

# Prikaz i analiza tehnoloških procesa izrade rampe

---

**Babić, Ivan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*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:235:713606>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-07**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Ivan Babić**

Zagreb, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Tihomir Opetuk

Student:

Ivan Babić

Zagreb, 2024.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru izv. prof. dr. sc. Tihomiru Opetuku na stručnim savjetima i vremenu pruženom u tijeku pisanja rada.

Također se zahvaljujem svim djelatnicima poduzeća Taurus Metalkraft na pomoći, pristupu tehničkoj dokumentaciji, pruženom vremenu i strpljenju tijekom izrade rada.

Na kraju, zahvaljujem se obitelji, prijateljima i djevojci na razumijevanju i podršci tijekom pisanja rada te cjelokupnog studija.

Ivan Babić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomске ispite  
Povjerenstvo za završne i diplomске 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 / 24 – 06 / 1	
Ur.broj: 15 – 24 –	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Ivan Babić** JMBAG: **0035226351**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Prikaz i analiza tehnoloških procesa izrade rampe**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Review and analysis of the of the ramp production technological processes**

Opis zadatka:

Projektiranje tehnoloških procesa predstavlja dio proizvodnoga sustava, odnosno određuje redosljed tehnoloških operacija za izradu proizvoda. S pomoću njega određuju se normativi i komadno vrijeme izrade proizvoda. Kao takvo, ono predstavlja dio ukupnog vremena izrade koje uzima u obzir još i vremena potrebna za transport, kontrolu, zastoje i međuskladištenje.

U radu je potrebno:

- Dati opis poduzeća (djelatnost, lokacija, organizacijska i kadrovska struktura i proizvodni program).
- Napraviti i prikazati trenutni raspored proizvodnje poduzeća (raspoloživi strojevi, raspored strojeva, radna mjesta, transportni putevi, skladišne i međuskladišne lokacije).
- Odabrati reprezentant iz proizvodnog programa poduzeća.
- Za odabrani reprezentant, dati opis proizvoda, sastavnice (eng. bill of materials), trenutni tehnološki proces izrade.
- Analizirati tehnološka vremena i ukupna vremena izrade reprezentanta (naglasak na transportni sustav, međuskladišne lokacije i uska grla).
- Na temelju rezultata predložiti i razraditi prijedloge unapređenja.

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

Zadatak zadan:

30. 11. 2023.

Zadatak zadao: *Opetuk*

Izv. prof. dr. sc. Tihomir Opetuk

Datum predaje rada:

1. rok: 22. i 23. 2. 2024.  
2. rok (izvanredni): 11. 7. 2024.  
3. rok: 19. i 20. 9. 2024.

Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 26. 2. – 1. 3. 2024.  
2. rok (izvanredni): 15. 7. 2024.  
3. rok: 23. 9. – 27. 9. 2024.

Predsjednik Povjerenstva:

*Godce*  
Prof. dr. sc. Damir Godce

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PROIZVODNI I TEHNOLOŠKI PROCES .....	2
2.1. Općenito o proizvodnji.....	2
2.2. Općenito o procesu.....	2
2.3. Općenito o projektiranju tehnoloških procesa .....	3
2.4. Sadržaj projektiranja tehnoloških procesa .....	4
2.5. Polazni materijal .....	6
2.6. Redoslijed operacija .....	6
2.7. Odabir baze .....	7
2.8. Odabir radnog stroja.....	8
2.9. Odabir alata .....	8
2.10. Parametri obrade .....	9
3. VREMENA IZRADE.....	11
3.1. Norma.....	11
3.2. Elementi radnog vremena .....	11
3.2.1. Pripremno-završno vrijeme.....	12
3.2.2. Tehnološko vrijeme .....	13
3.2.3. Pomoćno vrijeme .....	14
3.2.4. Dodatno vrijeme.....	15
4. PODUZEĆE TAURUS METALKRAFT.....	17
4.1. Djelatnost .....	17
4.2. Lokacija.....	19
4.3. Organizacijska i kadrovska struktura .....	20
4.4. Prikaz i tehnološki layout poduzeća.....	21
5. REPREZENTANTNI PROIZVOD – RAMPA.....	26
5.1. Općenito o proizvodu.....	27
5.2. Tehnološki proces izrade rampe .....	29
5.3. Analiza tehnoloških i ukupnih vremena izrade proizvoda.....	36
5.4. Prijedlozi unapređenja.....	38
6. ZAKLJUČAK.....	40
7. LITERATURA .....	41

**POPIS SLIKA**

Slika 1. Shematski prikaz čimbenika proizvodnog procesa [1] .....	3
Slika 2. Projektiranje tehnoloških procesa u ukupnom procesu proizvodnje [2].....	4
Slika 3. Prikaz toka tehnološkog procesa [2] .....	5
Slika 4. Shema razrade tehnoloških operacija [2] .....	6
Slika 5. Preporuke kod izbora baznih površina [6] .....	7
Slika 6. Izbor alata ovisno o vrsti obrade [6] .....	9
Slika 7. Shema ukupnog vremena izrade [4].....	12
Slika 8. Proizvodna hala poduzeća [7] .....	17
Slika 9. Logo poduzeća [7] .....	17
Slika 10. Cestovna ograda [7] .....	18
Slika 11. Zaokretna industrijska vrata [7] .....	18
Slika 12. Zaokretna rampa [7].....	19
Slika 13. Mikrolokacija poduzeća [7] .....	20
Slika 14. Kadrovska struktura poduzeća .....	21
Slika 15. Nadstrešnica i proizvodna hala [8].....	22
Slika 16. Poslovna zgrada [8].....	23
Slika 17. Prikaz i raspored radnih mjesta sa strojevima.....	24
Slika 18. Dvostruka okretna rampa [7] .....	27
Slika 19. Sklopna sastavnica sa prikazanim dijelovima [9] .....	28
Slika 20. Gabaritne mjere proizvoda [9] .....	28
Slika 21. CNC glodalica.....	34
Slika 22. Savijačica na trn .....	34
Slika 23. Tračna pila.....	35
Slika 24. CNC plazma rezanje .....	35
Slika 25. Raspodjela ukupnog vremena izrade [10].....	37
Slika 26. Raspodjela tehnoloških vremena [10].....	37
Slika 27. Koncept novog modela rampe .....	38

---

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Prikaz prodaje zadnjih godina ..... 26  
Tablica 2. Prikaz i redosljed tehnološkog procesa izrade rampe ..... 33



---

**POPIS OZNAKA**

<b>Oznaka</b>	<b>Jedinica</b>	<b>Opis</b>
<i>a</i>	m/min	Broj prolaza
CIM		Computer Intergrated Manufacturing
CNC		Computer Numerical Control
<i>i</i>		Broj prolaza
<i>L</i>	mm	Put alata po duljini
<i>n</i>	min <sup>-1</sup>	Broj okreta
NVAT		Non Value Added Time
<i>t<sub>d</sub></i>	s	Dodatno vrijeme
<i>t<sub>p</sub></i>	s	Pomoćno vrijeme
<i>t<sub>pz</sub></i>	s	Pripremno-završno vrijeme
<i>t<sub>t</sub></i>	s	Tehnološko vrijeme
<i>v</i>	m/min	Brzina rezanja
<i>Z</i>	mm	Dodatak za obradu

**SAŽETAK**

Rad se može podijeliti na dva dijela, teoretski i praktični. U teoretskom dijelu govori se općenito o projektiranju tehnoloških procesa. Prikazana je razlika proizvodnog i tehnološkog procesa, obrađen sadržaj tehnološkog procesa te su opisani najbitniji koraci u projektiranju tehnološkog procesa (odabir polaznog materijala, redoslijed operacija, odabir baze, radni stroj, alati i parametri obrade). Nakon toga, također u teoretskom dijelu, prikazana su i objašnjena sva bitna vremena u proizvodnji proizvoda. Drugi dio rada sastoji se od upoznavanja s poduzećem u kojem se obrađivao eksperimentalni dio. Nadalje, izabran je reprezentantni proizvod (rampa) te je detaljno prikazan tehnološki proces izrade, analizirana su tehnološka i ukupna vremena proizvodnje te izneseni prijedlozi unaprjeđenja proizvoda.

Ključne riječi: tehnološki procesi, rampa, vremena izrade.

---

**SUMMARY**

This paper can be divided into two parts, theoretical and practical. In the theoretical part, there is a general overview of designing technological processes. The difference between the production and technological processes is presented, the content of technological process is elaborated and the most important steps in designing the technological process are described (selection of raw materials, operations order, machine, tools and process parameters). After that, also in the theoretical part, all the significant times in the production of the product are presented and explained. The second part of the paper consists of familiarizing with the company where the experimental part was conducted. Furthermore, a representative product (ramp) was chosen and the technological process of production was detailed. Also, technological and overall production times were analyzed and in the end, suggestions for the product improvement were presented.

Key words: technological process, ramp, manufacturing time.

## 1. UVOD

Projektiranje tehnoloških procesa predstavlja dio proizvodnoga sustava, odnosno određuje redoslijed tehnoloških operacija koje su potrebne za izradu proizvoda. Ono predstavlja ključnu ulogu suvremene industrije te pomaže u optimizaciji proizvodnje, povećanju efikasnosti te osiguravanju konkurentske prednosti na tržištu. Kupac postaje glavni čimbenik te jedino prolaze proizvodi koji svojom cijenom i kvalitetom mogu konkurirati na tržištu. Glavna zadaća projektiranja tehnoloških procesa je povećanje efikasnosti, fleksibilnosti i kvalitete, a smanjenje ili eliminacija gubitaka i aktivnosti koje ne dodaju vrijednost proizvodu (eng. Non Value Added Time, u daljnjem tekstu NVAT). To se postiže mjerenjem i računanjem različitih vremena kao što su pripremno-završno vrijeme, komadno vrijeme, dodatno vrijeme te ostala vremena koja će kasnije biti detaljno razrađena. Neke od metoda praćenja i računanja različitih vremena biti će korištena u ovom projektu na primjeru proizvoda rampe kako bi se postigli ranije nabrojani ciljevi. Mogućnosti poboljšanja procesa proizvodnje povećavaju se također uvođenjem računalom podržane proizvodnje (eng. Computer Intergrated Manufacturing, u daljnjem tekstu CIM). Mogućnosti poboljšanja koje se mogu integrirati u proces proizvodnje nije lako, potrebno je iskustvo, strpljenje i vrijeme da bi se vidjeli benefiti. U nastavku se rad dijeli na teorijski dio i praktični dio. U teorijskom dijelu naglasak će biti na detaljnijem opisu proizvodnih i tehnoloških procesa te svim vremenima izrade koje je potrebno izmjeriti ili izračunati. U praktičnom dijelu analizirat će se tehnološka i ukupna vremena izrade zadanog proizvoda s naglaskom na transportni sustav, među skladišne lokacije i uska grla.

---

## 2. PROIZVODNI I TEHNOLOŠKI PROCES

Proizvodni i tehnološki proces nisu ista stvar te ih je važno razlikovati. Proizvodni je proces rješenje tehnološkog procesa u prostoru i vremenu. [3]

U nastavku rada će biti izložene daljnje razlike između ta dva procesa te niz općenitih činjenica o samom procesu i proizvodnji.

### 2.1. Općenito o proizvodnji

Proizvodnja predstavlja proces svjesnog djelovanja čovjeka koji je prostorno i vremenski određen. Taj proces temelji se na određenim znanstvenim zakonitostima koji uključuje korelaciju više čimbenika. Ključni elementi su elementarna ljudska aktivnost, sredstva rada i predmet rada. Sve ove komponente moraju biti usklađene i djelovati zajednički s ciljem stvaranja materijalnih dobara ili pružanja usluga. Kao rezultat proizvodnje nastaju određeni proizvodi ili usluge s možebitnim gubitcima. [1]

### 2.2. Općenito o procesu

Proces je skup zbivanja koja se događaju na nekom objektu mijenjajući pritom neka njegova svojstva. To je općenita definicija procesa i vrijedi za unaprijed planirane (svrhovite) i neplanirane (stihijske) procese. U ovom radu podrazumijevaju se svrhoviti procesi. [2]

Proizvodni je proces osnova svake industrijske proizvodnje, a čine ga sve aktivnosti koje pretvaraju ulazne materijale (sirovine, poluproizvode) u gotov proizvod. [1]

Proizvodni proces sastoji se od:

1. tehnološkog procesa
2. transportnog procesa
3. procesa organizacije
4. procesa informacija. [1]

Da bi se proces odvijao potrebni su:

1. materijali
2. energija za obaviti rad
3. informacije potrebne za vođenje procesa. [1]



Slika 1. Shematski prikaz čimbenika proizvodnog procesa [1]

### 2.3. Općenito o projektiranju tehnoloških procesa

Tehnološki proces je dio proizvodnog procesa koji se odnosi na pojedini proizvod i obuhvaća samo prvu fazu, rad na proizvodnim mjestima. Kod maloserijske proizvodnje, proizvodni proces sadrži onoliko tehnoloških procesa koliko ima proizvoda dok je kod masovne proizvodnje moguće izjednačiti proizvodni s tehnološkim procesom. [5]

Tehnološki proces je točno određeni postupak po kojem se izrađuje pri unaprijed zadanim uvjetima neki dio, sklop ili proizvod. Izrada počinje iz osnovnog materijala (dijelova ili sklopova) s određenim alatima na određenim strojevima u određenom vremenu. [4]

Svaki tehnološki proces se može unaprijediti i tome uvijek treba težiti. Također mora ispuniti dva uvjeta, a to su tehnički i ekonomski. Tehnički uvjeti proizlaze iz konstrukcijske dokumentacije, svaki proizvod mora imati točno zadani oblik, dimenzije i kvalitetu površine. Kod ekonomskog uvjeta treba težiti da se proizvod napravi uz što manje troškove za što su često potrebne opsežne ekonomske analize. [4]

Projektiranje tehnološkog procesa je pretvaranje podataka iz crteža u podatke za izvođenje proizvodnog procesa gdje se treba voditi računa o postojećem proizvodnom sustavu i postojećoj organizaciji proizvodnje u tom sustavu. U nastavku je dana shema prethodno navedenog. [2]



Slika 2. Projektiranje tehnoloških procesa u ukupnom procesu proizvodnje [2]

#### 2.4. Sadržaj projektiranja tehnoloških procesa

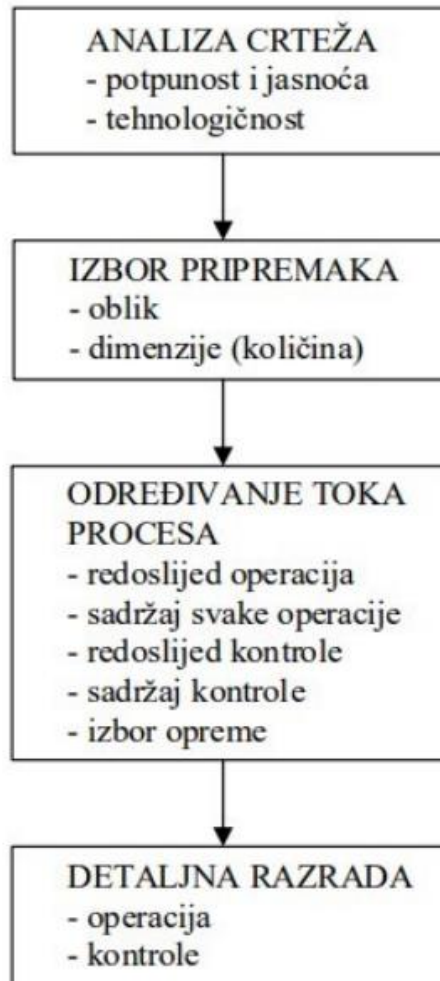
Polazna točka za projektiranje tehnološkog procesa je konstrukcijska dokumentacija. Da bi određena konstrukcija proizvoda bila tehnološki, potrebna je uska suradnja između konstruktora i tehnologa. [4]

Podatci koje projektirani tehnološki proces mora imati mogu se podijeliti u tri grupe:

1. podatci o materijalu
2. podatci o općem toku procesa
3. podatci o detaljima u svakom pojedinačnom procesu.

Konstruktor ovisno o zadanim zahtjevima definira vrstu i kvalitetu materijala dok tehnolog određuje oblik sirovog materijala i dimenzije zato što ti podatci bitno određuju tijek tehnološkog procesa.

Opći tok tehnološkog procesa određuje sve aktivnosti koje se moraju izvršiti, njihov zadatak (sadržaj) te mjesto izvođenja (na kojem stroju u proizvodnom sustavu). [2]

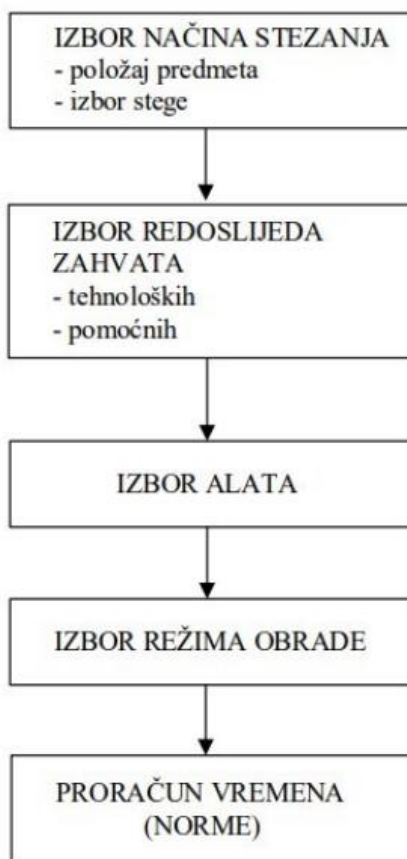


**Slika 3. Prikaz toka tehnološkog procesa [2]**

Na slici 3. prikazan je tok tehnološkog procesa. Svrha tehnološkog procesa je pretvorba sirovog materijala u proizvod pa se zato najviše vremena posvećuje redosljedu operacija. Kontrola se kao aktivnost dodaje kod onih operacija kod kojih je to bitno, ne nužno kod svih radi ubrzanja cjelokupnog procesa.

Podatci o detaljima u pojedinom procesu se definiraju za svaku tehnološku operaciju i za svaki proces kontrole. Pomoću tih podataka se može odrediti tok izvođenja operacija, režimi rada, sva pomagala koja se koriste te potrebno vrijeme izvođenja operacije. Slika 4. prikazuje shemu razrade tehnološke operacije. [2]





Slika 4. Shema razrade tehnoloških operacija [2]

## 2.5. Polazni materijal

Polazni materijal je onaj od kojeg se počinje izrađivati pojedini dio ili proizvod. Treba ga birati tako da ostane što manje otpada kod obrade, ali sa svim zahtjevima radioničkog crteža. Najčešći polazni materijali su šipke ili cijevi različitih profila, ploče odnosno limovi, otkivci ili odljevci. Kod odabira polaznog materijala također je bitan ekonomski faktor. Zbog toga treba birati ako je moguće standardne dimenzije. Kod malih serija općenito otkivak kao polazni materijal nije isplativ dok kod jako velikih jest. Postoji takozvani granični broj komada pomoću kojeg se može točno odlučiti koji je polazni materijal optimalan. Da bi se dobio optimalan polazni materijal, potrebno je provesti ekonomsku analizu. [2,4]

## 2.6. Redosljed operacija

Tehnološki se proces može projektirati u mnogo različitih varijanti. Zbog toga postoji jako puno kombinacija rješenja s različitim obujmom i različitim redosljedom pojedinih operacija. Redosljed operacija ovisi o:

1. veličini serije
2. vrsti i obliku priprema
3. vrsti obrade
4. baziranju i stezanju obratka
5. koncentraciji operacija i zahvata
6. vrsti alata. [6]

Pri projektiranju strukture procesa treba se držati sljedećih uputa:

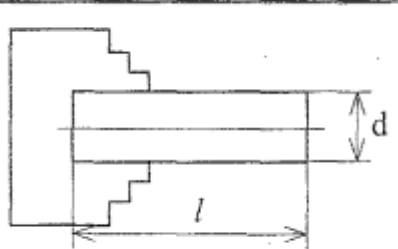
1. konačni oblik izratka treba postići sa što manjim brojem što jednostavnijih operacija
2. prve operacije trebaju biti one koje omogućuju najveću promjenu polaznog oblika priprema
3. prve operacije obično dovode do najvećeg škarta
4. prve operacije trebaju biti one koje će najprije pokazati grešku u materijalu. [6]

## 2.7. Odabir baze

Baziranje ovisi o vrsti i geometriji izratka i izabranoj vrsti priprema. Pri baziranju treba zadovoljiti uvjete stabilnosti, točnosti izrade te o mogućnosti obrade više površina jednim stezanjem što znatno ubrzava proces izrade. [6]

Ovisno o namjeni razlikujemo:

1. konstrukcijske baze
2. tehnološke baze
3. kontrolne (mjerne) baze. [2]

Način baziranja i stezanja	Stabilno	Polustabilno	Nestabilno
1.	2.	3.	4.
 <p>Stezna glava</p>	$d \geq l$	$l = (1 \div 2) d$	$l > 2d$

Slika 5. Preporuke kod izbora baznih površina [6]

Na slici 5. su prikazane preporuke za izbor baznih površina gdje se stezanje izvodi u steznoj glavi te na šiljcima. [6]

## 2.8. Odabir radnog stroja

Pri odabiru obradnog stroja može se ići u nabavku novoga ako je riječ o velikim količinama proizvoda te bi to znatno skratilo i poboljšalo proces izrade. Češće se putem različitih metoda izabire stroj iz postojećeg proizvodnog sustava te se uzimaju u obzir sljedeće karakteristike:

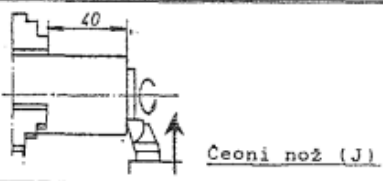
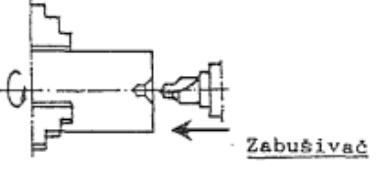
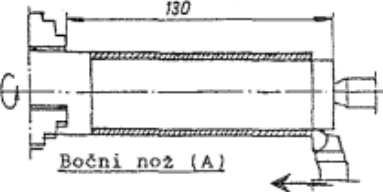
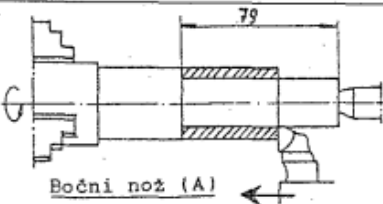
1. tehnološki prostor za obradu (površina radnog stola, prostor za alat i obradak)
2. tehnološke karakteristike (vrsta obrade, pozicioniranje obratka, mogućnost koncentracije zahvata i operacija)
3. točnost stroja
4. stupanj automatizacije stroja
5. cijena i troškovi obrade. [6]

## 2.9. Odabir alata

Stezni alati se biraju nakon odabranih baznih površina, projektiranja vrste obrade i obradnog stroja. Tehnološki, stezni alati se mogu podijeliti u tri skupine:

1. alati za tehnološke zahvate obrade
2. alati za pozicioniranje i stezanje
3. alati za mjerenje i kontrolu.

Izbor reznih alata vrši se prema vrsti obrade (gruba, fina), geometrijskom obliku površine, zahtijevanoj kvaliteti površine, vrsti materijala obratka, tehnološkoj razini stroja ( ručni, CNC). Alati mogu biti standardni ili specijalni. Na slici 6. biti će prikazan primjer izbora reznog alata ovisno o vrsti tehnološke operacije. [6]

R. Br.	Naziv operacije	Šema
1.	2.	3.
1.	Poprečno vanjsko struganje grube površine	
2.	Zabušivanje središnjeg gnjezda	
3.	Uzdužno vanjsko struganje grube površine	
4.	Uzdužno vanjsko struganje grube površine	

Slika 6. Izbor alata ovisno o vrsti obrade [6]

## 2.10. Parametri obrade

Nakon izabranih strojeva i alata, potrebno je odrediti parametre obrade. Parametre obrade moguće je odrediti:

1. na osnovu iskustvenih (tabličnih) podataka izvedenih sličnim procesima obrade
2. analitički, izračunavanjem parametara za obradu.

Parametri kod obrade odvajanjem čestica su:

1. brzina rezanja  $v$  [m/min]
2. dubina rezanja  $a$  [mm]
3. broj okretaja  $n$  [ $\text{min}^{-1}$ ]
4. broj prolaza  $i$ .

Parametri termičke obrade su:

1. temperatura zagrijavanja [ $^{\circ}\text{C}$ ]
2. brzina zagrijavanja [ $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ]

3. brzina hlađenja [ $t^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ]
4. vrijeme zadržavanja [min]
5. vrsta sredstava za hlađenje. [6]

### 3. VREMENA IZRADE

#### 3.1. Norma

Pri planiranju proizvodnje i tehnoloških procesa potrebno je znati ukupno vrijeme izrade i sva vremena koja u to spadaju kako bi se moglo doći do realne cijene proizvoda i izračuna ostalih troškova. Norma je cjeloviti podatak koja govori o tome koliko je vremena potrebno za izvođenje određene operacije. Norma može biti i jedinica za izražavanje novčane zarade no ovdje se podrazumijevaju vremenske norme.

Ako se norma primjeni izravno, bez dobro organiziranog i osmišljenog sustava plaćanja radnika, može doći do sljedećeg:

1. nekvalitetnog rada i škarta
2. preopterećenja alata i strojeva
3. veće potrošnje čovjekove energije nego što je potrebno.

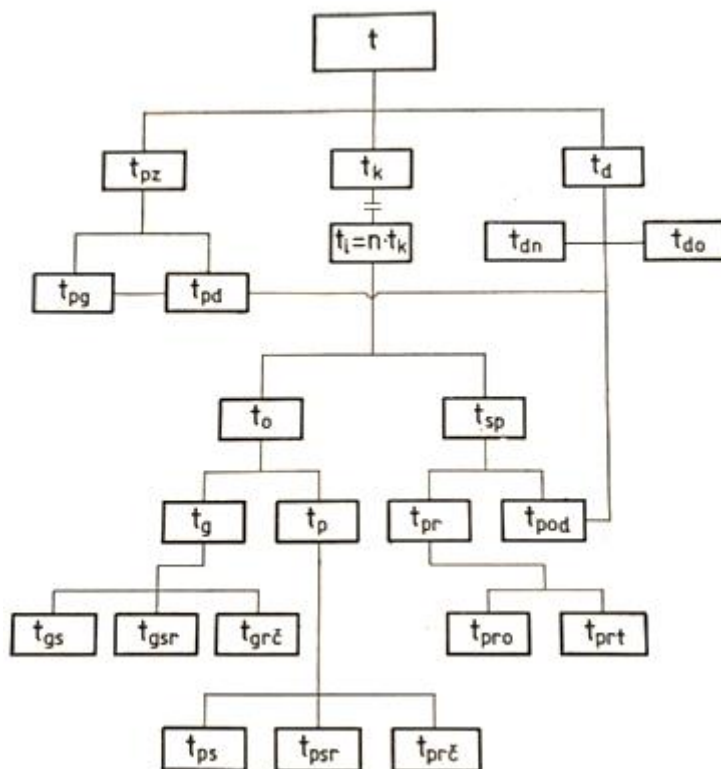
Norma se definira kao vrijeme koje je potrebno prosječnom radniku da u normalnim uvjetima, prema određenim pravilima, s propisanim sredstvima za rad i uz normalno zalaganje i umor, napravi zadani posao.

Norme nije moguće optimalno izračunati bez znanstvenog pristupa i detaljne izobrazbe stručnjaka za rad zbog određivanja opravdanih i neopravdanih gubitaka vremena. [2]

#### 3.2. Elementi radnog vremena

Razdioba svih poznatih vremena izrade biti će dana na slici 7. Prikaz na slici 7. je pre detaljan za potrebe ovog rada pa se neće obrađivati sve podjele. Ukupno vrijeme potrebno za proizvodnju nekog proizvoda može se podijeliti na sljedeće:

1. Pripremno-završno vrijeme ( $t_{pz}$ ) potrebno je za pripremu radnog mjesta te čišćenje i pospremanje nakon završetka rada.
2. Tehnološko vrijeme ( $t_t$ ) označuje ono vrijeme koje je potrebno za izvršavanje nekog efektivnog rada, odnosno ono vrijeme u kojem se događa promjena oblika, dimenzije ili strukture obratka.
3. Pomoćno vrijeme ( $t_p$ ) je ono vrijeme koje je potrebno za obavljanje pomoćnih poslova koji omogućuju da se izvede tehnološki proces.
4. Dodatno vrijeme ( $t_a$ ) služi za kompenzaciju svih onih gubitaka vremena koje radnik ima u tijeku radnog dana, a za njih nije kriv. [2]



Slika 7. Shema ukupnog vremena izrade [4]

Ukupno vrijeme za izradu nekog proizvoda može se izračunati pomoću formule:

$$t_N = t_{pz} + z_N \times t_1 \quad (1)$$

gdje je:

$t_N$  = ukupno vrijeme trajanja rada za radni nalog [s]

$t_{pz}$  = pripremno-završno vrijeme [s]

$z_N$  = broj proizvoda za radni nalog [s]

$t_1$  = jedinično vrijeme-norma [s] [4]

### 3.2.1. Pripremno-završno vrijeme

Da bi se mogao nesmetano i kvalitetno odraditi posao na nekom radnom mjestu, treba ga pripremiti za rad. U to vrijeme su obuhvaćene sve aktivnosti pripreme za obavljanje procesa te se to vrijeme zove pripremno vrijeme.

U pripremne aktivnosti se ubrajaju:

1. upoznavanje radnika s tehničkom dokumentacijom
2. pripremanje materijala za obradu, alata i pribora
3. pripremanje radnog mjesta

#### 4. postupci pokusne obrade. [2]

Nakon završenog procesa obrade, potrebno je radno mjesto vratiti u početno stanje. Vrijeme potrebno za to se naziva završnim vremenom.

Sljedeće aktivnosti se ubrajaju u završne:

1. predaja gotovog izratka, materijala ili dijelova
2. pospremanje radnog mjesta (skidanje pribora, alata, dijelova uređaja)
3. vraćanje alata i ostalog pribora na za to predviđena mjesta. [2]

Pripremno-završno vrijeme se može izračunati na sljedeći način:

$$t_{PZ} = t_P + t_Z \quad (2)$$

$$t_P = t_{PS}(1 + K_d) \quad (3)$$

$$t_Z = t_{ZS}(1 + K_d) \quad (4)$$

gdje je:

$t_{PS}$  = stvarno pripremno vrijeme [s]

$t_{ZS}$  = stvarno završno vrijeme [s]

$K_d$  = dopunski koeficijent dodanog vremena [4]

Pripremno-završna vremena mogu se utvrditi raznim metodama kao što su snimanje kronometrom, snimanje slike radnog dana te metodom trenutačnih zapažanja. [2]

### 3.2.2. Tehnološko vrijeme

Tehnološko vrijeme je onaj dio vremena koji je potreban da se obavi rad koji je direktno povezan s promjenom oblika, položaja, izgleda ili svojstava materijala predmeta nad kojim se vrši obrada.

Tehnološko vrijeme može biti:

1. strojno vrijeme  $t_a$ , to je ono vrijeme koje obavlja samo stroj.
2. strojno-ručno vrijeme  $t_{ar}$ , vrijeme u kojem rade i stroj i radnik.
3. ručno vrijeme  $t_r$ , vrijeme u kojem radi samo radnik (npr. ručno turpijanje, sastavljanje, itd.). [2]

Tehnološko vrijeme stroja se određuje pomoću raznih propisanih tablica, formula ili dijagrama te na osnovu propisanih režima rada. Strojno-ručno i ručno vrijeme je moguće snimiti ili



odrediti pomoću unaprijed određenih vremena. Tehnološko vrijeme je jedino korisno u procesu proizvodnje te treba nastojati da utjecaj tog vremena bude najzastupljeniji u normi. [4]

Osnovna jednadžba za određivanje automatike rada stroja dana je izrazom:

$$t_a = \frac{L}{n \times s} \quad (5)$$

Ako postoji više prijelaza pri konstantnom odvijanju rada, vrijeme će biti:

$$t_a = \frac{L \times i}{n \times s} = \frac{L \times Z}{n \times s \times a} \quad (6)$$

gdje je:

$t_a$  = strojno vrijeme [s]

$L$  = put alata po duljini [mm]

$n$  = broj okretaja [ $\text{min}^{-1}$ ]

$s$  = posmak [mm/okr]

$i$  = broj prolaza

$a$  = dubina rezanja [mm]

$Z$  = dodatak za obradu [mm] [4]

### 3.2.3. Pomoćno vrijeme

Pomoćno vrijeme je ono vrijeme koje je potrebno za izvođenje pomoćnih poslova, a koji su potrebni da se tehnološki proces obavi. Pomoćno vrijeme se kao i tehnološko može podijeliti na strojno, strojno-ručno i ručno. [4]

Neki od primjera pomoćnih vremena su:

1. namještanje, premještanje i skidanje obratka
2. razna mjerenja i kontrole unutar rada
3. uzimanje predmeta ili materijala iz sanduka ili s nekog drugog mjesta
4. promjena režima u toku rada
5. stezanje materijala ili premeta u stroj.

Pomoćna vremena potrebno je svoditi na minimum jer ne utječu na promjenu oblika proizvoda te tako ne donose vrijednost proizvodu. Trajanje pomoćnih vremena ovisi o tome koliko je dobro projektiran tehnološki proces te o alatima i napravama kojima se radnik služi. Pomoćna vremena mogu se smanjiti dobrim planom tehnološkog procesa, korištenjem adekvatnih alata i naprava te detaljnom izobrazbom radnika.

Pomoćna vremena je moguće kao i tehnološka odrediti pomoću formula, snimanjem te sustavom unaprijed određenih vremena. Kod mnogih strojeva postoje podatci o pomoćnim vremenima koje je moguće upotrijebiti. [2]

#### 3.2.4. *Dodatno vrijeme*

Ako bi se za ukupno vrijeme izrade računala samo tehnološka i pomoćna vremena, radnik ne bi mogao izvršiti normu ili bi mogao uz povećan napor. Razlog za to je to što tijekom radnog vremena postoje razdoblja kad radnik ne radi, ne zbog svoje krivice već zbog radnih uvjeta. [2] Dodatno vrijeme izražava se u postocima te služi za kompenzaciju opravdanih gubitaka u radu koje je potrebno uračunati.

Dodatno vrijeme izražava se pomoću:

1.  $K_n$  - koeficijent naprezanja ili zamora
2.  $K_a$  - koeficijent djelovanja okoline
3.  $K_d$  – dodatni koeficijent. [4]

Koeficijenti  $K_n$  i  $K_a$  nazivaju se stalnim koeficijentima jer ovise o vrsti rada i o okolini u kojoj se taj rad obavlja. Podatci o tim koeficijentima uzimaju se iz gotovih tablica. [4]

Koeficijent naprezanja  $K_n$ :

1. zamor zbog svladavanja tereta
2. zamor zbog položaja tijela
3. zamor zbog monotonije

Koeficijent djelovanja okoliša  $K_a$ :

1. utjecaj temperature zraka
2. utjecaj relativne vlažnosti zraka
3. utjecaj brzine strujanja zraka
4. utjecaj zagađenosti zraka. [2]

Dodatni koeficijent  $K_d$  naziva se promjenjivim jer on varira od poduzeća do poduzeća te čak i varira na različitim radnim mjestima unutar samog poduzeća. Dodatni koeficijent je moguće odrediti metodom trenutačnih zapažanja ili snimanjem (slika radnog dana). [4]

Dodatni koeficijent  $K_d$ :

1. dodatak za propisani odmor

2. dodatak za fiziološke potrebe
3. dodatak za organizacijske gubitke. [2]

## 4. PODUZEĆE TAURUS METALKRAFT

Poduzeće Taurus Metalkraft postoji već preko pedeset godina. Započelo je kao mala obiteljska firma fokusirana na pojedinačnu proizvodnju i razne popravke te se kontinuirano ulagalo i razvijalo tijekom godina. Danas proizvode više od stotinu različitih proizvoda koji su uglavnom namijenjeni za izvoz u Skandinaviju. [7]



Slika 8. Proizvodna hala poduzeća [7]



Slika 9. Logo poduzeća [7]

### 4.1. Djelatnost

Poduzeće nije fokusirano na samo jednu ili manji broj vrsta proizvoda već se prilagođava zahtjevnom tržištu kroz godine te zato danas u ponudi ima preko sto različitih proizvoda. U ovom radu biti će nabrojani i prikazani samo najbitniji. Većina proizvoda izrađena je od čelika te se nakon proizvodnje izlaže procesu cinčanja radi poboljšanja mehaničkih svojstava te zbog konkurentnosti na tržištu. Zbog širokog strojnog parka te zbog educiranih, iskusnih i dobro

organiziranih radnika, poduzeće može proizvoditi velike serije jednostavnih proizvoda te također maloserijske ili pojedinačne proizvode po točno određenim zahtjevima kupaca. Najzastupljeniji proizvodi su cestovne ograde, industrijske ograde i vrata te različite vrste industrijskih rampi od kojih će jedna vrsta biti i detaljnije obrađena u nastavku rada. [7]



**Slika 10. Cestovna ograda [7]**



**Slika 11. Zaokretna industrijska vrata [7]**



Slika 12. Zaokretna rampa [7]

#### 4.2. Lokacija

Lokacija proizvodnog pogona je općenito vrlo bitan faktor. Prilikom odabira lokacije treba voditi računa o logistici (blizina prometnica, autobusni i željeznički promet), radnoj snazi (ako je lokacija na području koje obiluje stručnom radnom snagom, tvrtka može lakše i bolje poslovati), tržištu i potražnji, o uporabnim dozvolama i ekologiji. [3]

Adresa poduzeća Taurus Metalkraft je Stubička ulica 358, Bukovje Bistransko. Poduzeće se nalazi na samo dvadesetak minuta vožnje od Zagreba što za prednost ima manje gužve na cesti, ali svejedno nije previše udaljeno za radnike koji dolaze iz Zagreba. Također se nalazi blizu Zaprešića i ostalih manjih okolnih mjesta. Lokacija poduzeća smještena je blizu autoputa što je prednost pri dovozu i odvozu sirovina i gotovih proizvoda. [7]

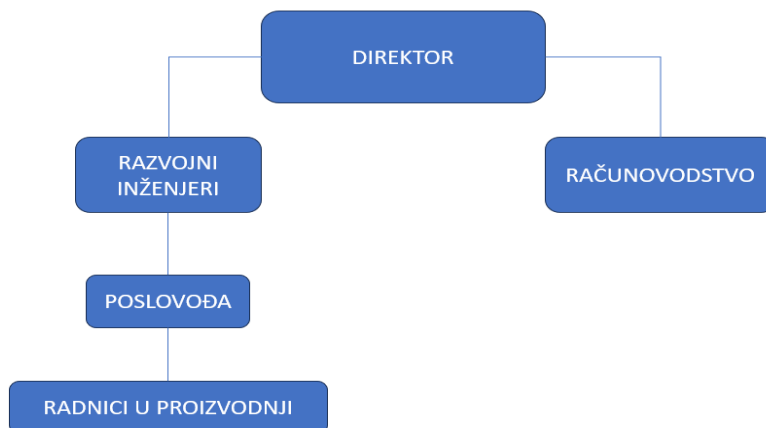


Slika 13. Mikrolokacija poduzeća [7]

#### 4.3. Organizacijska i kadrovska struktura

Poduzeće Taurus Metalkraft brojem zaposlenih ljudi spada u kategoriju malog poduzeća ako je referentan broj zaposlenih. Kategorizacija općenito može ovisiti o drugim kriterijima kao što su godišnji promet i imovina. Organizacijska struktura poduzeća je važan faktor jer pruža pregled na sustav sektora, odjela i službi te istovremeno otkriva međusobne veze i odnose između njih. Organizacijska struktura također prikazuje nadređenost i podređenost u samom poduzeću čime se jasno označava ovlast donošenja odluka. Samo uz dobro razrađenu i podijeljenu organizacijsku i kadrovsku strukturu, poduzeće može uspješno poslovati i biti konkurentno na tržištu. [2]

U nastavku je dana vizualizacija kadrovske strukture u poduzeću Taurus Metalkraft.



**Slika 14. Kadrovska struktura poduzeća**

Na slici 14. prikazana je ugrubo kadrovska struktura poduzeća. Razlog relativno šturoj podjeli je to što poduzeće spada u malo kao što je rečeno ranije (dvanaest zaposlenih) te zbog toga većina zaposlenih ima širok opseg obavljanja posla. Mnogo odjela koji su razgranati u većim poduzećima ovdje su zapravo spojeni. Iz nabrojanih razloga, kadar je jako dobro povezan te vlada gotovo obiteljska atmosfera. Ispod direktora nalaze se dva razvojna inženjera koji se bave projektiranjem novih proizvoda te optimizacijom postojećih. U računovodstvu se nalaze dvije osobe zadužene za nabavu materijala, prodaju te rješavanje financija poduzeća. U samoj proizvodnji nalazi se poslovođa koji nadgleda i koordinira proizvodnju te šest radnika podijeljenih u različite odjele kao što su montaža, zavarivanje, obrada odvajanjem i obrada deformiranjem.

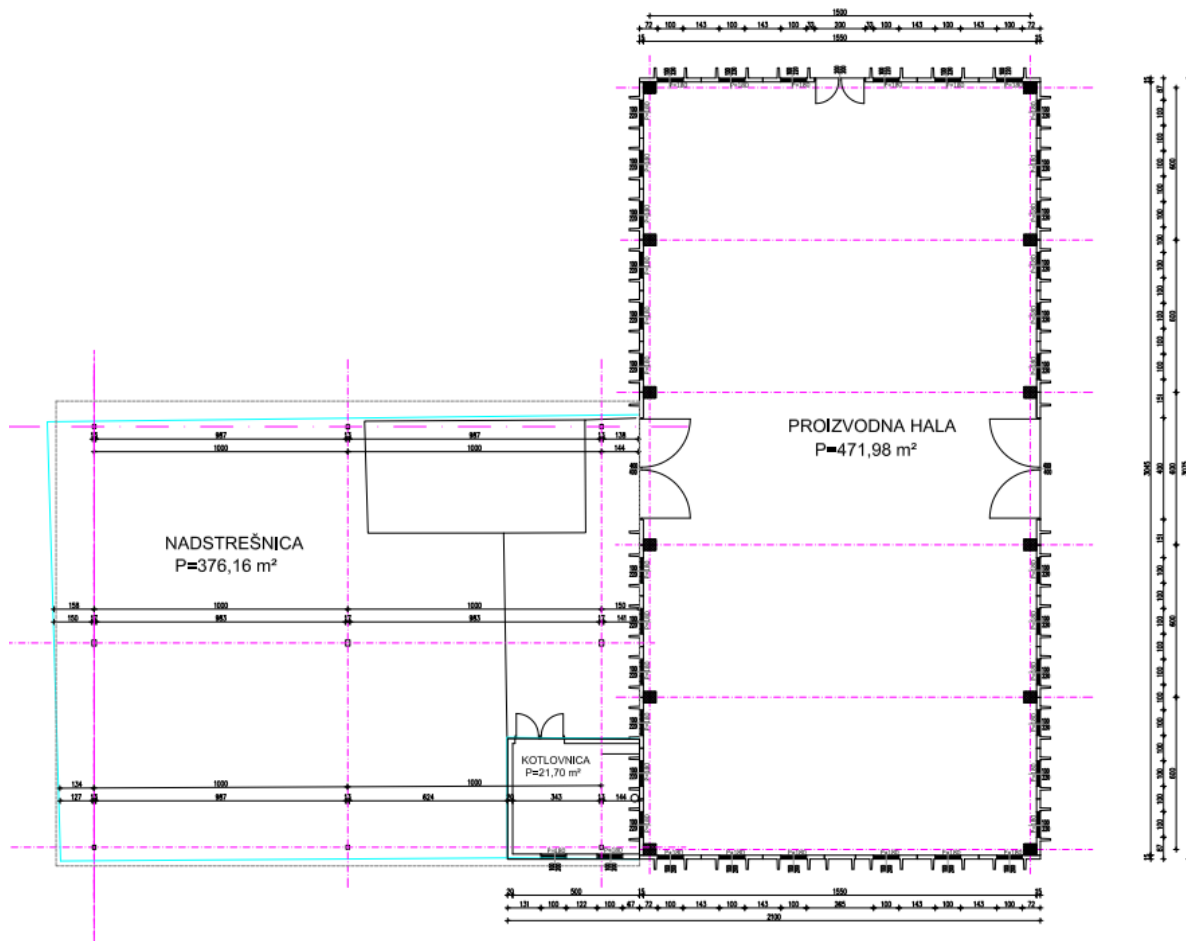
#### 4.4. Prikaz i tehnološki layout poduzeća

Kvalitetan tehnološki layout poduzeća vrlo je važan faktor za pravilno funkcioniranje i poslovanje. Potrebno je obratiti pažnju i dobro isplanirati raspored strojeva, radnih mjesta, transportnih puteva te skladišnih i među skladišnih lokacija jer se na taj način može ubrzati proizvodnja, kvaliteta proizvoda i konkurentnost na tržištu. [3]

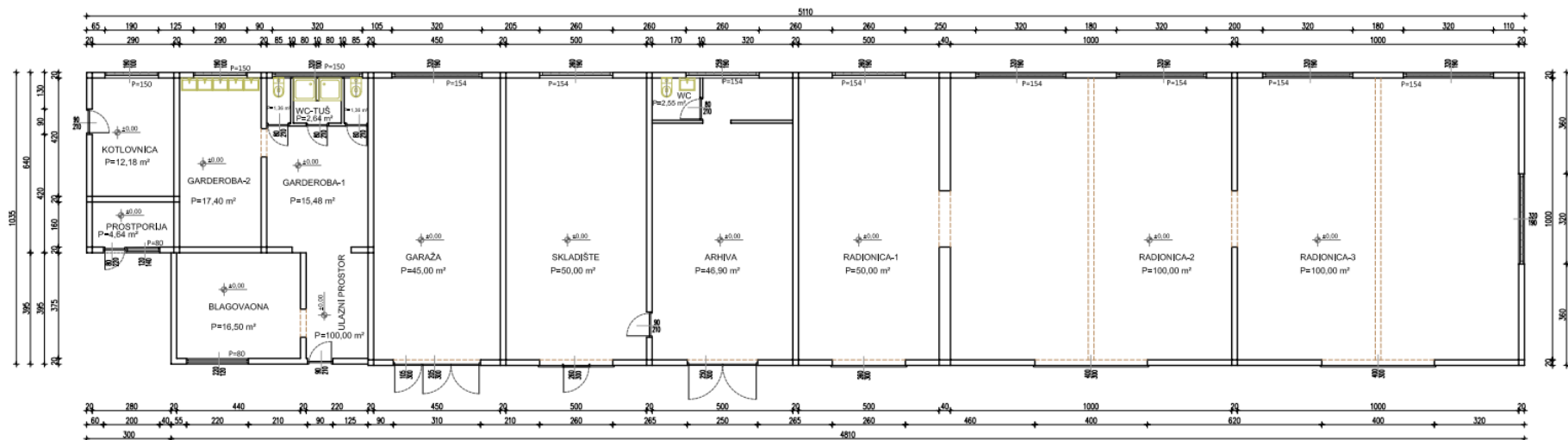
U poduzećima koja proizvode jako velik broj proizvoda koji se stalno mijenjaju te variraju, teško je napraviti optimalan raspored proizvodnje te ga je često potrebno ažurirati. Takva je situacija i s poduzećem Taurus Metalkraft koje je kroz svoju povijest mijenjalo lokacije te postojeću ažuriralo i prilagođavalo mnogo puta. U nastavku rada bit će prikazane površine poduzeća u tlocrtu te dan grubi raspored strojeva i transportnih površina. Površine je moguće podijeliti na tri dijela:



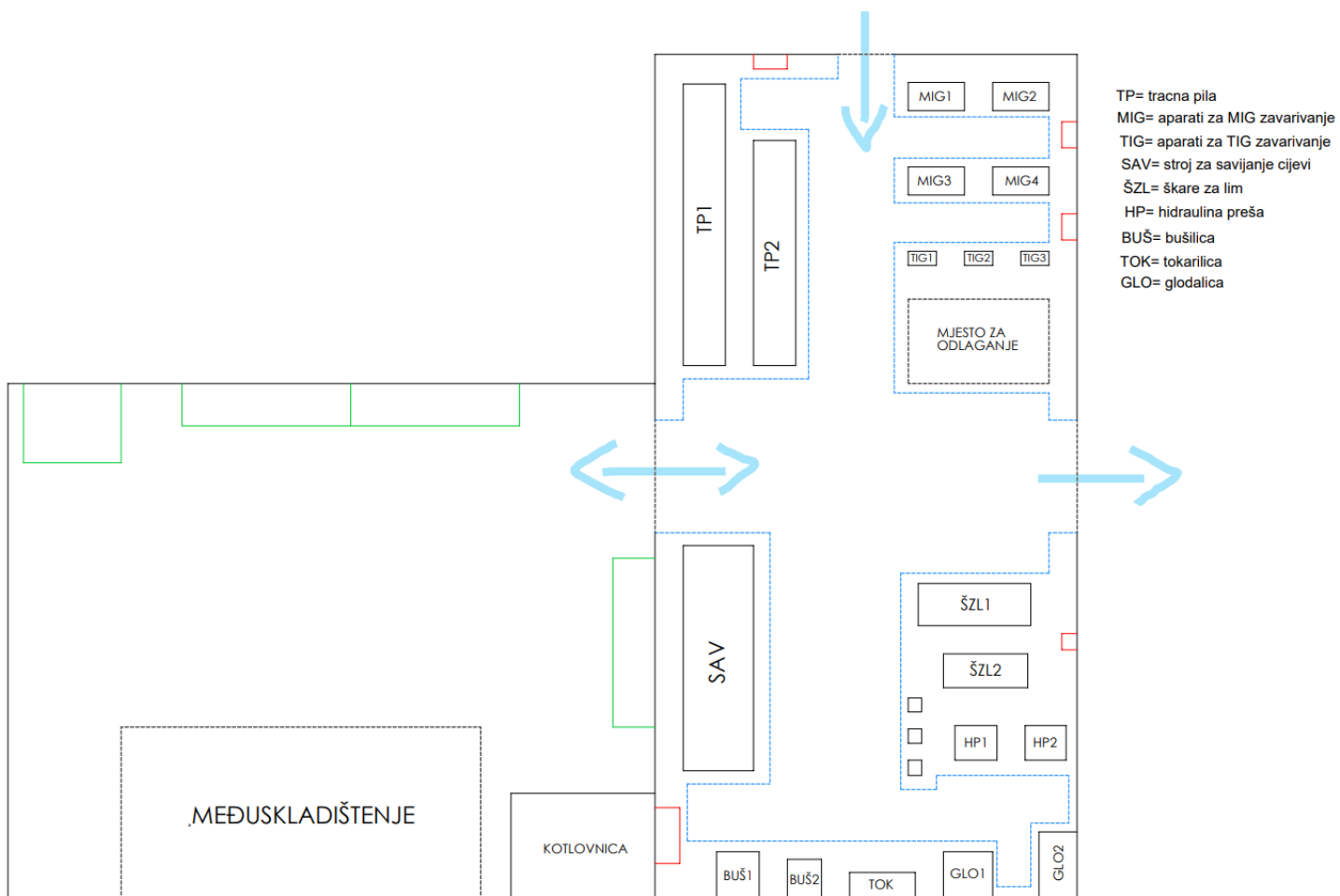
1. Proizvodna hala- površine 472 m<sup>2</sup>.
2. Nadstrešnica- 376 m<sup>2</sup>, spojnica između proizvodne hale i skladišta i ureda, služi kao mjesto dovoza i čuvanja sirovina te također za skladištenje poluproizvoda.
3. Poslovna zgrada- 520 m<sup>2</sup>, razdijeljena je na nekoliko zasebnih prostorija gdje se nalaze uredi, garderobe i skladišta gotove robe. [8]



Slika 15. Nadstrešnica i proizvodna hala [8]



Slika 16. Poslovna zgrada [8]



Slika 17. Prikaz i raspored radnih mjesta sa strojevima

Na slici 17. prikazan je ugrubo raspored strojeva i radnih mjesta u proizvodnoj hali te svrha nadstrešnice. Pod nadstrešnicom su zelenom bojom označeni konzolni regali za skladištenje cijevi, šipki te raznih profila, također i paletni regal (ukupne nosivosti 12 000 kg) za skladištenje limova i mreža. Uz to je i označena površina za među skladištenje gotovih proizvoda.

Proizvodna hala ima troja vrata te su strelicama označeni ulazi i izlazi materijala i proizvoda. Transport unutar hale te do skladišta se uglavnom odvija viličarima (nekad ručnim, nekad čeonim motornim) te između radnih mjesta ako se radi o teškim proizvodima, koriste se granici. Raspored strojeva i radnih mjesta je tako postavljen da se maksimalno smanji povratni tok materijala i nepotrebno gubljenje vremena. To nije uvijek moguće zbog velikog asortimana proizvoda no biti će pokazano u daljnjem radu na proizvodu rampe kako je zamišljen kružni tok materijala unutar proizvodne hale. Na skici nije posebno prikazano mjesto za montažu zato što ono varira ovisno o proizvodu te se odvija na sredini hale blizu izlaza ako je riječ o velikim proizvodima, a nekad je i sam postupak zavarivanja zapravo montaža. Crvenom bojom su prikazani razni ormari za alat i stolovi za obradu sitnih dijelova.

## 5. REPREZENTANTNI PROIZVOD – RAMPA

Reprezentantni proizvod može se odrediti na više načina:

1. prema procijenjenoj dobiti
2. proizvodne količine
3. broj dijelova u proizvodu (ukazuje na tehnološku složenost proizvoda)
4. vremenu izrade. [3]

	2018. [godina]	2019. [godina]	2020. [godina]	2021. [godina]	2022. [godina]	2023. [godina]
Tkana pletiva [komada]	150	170	75	100	130	140
Cestovne ograde [komada]	780	860	320	250	560	500
Industrijske ograde [komada]	330	390	120	90	45	20
Rampe [komada]	50	160	200	250	580	740
Ostalo [komada]	20	25	10	15	40	35

**Tablica 1. Prikaz prodaje zadnjih godina**

U poduzeću Taurus Metalkraft, tijekom duge povijesti, mijenjao se cijeli asortiman proizvoda s obzirom na prilagodbu tržištu i ostalim faktorima. U tablici 1. prikazano je kretanje broja prodanih najvažnijih proizvoda unatrag šest godina. Jasno se može vidjeti da po prodanim količinama dominiraju proizvodi rampe te da broj nastavlja rasti. Zbog broja prodanih proizvoda te zbog ranije navedenih faktora, proizvod rampa izabrana je kao reprezentant. Postoji mnogo različitih vrsta i varijacija rampi koje se proizvode (različite dimenzije,

specifični zahtjevi kupaca, različita složenost i svrha) te će u ovom radu biti prikazan tehnološki proces rampe koja se najviše proizvodi.

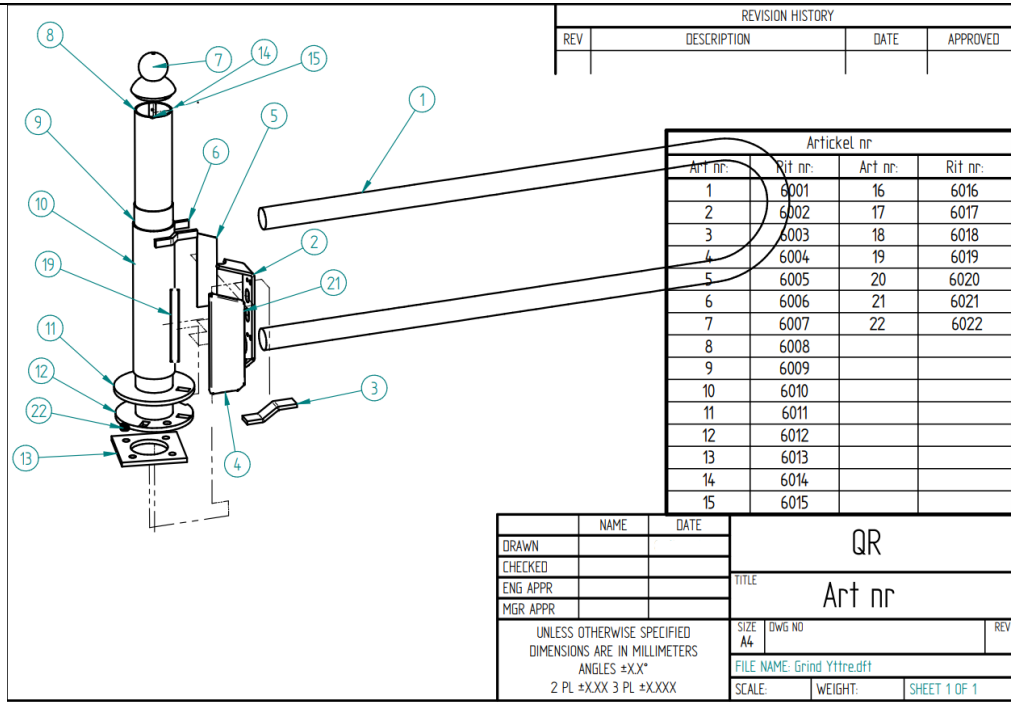
### 5.1. Općenito o proizvodu

Proizvod rampe (u proizvodnji interno zvan „rampa 60“ zato što je savinuti „u“ element napravljen od cijevi promjera  $\varnothing 60$ ) izabran je kao reprezentantni proizvod. To je okretna rampa koja prvenstveno služi za sprječavanje neovlaštenog prometa vozila i pješaka. Ima varijabilan sustav zaključavanja (otvoreni i zatvoreni položaj) te mogućnost otvaranja u lijevu i desnu stranu. Kod većih širina prolaza mogu se staviti dvije rampe u paru kao na slici 18. [7]

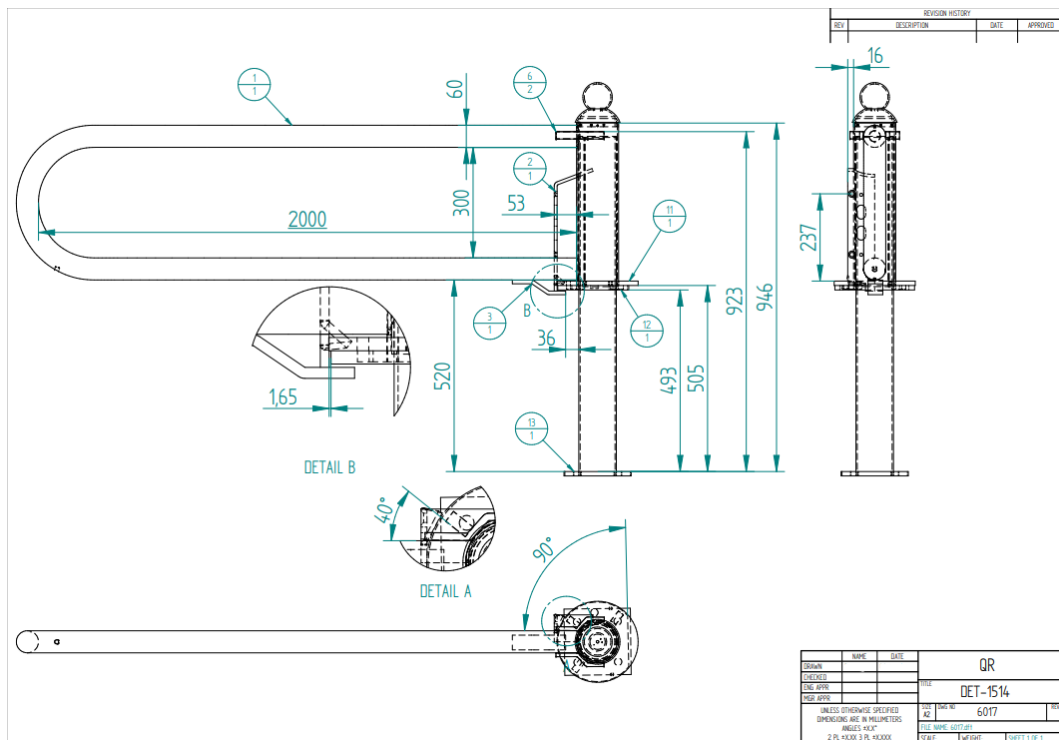


**Slika 18. Dvostruka okretna rampa [7]**

Gotovi proizvod sastoji se od sedamnaest pojedinačnih dijelova i tri pod sklopa. Većina dijelova se proizvode u poduzeću no ne svi, neki dijelovi se nabavljaju kod kooperanata (ako je potrebna veća preciznost od postojeće i/ili ako se uzme u obzir ukupna isplativost proizvodnje tih komponenata). U nastavku ovog rada bit će prikazana sklopna sastavnica proizvoda sa svim označenim dijelovima te će bit razrađen tehnološki proces izrade onih dijelova koji se proizvode u poduzeću Taurus Metalkraft. [9]



Slika 19. Sklopna sastavnica sa prikazanim dijelovima [9]



Slika 20. Gabaritne mjere proizvoda [9]

## 5.2. Tehnološki proces izrade rampe

Dio	Materijal za izradu	Tehnološki procesi	Obradni strojevi	Svrha dijela	$t_t$	$t_{pz}$	$t_p$
1	Cijev Ø60,3	1. rezanje cijevi na 3200 mm 2. probijanje cijevi 3. savijanje cijevi (180°)	1. tračna pila Bomar STG260 DGH 2. ekscentar preša Pobeda 3. stroj za savijanje na trn CURUATUBI	Služi kao „u“ dio rampe, onaj dio koji blokira prolaz.	1. 3 2. 1 3. 12	1. 4 2. 3 3. 10	6
2	Lim 8 mm (izrezan na laser kod kooperanta)	1. savijanje (111°) 2. upuštanje i urezivanje navoja (M10)	1. hidraulična apkant preša 2. stupna bušilica Ibarmia	Sistem zaključavanja, brava.	1. 2 2. 4	1. 2 2. 5	2
3	Lim 10 mm (potrebna 4 komada)	1. izrezivanje na plazmi 2. savijanje (146°) × 2	1. CNC plazma rezačica s postoljem 2. hidraulična preša Hidroliksan	Dio koji služi kao pojačanje statičkih svojstava između stupa rampe i „u“ dijela.	1. 4 2. 2	1. 10 2. 2	8



Dio	Materijal za izradu	Tehnološki procesi	Obradni strojevi	Svrha dijela	$t_t$	$t_{pz}$	$t_p$
4	Lim 2 mm	1. izrezivanje na plazmi 2. savijanje (90°) × 4	1. CNC plazma rezačica s postoljem 2. hidraulična apkant preša	Povezuje dio 2 i stup rampe te služi kao kućište za sistem zaključavanja.	1. 2 2. 2,5	1. 10 2. 2	8
5	Lim 2 mm	1. izrezivanje na plazmi	1. CNC plazma rezačica s postoljem	Kućište brave.	1. 0,5	2. 3	1
6	-	Dio 6 je gotovo identičan kao dio 4 te je zbog jednostavnosti uračunat ranije.	-	-	-	-	-
7	Kugla (nabavljena iz vanjskih izvora) i lim 2 mm	1. oblikovanje deformiranjem lima na hidrauličnoj preši u oblik polukruga 2. kružno zavarivanje kugle i polukruga	1. hidraulična preša Hidroliksan 2. Aparat za zavarivanje Lorch	Spoj kugle i polukruga funkcioniraju kao zatvarač gornjeg dijela rampe te kao estetski detalj.	1. 0,2 2. 10	1. 2 2. 5	4

Dio	Materijal za izradu	Tehnološki procesi	Obradni strojevi	Svrha dijela	$t_t$	$t_{pz}$	$t_p$
8	Cijev Ø101,8	1. rezanje cijevi na 922 mm	1. tračna pila Bomar STG260 DGH	Služi kao stupni dio rampe na koji se zavaruju i montiraju ostali dijelovi.	1. 2	1. 4	1
9	Plastika 2 mm	1. rezanje na mjeru (405×321) 2. savijanje u kružni oblik	1. hidraulične škare za lim 2. savijačica na 3 valjka CNC	Dio koji ulazi u deblju cijev te služi za smanjenje trenja tijekom otvaranja i zatvaranja sistema rampe.	1. 0,2 2. 1	1. 4 2. 10	6
10	Cijev Ø114,3	1. rezanje cijevi na 441 mm 2. bušenje provrta (Ø5×8, Ø7× 2, Ø30)	1. tračna pila Bomar STG260 DGH 2. stupna bušilica Ibarmia	Služi kao gornji dio stupa rampe, na taj dio se zavaruje brava i gornja ploča te kugla s poklopcem.	1. 2 2. 6	1. 4 2. 5	3
11	Ploča 12 mm (nabavljena kooperacijom)	-	-	Gornja ploča, priljubljena je uz donju no ima slobodu rotacijskog gibanja koje služi za okretanje rampe.	-	-	-
12	Ploča 12 mm (nabavljena kooperacijom)	1. Urezivanje navoja (M6)	1. stupna bušilica Ibarmia	Donja ploča, fiksna je jer se zavaruje na stup te ima tri džepa za tri položaja rampe.	1. 0,5	1. 5	1

Dio	Materijal za izradu	Tehnološki procesi	Obradni strojevi	Svrha dijela	$t_t$	$t_{pz}$	$t_p$
13	Ploča 12 mm	1. izrezivanje na plazmi	1. CNC plazma rezačica s postoljem	Služi kao postolje cijele rampe te se učvršćuje u tlo.	1. 4	1. 10	4
14	Lim 8 mm	1. izrezivanje na plazmi 2. glodanje bridova 3. bušenje provrta Ø13	1. CNC plazma rezačica s postoljem 2. CNC glodalica 3. stupna bušilica Ibarmia	Zavaruje se unutar cijevi Ø114 te služi kao osiguranje od demontaže cijelog proizvoda.	1. 4 2. 12 3. 1	1. 10 2. 12 3. 6	9
15	Lim 8 mm	Dio 15 je gotovo identičan kao dio 14 te je zbog toga uračunat ranije.	-	-	-	-	-
16	Dijelovi 8, 12, 13, 15 Pod sklop 1	1. zavarivanje	1. Aparat za zavarivanje Lorch	Navedeni dijelovi se zavaruju prema zadanim dimenzijama tvoreći prvi podsklop.	1. 50	1. 10	8
17	Dijelovi 1, 6, 10, 11, 15 Pod sklop 2	1. zavarivanje	1. Aparat za zavarivanje Lorch	Navedeni dijelovi se zavaruju prema zadanim dimenzijama tvoreći drugi podsklop.	1. 55	1. 10	7

Dio	Materijal za izradu	Tehnološki procesi	Obradni strojevi	Svrha dijela	$t_t$	$t_{pz}$	$t_p$
18	Pod sklop 1 i 2, dijelovi 2 i 3 Pod sklop 3	1. montaža pod sklopova 2. zavarivanje	1. ručno montiranje pod sklopova 2. Aparat za zavarivanje Lorch	Nakon montaže pod sklopova, proizvod poprima gotovo finalni izgled, fale još poneki detalji.	1. 10 2. 55	1. – 2. 5	10
19	Lim 5 mm	1. izrezivanje	1. tračna pila Bomar STG260 DGH	To je dio koji se zavaruje nakon većine dijelova te služi kao fizička prepreka za sigurnost brave rampe.	1. 0,5	1. 6	1
20	Ploča 10 mm (potrebno 6 komada)	1. Izrezivanje 2. Obrada na CNC stroju	1. tračna pila Bomar STG260 DGH 2. CNC glodalica	Specijalno napravljen vijak koji se može odvijati posebnim ključem.	1. 1 2. 9	1. 6 2. 8	5
21	Sklop rampe	Finalna montaža svih preostalih dijelova i uračunato brušenje svih dijelova.	Montaža ručnim bušilicama, vijcima, zavarivanje te brušenje brusilicama.	Gotovi proizvod.	1. 80	1. -	20

**Tablica 2. Prikaz i redoslijed tehnološkog procesa izrade rampe**



**Slika 21. CNC glodalica**



**Slika 22. Savijačica na trn**



**Slika 23. Tračna pila**



**Slika 24. CNC plazma rezanje**

Slike od 21. do 24. prikazuju najbitnije strojeve korištene u procesu proizvodnje rampe. U tablici 2. prikazan je tehnološki proces izrade rampe u poduzeću. Prikazani su potrebni materijali za izradu, redosljed tehnoloških operacija, strojevi na kojima se događaju tehnološke operacija, svrha svakog dijela i pod sklopa te tehnološko, pripremno-završno i pomoćno vrijeme svake operacije (sva vremena navedena u tablici su u minutama). Analiza svih vremena i ostalih operacija bitnih kod proizvodnje ovog proizvoda biti će prikazana u nastavku.

### **5.3. Analiza tehnoloških i ukupnih vremena izrade proizvoda**

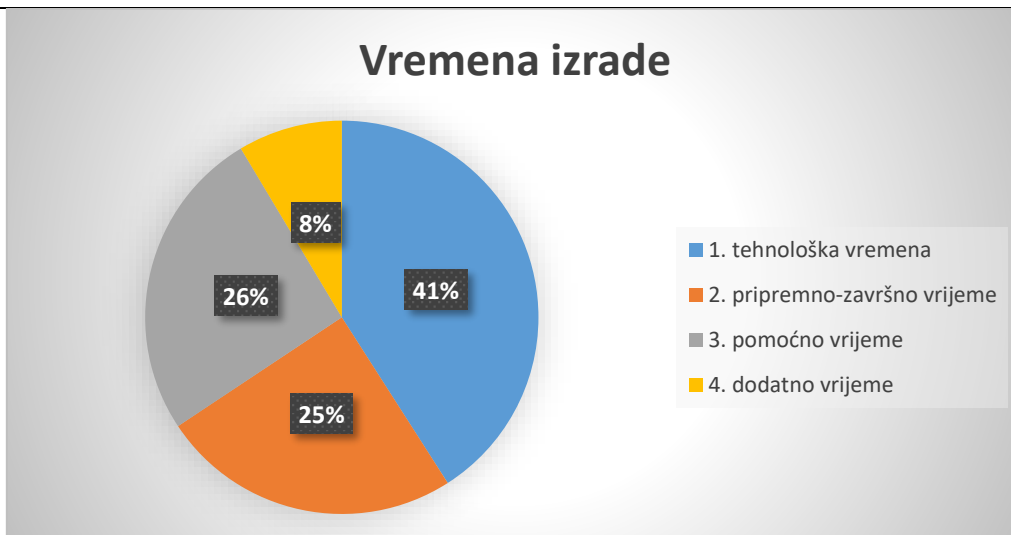
U ranijem dijelu rada obrađena su općenito vremena potrebna za izradu proizvoda. U ovom poglavlju će biti prikazana sva vremena potrebna za izradu proizvoda rampe te njihovi iznosi. Tehnološka vremena prikazana su u tablici 2. za svaku pojedinu operaciju te je njihov zbroj 286,4 minute ili 4 sata i 47 minuta.

Pripremno-završna vremena iznose 173 minute ili 2 sata i 53 minute. Pripremno-završna vremena za svaki pojedini dio rampe i svaku pojedinu operaciju nalaze se u tablici 2. Pod pripremno vrijeme spada namještanje strojeva i potrebnih alata, pripremanje pojedinih radnih mjesta te priprema potrebnih materijala. Nakon završenih procesa obrade potrebno je pospremiti radna mjesta i strojeve te vratiti alate na predviđena mjesta.

Za pomoćne poslove potrebno je odvojiti 104 minute odnosno 1 sat i 44 minute za svaki dio rampe kako je prikazano u tablici 2. Postupci koji spadaju u pomoćna vremena navedeni su u ranijem dijelu rada no postoje još neki postupci koji nisu navedeni u tablici 1. koji zahtijevaju određeno vrijeme te će se oni uračunati u pomoćna vremena radi jednostavnosti. Ti postupci su naknadna obrada nakon cinčanja i pakiranje proizvoda. Kada se zbroje vremena tih dodatnih postupaka te nezaobilazni gubitci vremena na praznom hodu, dolazi se do cifre od oko 3 sata potrebnih za sva pomoćna vremena.

Za dodatno vrijeme uzeto je 60 minuta to jest jedan sat. Nakon što se zbroje sva vremena potrebna za izradu, dolazi se do brojke od 11 sati i 40 minuta za izradu jednog primjerka proizvoda rampe.

Važno je napomenuti kako su sva vremena prikazana u tablici 2. (tehnološko, pripremno-završno i pomoćno) izmjerena uz pomoć radnika u proizvodnji. Dodatno vrijeme je procijenjeno prema iskustvu voditelja proizvodnje ovog proizvoda.

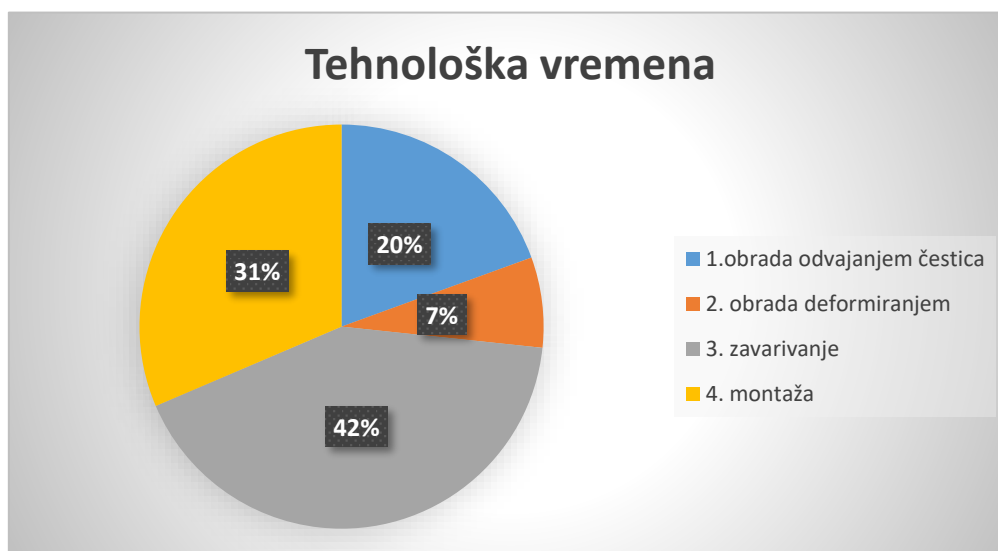


**Slika 25. Raspodjela ukupnog vremena izrade [10]**

Ako se idu analizirati posebno tehnološka vremena, jasno je da se ona mogu podijeliti na sljedeće skupine:

1. obrada odvajanjem čestica- rezanje, brušenje, bušenje, glodanje,
2. obrada deformiranjem- savijanje, prešanje,
3. zavarivanje,
4. montaža.

U nastavku će biti dan prikaz vremenske raspodjele navedenih skupina u procesu proizvodnje.



**Slika 26. Raspodjela tehnoloških vremena [10]**

Analizom tehnoloških i ukupnih vremena, moguće je izvući određene zaključke. Kod ukupnog vremena izrade najvažnije je tehnološko vrijeme jer ono jedino izravno dodaje vrijednost proizvodu te se može uvidjeti da u ovom primjeru uistinu tehnološko vrijeme zauzima 41%



ukupnog. Pripremno-završna i pomoćna vremena ne dodaju novu vrijednost proizvodu, ali nemoguće ih je izbjeći. Vidljivo je da u ovom primjeru proizvoda navedena vremena imaju sličan iznos no nezanemariv te ih je potencijalnim promjenama moguće smanjiti. Pogledom na raspodjelu tehnoloških vremena, jasno je vidljivo da operacija zavarivanja zauzima čak 42% vremena, a slijedi je operacija montaže s 31% tehnološkog vremena proizvodnje. Imajući u vidu ovu analizu vremenskih podataka, određeni prijedlozi unaprjeđenja proizvoda bit će izneseni u nastavku rada.

Osim ukupnog vremena potrebnog za izradu jednog primjerka proizvoda koje je navedeno, bitno je znati koliko vremena prođe od ulaska sirovina potrebnog za proizvod do izlaska gotovog proizvoda iz poduzeća. To vrijeme može varirati u ovisnosti o veličini serije, točnosti logistike, željama kupaca itd. Što se tiče proizvoda rampe, proces započinje dolaskom sirovina u poduzeće te nakon toga tehnološki proces izrade u trajanju koje je navedeno ranije. Nakon odrađenog tehnološkog procesa, proizvod odlazi na postupak cinčanja u cinčaonu te se vraća u poduzeće gdje je spremno za pakiranje i utovar. Zbog navedenih faktora, prosječno vrijeme potrebno da bi se došlo do finalnog proizvoda je dva do četiri radnih dana.

#### 5.4. Prijedlozi unaprjeđenja

Nijedan tehnološki proces proizvodnje nije savršen pa tako ni ovaj opisan u ovome radu. Evaluacijom problema i uskih grla proizvodnje navedenih u prethodnom poglavlju, zaključeno je da se treba smanjiti vrijeme procesa zavarivanja. Također se došlo do nekoliko prijedloga kako smanjiti broj dijelova te povećati fleksibilnost proizvoda. U nastavku će biti priložena slika novog koncepta proizvoda te objašnjene promjene u odnosu na postojeći model.



Slika 27. Koncept novog modela rampe

U konceptu se mogu primijetiti određene promjene. Naime umjesto „u“ oblika izrađenog od jednog dijela, sada se sastoji od dva dijela. Zavaruje se samo kraći dio veće cijevi što olakšava zavarivanje i namještanje prije zavarivanja te se za spajanje sada koristi stezni spoj. Ovom jednostavnom, a učinkovitim promjenom smanjeno je vrijeme zavarivanja i kompleksnost, a povećana fleksibilnost proizvoda.

Fleksibilnost novog modela se očituje ako kupac želi drugačiju dužinu „u“ dijela ili ako dođe do oštećenja dotičnog. Ovom promjenom se također olakšava pakiranje proizvoda, među skladištenje i skladištenje te transport. Ostale promjene obuhvaćaju optimizaciju i pojednostavljenje još nekih dijelova (primarno kod sistema zaključavanja odnosno brave) kako bi se smanjila pripremno-završna i pomoćna vremena te u globalu pojednostavio proces proizvodnje zadržavajući postojeću kvalitetu.

Rezultat ovih promjena je smanjenje ukupnog vremena izrade:

1. Smanjenje pripremno-završnih vremena za 23 minute.
2. Smanjenje pomoćnih vremena za 38 minuta.
3. Smanjenje vremena zavarivanja za 45 minuta.
4. Smanjenje vremena potrebnog za montažu za 14 minuta.

Kada se zbroje smanjenja navedenih vremena, nova verzija proizvoda može se proizvesti za 9 sati i 40 minuta što je ušteda 2 sata, odnosno u postotcima 19% je ubrzano vrijeme proizvodnje.

---

## **6. ZAKLJUČAK**

Prikazom i analizom tehnoloških procesa izrade zadanog proizvoda rampe dokazana je važnost projektiranja i planiranja tehnoloških procesa. Također je važno uvidjeti razliku između teoretske pripreme proizvodnje i stvarnog procesa proizvodnje gdje se mogu pojaviti brojne nesavršenosti, zastoji i ostali problemi. Kako bi se smanjile razlike između teorije i prakse (savršen proces je gotovo nemoguće postići), potrebno je konstantno pratiti proizvodni proces, tražiti uska grla te sinergijom svih ljudi zaduženih za taj proces (od radnika do inženjera) raditi na optimizaciji. U današnje doba zahtjevnog tržišta, naprednih strojeva i malih razlika među konkurencijom, projektiranje tehnoloških procesa i implementacija raznih metoda za praćenje i analizu vremena, kretanja materijala i redoslijeda operacija služi za osiguranje konkurentnosti i kvalitete.

## 7. LITERATURA

- [1] Mikac, T.; Blažević, D.: Planiranje i upravljanje proizvodnjom, Tehnički fakultet u Rijeci, Rijeka, 2007.
- [2] Skupina autora: Inženjerski priručnik IP4, treći svezak, Organizacija proizvodnje, Školska knjiga, Zagreb, 2002.
- [3] Kunica, Z.: Projektiranje proizvodnih sustava, Nastavni materijal, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2016.
- [4] Gačnik, V.; Vodenik, F.: Projektiranje tehnoloških procesa: Optimizacija režima i vremena izrade, Tehnička knjiga, Zagreb, 1990.
- [5] Majdančić, N.; Čuljak, S.: Priprema proizvodnje 1, Strojarski fakultet, Slavonski Brod, 1991.
- [6] Jurković, S.; Tufekčić, Dž.: Tehnološki procesi: Projektiranje i modeliranje, Mašinski fakultet, Tuzla, 2000.
- [7] Taurus Metalkraft <https://www.taurusmetalkraft.eu/>
- [8] Poslovna\_zgrada.pdf – interni dokument poduzeća Taurus Metalkraft
- [9] Rampa60\_ujedinjeno.pdf – interni dokument poduzeća Taurus Metalkraft
- [10] Zapis praćenja tehnoloških vremena, Normativ\_BBS196.xls (Excel dokument) – interni dokument poduzeća Taurus Metalkraft