osnovu toga razvija IS kao podrška upravljanju funkcijama i odvijanju tokova i obrade podataka na radnim mjestima. S porastom broja razvijenih podsustava raste složenost IIS-a i javlja se redundancija i nekonzistentnost podataka u istome.

Drugi pristup je prototipni razvitak koji je postao moguć nakon pojave jezika četvrte generacije čime se faza programiranja i testiranja uvelike smanjuju. Time se smanjuje i rizik u

---

<sup>19</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.34.



analizi i projektiranju IIS-a. Razvitak je kraći, promjene se obavljaju paralelno tijekom uvođenja i korištenja IIS-a. S porastom broja razvijenih podsustava raste složenost IIS-a pojavljuju se nedostaci kao i kod prvog pristupa.

Treći pristup temelji se na razvitku modela baze ili baza podataka. Model treba oslikati strukturu organizacije te zadovoljavanje svih njenih informacijskih potreba. Ovaj pristup postavlja visoke zahtjeve i traži široka raznolika znanja, odvija se sporo zbog neophodnosti određivanja međusobnih veza i kompleksnosti sustava, zahtjeva timski rad projektanta i korisnika, dobivena rješenja su najkvalitetnija, uvođenjem modula ili podsustava ne narušava se određena struktura cjelokupnog IIS-a, manja zavisnost korisnika u funkcioniranju i daljnjem razvitku, svako kašnjenje u otkrivanju pogreški u projektiranju, zahtjeva pri programiranju eksponencijalno vrijeme za korekciju greške.<sup>20</sup>

#### **3.2.4. Upravljački informacijski sustavi (ERP)**

Upravljački informacijski sustavi (*eng. Enterprise Resource Planning, ERP*) pretpostavljaju uveden i efikasan integrirani sustav koji integrira i memorira u bazama veći opseg podataka, a svakako obuhvaća sve relevantne podatke tog poduzeća. Dok IIS organizira i omogućuje korištenje svih relevantnih podataka, ERP omogućava stvaranje podloga odnosno varijanti za izbor upravljačkih odluka kao i donošenje prijedloga rutinskih odluka, te simuliranje ponašanja sustava nakon poduzimanja određenih akcija.

U ERP sustavu radi se o pristupu, koji nastoji ujediniti sve dijelove i funkcije tvrtke u jedinstveni sustav, koji će moći podjednako dobro informacijski opsluživati sve te dijelove i funkcije zadovoljavajući u potpunosti njihove informacijske potrebe. Osnovni cilj ERP sustava je što kraće vrijeme pripreme proizvodnje, a time i smanjenje troškova, uz osiguranje fleksibilnosti prema potrebama tržišta te mogućnost brzog povezivanja na novim poslovima i komuniciranju u tijeku realizacije, što u uvjetima globalizacije postaje neophodno.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str. 25.

<sup>21</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.161.

### 3.2.5. Računalom integrirana proizvodnja (CIM)

Računalom integrirana proizvodnja (*computer integration manufacturing*, CIM) predstavlja, za proizvodna poduzeća metaloprerađivačke, elektro i drvene industrije, najviši stupanj informatizacije poduzeća. Ona predstavlja integraciju software-a i hardware-a u visoko integrirani sustav poduzeća poznat i pod nazivom „tvornica bez ljudi“ ili „tvornica budućnosti“ koja uključuje i integraciju umjetne inteligencije.<sup>22</sup>

Umjetna inteligencija je grana računalne znanosti koja se bavi proučavanjem i oblikovanjem računalnih sustava koji pokazuju neki oblik inteligencije. Takvi sustavi mogu učiti, mogu donositi zaključke o svijetu koji ih okružuje, oni razumiju prirodni jezik te mogu spoznati i tumačiti složene prirodne i dinamičke scene.<sup>23</sup>

### 3.3. Strategija integracije informacijskog sustava

Izradu dobrog strateškog plana razvoja IS-a nekog poslovnog sustava prati razumijevanje za taj sustav, razvitak i izgradnja istoga, a izgraditi IS ne znači samo izradu programskog rješenja, njegovo testiranje i instaliranje već prati dugi niz aktivnosti poput razumijevanja za poslovni sustav, istraživanje ponašanja sustava u radu, poznavanje procesa na svim razinama, poznavanje informacijskih tehnologija, preustroj organizacijskog sustava, projektiranja i izvedbe programa IS-a, usklađivanja programa s poslovanjem, funkcionalnih i ekonomskih optimizacija IS-a, uvođenja novog IS-a i školovanje korisnika, zaštite IS-a tijekom rada te praćenje uspješnosti korištenja IS-a.

Svaki od navedenih poslova je značajan, ali posebnu pažnju treba posvetiti praćenju uspješnosti IS-a čije parametre je nužno postaviti prije samog početka izgradnje zbog pravilnog promišljanja, definiranja parametara za praćenje uspješnosti realizacije projekta po njegovim fazama, stvaranje obrambenog mehanizma spram mogućih nerealnih očekivanja.<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.36.

<sup>23</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.392.

<sup>24</sup> Ljerka Luić: Informacijski sustavi, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2009. str.44.

## Zadaci i ciljevi projekta

Opći zadatak je ocjena sadašnje razine informatizacije poslovnih funkcija u poduzeću, te da se na osnovu analize toka informacija, materijala i opreme, predloži varijante prelaska sa klasičnog tipa IS-a ili s djelomično izvedenim aplikacijama na IIS, koji integrira sve relevantne podatke u poduzeću i omogućuje upravljanje ranim procesima, predviđanje rezultata i podizanje cjelokupne organizacije rada i tehnologije obrade informacija na višu razinu.

Ciljevi koji se javljaju u integraciji informacijskog sustava su sljedeći:<sup>25</sup>

- Izrada koncepta IIS-a poduzeća uz uvažavanje zahtjeva korisnika i postojeće razine informacije,
- Analiza funkcija i pripadajućih podataka, informacija i dokumenata te međusobnih veza,
- Određivanje strukture sustava IIS-a poduzeća (podsustava, modula),
- Određivanje entiteta, relacija i atributa baza podataka (logička struktura baza podataka),
- Izrada algoritma za složenije procese (određivanje prioriteta, proračun normativa, planiranje, terminiranje, izbor dobavljača),
- Prijedlog pregleda i izvještaja iz IIS-a,
- Određivanje neposrednih i posrednih koristi uvođenja IIS-a,
- Određivanje načina rada korisnika,
- Smanjenje broja opsega pisanih dokumenata između odjela,
- Prilagođavanje dokumenata i organizacije potrebama rada IIS-a,
- Rječnik podataka (opis pojmova i atributa),
- Dimenzioniranje varijanti potrebne računalne opreme na funkcioniranje IIS-a,
- Prijedlog sustavnog software-a te organizacija informatičke funkcije sa strukturom poslova i potrebnim znanjem za funkcioniranje IIS-a,
- Plan obuke za uvođenje, dinamika realiziranja izrade i uvođenja IIS-a.

---

<sup>25</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.47.

## Polazne pretpostavke

U izradi projekta IIS-a poduzeća polazi se najčešće od pretpostavki da IIS poduzeća treba biti projektiran prema sadašnjoj organizaciji rada, bez većih promjena organizacijske strukture. IIS poduzeća treba strukturom baza podataka i računalskom opremom predvidjeti očekivani budući razvitak u poduzeću. Uvođenjem sustava IIS i nabavka opreme trebaju biti usklađeni s objektivnim financijskim i kadrovskim mogućnostima u poduzeću. Odgovornost za ažurnost i kvalitetu podataka snosi funkcija koja obavlja transakciju odnosno radi s podacima.<sup>26</sup>

## Orijentacija projekta

Projektirani IIS treba biti maksimalno orijentiran korisniku odnosno „*user-friendly*“. To znači da je IIS projektiran za interaktivni rad korisnika, da unos i kontrolu podataka obavljaju funkcije koje rade s podacima te tijekom unosa i pregleda podataka u bazi podataka ima ugrađene pomoćne zaslone računala i pomoćne funkcije za brzo nalaženje potrebne grupe podataka. IIS u toku rada mora omogućiti korisniku tražene podatke i informacije iz drugih modula i podsustava.

Projektirani sustav IIS treba obuhvatiti potrebu svih značajnih funkcija poduzeća:<sup>27</sup>

- Nuđenje i ugovaranje poslova,
- Projektiranje i konstruiranje,
- Projektiranje i izrada tehnologije,
- Planiranje i praćenje realizacije poslova,
- Nabavka i skladištenje materijala, rezervnih dijelova i alata,
- Financijsko poslovanje,
- Održavanje mehanizacije i osiguravanje potrebnih kadrova,
- Osiguranje kvalitete proizvoda i usluga.

---

<sup>26</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.48.

<sup>27</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.49.

## **Snimanje i analiza postojećeg stanja**

Kod snimanja i analize postojećeg stanja podrazumijevaju se radni i tehnološki procesi na kojima funkcionira poduzeće, razina postojeće informatizacije te nakon analize snimljenog stanja, izrađuju se prijedlozi za poboljšanje rada analizirane funkcije.

Tijek snimanja i analize sastoji se od određivanja osnovnih zadataka organizacijske jedinice u radnim procesima poduzeća, određivanje tokova informacija u organizacijskim jedinicama, veze organizacijskih jedinica s drugim organizacijskim jedinicama na zajedničkim dijelovima procesa rada, potreba organizacijskih jedinica za informacijama u procesu rada, ocjena postojeće informatizacije, određivanje organizacijskih promjena u cilju stvaranja pretpostavki za uspješnu primjenu IIS-a, prijedlog poboljšanja učinkovitosti organizacijske jedinice u obavljanju svojih aktivnosti u radnom procesu te razmjena podataka i informacija s okruženjem.<sup>28</sup>

## **Snimanje i analiza dokumentacije**

Dokumenti predstavljaju nositelje podataka i informacija. Oni omogućavaju komuniciranje među pojedincima i odjelima, a time i odvijanje radnog i tehnološkog procesa. Analiza dokumenta treba smanjiti rubrike na dokumentima na one koje su neophodne na tom dokumentu, a posebice smanjiti redundanciju podataka na dokumentima. Na taj način dokumenti postaju jednostavniji za popunjavanje, zahtijevaju manje vremena za rad na njima i time smanjuju ukupne rutinske poslove. Prilikom kreiranja dokumenta za rad IIS najveći dio dokumenta koji predstavljaju izvještaji, izrađuje se u obliku pregleda na zaslonu računala. Na taj se način smanjuje prisutni broj izvještaja na papiru, povišuje ažurnost podataka na izvještajima i omogućuje da se izvještaji koriste prema potrebi.

Analiza dokumentacije obavlja se s ciljem utvrđivanja stvarno potrebnog broja dokumenata, odnosno izostavljanje dokumenata koji nose u različitom rasporedu iste podatke, utvrđivanje dokumenata koji cirkuliraju u okviru organizacijske jedinice te se mogu organizirati u obliku izvještaja na zaslonu računala, izbora izvještaja koji će biti prikazani na zaslonu računala u interaktivnom radu IIS-a, izostavljanju dokumenata koji su kreirani za formatizirani unos podataka te izostavljanje suvišnih podataka s dokumentima kao i povoljniji razmjestaj rubrika.

---

<sup>28</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.50.

Po osnovnoj podjeli dokumenti se mogu podijeliti na dokumente koji ulaze u sustav okruženja, dokumenti koji cirkuliraju između i unutar organizacijskih jedinica u poslovnom sustavu i dokumenti koji iz poslovnog sustava idu u okruženje.

Dokumenti iz okruženja dolaze u svom izvornom obliku te se najčešće organizira neposredan unos dijela podataka interesantnih za rad IIS-a. Dokumenti koji prenose informacije i poruke među organizacijskim jedinicama i djelatnicima omogućuju pripremu, odvijanje i praćenje poslovnog procesa. Dokumenti koji idu u okruženje moraju sadržavati logo znak poduzeća te mogućnost izrade u IIS-u na jezicima kupca i dobavljača.

Popis postojećih dokumenata kao nositelja poslovno-tehničkih informacija i podataka o poduzeću, obavlja se putem upitnika kojeg popunjavaju svi sektori, službe i odjeli.

Koraci po kojima se obavlja analiza dokumentacije je sljedeća:<sup>29</sup>

- Popis dokumenata i drugih oblika usmenog i pismenog komuniciranja,
- Obrada dokumenata po frekvenciji zahtjeva, broju polja i procijenjenom potrebnom vremenu za popunjavanje,
- Analiza dokumenata po tokovima,
- Prijedlog smanjenja broja dokumenata koji kruže u okviru iste funkcije,
- Prijedlog smanjenja polja koja predstavljaju nepotrebnu suvišnost podataka,
- Određivanje dokumenta i polja koja ostaju kao neophodna za funkcioniranje informacijskog sustava,
- Određivanje polja dokumenata koji će biti dobivani u interaktivnom radu.

### **Analiza sustava označavanja za primjenu IIS-a**

Sustav označavanja ili šifriranja je informacijski jezik sporazumijevanja u poduzećima. Izmjena ili registriranje informacija moguća je primjenom određenih znakova i simbola.

Dobro sastavljena šifra treba od znakova poredanih određenim slijedom omogućiti nedvosmisleno identificiranje određenog predmeta šifriranja, klasificiranje po određenom sustavu, informiranje o specijalnim karakteristikama tog predmeta šifriranja. U određenim uvjetima treba izgraditi sustav šifriranja koji će zadovoljiti zahtjeve da se koristi što manje

---

<sup>29</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.64.

znakova šifri, da je šifra dovoljno velika i omogućuje nedvosmisleno šifriranje svih predmeta koji postoje u određenom sustavu, da šifre pružaju što više informacija o šifriranim predmetima, da je primijenjeni sustav šifriranja stalan.

Sustav šifriranja koji zadovoljava prethodno navedene zahtjeve ima prednosti u uštedi rada i sredstva pri ispisivanju informacija o predmetima šifriranja, prijenos informacija je brži, osigurava bolju organiziranost poslovanja, omogućava sortiranje predmeta šifriranja te koncentriranim izražavanjem informacija povećava prednost nad cjelokupnim poslovanjem.

Šifre nastaju kao rezultati procesa šifriranja pri čemu se postavljaju uvjeti da budu jasne, kratke, točne i nedvosmislene. Za ostvarenje ovih uvjeta, u teoriji i praksi razvilo se više vrsta šifara i sustava šifriranja. Prema svrsi za koju se koriste šifre se mogu dijeliti na identifikacijske, klasifikacijske te informacijske.

Identifikacijske šifre se oblikuju na osnovi opisa predmeta ili pojmov, odnosno izabranih karakteristika za identifikaciju.

Klasifikacijske šifre se oblikuju na osnovi izbora zajedničkih karakteristika, većeg ili manjeg skupa predmeta ili pojmov.

Informacijske šifre se oblikuju pretežno od manjeg broja znakova, koji obuhvaćaju dopunske karakteristike iz opisa predmeta ili pojmov.<sup>30</sup>

### **Organizacija prikupljanja, unosa i zaštite podataka**

Sustav IIS-a je korisnički orijentiran, te se odgovornost za unos, točnost i pravodobnost podataka prenosi na korisnika.

Postoje četiri faze rada sa podacima poput:

- pripremanja i preuzimanja podataka s izvornih dokumenata,
- ažuriranje podataka, unos promjena i prometa,
- obrada podataka i
- spremanje i zaštita podataka.

---

<sup>30</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.71.

Pripremanje i preuzimanje podataka obavlja se s dokumentacije ili postojećih datoteka ili baza podataka kod korisnika. Moguća su četiri oblika preuzimanja podataka i pripreme za unos.

Prvi oblik predstavljaju pripremljeni obrasci na koje upisujemo podatke za unos. Obrasci su formatizirani tj. napravljeni u određenom rasporedu ulaznih slogova s točno određenim početkom i završetkom svakog polja. Dužina ulaznog sloga zadržana je prema standardu kartice kao prvog nositelja podataka. S obzirom na potrebu identifikacije svakog ulaznog sloga, te spajanja svih ulaznih slogova u slog datoteke ili entitete baze podataka, svaki ulazni slog dobiva jedinstvenu identifikaciju.

Drugi oblik predstavljaju dokumenti koji ostaju u svom obliku, ali se formatiziraju polja na dokumentima koja se unose uz obavezno dodavanje identifikacije ulaznog sloga. Na dokumentu ostaju polja koja se popunjavaju, ali se ne unose. Ovaj oblik rada s dokumentima obavlja se s internim dokumentima poduzeća. To su dokumenti koji imaju svoju arhivsku važnost i ostaju određeno vrijeme kao dokumenti od važnosti za poduzeće poput primki, izdatnica, i tehnoloških postupaka.

Treći oblik unosa podataka obavlja se neposredno u interaktivnom radu korisnika. Za ovaj način rada nužna pretpostavka je mreža lokalnih stanica, putem kojih korisnici komuniciraju s memoriranim podacima. Na zaslonu računala se određuje dokument za unos podataka s programom logičke kontrole prilikom unosa. Postoje rješenja povezanosti čitača bar koda uz PC računalo. Isto tako postoje mogućnosti primjene bežičnih RF (*eng. Radio Frequency*) terminala koji imaju ugrađene laserske čitače, memoriju za smještaj programa za kontrolu unosa i prijenos u bazu podataka.

Četvrtoj vrsti podataka pripadaju podaci koji se evidentiraju, unose i kontroliraju pri obradi poput obračuna plaća. Posebnu grupu podataka predstavljaju podaci koji će se neposredno prenositi iz postojeće organizacije podataka u datotekama, čitanjem i razmještanjem u nove datoteke ili baze podataka uz izostavljanje viška polja i dodavanje novih polja koja se moraju posebno popuniti vrijednostima.

U pravilu podaci se preuzimaju, unose i dovode u ispravno stanje samo na jednom mjestu, po posebnim znanjima potrebnim za taj unos. Nakon unosa osnovnih podataka od zajedničkog značaja, potrebno je da rukovoditelji obave kontrolu i testiranje podataka, unesenih radom svog djela. Tek nakon te kontrole počinje obrada podataka u datotekama ili bazama podataka.



Po vrstama postoje osnovni podaci, podaci koji se unose kontinuirano, podaci koji se unose nakon određene pojave te podaci koji se unose kao priprema za određenu obradu. Raspored ulaznih podataka po zaslonima računala, određuje se tijekom izrade ulaznih programa.<sup>31</sup>

### **Struktura integriranog informacijskog sustava**

Struktura integriranog informacijskog sustava određuje se s obzirom na osnovne funkcije u poduzećima., odnosno na funkcije:<sup>32</sup>

- projektiranje i konstruiranje proizvoda,
- ugovaranje, komercijala i kalkulacija,
- izrada tehnoloških postupaka, NC, CNC (*eng. Computer Numerical Control*, numeričko upravljani alatni strojevi) programa i alata,
- osiguranje i skladištenje materijala,
- planiranje i praćenje proizvodnje,
- proizvodnja i obavljanje usluga,
- računovodstveno praćenje,
- financijsko praćenje,
- održavanje kapaciteta i infrastrukture,
- osiguravanje kvalitete i praćenje laboratorija,
- menadžment i kontroling.

Zajedničke potrebe IIS-a predstavlja podsustav za zajedničke podatke i podsustav za administratora baze podataka. U zajedničkim podacima nalaze se zajedničke šifre, rječnik podataka te tablice podataka zajedničkih za sve podsustave poput kadrova, partnera ili pak klasifikacije jedinice mjere. U podsustavu za administratora baze podataka nalaze se programi za rad administratora baze odnosno dodjeljivanje lozinki, izbor i kreiranje dokumenata, izbor te dodjeljivanje prava za rad skladišta. Za proizvodna poduzeća IIS mogu se odrediti podsustavi prema osnovnim funkcijama dok kod uslužnih djelatnosti nema podsustava za

---

<sup>31</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.84.

<sup>32</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.94

projektiranje i konstruiranje proizvoda, a ovisno o značaju pojedinih funkcija određuju se moduli. Moduli određuju funkcije nekog odjela ili zasebnog posla.<sup>33</sup>

### **Sadržaj baze podataka**

Baza podataka je skup međusobno ovisnih podataka, primljenih bez redundancije (zalihosti), koji služe jednoj ili više aplikacijama na optimalan način, gdje su podaci neovisni od programa kojima se obrađuju i gdje postoji kontrolirani pristup do podataka. Danas se koriste relacijske baze podataka.

Relacijski model omogućuje sprečavanje anomalije održavanja podataka u bazi uz minimalne potrebe za reorganizacijom, izazvane unošenjem novih tipova podataka u bazu te omogućuje bolje korištenje podataka u bazi podataka. Osnovu relacijskog modela predstavljaju entitet, atribut i relacije. Entitet je bilo što o čemu je moguće razmišljati odnosno prikupljati informacije. Svojstva entiteta opisuju se atributima. Domena je skup vrijednosti koje određeni atribut može poprimiti, a više atributa može imati istu domenu.<sup>34</sup>

### **Izlazni izvještaji**

Suvremeni integrirani informacijski sustavi, projektiraju se i rade kao sustavi u koje su putem lokalnih stanica na radnim mjestima ili odjelima uključeni svi zaposleni na obradi informacija. U projektu informacijskog sustava treba predvidjeti standardni broj izvještaja za korisnike te način njihovog dobivanja.

Broj standardnih izvještaja određuje se analizom postojećih dokumenata koji su kao izvještaji nositelji poslovnih i tehničkih informacija, zatim zahtjeva rukovoditelja te prijedlogom dokumenata koji su nastali tijekom zajedničkog rada na izradi projekta. Često je zanemaren problem potreba i određivanja izvještaja. Generatori izvještaja omogućuju brzo kretanje izvještaja iz postojećih datoteka ili baza podataka, ali izvještaji koji imaju složen algoritam za sada je još uvijek potrebno programirati.<sup>35</sup>

---

<sup>33</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.94

<sup>34</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.96.

<sup>35</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.106.

## **Algoritam glavnih programa**

U IS-u algoritam se određuje kao grafički opis rješenja određenog problema. Svojstva algoritma su konačnost (nakon određenog broja koraka mora dovesti do rješenja), univerzalnost (testiran na jednom primjeru mora točno rješavati sve probleme koji pripadaju tom skupu problema) i masovnost (razvijen za određenu količinu podataka mora rješavati problem na svakom konačnom skupu podataka). Izrada algoritma neophodna je i za dokumentiranje i razumijevanje rada programa u njegovoj eksploataciji.<sup>36</sup>

## **Plan uvođenja podsustava i modula**

Plan uvođenja predstavlja dio plana realizacije IIS-a. Aktivnosti uvođenja slijede aktivnosti testiranja i obuke doradenih podsustava i modula, odnosno obuke za podsustave i module koji će se primijeniti bez dorade i prilagođavanja. U toj aktivnosti kao izvršitelji sudjeluju predstavnici dobavljača software-a, informatičar korisnika i sami neposredni korisnici podsustava i modula.

Plan uvođenja pojedinih podsustava i modula zavisi o izboru varijante računalne osnove, raspoloživim gotovim programskim modulima i paketima programa, potrebnom vremenu za izradu novih programa, potrebnom vremenu za doradu programskih sustava ili paketa programa koji su uključuju u rad IIS, obučenosti kadrova i stvorenim pretpostavkama za uvođenje IIS te prirodnom redosljedu uvođenja.

Prirodni redosljed uvođenja određuje redosljed koji proizlazi iz zavisnosti jednog podsustava ili modula o drugom. To znači da nije preporučljivo uvesti materijalno knjigovodstvo dok se ne uvede skladište, praćenje zastoja bez određivanja opreme, obračun plaća bez kadrovske evidencije, praćenje proizvodnje bez sastavnice proizvoda i tehnološke sastavnice.

---

<sup>36</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.113.

Nakon uvođenja u funkciju podsustava, podaci se uvode u ostale podsustave i module:<sup>37</sup>

- Prodaja, komercijala i kalkulacije,
- Nabava materijala,
- Planiranje i praćenje proizvodnje,
- Osiguranje kvalitete,
- Održavanje kapaciteta,
- Računovodstvo,
- Financije,
- Menadžerski podsustav.

### **Računalska oprema**

Računalsku opremu čini cjelokupni hardware odnosno materijalni dio koji čine informacijske tehnologije poput samog računala, radne stanice, modemi, fizičke linije za komunikaciju te posebne računalne uređaje poput RF (*eng. Radio Frequency*) terminala, skenera, plotera i grafičkih stanica. Razvitak korisničkog rada proteže se od rada na glavnom računalu korištenjem terminala od strane korisnika, preko baznog poslužitelja sa bazom podataka, aplikacijskih poslužitelja za upravljanje podacima i klijentima i radnim stanicama za korisničko sučelje.

Za određivanje potrebne opreme određuju se parametri:<sup>38</sup>

- Tip CPU i veličina procesnih registara,
- Količina interne memorije koju CPU može koristiti,
- Kapacitet i brzina eksternih memorija,
- Brzina prijenosnih uređaja,
- Brzina obrade,
- Broj korisnika koji mogu istovremeno koristiti računalo.

---

<sup>37</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.122.

<sup>38</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.123.

## Očekivane koristi od uvođenja IIS-a

Kod očekivane koristi od uvođenja IIS-a u poslovanje, sami efekti automatizacije dijele se na mjerljive i nemjerljive. Mjerljivi se nadalje dijele u neposredno i posredno mjerljive efekte.<sup>39</sup>

### Neposredno mjerljivi efekti:

- Smanjenje zaliha materijala,
- Smanjenje troškova proizvodnje, odstupanja od kvalitete, na reklamacije kupca te troškova na penale zbog kašnjenja u isporuci,
- Povišenje koeficijenta obrtaja,
- Smanjenje vremena ciklusa proizvodnje, pripreme proizvodnje,
- Smanjenje potrebnih dokumenata i računalnog rada na upisivanju i prepisivanju podataka,
- Smanjenje potrebnog opsega vremena rada i vremena u pripremi proizvodnje,
- Smanjenje vremena na otklanjanju kvarova i zastoja u radu proizvodnih kapaciteta.

### Posredno mjerljivi efekti:

- Raspoloživost informacijama i mogućnost brzih priprema varijanti za analizu kod donošenja poslovnih odluka,
- Prenosnje zamornog i rutinskog rada (računanja, tabeliranja, ispisa, crtanja) s čovjeka na računalni sustav,
- Brža izrada analiza i izvještaja,
- Bolje iskorištenje proizvodnih kapaciteta,
- Poboljšanje tokova sirovina i materijala u proizvodnom procesu.

### Nemjerljivi efekti:

- Bolji imidž poduzeća i veće zadovoljstvo kupaca,
- Poboljšanje ukupne organiziranosti proizvodnog sustava,
- Uređivanje kvalitete rada pojedinih funkcija,
- Jasnija podjela odgovornosti i preciznije praćenje zadataka i izvršenja,
- Standardizacija radnih postupaka,
- Povišenje kvalitete upravljanja.

---

<sup>39</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.126.

## Plan obuke korisnika

Korištenje IIS-a može biti postupno, u fazama ili pod jednim velikim zahvatom. Kako bi bilo učinkovito potrebno je educirati buduće korisnike o mogućnostima novog informacijskog rješenja kao i o cilju i svrsi njegova uvođenja, školovati korisnike i poslovodstvo za svestranu uporabu izvedenih rješenja. Posebno je značajno uskladiti organizacijske razine u pojedinim dijelovima poduzeća, te pripremiti i obrazovati kadrove za primjenu IIS-a. Na taj način i srednje rukovodstvo i korisnici su u kratkom vremenu izloženi novim saznanjima i najčešće zaključuje da je sve to za njih nesavladivo ili vrlo teško savladivo. Vrijeme za obuku za rad s podsustavima IIS-a ovisi o složenosti podsustava i procjene postojećeg znanja kod korisnika.

U planu realizacije projekta planiraju se i aktivnosti obuke korisnika. Potrebno je tu obuku obaviti u praktičnom radu. Cjelokupna obuka se temelji na radu s podsustavima i modulima IIS-a, s obzirom na dokazan značaj obuke kroz praktični rad.

Obuku korisnika, a naročito rukovoditelja, provodi se kroz tri etape:<sup>40</sup>

- Upoznavanje korisnika s mogućnostima *hardware*-a i *software*-a kroz veći broj praktičnih primjera,
- Upoznavanje korisnika s operativnim sustavom kroz osnovne naredbe za rad s tekst procesorom i raznim pomoćnim programima,
- Rad s programima koji obrađuju podatke za korisnikove potrebe.

Od samih korisnika u organizaciji za funkcioniranje IIS-a potrebno je manje informatičkih kadrova, odnosno dva do tri korisnika ovisno o veličini organizacije i sustava, u odjelu za uvođenje i rad IIS-a koji su odgovorni za poslove:<sup>41</sup>

- Administriranje baze podataka, rješavanje problema u radu, dodjeljivanje lozinki, spašavanje podataka i provjera zaštite,
- Podrška radu tehničko – proizvodnog djela IIS-a,
- Podrška radu računovodstveno – financijskih aplikacija,
- Održavanje mreže,
- Planiranje daljnjeg razvitka IIS-a.

---

<sup>40</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.129.

<sup>41</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.131.

## **Prijenos postojećih podataka i uključivanje postojeće opreme**

Prilikom projektiranja i uvođenja IIS-a, u većini poduzeća već postoje određene aplikacije s unesenim i sređenim podacima. To predstavlja informatički kapital koji je potrebno prenijeti u novi IIS. Problemi koji se javljaju u tom prijenosu su mnogobrojni i o njima trebaju voditi računa i dobavljači software-a i korisnici. Od problema pojavljuju se različite duljine atributa (polja), različite šifre, različita struktura podataka te potrebne dopune nakon prijenosa, različite razine organizacija podataka i nedostatak programske dokumentacije kod korisnika.

Prilikom izrade plana realizacije projekta IIS-a, potrebno je s dozom opreznosti procijeniti potrebno vrijeme prijenosa podataka iz postojećih aplikacija. Pored navedenih problema treba uzeti u obzir i vrijeme potrebno za kontrolu, ispravku i dopunu već prenesenih podataka.

Kod uključivanja postojeće opreme, analiza postojeće računalne opreme, daje odgovor na mogućnost njenog korištenja i za rad novog IIS-a. Tom prilikom treba maksimalno iskoristiti postojeću opremu za radne stanice. Potrebno je analizirati stanje opreme te u projektu predložiti njeno korištenje <sup>42</sup>

## **Procjena učinka i daljnji razvitak**

Posebnu pažnju treba usmjeriti na praćenje uspješnosti informacijskog sustava i stoga je potrebno metrike za procjenu njegove uspješnosti postaviti u fazi izrade studije izvodljivosti. Tijekom životnog i razvojnog ciklusa informacijskog sustava potrebno je kontinuirano pratiti utrošene resurse kao i realizaciju pretpostavljenog učinka. Ne samo cilj već i rezultat uvođenja svakog novog informacijskog sustava morao bi u određenom vremenskom periodu dati mjerljive vrijednosti profita.<sup>43</sup>

U projektu IIS-a potrebno je planirati daljnji razvitak IIS-a. Pri tome treba uzeti u obzir životni vijek IIS-a koji traje oko pet godina, te potrebu stalnog inoviranja postojećeg IIS-a. Inoviranje se temelji na novim zahtjevima korisnika, organizacijskim promjenama te mogućnostima koje pružaju nove informatičke tehnologije.

Osnovni elementi za planiranje daljnjeg razvitka su povezivanje CAD (*eng. Computer-Aided Manufacturing*, Računalom podržana proizvodnja), CAPP (*eng. Computer Aided*

---

<sup>42</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.131.

<sup>43</sup> Ljerka Luić: Informacijski sustavi, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2009. str.42.

*Planinag and Processing*, Računalom podržano planiranje i projektiranje), CAM (*eng. Computer-Aided Manufacturing*, Računalom podržana proizvodnja), zatim nove mogućnosti IT (internet, telebanking, bar kod, e-business, umjetna inteligencija) te redizajniranje svakih pet godina. Potreba povezivanja CAD, CAPP i CAM programskih sustava sa IIS-om ovisi o potrebi i razini primjene ovih programskih sustava u konkretnom poduzeću. Tijekom eksploatacije IIS-a potrebno je kontinuirano pratiti razvitak i uvođenje novih mogućnosti informatičkih tehnologija. Planu je potrebno predvidjeti i redizajniranje nakon pet godina.<sup>44</sup>

S eksponencijalnim razvitkom tehnologije, posljednjih godina jaka je komercijalizacija proizvoda umjetne inteligencije u istraživanju i razvijanju iste. Umjetna inteligencija je grana računalske znanosti koja se bavi proučavanjem i oblikovanjem računalnih sustava koji pokazuju neki oblik inteligencije. Takvi sustavi mogu učiti, mogu donositi zaključke o svijetu koji ih okružuje, oni razumiju prirodni jezik te mogu spoznati i tumačiti složene prirodne i dinamičke scene. To su sustavi koji obavljaju zadatke za koje se obično zahtijeva čovjekova vještina, znanje te određeni stupanj ljudske inteligencije.

Dva pravca razvitka umjetne inteligencije su proučavanje prirodne inteligencije te postizanje inteligentnog ponašanja primjenom postupaka i pristupa koji se ne mogu sresti u prirodnim sustavima. Umjetna inteligencija prema vrsti rješavanja problema, može se dijeliti na sustave za rješavanje ljudskih uobičajenih zadataka (prepoznavanje slika i govora, prevođenje prirodnih jezika te primjena u robotici), sustave za rješavanje formalnih zadataka (logičke igre, matematička logika, geometrija te integralni račun) i sustave za rješavanje ekspertnih zadataka (konstruiranje, planiranje proizvodnje, znanstvena analiza i dijagnostika i financijska analiza).

Umjetna inteligencija može se svrstati u kategorije proizvodnje, medicine, automatskog zaključivanja i dokazivanja teorema. Zaključivanja na osnovi slučaja, kognitivno modeliranje i kognitivne znanosti, neuronske mreže i teoriji odlučivanja.<sup>45</sup>

---

<sup>44</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.132.

<sup>45</sup> Niko Majdandžić: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004., str.392.



### 3.4. Oblici optimizacije

#### Računalna optimizacija

Optimizacija u računalnom smislu predstavlja poboljšanje sustava u svrhu reduciranja vremenskih, memorijskih i inih zahtjeva, ili svojstava. Dolazi od latinske riječi *optimus* što znači (naj)bolje, a predstavlja način programiranja ili izmjene programa gdje se (postojeći) program prilagođava za upotrebu uz određenu platformu, ili suradnju s drugim aplikacijama ili operacijskim sustavom, u cilju povećanja brzine izvršavanja, smanjenja zauzeća resursa kao što su memorija, kapacitet medija za pohranu, zauzeće mrežnih resursa, odnosno u cilju povećanja efikasnosti. Optimizacija se provodi traženjem boljeg algoritma za određen posao, sažimanjem, skupljanjem smeća te korištenjem specifičnih karakteristika hardware-a.

Sažimanje podataka u računalstvu je proces smanjivanja metoda potrebnog fizičkog prostora za pohranu podataka kroz korištenje određenih metoda za bilježenje podataka. Osnovna jedinica obrade je datoteka i ovisno o tipu datoteke unutar datoteke se pojavljuju određena ponavljanja koja je moguće na medij za pohranu zapisati samo jednom i onda zabilježiti gdje se ponavljanje još javlja. Na taj način moguće je znatno smanjiti potreban prostor za pohranu što ovisi o strukturi i vrsti datoteke. Dobitak u prostoru je najmanji kod sažimanja zvučno-slikovnih datoteka jer zvuk i pokretne slike su vrlo kaotične prirode i klasične metode sažimanja podataka ovdje ne funkcioniraju, te se koriste metode u kojima se tolerira određena količina gubitaka izvornih podataka.

Postoje dva načina sažimanja, a to su s gubicima i bez gubitaka. Prvi obično rezultira manjom datotekom, ali i sadržajem manje kvalitete, što ga čini idealnim za multimediju, a drugi nema gubitka informacija, ali je datoteka veća. Taj se način obično koristi kod komprimiranja ne multimedijalnih podataka pri čemu se koriste pomoćni programi.

Skupljanje smeća je oblik upravljanja memorijom. Sakupljač smeća ili kraće skupljač pokušava vratiti u upravljiv oblik smeće ili objekte koje računalni program više ne rabi. Ovime se oslobađa memorija koja više nije potrebna. Ova složena funkcija potrebna je jer se tijekom izvođenja programa raspoloživa memorija smanjuje za preostali dio programa koji se mora izvršiti. Kod programa gdje ovo sustav ne rješava sam, sustavu se mora kvalitetno zadati kada da oslobodi memoriju, jer će se u suprotnom uništiti objekt koji bi se poslije mogao pokazati potrebnim. Obje pojave, i memorijsko curenje i uništenje objekta često su uzrokom kad program ili cijelo računalo prestaje s radom, odnosno „zablokira“.

## Matematička optimizacija

Optimizacija ili matematičko programiranje je grana matematike koja proučava maksimiziranje i minimiziranje funkcija.

Optimizacija u inženjerskom smislu znači pronalaženje maksimuma i minimuma zadanog cilja ili ciljeva unutar domene koje predstavljaju određena ograničenja. Ograničenja u naravi mogu biti različita poput raspoloživih resursa, zadanih razina kakvoće ili nemogućnosti investiranja. Optimiziranje nije vezano samo uz inženjersku, računalnu ili matematičku domenu već se nalazi i kod ljudi u svakodnevnom životu gdje neprestano traže optimalna rješenja iako nisu svjesni toga. Pronalaženje pravog načina raspodjele i plana trošenja osobnog dohotka, dobar je i usto složen primjer optimiranja.

Redoslijed obavljanja poslova u pravilu se određuje na temelju nekog kriterija poput minimalno ukupno vrijeme, najkraći prijedeni put ili najmanji trošak što se može jednostavno prikazati i primjerom odlaska na putovanje, gdje pojedinac podešava svoje putovanje prema tri navedena kriterija. Za razliku od općeg optimiranja, proces inženjerskog optimiranja zahtjeva sustavno traženje optimalnog rješenja inženjerskih problema, i to u skladu sa zadanim kriterijima optimalnosti i unutar dopuštenog područja rješenja koje određuju različita ograničenja.

Prva metoda optimiranja pojavila se tridesetih godina prošlog stoljeća pod imenom linearno programiranje. Ono je kvantitativna znanstvena metoda kojom se od većeg broja mogućih rješenja odabire ono koje je optimalno sa stajališta definiranog kriterija optimalnosti. Osnovne značajke linearnog programiranja su linearnost veza među varijablama, definiranost cilja, postojanje više mogućih rješenja, kao i ograničenja.

Tijekom vremena problemi optimiranja su postajali sve složeniji, tako da su se razvijale i usavršavale metode optimiranja, kao što je nelinearno programiranje, ono se bavi optimiranjem nelinearnih (ili linearnih) funkcija s linearnim ili nelinearnim ograničenjima.

Nelinearno programiranje može se podijeliti na metode pretraživanja (bez uporabe derivacije) i metode koje se koriste derivacijama.<sup>46</sup>

---

<sup>46</sup> Inženjerski priručnik IP4, Proizvodno strojarstvo, treći svezak, Organizacija proizvodnje, I izdanje, Školska knjiga, Zagreb, 2002.

## Optimizacija proizvodnje – *Lean* proizvodnja

Organizacija poduzeća je promjenjiva veličina i potrebno ju je stalno unaprjeđivati kako bi bila sukladna danim uvjetima. Da bi se pokrenuo proces unaprjeđenja organizacije potrebno je identificirati nastale disfunkcije u organizaciji, zatim procijeniti resurse koje treba angažirati u otklanjanju tih disfunkcija, te procijeniti očekivane efekte dotičnog unaprjeđenja. U slučaju da se radi o krupnim i složenim problemima, treba formirati odgovarajući projektni tim koji će se sastojati od internih i od eksternih stručnjaka, koji će vršiti potrebne analize te definirati strategiju unaprjeđenja koja će se provoditi.<sup>47</sup>

*Lean* proizvodnja predstavlja jednu od mogućnosti organizacije proizvodnje koja za svrhu ima povećanje efikasnosti kroz optimizaciju tokova proizvodnje. Ona predstavlja vrhunac dostignuća moderne organizacije poslovanja u povećanju efikasnosti, smanjenju otpada i korištenju empirijskih metoda u donošenju bitnih odluka u proizvodnji umjesto nekritičkog prihvaćanja ustaljenih, tradicionalnih tj. konvencionalnih ideja i načina organizacije poslovanja. *Lean* se može promatrati i kao novo i naprednije dostignuće u povećanju efikasnosti koje se nadograđuje na rad teoretičara i praktičara proizvodnje. Takova optimizacija predstavlja pristup procesima i operacijama kojima je cilj omogućiti promptno zadovoljenje potreba i želja kupaca uz minimalne viškove i savršenu kvalitetu. Taj pristup se razlikuje od tradicionalnih operativnih procesa utoliko što u prvi plan stavlja eliminaciju viškova i brzu proizvodnju što doprinosi smanjenju zaliha.

Optimizacija proizvodnje promijenila je način proizvodnje u globalnoj ekonomiji. Razvila se iz sustava *Just in Time* i prvotno počela primjenjivati s ciljem eliminiranja nepotrebnih zaliha, ali se s vremenom pretvorila u sustav kontinuiranog unaprjeđenja svih aspekata poslovanja. Stoga je *lean* proizvodnja danas i filozofija i skup menadžerskih metoda i tehnika, a glavna prednost proizlazi iz integracije raznih tehnika i tehnologija u fokusirani, glatko tekući proizvodni sustav.

Filozofija *lean* procesa se može sažeti u tri međusobno povezana elementa:

- eliminacija otpada u svim oblicima;
- uključivanje svih zaposlenih u proces i njegovo poboljšanje;
- ideja da sva unaprjeđenja moraju biti stalna.

---

<sup>47</sup> Marica Škrtić: Operativni menadžment, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2011., str. 131.

*Lean* definira sedam tipova otpada koji zajedno formiraju četiri prepreke postizanja optimizacije proizvodnje, a to su otpad od neredovitih procesa, otpad od neprecizne nabave, otpad od nefleksibilne reakcije i otpad od odstupanja od zadanog. Da bi *lean* sustav funkcionirao, kvaliteta mora biti ekstremno visoka. Nema viška zaliha koje mogu kompenzirati lošu proizvodnju. Proizvodnja defektnih dijelova koje treba popraviti ili baciti se treba u potpunosti eliminirati. Proizvodnja u malim serijama potiče kvalitetniji rad. Radnici mogu odmah vidjeti ako je neki proizvod loš, kada se problem detektira na vrijeme, lakše se nalazi uzrok i taj uzrok se uklanja bez da je potrebno baciti ili preraditi veći broj jedinica. Provjeravajući prvi i zadnji komad male serije, ili pak ako radnik taj dio koji je izradio upotrebljava u sljedećoj fazi, postiže se gotovo stopostotna kontrola.

Kvaliteta se značajno popravlja ako postoji sustav vizualnih oznaka koje istog trena upućuju na problem u kvaliteti. Proizvodni sustavi orijentirani na kvalitetu imaju tzv. vizualne kontrole. To je skup grafičkih uputa što radnik mora napraviti s ciljnim rezultatom tog rada, a nakon što je to odradio na ekranu ili na drugi način se radniku omogućava da vidi da li je to postigao. Tvornica s ugrađenim vizualnim kontrolama izgleda potpuno drugačije od ostalih tvornica. Dijelovi tvornica su različitih boja ili imaju trake u boji po podovima, rute za materijale su označene po podovima, dijagrami toka i upute za uporabu kraj strojeva, kontrolne karte na svakoj radnoj stanici, objašnjava i slike nedavnog poboljšanja koje se stavljaju na zajednički pano.

Kvaliteta u *lean* proizvodnom sustavu temelji se na *kaizenu*, odnosno japanskoj riječi za kontinuirano unaprjeđenje. *Lean* sustav uspio se razviti i održati zahvaljujući *kaizenu*, tj. stalnim malim pomacima prema bolje. To je veliki zahvat koji uključuje sve zaposlenike na svim razinama. Suština je da se pridobiju radnici da uvide ako je nešto loše kvalitete i da su voljni reagirati. Kada nastane problem, proizvodnja se zaustavlja i istražuje se uzrok, generiraju ideje za poboljšanje, analiziraju procesi i prilagođavaju radna pravila.<sup>48</sup>

---

<sup>48</sup> Marica Škrtić: Operativni menadžment, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2011., str. 140.

## 4. OPTIMIZACIJA INFORMACIJSKOG TOKA PROIZVODNOG SUSTAVA

Proizvodni sustav u suvremenom svijetu predstavlja visoko automatiziranu proizvodnju, konstrukcijski i tehnološko zahtjevnih proizvoda, opremljenu vrhunskim strojevima velikih točnosti kao i opreme visoke preciznosti za kontroliranje proizvoda izrađenih tim strojevima. Jedan takav proizvodni sustav je alatnica, na čijem primjeru se i vrši optimizacija informacijskog toka za potrebe ovog rada.

U ne tako dalekoj prošlosti alatnicu je definirao veliki pogon sa puno stručnjaka koji su većinu konstrukcijskih i tehnoloških zahtjeva izrađivali ručno, odnosno danas jedan CNC (*eng. Computer Numerical Control*, Numeričko upravljani alatni strojevi) stroj može izvesti operaciju kroz par minuta što se prije izrađivalo i do par dana. Naravno tome je uzrokovao eksponencijalni napredak tehnologije pa danas postoje CNC strojevi sa implementiranim 3D printerom kod kojeg nije potrebno pred obrada sirovog materijala i minimalni su gubici otpadnog materijala, što je popraćeno kraćim vremenom izrade i jeftinijim proizvodom, ali su ti strojevi veoma skupi.

Alatnica, na kojoj se provodi primjer integracije i optimizacije informacijskog sustava, bavi se proizvodnjom uređaja, naprava i kontrolnika za gotove dijelove vezane za automobilsku industriju. Međutim, samo ime alatnice ostat će anonimno u radu zbog zaštite intelektualnog vlasništva iste. Od uređaja, naprava i kontrolnika, koje proizvodi alatnica, zahtjeva se da budu visoke točnosti i ponovljivosti kontroliranja automobilskih proizvoda da istima. Alatnica je opremljena sa tri, CNC glodalice, jednom CNC tokarilicom, dva EDM erozimata (*eng. Electrical Discharge Machining*, Strojna obrada električnim pražnjenjem), stupnom bušilicom te ostalim jednostavnijim strojevima i uređajima za obradu odvajanjem čestica. Prilikom isporuke, uz sami proizvod alatnice i otpremnicu, mora biti isporučen i mjerni protokol proizvoda koji se izrađuje putem 3D mjerne konzole sa stolom i mjerno-robotskom rukom koji su u mjernom laboratoriju alatnice. Laboratorij mora biti konstantno hlađen, odnosno grijan zimi, na 22°C u kojem proizvodi moraju biti skladišteni 24 sata prije nego što bude izvršena završna kontrola i mjerenje, kako bi mjerenje bilo što pravilnije i točnije.

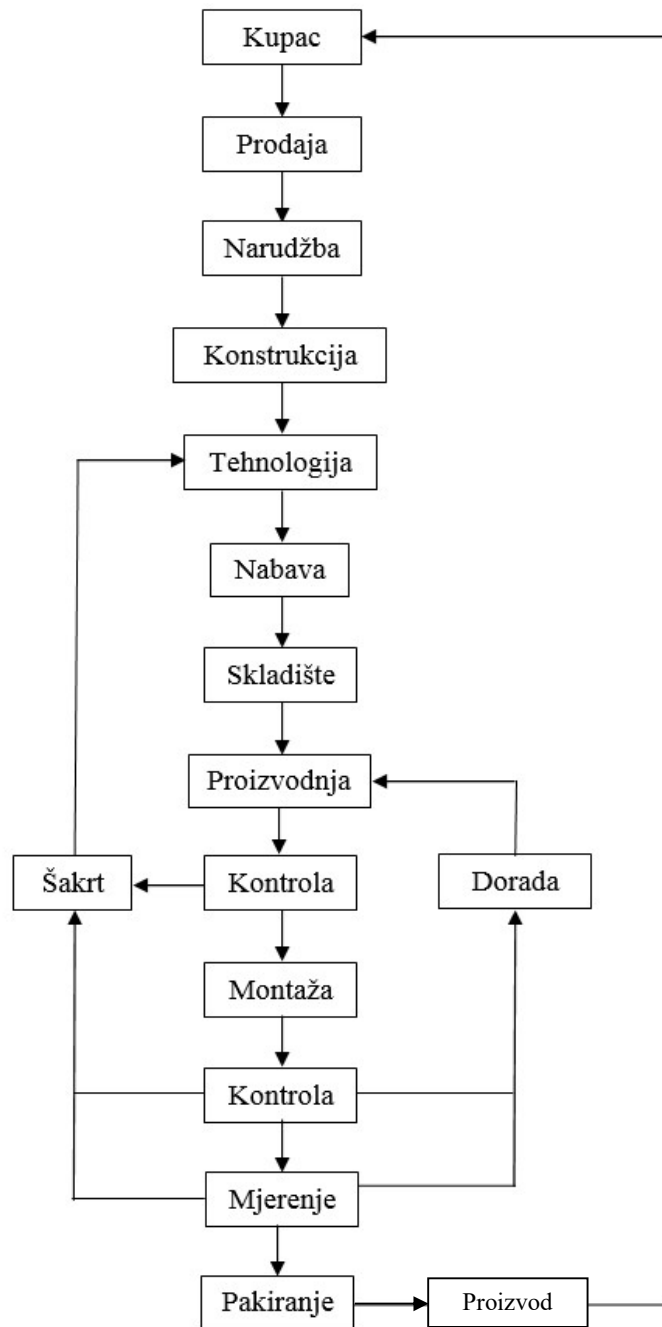
Praćenje proizvodnje alatnice, izdavanje radnog naloga, izrada ponude za kupce, slanje narudžbi prema dobavljačima te ostala popraćena dokumentacija i administracija, popraćena je Microsoft alatima, odnosno Excel, Word i Outlook alatima koje će zamijeniti prilagođeni *software* za alatnicu. Novi *software* uz druge pomoćne alate, poput kartica sa bar kodom, bar kod skenera te RF čitače, popratit će cjelokupni proizvodni proces, prikazan na ilustraciji 5. na kojoj su prikazane pojedine funkcije alatnice, prema kojima će biti i razrađen IIS.

Shema prikazuje sustav alatnice u kojemu ista zaprima upit od kupca, obrađuje ga u funkciji prodaje te šalje narudžbu kupcu. Uz prihvaćenu narudžbu od strane kupca, ista se uvodi i evidentira te provodi u odjel konstrukcije i tehnologije gdje se razrađuju konstrukcijska i tehnološka rješenja uz povratnu vezu za kupca. Nakon zadnje potvrde dizajna od strane kupca, definiraju se materijali u radnom nalogu prema kojem se vrši nabava materijala. Materijal se skladišti i označava prema radnom nalogu te kreće u proizvodnju.

U proizvodnji, nakon svake operacije, potrebna je kontrola kako bi poluproizvod ušao u sljedeću operaciju bez grešaka. Ukoliko dođe do grešaka, vrši se provjera sa odjelom tehnologije koja određuje da li je moguća dorada na poluproizvodu, koji se šalje ponovo u proizvodnju pa na kontrolu ili ukoliko odjel tehnologije odredi da je poluproizvod škart, isti odjel vrši provjeru u tehnološkoj dokumentaciji, te naznačuje nabavi da je potrebna nova narudžba materijala za poziciju koja je škart. Isti proces vrijedi i kod kontrole.

Nakon izrade proizvoda, isti se montiraju u sklop kontrolnika ili naprave prema pripadajućim nacrtima, te se prema istim nacrtima izrađuju programi za mjerne uređaje čiji su rezultat mjerni protokoli. Ukoliko je sve bez grešaka, uređaj, naprava ili kontrolnik se pakira i otprema kupcu.

Ilustracija 5. Shema poslovnih funkcija Alatnice



Izvor: Rad autora

## **Kupac**

Zahtjevi kupca vezani su na dijelove i pozicije u automobilskoj industriji za koje su potrebni uređaji, naprave i kontrolnici, kojima kontroliraju i mjere određeni automobilski dio. Zahtjevi su visokih točnosti, otpornost na temperaturne promjene, te najviše izdržljivost ponovljivosti uređaja, naprave ili kontrolnika, pošto svaki automobilski dio kontroliraju i do par desetaka puta na istome. Uz visoke točnosti i izdržljivosti kupac zahtjeva jednostavan dizajn, što lakši proizvod, koriste se lagani materijali koji mogu zadržati otpornost promjenljivosti temperature i deformacije, kako bi se što lakše istima manipuliralo, sa tehnološke strane siguran uređaj bez oštih rubova ili bridova koji bi mogli ozlijediti radnika koji će napravom rukovati.

Kupac zahtjeva da proizvod bude umjeren i prekontroliran, popraćen mjernim izvještajem, kako bi po isporuci isti mogao biti odmah korišten. Naravno, zahtjevi kupca su i isporuka na vrijeme prema propisima kako je dogovoreno, dostava proizvoda bez oštećenja, pakiran prema propisanim zahtjevima, bez nečistoća, sa površinskom obradom prema zadanim standardima kao i korištenje standardnih gotovih proizvoda ako su uključeni u cjelokupni sklop naprave, kontrolnika ili uređaja.

Ako dolazi do bilo kakvih promjena u konstrukciji, tehnologiji, materijalima, obradi, montaži ili ugradnji standardnih dijelova, kupca se isti tren kontaktira te dogovaraju sljedeći uvjeti ili se prezentiraju razlike od strane alatnice koje kupac treba potvrditi ili promijeniti. O naknadnim promjenama primjenjuje se i cijena uređaja, kontrolnika ili naprave.

Prema svim navedenim zahtjevima i uvjetima izrađuje se ponuda prema kupcu koju izrađuje prodaja u suradnji s odjelom konstrukcije, tehnologije, nabave i kontrole. Konstrukcija određuje osnovni dizajn prema kojemu se kalkiliraju sati potrošeni u odjelu konstrukcije. Odjel tehnologije određuje način izrade svih konstruiranih dijelova kao i montažu istih. Odjel nabave daje cijenu materijala te gotovih standardnih dijelova ako ih ima dok kontrola sagledava potrošene sate završne kontrole i izrade mjernog izvještaja.

Kupci su evidentirani u informacijskom sustavu te već postoji predložak za izradu ponude prema pojedinom kupcu. Dovoljno je samo odabrati kupca i slijediti upute.



## **Prodaja**

Ponuda sadrži određene stavke cijene sata rada odjela konstrukcije, tehnologije, stroja, programiranje i mjerenje na 3D mjernoj konzoli, montaže kao i cijene materijala ploče, šipki i profila te standardnih gotovih dijelova. Za stvaranje ponude potrebna je suradnja odjela prodaje sa odjelom tehnologije i konstrukcije. Suradnja je pojačana kod kompleksnijih proizvoda.

Prodaja također konstantno nudi usluge alatnice i drugim kupcima kako bi što više povećala obujam posla, ali s oprezom na kapacitete da ne bi bili popunjeni do granice da bi se kasnilo sa već dogovorenim poslom. Ukoliko se nalaze novi kupci i proširuje proizvodnju, surađuje se sa odjelom nabave kako bi se počelo ulagati u nove strojeve ili opremu potrebnu za izradu proizvoda novih kupaca. Nakon sastavljene ponude, odjel prodaje šalje je putem elektroničke pošte prema kupcu. Ponuda je spremljena na serveru te ako dođe do narudžbe ponuda se pretvara u narudžbu odnosno radni nalog sa svim unaprijed definiranim stavkama od konstrukcije do kontrole i isporuke proizvoda.

## **Narudžba**

Potvrdom ponude, kupac alatnici šalje narudžbu koju je potrebno još jednom detaljno pregledati da li je sve ispravno i prema uvjetima sa poslanom ponudom. Naravno, postoje situacije kad je ponuda slagana za pet kontrolnika ali je naručeno šest pa se i cijena korigira prema tome i šalje se nova ponuda koja mora biti potvrđena. Narudžba koja dođe od strane kupca u alatnicu mora biti prema stavkama i uvjetima ista kao i ponuda alatnice.

Primljena narudžba nakon pregleda se formira u radni nalog određenog proizvoda. Kupac potvrdom ponude i slanjem narudžbe prema alatnici, dužan je isporučiti 3D model proizvoda za koji se izrađuje uređaj, kontrolnik ili naprava, te isporučiti fizički proizvod putem transportnih poduzeća ili osobno, na kojemu se vrši mjerenje, i to najkasnije 10 dana prije dogovorene isporuke uređaja, naprave ili kontrolnika kako bi se popravile eventualna odstupanja.

## **Konstrukcija**

Nakon pokretanja radnog naloga, prvi odjel koji djeluje je odjel konstrukcije. Prema unaprijed dogovorenim početnim dizajnom i prema tehnološkim mogućnostima, konstruira se

proizvod koji će zadovoljiti potrebe kupca. Ulazni podatak za odjel konstrukcije je automobilski dio koji će se kontrolirati i mjeriti pomoću proizvoda alatnice. Automobilski dio, alatnica traži od kupca, kao 3D model sa točkama prihvatilišta, koji mora isporučiti skupa sa narudžbom. 3D model kupac može poslati elektroničkom poštom ili staviti na zajednički server razmjene podataka između kupca i alatnice ako postoji.

Odjel konstrukcije prema 3D modelu, sa točkama gdje će se isti u stvarnosti učvrstiti, počinje od tih točaka prema stupovima na kojima će stajati učvršćenje do temeljne ploče na kojoj se nalaze sve komponente. Konstruira se pomoću CAD (*eng. Computer-Aided Manufacturing*, Računalom podržana proizvodnja) programskog paketa za 3D modeliranje, izradu nacrti i tehničke dokumentacije. Odjel konstrukcije nakon završenog 3D modela proizvoda mora obavijestiti kupca o dizajnu proizvoda i dobiti potvrdu istog. Nakon potvrde od kupca, odjel konstrukcija surađuje s odjelom tehnologije kao zadnji pregled da li će se sve komponente moći izraditi bez poteškoća.

Nakon potvrde odjela konstrukcije 3D modeli sa sklopom se pohranjuju na server gdje ih odjel tehnologije preuzima i počinje sa izradom programa prema istima za CNC (*eng. Computer Numerical Control*, Numeričko upravljani alatni strojevi) strojeve. Odjel konstrukcije pak nakon potvrđenih modela izrađuje svu popratnu tehničku dokumentaciju prema kojoj su definirani nacrti sa svim dimenzijama, obradama i tolerancijama koja će služiti za kontrolu izrađenih dijelova i prema kojoj će se programirati završno mjerenje i kontrola za izradu mjernog izvještaja.

## **Tehnologija**

Sa odjelom tehnologije započinje proizvodnja i planiranje same proizvodnje. Prema preuzetim 3D modelima sa servera izrađuju se programi za CNC strojeve putem CAM (*eng. Computer-Aided Manufacturing*, Računalom podržana proizvodnja) programskih paketa gdje se definiraju potrebni alati za izradu svih komponenti, broj operacija po komponenti, te samim time i vrijeme trajanja obrade svih komponenti zajedno. Prema izrađenim programima pokreću se simulacije obrade koje definiraju točno vrijeme obrade sa izmjenama alata ako se pretpostavi da su svi alati bili u bubnju CNC stroja. Prema dobivenom vremenu, odjel tehnologije definira kapacitete proizvodnje pojedinog stroja. Odjel tehnologije također definira i približno vrijeme montaže svih komponenti u gotov proizvod kako bi se što točnije moglo planirati umjeravanje istoga i kako proizvodni proces ne bi imao praznog hoda.

## **Nabava**

Odjel nabave u pravilu radi paralelno sa odjelom tehnologije, odnosno dok odjel tehnologije izrađuje programe, nabava već prema definiranim 3D modelima može naručivati materijal sa unaprijed definiranim geometrijskim dodacima na materijal pojedinih komponenti. Ukoliko geometrijski dodaci nisu unaprijed definirani, onda se odjel nabave konzultira sa tehnologijom ako za pojedinu poziciju treba naručiti materijal sa više ili manje dodatka. Ponuda materijala šalje se na nekoliko dobavljača materijala te se odabire najpovoljniji u omjeru kvalitete i cijene. Prema nabavi materijala i upravljanju zalihama, koristi se metoda *Just-in-time*. Odjel nabave iz radnog naloga očita spisak materijala podijeljen na standardne i nestandardne materijale. Standardne materijale ili robu bi predstavljala vijčana roba, kuke, očni vijci i drugo, dok nestandardnu predstavlja sirovi materijal kojeg naručujemo od dobavljača prema određenim dimenzijama. Bez obzira na već poznate dobavljače, odjel nabave uvijek ispituje tržište novih dobavljača slanjem ponude prema istima i uspoređivanje cijena sa već poznatim dobavljačima za isti materijal. Odjel nabave također dogovara način dopreme robe prema alatnici, da li dobavljač vrši dostavu materijala ili isti treba preuzeti osobno od dobavljača materijala.

Prema slučaju alatnice, dobavljači u raznim slučajevima znaju i promijeniti dimenzije sirovih materijala od upitanih jer imaju takav na skladištu i žele ga se riješiti. Ukoliko je cijena manja za takav materijal, odjel nabave mora to naznačiti i dogovoriti takav materijal, ali sa naznakom da je sirovi materijal sada većih dimenzija te će trebati više vremena za njegovu pred obradu, zato se dogovara niža cijena. U iznimnim slučajevima materijal koji nam nudi dobavljač, većih dimenzija, alatnica može iskoristiti za još neke manje pozicije. U tom slučaju se korigira broj komada naručene sirove robe uz dogovorenu cijenu. U većini slučajeva, odjel nabave mora biti jako fleksibilan sa naručivanjem pošto su pozicije proizvoda alatnice nestandardnih dimenzija i može iskoristiti sirovce dobavljača na jeftini način od samo nabave raspisanih pozicija.

## **Skladište**

Skladište materijala, nakon otvaranja radnog naloga, ima obavezu pripremiti stelažu ili paletu na koju će se skladištiti određeni sirovi materijal. Prema radnom nalogu u IS-u može se vidjeti koliko mjesta treba za pojedinu poziciju. Skladištar tada ispisuje obrazac pozicija pojedinog radog naloga koji se stavlja na stelažu ili palete. Dostavljeni sirovi materijal se

mora zaprimiti u skladište alatnice. Prilikom dobave, skladištar mora provjeriti da li su sve stavke od određenog dobavljača stigle prema Radnom nalogu. Prilikom provjere, skladištar sirovi materijal označava prema radnom nalogu. Kod gotovih proizvoda, princip je isti samo što oni ne idu u daljnju obradu već čekaju na montažu.

Skladište alata priprema alate prema podacima danim od odjela tehnologije. Naime, odjel tehnologije tokom programiranja obrade pojedine pozicije, u programu mora odabrati alat s kojim će se obrada vršiti. Alati uvedeni u CAM (*eng. Computer-Aided Manufacturing*, Računalom podržana proizvodnja) program nose istu oznaku kao i u skladištu. Nakon završetka programa, odjel tehnologije predaje radnicima spisak alata potrebnih za pojedinu operaciju pojedine pozicije uređaja.

Iz skladišta pomoćnih alata i pomagala, poput turpija, čekića, zaštitnih rukavica, ulja, emulzije i drugih sredstava, izdaju se radniku u proizvodnji te se evidentiraju, kako bi se pratila potrošnja i izdalo upozorenje na prekomjernu potrošnju istih ako je to potrebno.

### **Proizvodnja**

Proizvodni proces počinje dakle uzimanjem sirovog materijala sa skladišta kojeg je prvo potrebno grubo obraditi na potrebne mjere poluproizvoda koje su navedene u radnom nalogu za pojedinu poziciju. Radnik sa skladišta alata preuzima alate koje mora koristiti za pojedinu obradu komada, koje nakon završene obrade vraća nazad u skladište. Nakon uspješne obrade, radnik kontrolira prema nacrtu da li su mjere prema zadanome i stavlja komad na paletu koja se nalazi do njegova stroja. Komad se već nalazi u proizvodnji i ne nosi ga se nazad na skladište već čeka završnu obradu na paleti do stroja koja se naziva paleta poluproizvoda koje radnik označi prema radnom nalogu.

Nakon grube obrade sljedeća je fina obrada ili završna obrada gdje se sada poluproizvod oblikuje u gotov komad koji će se kasnije moći montirati na napravu, kontrolnik ili uređaj. Proces radnika je isti kao i kod grube obrade, samo što sada preuzima komad sa palete do stroja za grubu obradu. Nakon završene obrade, radnik prema nacrtu kontrolira odstupanja od zadanih mjera. Radnik nakon završene kontrole stavlja gotov komad na paletu do svoga stroja gdje ga označava te je komad spreman za montažu. Komad se već nalazi u proizvodnji i ne nosi ga se nazad na skladište već čeka za montažu na paleti do stroja koja se naziva paleta gotovih pozicija koje radnik označi prema radnom nalogu.

Ukoliko kod kontrole grube ili fine odnosno završe obrade radnik uoči da nije dobro izradio komad te postoje odstupanja od zadanih mjera, tada se radnik mora javiti u odjel tehnologije ako možda postoji slučaj da se komad doradi i da ne bude škart. Ukoliko je komad škart, radnik prijavljuje isti odjelu tehnologije koji obavještava odjel nabave za narudžbu istoga. Vrijeme, za komad koji je škart, se zbraja kako bi na kraju alatnica dobila čistu sliku gubitka škarta i utrošeno vrijeme za isti.

### **Montaža**

Kod montaže, princip je isti kao i kod proizvodnje, samo što jedino što radnik montaže preuzima sa skladišta su gotovi standardni proizvodi poput vijaka, stegača i ostaloga što mu je navedeno u radnom nalogu. Ostale gotove pozicije uzima sa palete do stroja za završnu obradu. Kod montaže radnik svaki komad provjerava da li zadane dimenzije uredno odgovaraju sklopnom nacrtu.

Ukoliko kod kontrole tokom montaže, radnik uoči da gotova pozicija ne odgovara za sklapanje te postoje odstupanja od zadanih mjera, tada se radnik mora javiti u odjel tehnologije ako možda postoji slučaj da se komad vrati u proizvodnju te doradi i da ne bude škart. Ukoliko je komad škart, radnik montaže prijavljuje isti odjelu tehnologije koji obavještava odjel nabave za narudžbu istoga. Vrijeme, za komad koji je škart, se zbraja kako bi na kraju alatnica dobila čistu sliku gubitka škarta i utrošeno vrijeme za isti.

Nakon montaže proizvoda, kontrolnika, naprave ili uređaja, isti se odnosi u laboratorij, na paletu, koji je konstantno hlađen, odnosno grijan zimi, na 22°C u kojem proizvodi moraju biti skladišteni 24 sata prije nego što bude izvršena završna kontrola i mjerenje, kako bi mjerenje bilo što pravilnije i točnije.

### **Kontrola**

Kontrolu je potrebno izvoditi nakon svake operacije od same konstrukcije, izrade nacрта, pa do završne montaže, mjerenja i pakiranja proizvoda kao što je i navedeno kod svake operacije. Ukoliko kod same kontrole, radnik uoči da kod gotove pozicije postoje odstupanja od zadanih mjera, tada se radnik mora javiti u odjel tehnologije ako možda postoji slučaj da se komad vrati u proizvodnju te doradi i da ne bude škart. Ukoliko je komad škart, radnik montaže prijavljuje isti odjelu tehnologije koji obavještava odjel nabave za narudžbu istoga.

Vrijeme, za komad koji je škart, se zbraja kako bi na kraju alatnica dobila čistu sliku gubitka škarta i utrošeno vrijeme za isti.

Svaki radnik pojedinog odjela mora biti svjestan da nakon svake operacije vrši kontrolu kako bi se smanjili troškovi u budućnosti. Ako pojedini radnik propusti kontrolu i pozicija prođe u sljedeću po nizu operacije, troši se vrijeme. Zato svakim preuzimanjem pojedine pozicije prije pojedine obrade, radnik radi grupnu kontrolu prema nacrtima kako bi se spriječile buduće pogreške.

### **Mjerenje**

Mjerenje ili završna kontrola se vrši u laboratoriju koji je konstantno hlađen, odnosno grijan zimi, na 22°C u kojem proizvodi moraju biti skladišteni 24 sata prije nego što bude izvršena završna kontrola i mjerenje, kako bi mjerenje bilo što pravilnije i točnije. Mjerenje započinje stezanjem proizvoda na mjerni stol te nakon toga programiranjem mjernog komada. Ukoliko tokom mjerenja postoje odstupanja od zadanih mjera sklopnog nacrtu, mjeritelj mora utvrditi koja je pozicija pogrešna te javiti odjelu tehnologije o istome. Proces popravka pozicije je isti kao i kod proizvodnje i kontrole. Nakon popravka, ukoliko pozicija nije škart, ponovno se montira na proizvod te se isti umjerava na mjernom uređaju dok ne bude zadovoljio uvjete kupca mjernog protokola.

Nakon uspješno izmjenjenog proizvoda i dobivenog mjernog izvještaja, mjeritelj stavlja proizvod oprezno na paletu gotovih proizvoda u laboratoriju skupa sa mjernim izvještajem. Gotovi proizvod je spreman za pakiranje i zatim otpremu.

### **Pakiranje**

Pakiranje se vrši prema unaprijed izrađenom nacrtu, obično u drvenu kutiju. Kutiju je potrebno izraditi od dasaka kojemu je pod prilagođena paleta prema proizvodu. Proizvod se prije stavljanja u kutiju mora zaštititi prvo zaštitnim spužvama, zatim se omota folijom i na kraju kartonom, te se takav stavlja u kutiju skupa sa mjernim izvještajem i otpremnicom koja sadrži tvrtku kupca, adresu, naziv i šifru uređaja te osnovne podatke koji su potrebni da bi paket stigao kod kupca. Nalog otpreme se stavlja u foliju i zalijepi na paket. Nakon pakiranja, paket se stavlja u skladište gotovih proizvoda gdje čeka otpremu od strane alatnice ili u nekim slučajevima alatnica surađuje sa logističkim tvrtkama da otpreme paket prema kupcu.

#### 4.1. Konvencionalni proces (Postojeće stanje informacijskog sustava)

Konvencionalni proces objašnjava rad i povezivanje prethodno navedenih funkcija u realnom proizvodnom procesu.

Tablica 1. Prikaz postojećeg stanja informacijskog sustava

<i>Klasa podataka</i>	<b>Klase</b>	<b>Vrijeme izvršavanja (min)</b>
<i>Kupac</i>	- upit na mail - vrsta i količina uređaja - rok izrade - adresa isporuke	-
<i>Prodaja</i>	- tehnologija, nabava, konstrukcija - excel obrazac - ručno upisivanje dimenzija materijala, težina, šifri, cijena materijala i cijena sata rada	90
<i>Konstrukcija</i>	- CAD dizajniranje uređaja - tehnološka dokumentacija	2000
<i>Nabava</i>	- zaprimanje narudžbe - ispunjavanje excel obrasca za radni nalog - kreiranje radnog naloga, ručno unošenje dimenzija, materijala, šifri, težina - ispunjavanje obrasca za narudžbu materijala i slanje prema dobavljačima elektroničkom poštom	180
<i>Tehnologija</i>	- CAM programiranje - odabir alata - fizičko praćenje proizvodnje	3000
<i>Skladište</i>	- odlaganje materijala na palete - sirovi, neobrađeni materijal, označava se markerom - na paleti radni nalog	40
<i>Proizvodnja</i>	- usmeni zadatak od odjela tehnologije - preuzimanje sirovog mat. sa palete prema RN - preuzimanje alata i nacрта od odjela tehnologije - upis vremena obrade u excel tablicu	6000
<i>Kontrola</i>	- provjera dimenzija i tolerancija	20
<i>Montaža</i>	- preuzimanje pozicija sa palete - preuzimanje nacрта sa palete	420
<i>Mjerenje</i>	- preuzimanje uređaja sa palete sa nacrtom - mjerenje na 3D mjernom uređaju	240
<i>Pakiranje</i>	- pakiranje uređaja, otpremnica	30

Izvor: Rad autora

Tablica 1 prikazuje sadržaj pojedine funkcije te koliko vremena ona traje u cjelokupnom proizvodnom procesu izrade uređaja. Kupac šalje svoj upit na e-mail alatnice, gdje opisuje traženi uređaj i količinu, rok izrade i lokaciju isporuke. Obično je lokacija isporuke adresa kupca. Prodaja kreira, uz suradnju sa odjelom tehnologije, nabave i konstrukcije, excel obrazac gdje ručno upisuje pojedine stavke za izradu ponude.

Konstrukcija izrađuje 3D model uređaja sa popratnom tehničkom dokumentacijom. Zaprimanjem narudžbe, odjel nabave kreira radni nalog ponovnim unošenjem svih traženih podataka, te kreira obrazac gdje također unosi podatke za narudžbu standardnih i nestandardnih materijala.

Odjel nabave najviše vremena troši na kontinuirano unošenje podataka u sve tražene obrasce, a koji su na početku bili navedeni u ponudi. Odjel tehnologije izrađuje program za CNC (*eng. Computer Numerical Control*, Numeričko upravljani alatni strojevi) strojeve prema 3D modelima, odabire odgovarajuće alate te prati proizvodnju.

Skladište kao takovo u postojećem stanju ne postoji već se sva roba odlaže na palete u proizvodnji na koju se stavlja radni nalog sa popisanim pozicijama, a sirovi materijal se označava markerom prema šiframa iz RN što oduzima dosta vremena.

Radnici iz proizvodnje dobivaju zadatak usmeno od odjela tehnologije koji im pripremi alate i nacрте, a vrijeme izrade upisuju u excel tablicu u proizvodnom pogonu na jednom računalu što im oduzima vrijeme izrade. Nakon završene kontrole, radnici ostavljaju gotove pozicije na istoj paleti sa nacrtima koje preuzima dalje montaža.

Radnik montaže preuzima sklopni nacrt od odjela konstrukcije. To povećava vrijeme montaže jer si radnik sam mora organizirati i pribaviti potrebne stavke poput nacрта, gotovih pozicija i standardne robe. Mjerenje se vrši nakon završene montaže.

Radnik u prostoriji za mjerenje i kontroliranje, odnosno mjerioni, ima povezano računalo sa serverom gdje može pronaći nacrt sa mjernim točkama na uređaju. Nakon prihvaćenog mjernog izvještaja prema svim tolerancijama, uređaj se pakira skupa sa otpremnicom gdje se ponovo upisuju sve stavke i proizvod se može otpremiti kupcu na traženu adresu.



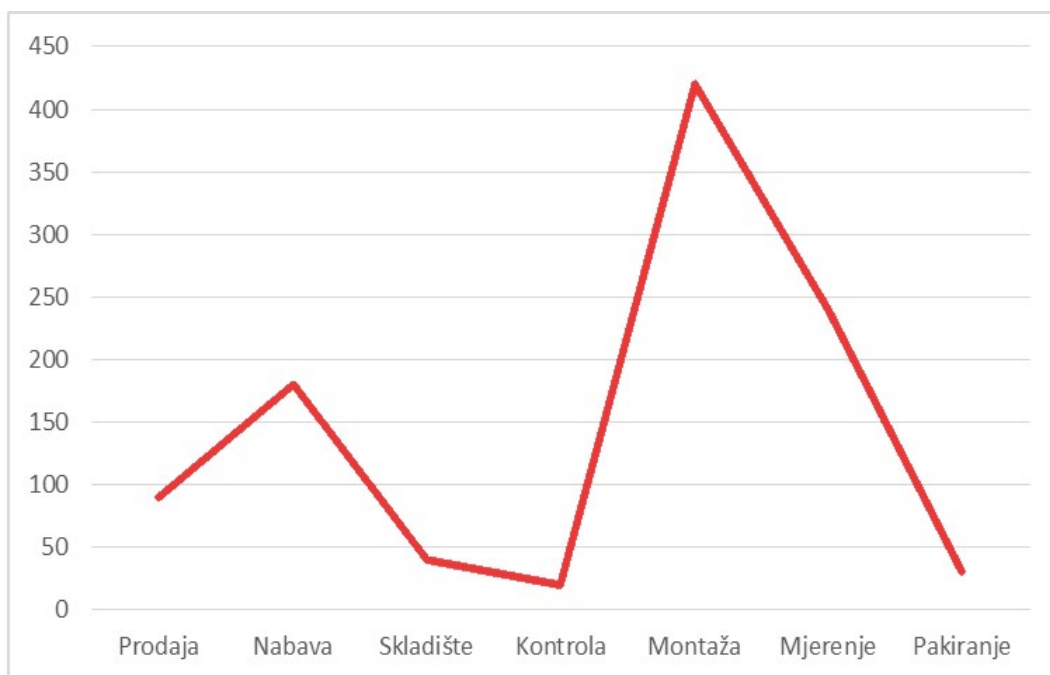
Vremena u tablici uvelike variraju jer se cjelokupna komunikacija između odjela odvija usmeno pa ona mogu biti i veća. Najviše zbog toga što između svake pojedine faze izrade, sljedeći odjel ne zna da li je prethodna faza završena. Jedini način je da fizički dođu do odjela prethodne faze i usmeno pitaju što povećava vrijeme izrade.

Zbog prevelike razlike vremena trajanja odjela konstrukcije, tehnologije i proizvodnje, Tablica 1. je podijeljena na dva grafa.

Graf 1. prikazuje krivulju kraćih vremena. Vremena izrade ponude, zaprimanje narudžbe kreiranje radnog naloga, slanje upita i narudžbi dobavljačima materijala, dobava istoga i skladištenje te označavanje, kontrola pojedine faze, montaža, mjerenje i konačno pakiranje.

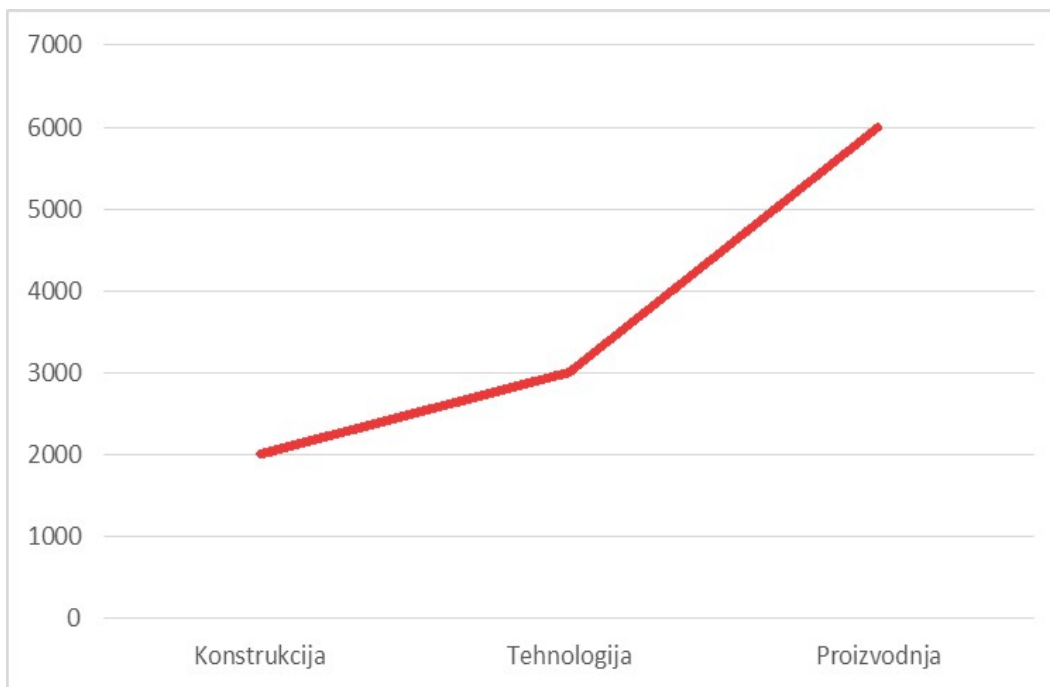
Graf 2. sadrži puno veća vremena pa je odijeljen, a prikazuje krivulju vremena utrošenog za izradu 3D modela, dizajn samog uređaja, izradu tehničke dokumentacije. Tehnološki dio koji sadrži izradu programa, odabir alata i praćenje proizvodnje te samo vrijeme utrošeno u proizvodnji uređaja.

Graf 1. Krivulja kratko-vremenskih konvencionalnih procesa



Izvor: Rad autora

Graf 2. Krivulja duغو-vremenskih konvencionalnih procesa



Izvor: Rad autora

## 4.2. Proces optimizacije (Buduće stanje informacijskog sustava)

Proces optimizacije provodi se na postojećem stanju Alatnice integracijom informacijskog sustava koji zamjenjuje excel obrasce, konstantno ponovno upisivanje pojedinih podataka u drugačije obrasce, usmenu predaju zadataka te time uvelike skraćuje cjelokupno vrijeme poslovnog procesa.

Tablica 2. Prikaz budućeg stanja informacijskog sustava

<i>Klasa podataka</i>	<i>Klase</i>	<i>Vrijeme izvršavanja (min)</i>
<i>Kupac</i>	- upit na mail - vrsta i količina uređaja - rok izrade - adresa isporuke	-
<i>Prodaja</i>	- tehnologija, nabava, konstrukcija (na početku) - IS obrazac, upis dimenzija materijala, šifri - automatsko generiranje težine i cijena	90
<i>Konstrukcija</i>	- CAD dizajniranje uređaja - tehnološka dokumentacija	2000
<i>Nabava</i>	- zaprimanje narudžbe - automatsko kreiranje radnog naloga kroz IS - automatsko kreiranje obrasca za narudžbu materijala - slanje narudžbe mat. dobavljačima el. poštom	10
<i>Tehnologija</i>	- CAM programiranje - odabir alata sa šifrom kao na skladištu - praćenje proizvodnje putem IS	1500
<i>Skladište</i>	- odlaganje materijala u skladište - označavanje bar kodom generiranim IS - isporuka materijala i alata	30
<i>Proizvodnja</i>	- zadatak putem IS sa nacrtom - preuzimanje sirovog mat. i alata na skladištu - vrijeme se automatski vodi u IS	4000
<i>Kontrola</i>	- provjera dimenzija i tolerancija	20
<i>Montaža</i>	- preuzimanje pozicija sa palete - preuzimanje nacрта putem IS	360
<i>Mjerenje</i>	- preuzimanje uređaja sa palete - mjerenje na 3D mjernom uređaju	240
<i>Pakiranje</i>	- pakiranje uređaja, otpremnica	15

Izvor: Rad autora

Tablica 2. prikazuje optimizirani postojeći sustav, odnosno buduće stanje sustava. Sa strane kupca nije se ništa promijenilo jer se na to ne može vremenski utjecati. Kada Alatnica zaprimi upit krene ga obrađivati.

Međutim, kod izrade ponude prema kupcu, prodaja i dalje surađuje sa odjelom tehnologije, konstrukcije i nabave, ali samo u početku pošto IS ima evidentirane ponude u bazi podataka i kod sličnih pozicija ili uređaja mogu se povlačiti već postojeći podaci. Koristi se obrazac koji sadrži IS sa već popunjenim podacima o kupcu. Odabiru se određene dimenzije materijala, šifre. Cijene materijala, težine i cijene rada automatski se generiraju jer IS sam izračunava težinu, a cijene su prethodno uvedene.

Odjel konstrukcije je više neovisan o IS pošto se cjelokupni odjel zasniva na radu u programskom paketu za modeliranje. Razlika je što su sada pohranjeni modeli na serveru, vidljivi u IS kada su završeni, skupa sa nacrtima.

Vidljivost završene konstrukcije u IS uvelike pomaže odjelu tehnologije koji vidi kada može započeti sa izradom programa za strojeve te same programe pohraniti na server koji IS koristi za stvaranje planiranja kapaciteta proizvodnje. Tehnolog odabire stroj na kojemu se pojedina pozicija izrađuje kao i alate koji nose istu šifru kao i na skladištu. Tehnolog više ne mora konstantno fizički biti prisutan u proizvodnom pogonu za praćenje same proizvodnje, već može pratiti sve putem IS-a.

Nabava kreira radni nalog iz već postavljenih podataka tokom izrade ponude. Ponuda se prelije u radni nalog sa svim podacima. Obrazac za narudžbu materijala također se generira u IS, odabirom koje pozicije naručujemo sa već uračunatim geometrijskim dodacima što uvelike skraćuje vrijeme nabave.

Zaprimljeni materijal skladišti se u predviđeno skladište koji se označava sa bar-kod naljepnicama generiranim iz IS-a. Naljepnice je potrebno isprintati i zalijepiti na sirovac. Skladište u budućem stanju također isporučuje alate što povećava vremenski opseg tehnologa i radnika.

Radnici u proizvodnji dobivaju zadatak na računalu povezanom u mrežu putem IS-a. Kako tehnolog prije odredi stroj izrade pozicije, samim time odredi i radnika koji izrađuje tu poziciju. Radnik putem IS-a otvara nacrt i program za stroj koji sadrži šifre alata i šifre sirovca. Prihvaćanjem zadatka na skladište dolazi obavijest da će radnik podignuti

odgovarajući sirovac i alate. Sirovac i alat preuzima očitavanjem svoje kartice u skladištu i time započinje proizvodnja pojedinog komada. Nakon završetka izrade, radnik gotovu poziciju stavlja na skladište gotovih pozicija gdje očita karticu. Na taj način radnici više ne moraju ručno upisivati vrijeme izrade i tehnolog zna u svakom trenutku koja se pozicija gdje nalazi.

Kontrola se i dalje vrši kao i kod postojećeg stanja. Montaža je ubrzana jer radnik ne mora više odlaziti do odjela konstrukcije po nacrt već ga otvara putem IS-a na svom ekranu kao i što zna da su pozicije gotove i gdje se nalaze. Očitavanjem kartice na početku i na kraju montaže, vrijeme montaže se zbraja sa cjelokupnim vremenom proizvodnje za pojedinu poziciju i projekt.

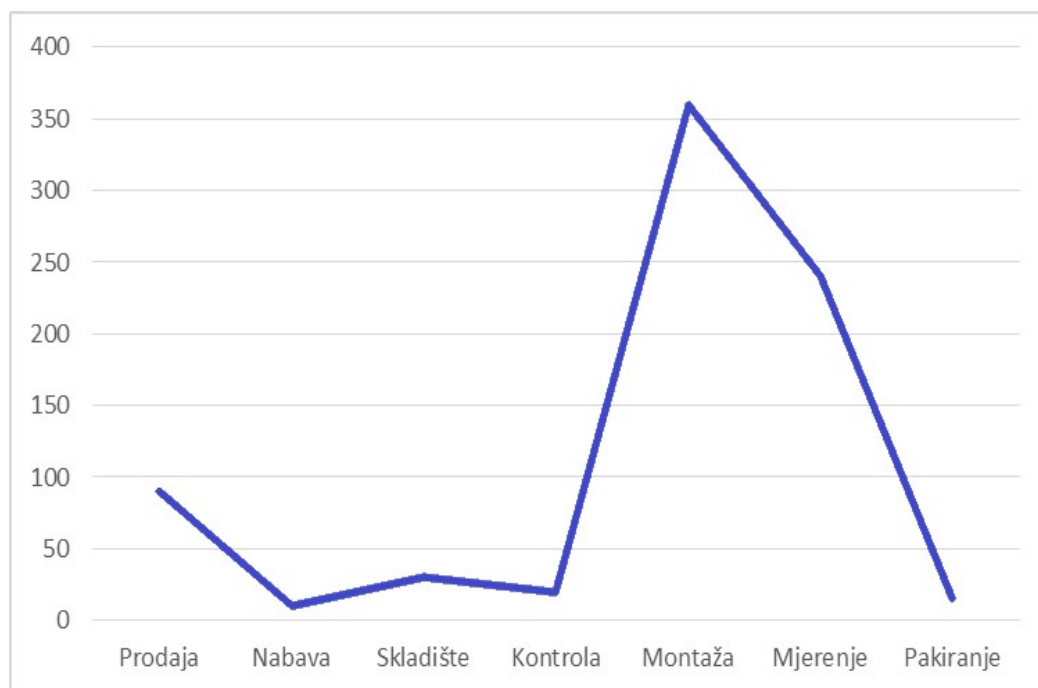
Mjerenje se vrši kao i kod postojećeg stanja samo što sada radnik u mjerioni točno zna kada je uređaj spreman za isto pa skraćuje vrijeme. Pakiranje se vrši kao kod postojećeg stanja samo što se otpremnica generira automatski putem IS-a.

U odnosu na postojeće stanje, optimizacija je skratila vrijeme. Na početku je vrijeme isto tokom unosa samih podataka, no kako se proces odvija, vrijeme izrade je sve kraće pošto nema konstantnog unosa već upisanih podataka. Sve je vidljivo u svakom trenutku gdje se koja pozicija uređaja nalazi, pa nije potrebno stalno šetanje po pogonu i usmeno delegiranje. Tablica 2. koja opisuje prikaz budućeg stanja informacijskog sustava, kao i kod konvencionalnog procesa, podijeljena je na dva grafa.

Graf 3. prikazuje krivulju kraćih vremena. Vremena izrade ponude, zaprimanje narudžbe kreiranje radnog naloga, slanje upita i narudžbi dobavljačima materijala, dobava istoga i skladištenje te označavanje, kontrola pojedine faze, montaža, mjerenje i konačno pakiranje.

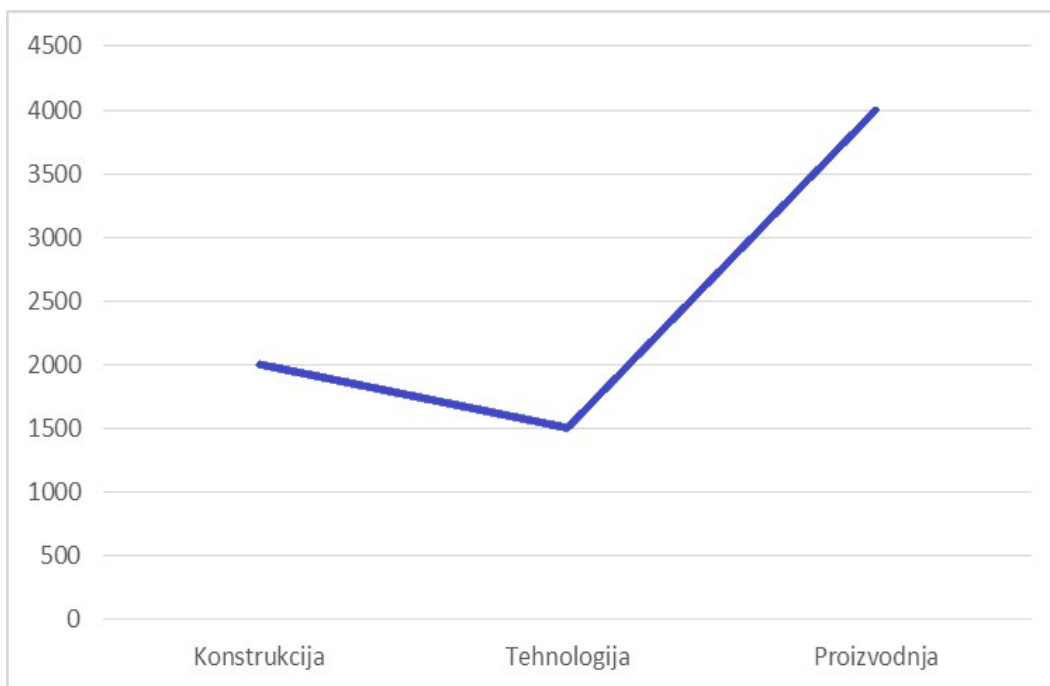
Graf 4. sadrži puno veća vremena pa je odijeljen a prikazuje krivulju vremena utrošenog za izradu 3D modela, dizajn samog uređaja, izradu tehničke dokumentacije. Tehnološki dio koji sadrži izradu programa, odabir alata i praćenje proizvodnje te samo vrijeme utrošeno u proizvodnji uređaja.

Graf 3. Krivulja kratko-vremenskih optimiziranih procesa



Izvor: Rad autora

Graf 4. Krivulja dugo-vremenskih optimiziranih procesa



Izvor: Rad autora

### 4.3. Elaboracija hipoteze

Hipoteza rada sastoji se u tvrdnji da optimizacijom informacijskog toka u proizvodnji, skraćujemo vrijeme izrade uz bolju organizaciju poslovnih procesa i zadržanu kvalitetu. Tablica 3. uspoređuje vremena iz tablice 1. koja prikazuje utrošeno vrijeme postojećeg stanja, i tablice 2. koja prikazuje utrošeno vrijeme budućeg stanja.

Tablica 3. Usporedba konvencionalnog i optimiziranog stanja informacijskog sustava

<i>Klasa podataka</i>	<b>Konvencionalno vrijeme izvršavanja (min)</b>	<b>Optimizirano vrijeme izvršavanja (min)</b>	<b>Ušteda vremena izvršavanja (min)</b>
<i>Kupac</i>	-	-	-
<i>Prodaja</i>	90	90	0
<i>Konstrukcija</i>	2000	2000	0
<i>Nabava</i>	180	10	170
<i>Tehnologija</i>	3000	1500	1500
<i>Skladište</i>	40	30	10
<i>Proizvodnja</i>	6000	4000	2000
<i>Kontrola</i>	20	20	0
<i>Montaža</i>	420	360	60
<i>Mjerenje</i>	240	240	0
<i>Pakiranje</i>	30	15	15
	<b>Ukupna ušteda vremena</b>		<b>3755 min</b>

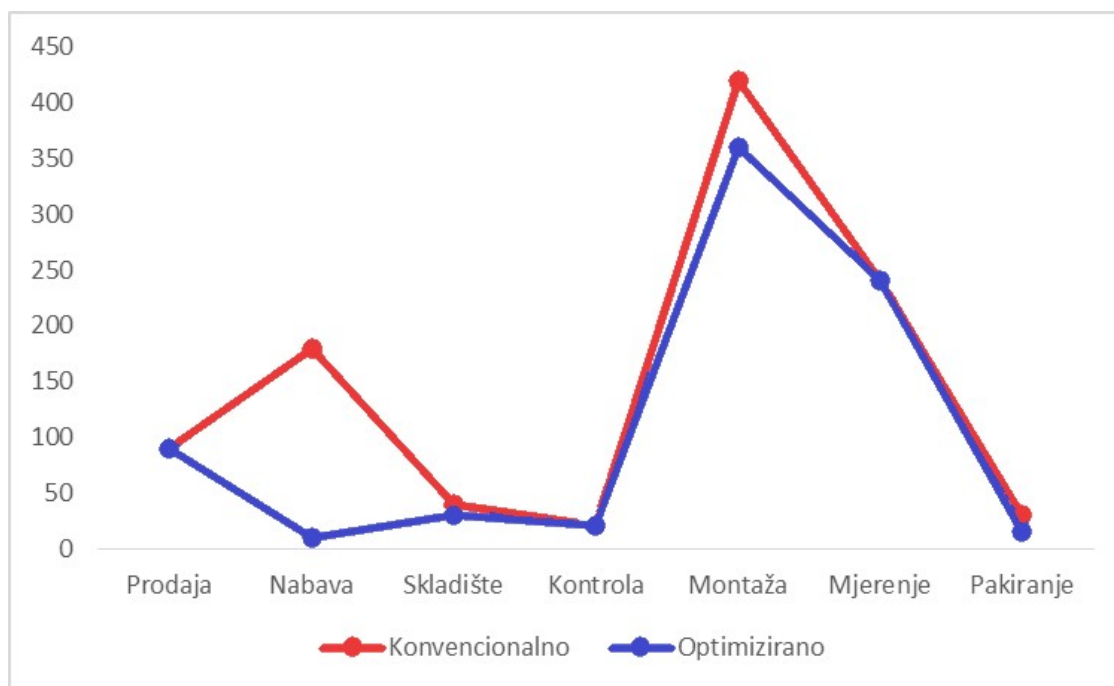
Izvor: Rad autora

U prikazanoj tablici 3. jasno je vidljivo da se optimizacijom postojećeg sustava postiže velika ušteda vremena od 3755 minuta (približno 63h). Odjelu nabave vrijeme obavljanja posla skratilo se za 170 minuta, i to zato što ne mora upisivati za svaki obrazac ponovo već unesene podatke na početku. Odjelu tehnologije vrijeme se skratilo čak na pola, odnosno 1500 minuta, jer može nadzirati cjelokupnu proizvodnju iz ureda, a alate u odnosu na konvencionalni sustav više ne isporučuje tehnolog već skladište. Skladištu se vrijeme skratilo za 10 minuta jer ne mora ispisivati svaku šifru na sirovac već samo zalijepi automatski generirane naljepnice. Proizvodnja je uštedila 2000 minuta zbog manje šetanja, vremena rada koja se ispisuju automatski i organiziraniji poslovni proces. U odjelu Montaže skraćeno vrijeme od 60 minuta je isto kao i kod proizvodnje. Pakiranje je skraćeno zbog bolje organizacije sustava i automatskog generiranja otpremnice.

Kako bi usporedba konvencionalnog i optimiziranog sustava bila još jasnija, Graf 5. prikazuje odnos optimiziranih i konvencionalnih kratko-vremenskih procesa gdje se može uočiti da se crvena linija, koja predstavlja optimizirani sustav, nalazi ispod plave linije, koja prikazuje konvencionalni sustav. Graf 5 je kreiran prema tablici 3. Isto tako prema tablici 3, generiran je i graf 6 koji prikazuje odnos optimiziranih i konvencionalnih dugo-vremenskih procesa gdje se može uočiti da se crvena linija, koja predstavlja optimizirani sustav, nalazi ispod plave linije, koja prikazuje konvencionalni sustav. Tablica 3, kao i oba grafa, potvrđuju hipotezu rada.

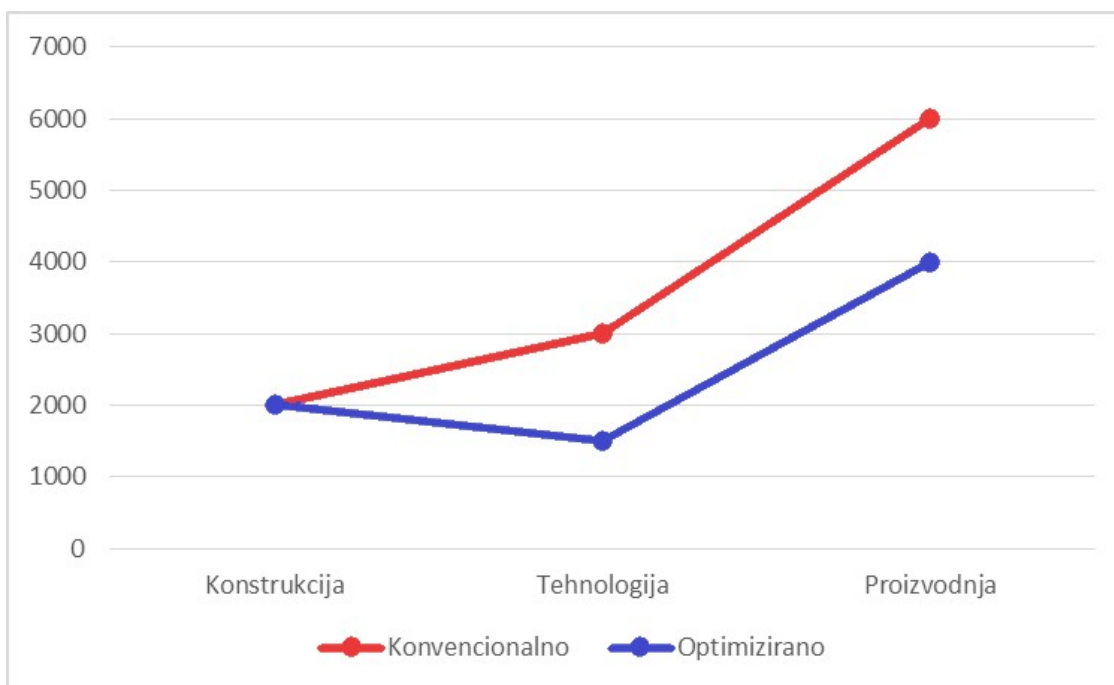


Graf 5. Odnos krivulja kratko-vremenskih konvencionalnih i optimiziranih procesa



Izvor: Rad autora

Graf 6. Odnos krivulja dugo-vremenskih konvencionalnih i optimiziranih procesa



Izvor: Rad autora

## 5. ZAKLJUČAK

Informacija je predstavljena kao najbitnija stavka u svakom poslovanju kao i svakodnevnom životu. Kvalitetna informacija o poslovanju održava se na kvalitetno poslovanje čime se postiže bolja konkurentnost na tržištu. Kako bi poduzeće bilo konstantno konkurentno na tržištu, informacije koje posjeduje je potrebno unaprjeđivati i nadograđivati, odnosno optimizirati. Međutim, optimizacija kao takva ne znači nužno povećanje nekih resursa, već može predstavljati i smanjenje tih istih resursa kako bi se postigla optimizacija urednog poslovanja koje zahtjeva tržište, odnosno, kako bi se postigla ravnoteža u poslovanju između određenih proizvodnih procesa

Tako je u radu izvršena optimizacija informacijskog toka proizvodnje s ciljem smanjenja vremena pojedine klase podataka u proizvodnom procesu. Elaboracijom hipoteze, na kraju rada, s ciljem optimizacije informacijskog toka u proizvodnji, skraćuje se vrijeme izrade uz bolju organizaciju poslovnih procesa i zadržanu kvalitetu, što je i dokazano.

U današnje vrijeme, informacijski sustavi su sve više zastupljeniji i mogu uvelike pomoći poslovanju. Međutim, uspostava informacijskog sustava kao i optimizacija istoga u nekim granama poslovanja neće previše ostaviti traga na prilagodbu koliko to ostavlja kod proizvodnih poduzeća. Nakon same optimizacije informacijskog sustava, najteži je put prilagodba na isti i pridržavanje svih pravila. Ako se pravila zaobilaze, rad sa informacijskim sustavom više neće biti olakšan već otežan. Na to trebaju misliti rukovodeći kadrovi u poduzećima da na vrijeme organiziraju obuku radnika i motiviraju ih za korištenje novih tehnologija i rješenja, jer novo je u većini slučajeva danas u poduzećima, prepreka.

## 6. LITERATURA

- [1] Grupa autora: Inženjerski priručnik IP4, Proizvodno strojarstvo, treći svezak, Organizacija proizvodnje, I izdanje, Školska knjiga, Zagreb, 2002.
- [2] Luić, Ljerka: Informacijski sustavi, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2009.
- [3] Majdandžić, Niko: Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu, GRAFIKA, Osijek, 2004.,
- [4] Schroeder, Roger G.: Upravljanje proizvodnjom, MATE d.o.o., Zagreb, 1999.
- [5] Škrtić, Marica: Operativni menadžment, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2011.
- [6] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Optimizacija>
- [7] <http://www.pfri.uniri.hr/~tudor/materijali/Informacijski%20sustavi,%20baze%20podataka.htm>
- [8] <https://informatika.buzdo.com/s870-informatika-u-praksi.htm>
- [9] [https://bs.wikipedia.org/wiki/Industrijska\\_proizvodnja](https://bs.wikipedia.org/wiki/Industrijska_proizvodnja)
- [10] <http://www.raza.hr/Poduzetnicki-pojmovnik/Proizvodni-sustav>
- [11] [https://www.researchgate.net/publication/309010706\\_Programiranje\\_CNC\\_strojeva\\_Programiranje\\_CNC\\_machines](https://www.researchgate.net/publication/309010706_Programiranje_CNC_strojeva_Programiranje_CNC_machines)
- [12] <https://www.autodesk.com/solutions/cad-cam>

## **POPIS ILUSTRACIJA**

Ilustracija 1. Proizvodnja kao proizvodni sustav.....	2
Ilustracija 2. Odnos proizvodnje prema njezinoj okolini.....	4
Ilustracija 3. Neprekidno poboljšavanje sustava upravljanja kvalitetom.....	11
Ilustracija 4. Proces dobivanja informacija.....	14
Ilustracija 5. Shema poslovnih funkcija Alatnice.....	40

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Prikaz postojećeg stanja .....	48
Tablica 2. Prikaz budućeg stanja.....	52
Tablica 3. Usporedba konvencionalnog i optimiziranog stanja.....	56

## POPIS GRAFOVA

Graf 1. Krivulja kratko-vremenskih konvencionalnih procesa.....	51
Graf 2. Krivulja dugo-vremenskih konvencionalnih procesa.....	51
Graf 3. Krivulja kratko-vremenskih optimiziranih procesa.....	55
Graf 4. Krivulja dugo-vremenskih optimiziranih procesa.....	55
Graf 5. Odnos krivulja kratko-vremenskih konvencionalnih i optimiziranih procesa.....	58
Graf 6. Odnos krivulja dugo-vremenskih konvencionalnih i optimiziranih procesa.....	58

## **PRILOZI**

- I. CD-R disc