

# Planiranje proizvodnje u strojnoj obradi

---

**Colić, Manuel**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:472595>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-27**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **PLANIRANJE PROIZVODNJE U STROJNOJ OBRADI**

**Ime i prezime**

Manuel Colić

Zagreb, 2022. godina.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **PLANIRANJE PROIZVODNJE U STROJNOJ OBRADI**

Mentori:

doc. dr. sc. Miro Hegedić

Student:

Manuel Colić

Zagreb, 2022. godina

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu. Zahvaljujem se svom mentoru prof. doc dr.sc. Miri Hegediću na pomoć i strpljenju pri pisanju ovog rada. Također se zahvaljujem svojoj obitelji koja je bila puna podrške i motivacije u dosadašnjem dijelu studiranja.

Ime i prezime

Manuel Colić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za završne i diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo  
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 - 04 / 22 - 6 / 1	
Ur.broj: 15 - 1703 - 22 -	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Manuel Colić** JMBAG: **0035210659**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Planiranje proizvodnje u strojnoj obradi**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Production planning in machining**

Opis zadatka:

Planiranje proizvodnje predstavlja velike izazove za različite vrste organizacija, a posebno su ti izazovi izraženi u organizacijama koje posjeduju obradne strojeve velike pojedinačne vrijednosti za čiju isplativost je potrebna njihova visoka iskoristivost. Kod proizvodnje u kojoj se koriste obradni sustavi dolazi do izražaja problematičnost pravovremene dobave materijala, čekanja između operacija kao i sinkronizacije povezanih procesa. Problemi iz ove domene interesantni su i istraživačima i softverskim kompanijama koje razvijaju rješenja koja bi trebala pomoći poduzećima u planiranju.

U radu je potrebno:

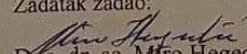
1. Opisati proces planiranja proizvodnje.
2. Istražiti trendove u planiranju proizvodnje s fokusom na strojnu obradu.
3. Istražiti metode planiranja specifične za poduzeća sa strojnom obradom.
4. Napraviti analizu softvera koji se koriste u planiranju.
5. Na realnom primjeru iz prakse napraviti analizu trenutnih pristupa planiranju i predložiti moguća unaprjeđenja.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

30. 11. 2021.

Zadatak zadao:

  
Doc. dr. sc. Miro Hegedić

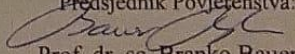
Datum predaje rada:

1. rok: 24. 2. 2022.  
2. rok (izvanredni): 6. 7. 2022.  
3. rok: 22. 9. 2022.

Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 28. 2. - 4. 3. 2022.  
2. rok (izvanredni): 8. 7. 2022.  
3. rok: 26. 9. - 30. 9. 2022.

Predsjednik Povjerenstva:

  
Prof. dr. sc. Branko Bauer

## SADRŽAJ

POPIS SLIKA.....	1
POPIS TABLICA .....	2
POPIS OZNAKA.....	3
SAŽETAK .....	4
1. UVOD.....	6
2. PLANIRANJE PROIZVODNJE .....	7
2.1. Proces planiranja proizvodnje.....	7
2.1.1. Organizacija i planiranje proizvodnje.....	8
2.2. Tehnološka priprema proizvodnje .....	9
2.3. Planiranje i definiranje tehnološkog procesa strojne obrade .....	10
2.4. Struktura obradnog procesa .....	11
2.5. Postupci obrade odvajanjem čestica .....	15
2.6. Strukturiranje tehnološkog procesa .....	16
2.7. Upotreba elektroničkog računala prilikom planiranja proizvodnje u strojnoj obradi.....	17
2.8. Trendovi u planiranju proizvodnje strojne obrade.....	23
2.9. Softver za planiranje strojne obrade .....	24
3. REALAN PRIMJER PLANIRANJA .....	26
3.1. Primjer planiranja obrade - LTH METAL CAST .....	26
3.1.1. Planiranje proizvodnje u LTH METAL CAST .....	26
3.2. Praćenje zauzetosti strojeva i planiranje proizvodnje.....	29
3.3. Implementacija JIT (Just in time).....	30
4. ZAKLJUČAK.....	31
5. LITERATURA .....	32

**POPIS SLIKA**

Slika 1. Proces planiranja proizvodnje.....	9
Slika 2. Organizacijska struktura TPP prema vrsti poslova .....	12
Slika 3. Konstrukcija obradnog sustava.....	13
Slika 4. Primjer jednostavnog zahvata.....	14
Slika 5. Primjer složenog zahvata.....	15
Slika 6. Osnovni oblik Gantovog dijagrama.....	20
Slika 7. Gantogram za određenu radnu operaciju.....	21
Slika 8. Gantogram s podebljanom linijom označavanja.....	22
Slika 9. Gantogram s označenom linijom izvršenja radne akcije.....	23
Slika 10. Prikaz planiranja i zauzetost strojeva.....	25

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Podjela postupka obrade odvajanjem čestica.....	16
Tablica 2. Tražene količine kupca na mjesečnoj bazi.....	26
Tablica 3. Prikaz zauzetosti stroja SWBA322 u narednih 5 godina.....	28



**POPIS OZNAKA**

<b>Oznaka</b>	<b>Jedinica</b>	<b>Opis</b>
TJ	univerzalna	upotreba gantograma

## SAŽETAK

Svako poslovanje koje želi biti uspješno mora imati kvalitetnu organizaciju, a njezin je temelj uspješno i temeljito planiranje. Planiranje je temelj svakog uspješnog poduzeća, a nakon njega nastupa organizacija, vođenje, kontroliranje i upravljanje ljudskim resursima. Cilj je ovog završnog rada analizirati poduzeće koje se bavi planiranjem proizvodnje u strojnoj obradi. Cjelokupni se rad sastoji od dva dijela: teorijskog i eksperimentalnog, a svaki ima svoju ulogu. U teorijskom će dijelu biti prikazano kakav je process planiranja proizvodnje u strojnoj obradi, kakva mu je organizacija, tehnološka priprema, struktura te će se prikazati postupci obrade odvajanjem čestica. U eksperimentalnom će dijelu biti prikazan primjer planiranja obrade LTH Metal Cast tvrtke, koja se nalazi u korporaciji slovenske firme LTH Castings Group, točnije pogon LTH Metal Cast-a , koji se nalazi u Benkovcu. Na kraju samog rada prikazat će se zaključak i literatura koja je korištena u radu.

**Ključne riječi:** planiranje, proizvodnja, strojna obrada, eksperiment

## SUMMARY

Every business that wants to be successful must have a quality organization, and its foundation is successful and fundamental planning. Planning is the foundation of any successful company, followed by organization, leadership, control and management of human resources. The goal of this final paper is to analyze a company that deals with production planning in machining. The entire work consists of two parts: theoretical and experimental, and each has its own role. In the theoretical part, it will be shown what the production planning process is like in machining, what is its organization, technological preparation, structure, and the processing procedures by separating particles will be shown. In the experimental part, an example of the processing planning of the company LTH Metal Cast, which is located in the corporation of the Slovenian company LTH Castings Group, will be presented, the precise plant of LTH Metal Cast, which is located in Benkovac. At the end of the paper, the locked literature that was used in the paper will be displayed.

**Key words:** planning, production, machining, experiment

## 1. UVOD

Kada se govori o proizvodnji strojne obrade, nužno je istaknuti kako u suvremeno, današnje doba postoji sve više novih proizvoda te je konkurencija iz dana u dan sve veća. Poduzeća koja proizvode kvalitetne proizvode nastoje što više prodati svoje proizvode te ih plasirati na tržište kako bi imali što nižu prodajnu cijenu.

Također, neupitna je i činjenica da danas tehnologija napreduje velikom brzinom te da se sve više ulaže u nove proizvode, tehnologiju i alate s ciljem da se što proizvodi što više plasiraju na tržište, a samim time i prodaju. U tom procesu vrlo je važna organizacija i planiranje same proizvodnje i prodaje kako ne bi došlo do neželjenih posljedica i negativnih rezultata koji će nepovoljno utjecati na proizvodnju. Također, u nekim je poduzećima iskorištavanje strojeva poprilično nisko pa se prema tome gubitci povećavaju, a normative vremena postaju nerealne.

Sve to dovodi to začaranog kruga u kojemu se ciklus proizvodnje ne skraćuje, a proizvodnost rada ne povećava, a sve navedeno dovodi do toga da se ni volumen proizvodnje ne povećava.

Sve navedeno dovodi do zaključka kako organizacija i planiranje u proizvodnom procesu nisu usklađeni, što dodatno povećava troškove proizvodnje. Također, menadžeri poduzeća postavljaju pitanje kako u navedenom procesu ostati uspješan te kako zadovoljiti svim zahtjevima tržišta i dionica.

Svakako treba raditi na poboljšanjima u svim oblicima strojnih obrada. Poboljšanja se definiraju kao “promjene na bolje, sve ono što je pomak u odnosu prema trenutačnom, a donosi uštedu, financijsku ili funkcionalnu” [1].

Također, velika većina proizvođača sve se više prepušta vlastitim odlukama, samoinicijativi, nepromišljenosti koje za sebe ostavljaju nepovoljne posljedice za samu proizvodnju, a samim time i na kvalitetu samih proizvoda.

Prema tome potrebno je prikupiti što više podataka o organizaciji, načinu proizvodnje, planiranju, a potom ih proučiti i analizirati te pronaći pravovaljana rješenja koja će poboljšati planiranje proizvodnje u strojnoj obradi, što će biti učinjeno u ovom završnom radu.

## 2. PLANIRANJE PROIZVODNJE

### 2.1. Proces planiranja proizvodnje

Kada se govori o pojmu planiranja i tehnološkog procesa nužno je istaknuti kako se obujam, načini i mjesto definiranja razlikuju ovisno o karakteru i obujmu proizvodnje. Tehnološki proces nužno je voditi pod što povoljnijim uvjetima, odnosno potrebno je težiti optimalnom procesu i vođenju, odnosno odrediti elementi vođenja procesa i raspodjela poslova. Pojam *planiranje* ima više definicija, a neka je od njih da ono predstavlja “najvažniji zadatak u oblikovanju okruženja, tj. organizacije kako bi djelovanje pojedinca koji zajednički rade u skupinama bilo učinkovito. Njime se pojedinca ili skupinu usmjerava k određenom pravcu, izvršavanjem određenih zadataka kako bi se napravio korak od sadašnjeg stanja do budućeg željenog cilja. Krajni cilj mora biti jasno definiran, dostižan i lako provjerljiv” [2].

Prije samog procesa planiranja i stvaranja strategija potrebno je imati određenu dozu motivacije ili određeni razlog za planiranje samog procesa u strojnoj obradi. Poneki od razloga mogu biti bolja koordinacija rada i kontrola tijekom procesa, smanjenje rizika i neizvjesnosti, usmjerenost ka budućnosti i novim promjenama, veća fleksibilnost i bolje usmjeravanje organizacije [2].

Sam proces planiranja proizvodnje složen je i kompleksan, a sastoji se od nekoliko dijelova koji se međusobno nadopunjavaju. Sam proces započinje analizom okoline organizacije kako bi se unaprijed određeni ciljevi organizacije uklopili u već postojano stanje na tržištu. Nakon što se analizira okolina potrebno je definirati misiju i viziju, a potom postaviti i definirati ciljeve uz pomoću kojih se trebaju ostvariti organizacijske misije i vizije. Potom je nužno odrediti i definirati strategije i načine kojima će se ostvariti postavljeni ciljevi u organizaciji. Nadalje, potrebna je razrada planova kako bi se sve navedeno moglo u konačnici i realizirati. Posljednje što slijedi je implementacija i realizacija napravljenih planova, tj. ostvarivanje organizacijskih ciljeva. Na samom kraju nalazi se vrednovanje, odnosno evaluacija rezultata koji su napravljeni [3].



Slika 1. Proces planiranja proizvodnje [1]

### 2.1.1. Organizacija i planiranje proizvodnje

“Kada se govori o operativnom proizvodnom procesu, nužno je istaknuti kako je temeljni zadatak prilikom planiranja proizvodnje realno pogledati i evidentirati slobodne kapacitete u proizvodnji. Navedeni se postupak može definirati kao grubo terminiranje i on uključuje, na temelju prethodno utvrđenog plana proizvodnje, određivanje početka i završetka svake radne operacije, određivanje početka i završetka svakog proizvodnog ciklusa te utvrđivanje raspoložive radne snage. Nakon utvrđivanja raspoloživosti slobodnih i zauzetih kapaciteta proizvodnje, pristupa se planiranju i osiguravanju potrebnih ulaznih materijala – sirovina ili poluproizvoda iz vlastite proizvodnje ili od kooperanata, te vođenje evidencije o istima. Kako bi proizvodnja mogla nesmetano krenuti i teći, proces planiranja proizvodnje uključuje i planiranje i nabavku potrebnih sredstava za rad u vidu proizvodnih strojeva, opreme i alata, te vođenje evidencije o njima” [4].

Na kraju svega, kako bi, proizvodni proces uopće bio izrealiziran i uspješan, potrebno je lansirati navedenu radnu dokumentaciju koja se temelji na tehnološkoj dokumentaciji, s ciljem izdavanja radnih mjesta. Na kraju kada se iznesu temeljni zadatci, uočava se da je s planiranjem proizvodnje nužno predvidjeti sve potrebno da se jasno osigura nesmetani rad proizvodnje. Međutim, kao i

svakom planiranju, tako i u planiranju proizvodnje u strojnoj obradi moraju se uzeti u obzir nepredviđene situacije koje se unaprijed ne mogu predvidjeti [5].

## **2.2. Tehnološka priprema proizvodnje**

Proizvodnja predstavlja usmjerenu i planiranu aktivnost, a temeljni joj je cilj dobivanje određenog proizvoda, ili više njih. Tehnološki postupak temelji se na tehnološkom procesu, a on podrazumijeva načine izvođenja svakog pojedinog koraka određenog procesa za dobivanje određenih proizvoda i svojstava uz naznake točno unaprijed određenog definiranog redoslijeda izvođenja. Također, nužno je istaknuti da, kada se govori o tehnološkom pripremanju neke proizvodnje ona podrazumijeva definiranje i propisivanje rješenja koje će optimalno koristiti za izrađivanje proizvoda u propisanim uvjetima te unutar proizvodnih procesa. Proizvodni proces definira se kao obuhvat svih aktivnosti koji se izvode na radnom predmetu [6].

Sam proces proizvodnje u strojnoj obradi može se podijeliti unutrašnji transport, skladištenje, radnje na proizvodnim mjestima i kontroliranje kvalitete. Također, od iznimne je važnosti istaknuti kako tehnološki proces zapravo obuhvaća samo prvu, odnosno početnu fazu proizvodnog procesa. Prema tome, radi se o svim aktivnostima koje se događaju prilikom izrade dijelova i sklopova na radnim mjestima proizvodnje. Nadalje, tehnološki se zahvat odnosi na unaprijed određeni korak tehnološke operacije, a koji se pokreće sukladno cilju proizvodnje koji odrađuje stroj. Tijekom samog zahvata ne dolazi do promjene alata, obrađivane površine, ni režima koji su unaprijed određeni. Tehnološka se operacija može podijeliti na tri navedene radnje: prva je izmjena mjere dijela (npr. oblikovanje materijala i sl.), zatim mijenjanje fizikalno-kemijskih svojstava (toplinska obrada) i povezivanje radnih predmeta u sklop kada se ostvaruje element proizvodnje koji je novi [7].

Također, kada se govori o pripremi proizvodnje u strojnoj obradi, potrebno je istaknuti kako svako poduzeće ima vlastite prednosti, mane, zahtjeve, nedostatke i probleme. Sam proces proizvodnje ne može uvijek garantirati svoj kontinuirani i nesmetani rad ako prije toga nisu zadovoljeni i ispunjeni svi ulazni čimbenici bez kojih proizvodni proces ne može ni početi. Razvitkom proizvodne industrije stvorena je potreba da se tijekom proizvodnih procesa izvršitelji proizvodnih funkcija oslobode pomoćnih poslova kako bi se izvršio zadatak prema unaprijed izrađenom planu.

Upravo to je razlog zašto je obavljanje pomoćnih poslova na sebe preuzela služba pripreme proizvodnje [4].

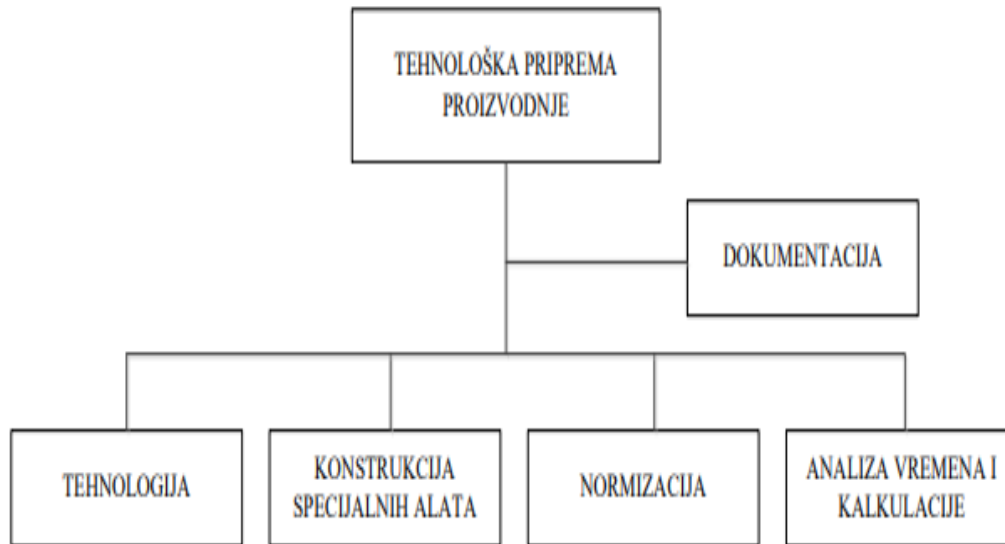
### **2.3. Planiranje i definiranje tehnološkog procesa strojne obrade**

Definiranje, obujam, mjesto, način i vrijeme tehnološkog procesa često se razlikuju te često ovise i o karakteru i obujmu proizvodnje. Također, potrebno je istaknuti da je tehnološki proces potrebno voditi pod što povoljnijim uvjetima te bi trebalo u konačnici težiti stvaranju optimalnog procesa. Nadalje, osnovni uvjeti za optimalno vođenje tehnološkog procesa je njegova pravovremena definicija u potrebnom volumenu, kojom se na početku utvrđuju elementi vođenja samog tehnološkog procesa. Temelj same industrijske proizvodnje zasigurno je podjela poslova. Perinić “U ukupnom lancu aktivnosti vezanih za proizvodnju jednu specijaliziranu grupu poslova čini tehnološka priprema proizvodnje (TPP) u okviru koje planiranje tehnološkog procesa, kao veza između konstrukcije i proizvodnje, predstavlja temeljni posao” [8].

Nužno je reći da se tehnološka priprema proizvodnje obavlja prije samog početka proizvodnje, u većini slučajeva je jednom, a zatim se upotrebljava cijelo vrijeme dok traje proces. Neupitna je činjenica da će tehnološki proces kroz vrijeme proizvodnje biti podložan promjenama ovisno o potrebama i usavršavanjima proizvodnje. Kada se govori o procesu strojne obrade nužno je istaknuti da se tehnološka priprema proizvoda temelji na definiciji tehnološkog procesa izrade poluproizvoda, montaže, ispitivanja proizvoda i ostalih podataka koju utječu na učinkovitost i korisnost same proizvodnje [8].

Kako bi tehnološka priprema proizvodnje bila uspješna i postigla zadovoljavajuću razinu potrebno je imati odgovarajuću dozu organizacije. Postoje dvije vrste organizacijske structure tehnološke pripreme proizvodnje koje su organizirane prema vrsti poslova i prema vrsti proizvodnih problema. Prvotna navedena uglavnom je vezana za manja poduzeća, a uključuje niže organizacijske cjeline zadužene za obavljanje različitih vrsta poslova u tehnološkoj proizvodnji [9].



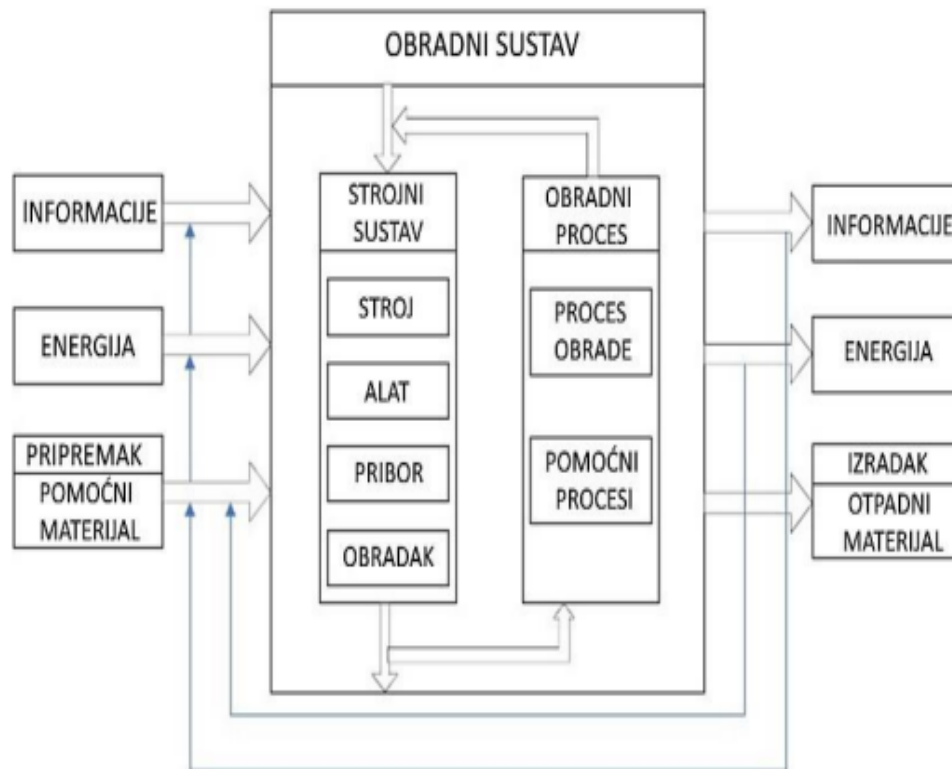


Slika 2. Organizacijska struktura TPP prema vrsti poslova [2]

Druga navedena, organizacija prema vrsti proizvodnih problema “značajno je da postoji određena analogija u načinu organiziranja proizvodnje i tehnološke pripreme. Tada se za pojedine proizvodne cjeline u okviru centralne tehnološke pripreme formiraju odgovarajuće tehnološke grupe s potrebnim brojem tehnologa i konstruktora specijalnih alata. Pritom se za obavljanje pojedinih specifičnih i pomoćnih poslova organiziraju zajedničke funkcije” [8].

#### 2.4. Struktura obradnog procesa

U strojnoj je obradi temeljna zadaća transformiranje sirovog materijala u konačni proizvod.

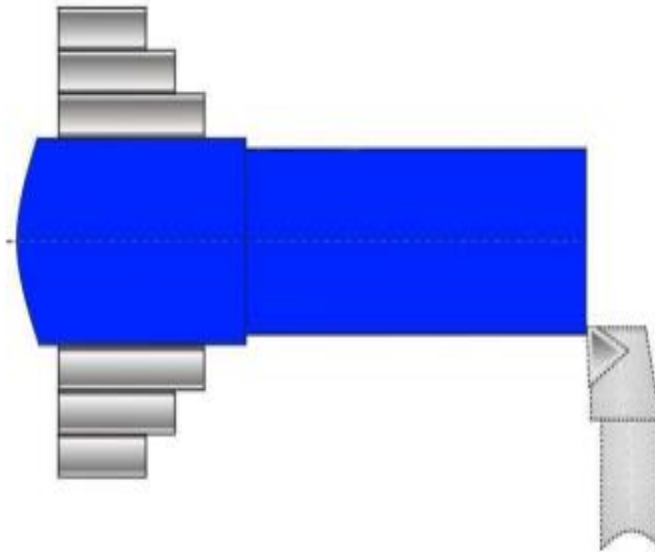


Slika 3. Konstrukcija obradnog sustava [3]

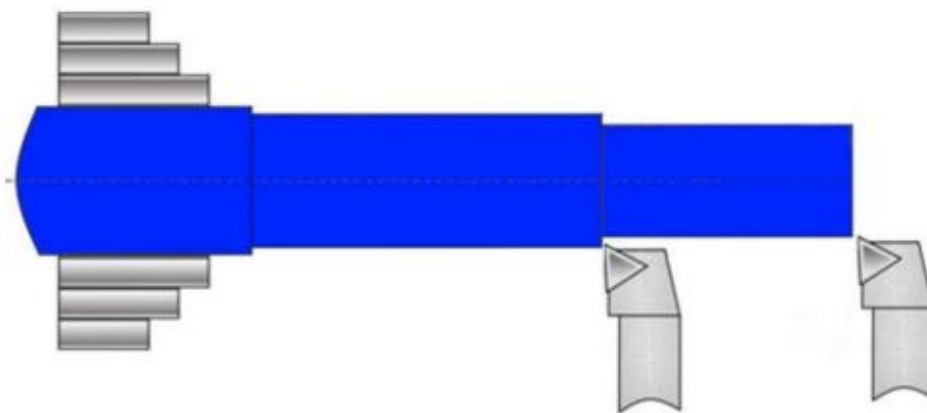
Također, kada se govori o obradnom procesu nužno je istaknuti da se on sastoji od dva dijela, prvi je proces obrade koji se uglavnom odnosi na operacije i procese zahvata te procese koji su pomoćni, a odnose se na promjene alata te uključivanje i isključivanje strojeva. Cjelokupni je proces unaprijed određen zadanim operacijama te nekim vrstama obrade kojima je cilj dobivanje gotovih proizvoda. Nadalje, sam proces obrade može se sastojati od jedne, ali i od više operacija koju mogu biti međusobno povezane, dok jedan zahvat može sadržavati više različitih vrsta alata [5].

Jednostavnije rečeno, “operacija se sastoji od skupa ostvarivanja odvajanja čestica i pomoćnih postupaka koji se koriste s ciljem završetka jedne cjeline nekog obradivog procesa” [6]. Sinonim za sam proces obrade je zahvat, a on se definira kao djelovanje nekog alata na određenu obradivu

površinu unutar radnje koja se izvodi. Zahtjevi se mogu podijeliti na jednostavne i složene, a svaki od njih ima različitu funkciju.

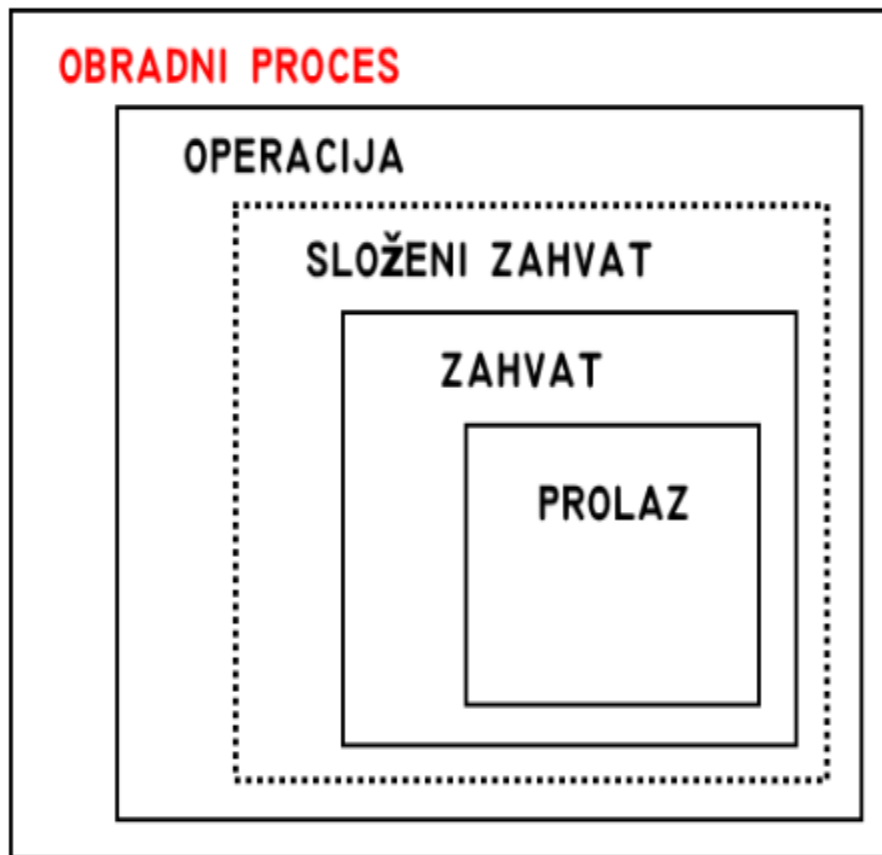


Slika 4. Primjer jednostavnog zahvata [4]



Slika 5. Primjer složenog zahvata [4]

Temeljna je razlika između jednostavnog i složenog zahvata što se prilikom jednostavnog zahvata koristi jedan alat, dok se kod složenog, odnosno kompleksnog zahvata koristi više njih. U navedenom procesu veliku ulogu ima prolaz. On predstavlja određeni dio zahvata koji se temelji na odvajanju jednog sloja materijala obratka, a pritom se koristi jedan alat. Prema tome, posljednji prolaz označava kraj zahvata, a pomoćni su procesi oni koji omogućavaju samo izvođenje procesa obrade [6].



Slika 5. Prikaz obradnog procesa [4]

## 2.5. Postupci obrade odvajanjem čestica

Prema svemu navedenom određeni dio stroja izrađuje se prema već spomenutom tehnološkom procesu, a on se sastoji od više postupaka obrade. Sam postupak obrade odvajanjem čestica može se podijeliti na obradu rezanjem, odnosno na obradu s reznim aparatom i na obradu bez čvrste oštrice. Svaka navedena podjela ima dodatno podpodjele koje su prikazane u tablici kako slijedi: [6]

Tablica 1. Podjela postupaka obrade odvajanjem čestica [3]

<b>STROJNI</b>		
<b>REZANI ALAT OŠTRICOM</b>		<b>REZANI ALAT BEZ OŠTRICE</b>
<b>GEOMETRIJSKI DEFINIRANA OŠTRICA</b>	<b>GEOMETRIJSKI NEDEFINIRANA OŠTRICA</b>	
Tokarenje	Brušenje	Elektroerozija
Glodanje	Superfiniš	Elektrokemijska obrada
Bušenje	Lepanje	Obrada laserom
Piljenje	Honanje	Obrada vodenim mlazom
Provlačenje		
Blanjanje, dubljenje		

## 2.6. Strukturiranje tehnološkog procesa

Kada se govori o strukturiranju samog tehnološkog procesa, potrebno je istaknuti kako se ono uglavnom odnosi na određivanje broja, sadržaja i redoslijeda operacija u tehnološkom procesu. Postoje tri vrste operacija, a to su diferencijalne, odnosno podijeljene operacije, zbijene odnosno integrirane operacije te mješovite operacije.

Zbijene operacije same po sebi imaju veći obujam poslova, ali ih je manje u tehnološkom procesu iz razloga što su složenije i kompliciranije te dugotrajnije. Za razliku od njih, podijeljene operacije su jednostavne i kratkotrajne, ali ih ima jako puno te sadrže minimalnu količinu poslova. Također, potrebno je istaknuti da i jedne i druge mogu biti primijenjene kod svih tipova proizvodnje, a sam izbor ovisi o ocjeni prednosti i nedostataka u konkretnom slučaju kao i o raspoloživoj opremi. Zbijene operacije češće su kod manjih količina, podijeljene operacije češće su kod većih količina. [7]

Kada se govori o podijeljenim operacijama mogu se koristiti jednostavniji strojevi, koji se kod većih količina mogu podijeliti prema svojoj svrsi (grupe, linije), a kod manjih količina prema vrsti. Postavljanjem (vođenjem) procesa zbijenim operacijama integrira se obrada predmeta na jedan ili više složenijih strojeva. “Tipični primjer stroja za izvođenje zbijenih operacija danas je obradni centar (na kojem je moguće objediniti veliki broj raznih obrada (razni postupci) na jednom obratku u jednom ili više stezanja (glodanje, bušenje, narezivanje, glodanje navoja, cirkularno glodanje, tokarenje...). To omogućuje veliki fond alata koji su smješteni u magazinu stroja, a čiju izmjenu stroj obavlja automatski i brzo po određenom NC-programu uz automatsko osiguranje (definiranje) potrebnih elemenata režima obrade, automatskog vođenja alata i zauzimanje potrebnog položaja alata (putanja alata). Obradni centri pogodni su posebno za obradu pri manjim i srednjim količinama” [6].

Kod tehnološkog procesa sa zbijenim operacijama ima manje stezanja, manje premještanja što ima za posljedicu znatno kraće ukupno vrijeme transporta i međuoperacijskih čekanja. Manje stezanja, manje premještanja (svako stezanje mogući unos greške) ima pozitivan učinak i na samu kvalitetu proizvoda. Potrebno je istaknuti da na strukturiranje tehnološkog procesa utječu sljedeće kategorije: karakteristike obratka, karakteristike opreme i količina i kategorije obrade [6].

Operacija kao jedna tehnološka velika cjelina može se dalje dijeliti radi preciznijeg određivanja načina i uvjeta izvršenja na manje cjeline. Zahvat je definiran kao “dio (odsječak) operacije koji obuhvaća pojedinu radnu ili pomoćnu aktivnost u okviru odvijanja operacije (aktivnost vezana za proizvod, ne za stroj ili alat).” [7].

U različitim vrstama operacija, koje se pojavljuju u strojogradnji, mogu se pronaći i razni zahvati karakteristični za određene postupke i vrste obavljanja poslova [7].

“Određeni se zahvati mogu se podijeliti prema karakteru na:

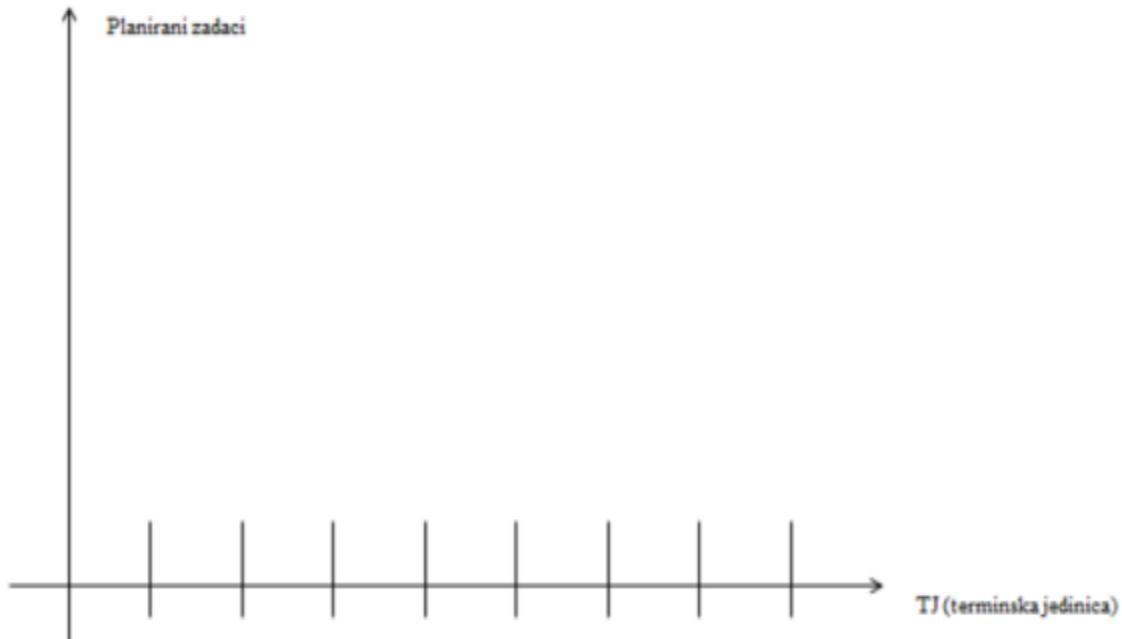
1. Rukovanje proizvodom (stezanje, otpuštanje, okretanje).
2. Obavljanje radnih aktivnosti točnije poslova, koji neposredno rezultiraju promjenom oblika, dimenzija, kvalitete površine ili svojstava materijala ili položaja komada u sklopu. Radni zahvat obuhvaća određene poslove s istim alatom i istim režimima i u istom položaju izratka.
3. Završne kontrole kvalitete. Sastavni zahvat (završni) kod obavljanja operacije je u pravilu i utvrđivanje stanja kvalitete, kako bi se na temelju stanja kvalitete moglo donositi ocjene o potrebi intervencija u procesu (zamjenom alata, korekcijom položaja alata, korekcijom u stezanju izratka itd.) Kontrola se provodi ako tijekom vođenja procesa zbog prisutnih utjecaja može biti ugrožena određena mjera, odnosno karakteristika. O karakteru same operacije i proizvodne opreme ovisi i broj i redoslijed karakterističnih zahvata koji se obavljaju u okviru operacije”. [7]

## **2.7. Upotreba elektroničkog računala prilikom planiranja proizvodnje u strojnoj obradi**

Proces planiranja proizvodnje u strojnoj obradi iznimno je složen i zahtjevan proces koji je u današnje, suvremeno vrijeme gotovo nemoguće učiniti bez upotrebe elektroničkog računala. Sama raspoloživost elektroničkih računala nije dovoljna sama po sebi, a njime je ostvarena tek jedna pretpostavka za njegovu stvarnu primjenu u procesu proizvodnje. Od iznimne je važnosti uloga rukovoditelja i način na koji oni sudjeluju u oblikovanju, definiranju, funkcioniranju i uvođenju informacijskog sustava same proizvodnje. Zadatak određivanje vremenskog roka proizvodnje određenog proizvoda sastoji se u određivanju realnih termina i rokova u kojima treba izvesti određene aktivnosti koje su unaprijed zadane. Zbog svojih značajki proces terminiranja složen je

organizacijski proces, a sama složenost proizlazi iz ciljeva na kojima se on temelji: optimalno opterećenje strojeva, niski troškovi proizvodnje, kratko vrijeme protoka, održavanje planiranih rokova. Navedeni su ciljevi po svojoj prirodi konkurentni te ih prema tome nije moguće ostvariti u isto vrijeme. Proizvodnja u strojnoj obradi određuje se za razdoblje od jedne godine, svakako prvo okvirno s rokovima po tjednima i mjesecima, a nakon toga detaljno po danima. Navedeno terminiranje obavlja se za pojedinačne proizvode i njihove serije, ako je u pitanju serijska proizvodnja ili za protoke ako je u pitanju masovna proizvodnja. Kad je završen proces okvirno terminiranih proizvoda, potrebno je utvrditi rokove početka i završetka svih proizvoda tijekom jedne godine. Ukoliko se radi o izradi, terminiraju se same operacije izrade, a ukoliko se radi o montaži, terminiraju se operacije sastavljanja. Također, nužno je istaknuti kako terminiranje vremena proizvodnje zapravo predstavlja proračun ciklusa proizvodnje. U izradi rokovnika upotrebljavaju se različite stvari, a jedan od poznatijih sustava izrade rokovnika je upotreba gantograma. Gantogrami, ili drugim riječima, Ganttovi dijagrami, Gantova karta vremenski su dijagrami i često korištena tehnika planiranja i terminskog definiranja neke proizvodne operacije, praćenja zauzetosti nekog kapaciteta te izrade planskih rokovnika. Kada se utvrdi vrijeme izrade nekog proizvoda, odnosno vrijeme potrebno za operaciju u strojnoj obradi, izrađuju se gantogrami. Oni predstavljaju dijagram u koordinativnom sustavu u kojemu se na vertikalnoj osi označava planski zadaci kojima je potrebno odrediti vrijeme početka, ukupno trajanje i vrijeme završetka, dok se na osi apscisi označava samo vrijeme početka. Nužno je istaknuti kako gantogrami imaju univerzalne jedinice računanja (TJ – terminska jedinica) [7].





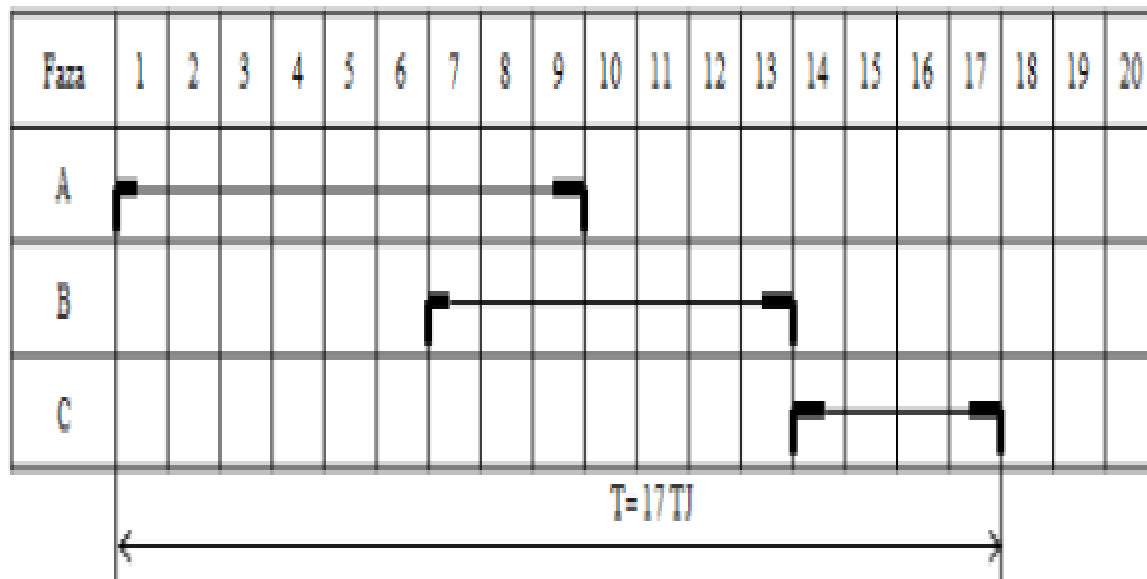
Slika 6. Osnovni oblik Ganttovog dijagrama [5]

Međutim, može se zaključiti kako je ovaj primjer gantograma prilično jednostavan, a postoji i niz njegovih varijacija, stoga je svim gantogramima zajedničko, osim univerzalne jedinice TJ, jedna od dvije moguće varijacije oznaka početka i završetka radne operacije te isprekidana linija koja se upotrebljava kao vizualni uvid izvršenja unaprijed isplaniranih zadataka, odnosno operacija [7].

Na slici ispod može se vidjeti primjer gantograma koji je napravljen za planiranje početka izvedbe neke određene radne operacije, njezino ukupno trajanje i vrijeme završetka. “Podebljani otvoreni kutovi udesno (lijevi kutovi) predstavljaju planirani početak rada, a otvoreni kutovi ulijevo (desni kutovi) predstavljaju planirani završetak rada. Kada ih spojimo punom crtom, dobivamo ukupno planirano vrijeme potrebno za izvedbu neke radne operacije, odnosno gotovog proizvoda.” [4].

Iz navedene se slike može uvidjeti da je planirani početak rada u nekom proizvodnom ciklusu zacrtan otvorenim kutom udesno na broju 1 (radna operacija ili radna faza A) i punom crtom je

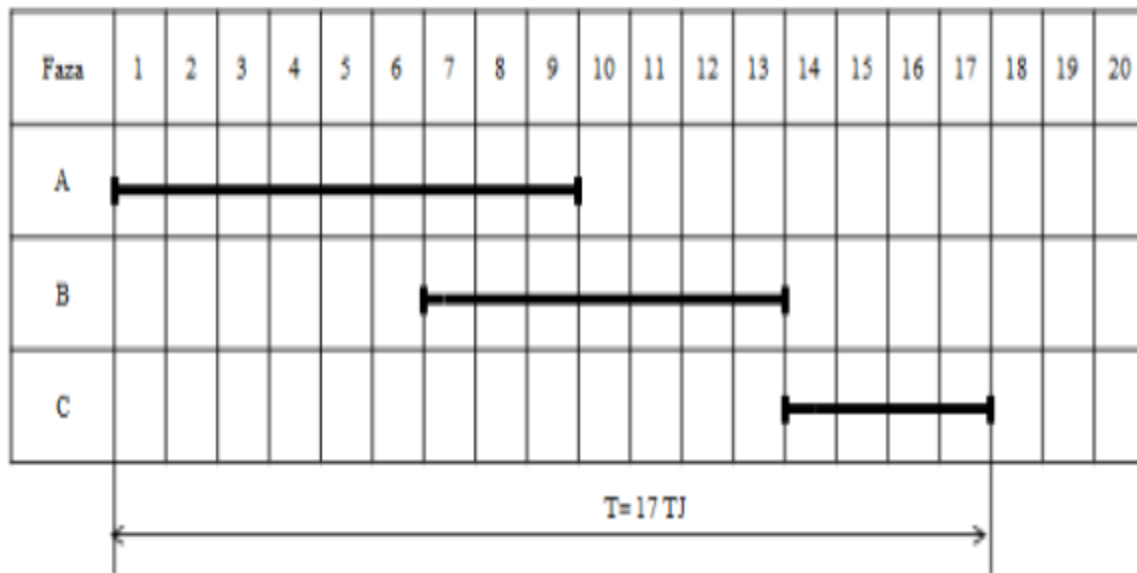
povezan sa otvorenim kutom ulijevo na broju 10, gdje se planira završetak radne operacije (radne faze A). Također, navedeni se princip primjenjuje i u ostalim radnim operacijama (fazama B i C). Kada ispod gantograma podvučemo liniju koja kreće od početka prve radne operacije (radne faze A - broj 1 u fazi A do završetka zadnje radne operacije (radne faze C - broj 17 u fazi C) dobivamo konačno, ukupno vrijeme potrebno za realiziranje planiranog proizvodnog ciklusa, a u ovom primjeru to je 17 TJ [4].



Slika 7. Gantogram za određenu radnu operaciju vila [7]

Na slici ispod može se uvidjeti kako izgleda druga mogućnost označavanja planiranog vremena početka, trajanja i završetka neke radne operacije, odnosno kako izgleda prikaz završenog proizvoda na gantogramu. Na ovom su primjeri vremenski periodi označeni podebljanim, s obje strane omeđenom linijom, od mjesta planiranog početka do mjesta planiranog završetka radne

operacije, bez primjene otvorenih kutova, iako na samom kraju rezultat planiranja jednak je i prikazuje jednake vrijednosti kao i gantogram na kojemu se početno, završno i ukupno planirano vrijeme izvedbe označavaju otvorenim kutovima [4].

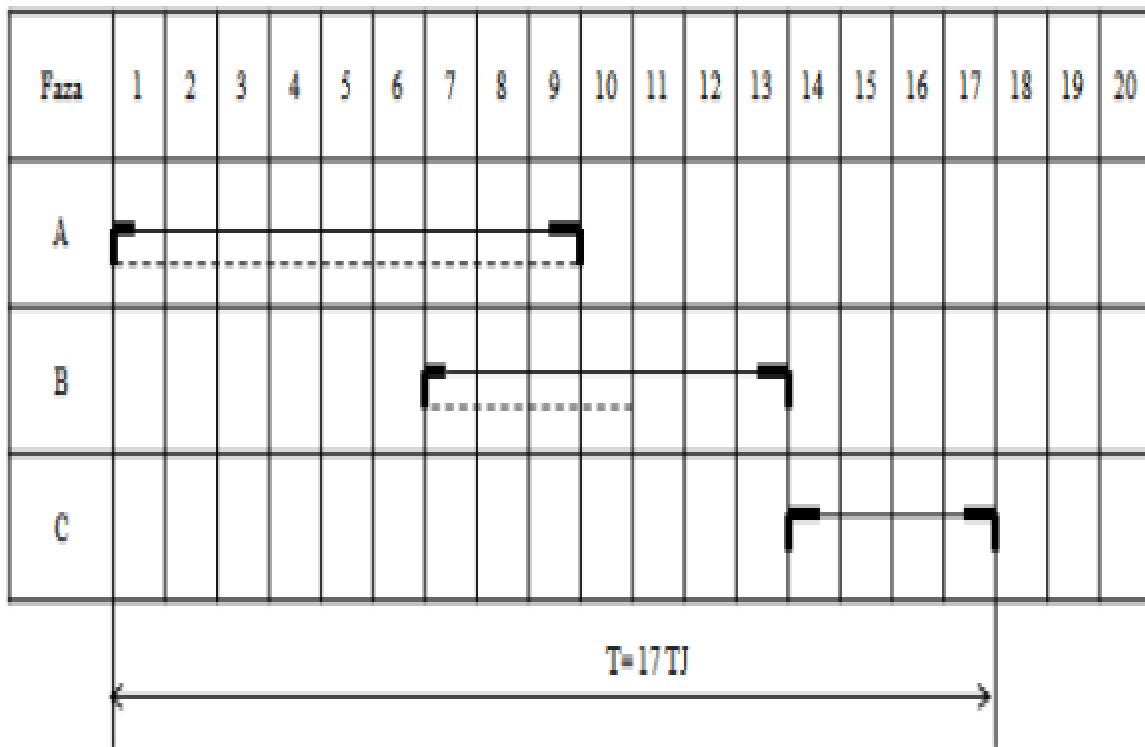


Slika 8. Gantogram s podebljanom linijom označavanja [7]

“Uz mogućnost planiranja vremena izvođenja neke radne operacije ili izrade gotovog proizvoda, gantogrami omogućuju i vizualno praćenje izvršenja istih. Pa se tako, na već postojećem gantogramu, s određenim planiranim vremenima, može ucrtavati i isprekidana linija izvršenja radnih operacija. Ona se označava spajanjem donjih krajeva otvorenih kutova koji označavaju vrijeme početka i vrijeme završetka neke operacije i to duljinom koja je proporcionalna realnom stanju kod izvršenja radne operacije.” [4].

Navedeni je primjer prikazan na slici dolje, iz koje se vidi da je vrijeme izvođenja radnih postupaka u radnoj operaciji A (radnoj fazi A) nekog proizvodnog ciklusa u potpunosti završeno, a to je i označeno isprekidanom linijom od početnog do završnog otvorenog kuta; da su radni postupci u

radnoj operaciji B (radnoj fazi B) napola izvršeni, pa je prema tome i isprekidana linija povučena do onog djela radne operacije, u kojem se trenutno radna operacija nalazi. Postupci izvođenja u radnoj operaciji C (radna faza C) početi će se nakon završetka postupka izvođenja radne operacije (radne faze) B [7].



Slika 9. Gantogram sa označenom linijom izvršenja radne akcije [7]

Budući da su projekti iz dana u dan sve složeniji, potrebno je kontinuirano tražiti nova jednostavnija, brža, točnija rješenja, odnosno sustave. Također se preporučuje tehnike mrežnog

planiranja. Njihov je broj poprilično velik, ali se one uglavnom sve temelje na metodama CPM (“Critical Path Metod”) i PERT (“Projekt evaluation and Review Technique”). Potonja je metoda još kasnije usavršavana, pa su prema tome nastale neke njezine novije verzije, a neka od njih je TANES (Task network Scheduling) kao primjer za analizu mrežnih planova. Također, kao primjer pod metodom PERT nastala je GERT metoda koja je razrađena prvotno u SAD-u. Također, osim navedenih poznatijih metoda, šezdesetih se godina javljaju posebni program za elektronička računala namijenjeni planiranju proizvodnje i njezinom upravljanju. Njihova je uloga planiranje naloga za izradu dijelova, tzv. interni nalozi, a jedan je od najpoznatijih programa bio CLASS (“Capacity Loading and Scheduling System”) tvrtke IBM. [7].

Organizacija unapređenja informacijskog sustava proizvodnje i osiguranje informacija u određenom vremenu i razini postići će se primjenom određenih metoda, sredstava i programa upravljanja proizvodnjom na kompjuterskoj opremi, koja danas zasigurno predstavlja najsnažniju tehničku osnovicu [7].

## **2.8. Trendovi u planiranju proizvodnje strojne obrade**

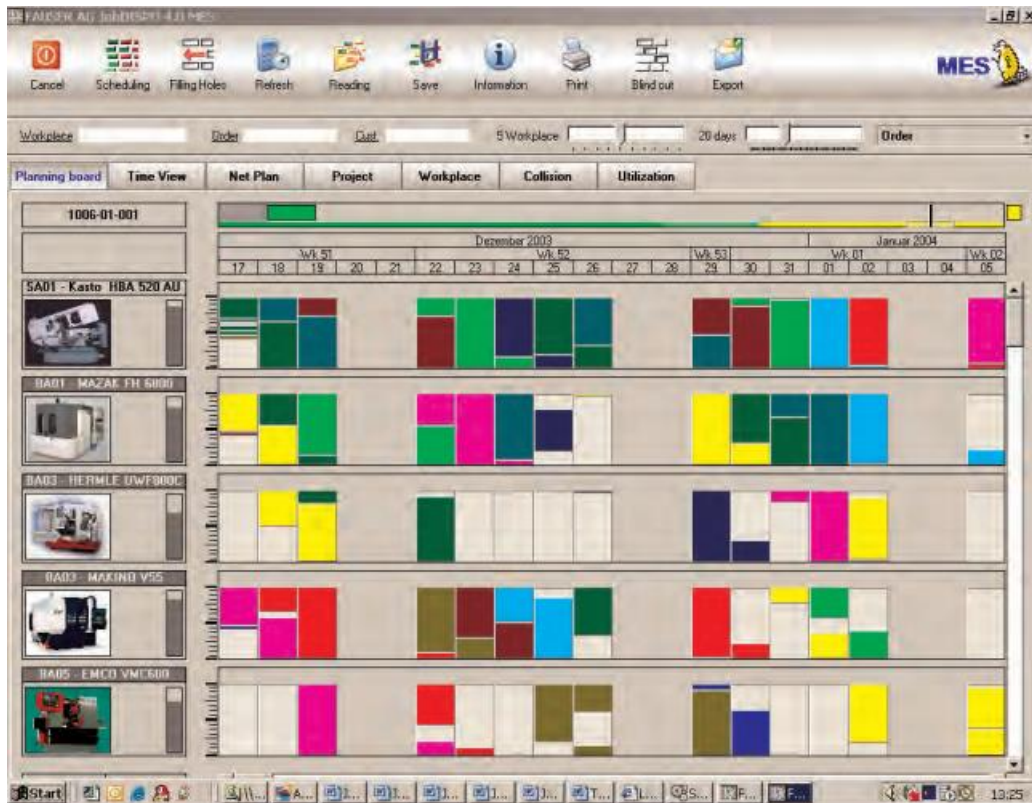
Trendovi u planiranju proizvodnje teže što većoj povezanosti između svih dijelova proizvodnje. Želja je da svaki dio tvrtke bude usko povezan softverom. Jedan takav sustav je ERP sustav. ERP sustav nije isključivo vezan uz strojnu obradu no povezuje planiranje strojne obrade uz procese koje se obavljaju prije i poslije same obrade. Tako se uspostavlja ravnoteža između svih grana tvrtke i podaci se mogu nesmetano dijeliti između različitih odjeljaka proizvodnje. Ključno načelo ERP-a je središnje prikupljanje podataka za široku distribuciju. Umjesto nekoliko samostalnih baza podataka s beskonačnim popisom nepovezanih proračunskih tablica, ERP sustavi unose red u kaos, tako da svi korisnici mogu stvarati, pohranjivati i koristiti iste podatke dobivene zajedničkim procesima. Sustavi pod ERP-om su povezani jednom bazom podataka u kojoj su informacije precizne, ažurne i točne za sve korisnike. Ovakav sustav planiranja je najpogodniji za mala i srednja poduzeća te ga svaka tvrtka može implementirati. U današnjem svijetu je jedan od najčešće korištenih načina planiranja te povezuje svaki aspekt koji je bitan u proizvodnji.

Postoje ERP sustavi koji su usko vezani uz strojnu obradu. Jedan takav je JOBDISPO softver suite. Ovaj softver se sastoji od nekolicine modula u kojoj je svaki zadužen za svoj posebni dio. Moguće

je sve module zajednički koristiti jer su međusobno povezani. Modul koji je najzanimljiviji za strojnu obradu je JOBDISPO MES (Manufacturing Execution System) [8]

## **2.9. Softver za planiranje strojne obrade**

JOBDISPO MES je grafički sustav planiranja, te služi za planiranje proizvodnje u stvarnom vremenu. Upravlja manjkom i viškom sati, optimizira i regulira redoslijed proizvodnje, te odrađuje automatsko terminiranje narudžbi. Kako bi današnje tvrtke ostale konkurente na tržištu njihov je cilj ispuniti rokove isporuke, iskoristiti što bolje svoje kapacitete te smanjiti svoje troškove. Za ispunjavanje takvih ciljeva potrebno je imati pravi alat. Jedan od pravih alata za to je ovaj softver. On im omogućuje poslovanje i proizvodnju u stvarnom vremenu. JOBDISPO MES je odličan dodatak na postojeće ERP sustave. Jednostavnim unosom podatak proizvodnja se može automatski ili ručno regulirati. Softver upravlja sa strojevima te pomoću naloga povećava ili smanjuje ciklus proizvodnje. Tako je moguće održati potrebnu količinu bez stvaranja nepotrebnih zaliha koje je nakon toga potrebno skladištiti. Ovakav način proizvodnje uzima u obzir sve faktore proizvodnje kao što su kvarovi strojeva, novi prioriteti ili novi datumi isporuke. Također je moguće pratiti ispunjenost kapaciteta strojeva te se vrlo lako može odlučiti jeli je moguće primati nove narudžbe. Terminiranje narudžbi tako postaje vrlo jednostavan te više nema problema u ispunjavanju zadanih ciljeva.



Slika 10. Prikaz planiranja i zauzetost strojeva u JOBDISPO MES [9]

Postoje još dva modula koji su korisni za područje strojne obrade, a to su JOBDISPO MDC (Machine Data Collection) i JOBDISPO EAI (Enterprise Application Integration)

JOBDISPO MDC obuhvaća podatke iz proizvodnje, te kontrolira stvarno utrošeno vrijeme strojeva, pri samoj pripremi ili na radnim mjestima, te nudi analizu po narudžbama, djelatnicima ili pak radnim mjestima.

JOBDISPO EAI je slobodno konfigurirajući alat za integraciju u već postojeće strukture za elektronsku obradu podataka, kao što su ERP-sistemi, analiza vremena, osiguranje kvaliteta CAD/CAM itd. Dolazi sa automatiziranom razmjenom podataka, te je u potpunosti prilagodljiv zamislama i potrebama klijenata. [9]

### **3. REALAN PRIMJER PLANIRANJA**

#### **3.1. Primjer planiranja obrade - LTH METAL CAST**

LTH Metal Cast je tvrtka koja se nalazi u korporaciji slovenske firme LTH Castings Group. Pogon LTH Metal Cast-a, koji se nalazi u Benkovcu, sastoji se od dva dijela. U prvom dijelu lijevaju aluminijske legure dok se u drugom dijelu nalazi strojna obrada u kojem se nalazi oko 70 CNC strojeva. U posjeti kroz pogon dobio samo informacije kako planiraju proizvodnju. Od dobivanja nacрта pa sve do gotovog proizvoda. Zbog zahtjeva kupaca neke informacije iz priloženih tablica su izmijenjene ili skrivene.

##### **3.1.1. Planiranje proizvodnje u LTH METAL CAST**

LTH Metal Cast kao softver za CAD/CAM/CAE operacije koristi Siemens NX. Ovaj softver je jedan najčešće korištenih u automobilske industriji a glavni izvor narudžbi za LTH Metal Cast proizlazi iz te grane. Siemens NX pruža velike mogućnosti u računalnom potpomognutom dizanju, proizvodnji i planiranju.

Planiranje proizvodnje započinje dobivanjem nacрта i traženih količina od kupca. Uz nacrt i količine priložene su i sve informacije vezane uz traženi materijal njegove dimenzije, kao i kvaliteta obrade. Nakon toga slijedi modeliranja traženog komada u softveru Siemens NX. Sama brzina izrada modela ovisi o jednostavnosti traženog proizvoda. Pomoću softvera simuliraju se sve potrebne obrade. Parametri obrade kao što su brzina rezanja, posmak i broj okretaja vretena se određuju iskustveno te se koriste srednje vrijednosti. Na taj način preko simulacije dobivamo okvirno vrijeme ciklusa tj. potrebno vrijeme strojne obrade za jedan komad. Zahvaljujući dobivenom ciklusu slijedi izračun broja komada koji se mogu proizvesti na dnevnoj bazi. Isto tako moguće je pretpostaviti količine na mjesečnoj ili godišnjoj bazi. Za izračun na godišnjoj bazi pretpostavljaju 250 radnih dana te iskoristivost stroja od 70% do 75%. tako pokrivaju moguće kvarove i neplanirane zastoje kao i planirana održavanja.



Tablica 2. Tražene količine kupca na mjesečnoj bazi

LTH Castings																
forecast																
part number	description	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total	annualized	
usage	working days	25	24	27	24	26	23	26	20	25	26	25	25	0	capacity	
A2-C7	Receivings/demands	82.430	79.962	83.230	66.162	68.026	65.002	65.374	73.190	70.294	64.281	59.449	57.619	835.021		
	demand per working day	3.297	3.332	3.083	2.757	2.616	2.826	2.514	3.660	2.812	2.472	2.378	2.305			
	Capacity per Month	107.159	103.951	108.199	86.011	88.434	84.503	84.986	95.147	91.382	83.566	77.284	74.904	1.085.527		
	Capacity per day	4.286	4.331	4.007	3.584	3.401	3.674	3.269	4.757	3.655	3.214	3.091	2.996			
	goods receipt													0		
	coverage sel.	+24.729	+23.989	+24.969	+19.849	+20.408	+19.501	+19.612	+21.957	+21.088	+19.284	+17.835	+17.286			
	coverage cum.	+24.729	+48.718	+73.687	+93.535	+113.943	+133.444	+153.056	+175.013	+196.101	+215.386	+233.221	+250.506			
	Flexibility in %	+30,0%	+30,0%	+30,0%	+30,0%	+30,0%	+30,0%	+30,0%	+30,0%	+30,0%	+30,0%	+30,0%	+30,0%	30%		
	Capacity 2019															
	working hours/ shift															
	shifts / week															
	working weeks / year															
	parts / hours															
	level of utilization															
	planned production machinery															
	weeks / year reserved															
	capacity planned / week															
	capacity planned / year															

In case of changes on confirmed capacity the responsible planner at [redacted] has to be informed immediately!

Upon resending of the datasheets you confirm also sufficient capacity at your subsuppliers!

U priloženoj tablici prikazani su traženi broj komada kupca na mjesečnoj bazi. Radi se o poklopcima za elektronska kućišta. Nakon izrade modela poklopca u softveru Siemens NX te simulacije obrade potrebno je programiranje CNC stroja kako bi se dobio prvi komad. Odabir alata kao i parametara obrade baziraju se na iskustvu zaposlenika i prijašnjih sličnih obrada. Postepeno se dolazi do optimalnih vrijednosti kako bi se dobila tražena kvaliteta. Nakon pronalaska optimalnih parametara i alata cilj je smanjiti ciklus izrade jednog komada bez utjecaja na njegovu kvalitetu. Ovaj dio se također bazira na iskustvu zaposlenika te postepenim pokušajima poboljšanjima. Neki od načina smanjenja ciklusa su povećanje brzine rotacije glavnog vretena, brža izmjena alata, veći posmak alata, veća brzina rezanja, itd. Uz sva ta poboljšanja treba uzeti u

obzir i trošenje alata. Povećanjem parametara obrade dolazi i to bržeg trošenja alata. Potrebno je pronaći optimalnu kombinaciju. Zato se prije samo proizvodnje provode dosta testiranja kako bi se pronašli idealni uvjeti obrade. Postizanjem idealnih uvjeta obrade dolazimo i do pravog ciklusa proizvodnje. Pronalaskom pravog ciklusa proizvodnje slijedi izračun količine koje moguće proizvesti na dnevnoj bazi. Ciklus za ovaj poklopac iznosio je 12,5 sekundi. Pogon radi u dvosmjenskom radu od ponedjeljka do petka tj. 16 radnih sati dnevno.

Broj komada dnevno = radno vrijeme u danu / ciklus komada

Kako bi uzeli u obzir sve moguće planirane i neplanirane zastoje pretpostavljaju iskoristivost strojeva od 70%.

Broj komada dnevno =  $(16 \times 3600 \text{s}) / 12,5 \text{s} = 4608$  komada dnevno

Broj komada godišnje =  $(4608 \times 250) \times 0,7 = 806\,400$  komada godišnje

Kako su im tražene količine nešto veće (oko 30 000 komada) morali su uvesti i radne subote kako bi uspjeli proizvesti nedostatak traženih komada.

### 3.2. Praćenje zauzetosti strojeva i planiranje proizvodnje

Također, od velike je važnosti pratiti zauzetost strojeva kako bi se mogle donositi odluke o primanju novih narudžbi.

Tablica 3. Prikaz zauzetosti stroja SWBA322 u narednih 5 godina

Pozicija	Ljevanje Stroj	Ciklus	Strojna obrada Stroj	Ciklus	2023			2024			2025			2026			2027							
					količina	TL	CNC	MON	količina	TL	CNC	MON	količina	TL	CNC	MON	količina	TL	CNC	MON				
840t	840t	60,0	SWBA322	120,0	16.902	7%	13%	0%	19.245	7%	14%	0%	18.980	7%	14%	0%	18.874	7%	14%	0%	17.832	7%	13%	0%
840t	840t	25,0	SWBA322	90,0	125.590	20%	70%	0%	100.921	16%	56%	0%	112.526	18%	63%	0%	111.592	18%	62%	0%	111.592	18%	62%	0%
840t	840t	25,0	SWBA322	90,0	77.211	12%	43%	0%	124.357	20%	69%	0%	139.562	22%	78%	0%	149.240	24%	83%	0%	159.567	26%	89%	0%
1400t	1400t	38,5	SWBA322	130,0	310.342	77%	249%	0%	199.534	49%	160%	0%	199.534	49%	160%	0%	188.406	47%	151%	0%	133.556	33%	107%	0%
1400t	1400t	0,0	SWBA322	18,0	210.242	0%	24%	0%	199.534	0%	22%	0%	199.534	0%	22%	0%	188.406	0%	21%	0%	133.556	0%	15%	0%
840t	840t	30,0	SWBA322	80,0	171.526	33%	85%	0%	223.226	43%	110%	0%	192.886	37%	95%	0%	182.894	35%	90%	0%	152.816	29%	75%	0%
840t						39%				44%				48%				49%				50%		
1400t						77%				49%				49%				47%				33%		
SW BA322						493%				432%				432%				421%				361%		

Pomoću ovakvog zapisa je jasno vidljivo koliko je CNC stroj SWBA322 opterećen u narednom vremenskom periodu. Prikazuje koje se koje se pozicije na njemu obrađuju, količina koju je potrebno proizvesti te ciklus obrade za svaku poziciju. LTH Metal Cast posjeduje 5 ovakvih CNC strojeva te se vidi da opterećenost stroja iznosi 493% što bi značilo da su svih pet strojeva gotovo dosegle svoj maksimum. S ovakvim zapisom se može vidjeti da se u narednih godina smanjuje opterećenost što znači da je moguće uvesti nove pozicije ili povećati proizvodnju već postojećih.

U tablici je također prikazana povezanost između ljevaonice i strojne obrade. Ljevaonica potreban broj komada za strojnu obradu proizvodi u kratkom roku te je manje opterećen u odnosu na CNC strojeve što znači da postoji mogućnosti i lijevanje drugih odljevaka za druge pozicije. Jedan od

problema koji se javlja je da se već odlijevani komadi moraju skladištiti, što za posljedicu stvara nove troškove skladištenja kao i prijevoz između ljevaonice do skladišta pa iz skladišta do željenog CNC stroja.

### **3.3. Implementacija JIT (Just in time)**

Jedan od načina rješavanja problema velike količine skladištenja bila bi implementacija strategije Just in time (JIT). JIT je ekonomska strategija koja ima za cilj ukloniti sve ono što nije potrebno za proizvodnju kao što je i skladištenje. pokušava skladištenje svesti na minimum ili ga potpuno ukloniti. Ovakav princip bih se mogao implementirati i u LTH. Iz prijašnjeg zaključka vidljivo je da je za lijevanje potrebno dosta manje vremena u odnosu na strojnu obradu te se prekomjerna količina odljevaka mora skladištiti. Kako bi se taj među proces izbjegao potrebno je upotrijebiti strategiju JIT. Ljevaonica bi proizvodila broja komada za CNC- stroj koji se može obraditi samo u jednom danu. Tako bi se izbjegao ogroman broj komada koji bi morali biti u skladištu te bi zauzimali veliki dio prostora. Na primjer ako 4 CNC-stroja SWBA322 mogu dnevno obraditi 2000 komada odljevaka onda nije potrebno dan prije odlijevati više od te tražene količine. Na taj način se smanjuje i tok materijala jer više ne putuje do skladišta pa tek onda do stroja nego se nakon hlađenja dovodi odmah na stroj za strojnu obradu. Implementacijom ovog principa na sve strojeve bitno se smanjuje potreba skladišta. Kao sigurnost uveo bih rezervne komade u skladište u slučaju kvara nekih od strojeva u ljevaonice, ali i tako bi se smanjila potreba skladište. Dio slobodnog skladište se može preurediti u nove prostore za proizvodnju kao što su još jedan CNC stroj ili druga mjerna stanica za provjeru obrađenih komada.

#### 4. ZAKLJUČAK

Na kraju svega navedenog može se zaključiti kako je za uspješno planiranje proizvodnje u strojnoj obradi ključna kvalitetna organizacija i unaprijed temeljito planiranje.

Kako su procesi planiranja sve složeniji te se pokušavaju usavršiti nastoje se koristiti softveri koji omogućavaju brzo i točno planiranje. Vrlo često na riječ strojna obrada prvo pomislimo na strojeve, robote i alate ne znajući da se iza tog skriva dug proces planiranja. Zahvaljujući modernim tehnologijama planiranje postaje jednostavnije te obuhvaća sve više dijelova ukupne proizvodnje. Zasiurno će se softveri za planiranje kroz budućnost i dalje usavršavati te će rad s njima biti jednostavniji brži i učinkovitiji.

Na realnom primjeru iz prakse vidljivo da na proces planiranja otpada veliki dio vremena te da se mogu pojaviti razni problemi. Zato je potrebno pronaći i na pravi način iskoristiti strategije planiranja. CPM i PERT metoda su zasiurno jedni od najboljih metoda planiranja.

U današnjem svijetu proizvodnje naglasak je stavljen na brzinu i točnost uz naravno što veći profit. Zbog toga nije poželjno da se puno vremena gubi na planiranje. Implementacija novih strategija planiranja je zasiurno zahtjevan proces koji za sobom povlači mnogo problema na početku no pravim odabirom softvera i principa planiranja moguće je pojednostaviti proizvodnju. Možemo reći da bi svaka kompanija trebala težiti usavršavanju procesa planiranja kako bi bila što uspješnija.

## 5. LITERATURA

[1] Pipunić, A., Grubišić, D.: Suvremeni pristupi poboljšanjima poslovnih procesa i poslovna uspješnost, *Ekonomika misao i praksa*, 23(2014)2, 541-572, <http://hrcak.srce.hr/file/193325>, pristupljeno 02.9.2022.

[2] Bačić, I., „Planiranje kao funkcija menadžmenta na primjer poduzeća Jolly Jobs d.o.o.“, diplomski rad, Sveučilište u Splitu – Ekonomski fakultet. 2016.

[3] Sikavica P., Bahtijarević-Šiber F., Pološki Vokić N., „Temelji menadžmenta“, Školska knjiga, Zagreb. 2008.

[4] Proizvodno inženjerstvo, oblikovanje deformiranjem I obrada odvajanjem, Fakultet strojarstva I brodogradnje, Zagreb 2004

[5] Svalina, I.: Priprema i upravljanje proizvodnjom – vježbe. Slavonski Brod, Strojarski fakultet, 2010. [9] Perinić, M., Osnove tehnoloških procesa, predavanja, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci.

[6] Milikić D., Kovač P., Gostimirović M., Uzelac S., Sekulić M. Tehnologije I obrade rezanjem, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2000.

[7] Inženjerski priručnik Ip4, treći svezak, Školska knjiga, Zagreb, 2002.

Internetski izvori:

[8] <https://www.solidsoft.hr/programska-rjesenja/pracenje-proizvodnje/jobdispo/>

[9] [http://www.fauser.hu/downloads/jobdispo\\_eng.pdf](http://www.fauser.hu/downloads/jobdispo_eng.pdf)