

# Prikaz i analiza linije za izradu utora na parketu

---

**Bačić, Tomislav**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*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:235:714579>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-15**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Tomislav Bačić**

Zagreb, 2020. godina.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# DIPLOMSKI RAD

Mentor:

doc. dr. sc. Tihomir Opetuk, dipl. ing.

Student:

Tomislav Bačić

Zagreb, 2020. godina.

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

Zahvaljujem se mentoru doc.dr.sc. Tihomiru Opetuku na savjetima i stručnoj pomoći tijekom izrade diplomskog rada.

Zahvaljujem se poduzeću PPS Galeković na utrošenom vremenu i ustupljenim materijalima.

Želio bi se zahvaliti još obitelji i prijateljima na podršci tokom cijelog studiranja.

Tomislav Bačić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



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

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum:	Prilog:
Klasa:	602 - 04 / 20 - 6 / 3
Ur. broj:	15 - 1703 - 20 -

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **TOMISLAV BAČIĆ**

Mat. br.: 0035196248

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Prikaz i analiza linije za izradu utora na parketu**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Review and analysis of the line for making grooves on parquet**

Opis zadatka:

Područje studija rada i vremena dio je projektiranja tehnoloških procesa koji određuje redosljed tehnoloških operacija za izradu proizvoda. Pomoću njega određuju se normativi, odnosno komadno vrijeme izrade proizvoda. Ukupno vrijeme izrade proizvoda sastoji se od pripremno-završnog vremena, pomoćnog vremena i tehnološkog vremena. Tehnološko vrijeme ovisi o tehničkim mogućnostima stroja, dok ostala vremena ovise o čovjeku i organizaciji rada. Pravilna organizacija rada uvelike smanjuje vrijeme izrade, a samim time povećava konkurentnost poduzeća na tržištu. Pravilno definirani normativi omogućuju adekvatno planiranje proizvodnje, a isto tako omogućavaju i praćenje efikasnosti radnika i mogućnosti njihovog nagrađivanja.

U radu je potrebno:

- dati pregled područja studija rada i vremena (norma, proizvodnost, proizvodni ciklus, struktura vremena izrade).

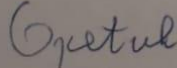
- dati opis poduzeća (djelatnost, lokacija, organizacijska i kadrovska struktura i proizvodni program),
- napraviti i prikazati detaljan raspored linije za izradu utora na parketu (raspored strojeva, radna mjesta, skladišne i međuskladišne lokacije),
- opisati cjelokupni proces izrade utora na parketu s naglaskom na pripremno-završna, pomoćna i tehnološka vremena,
- provesti snimanje navedenih vremena u odnosu na različite dimenzije parketa (širina, dužina i debljina),
- napraviti simulaciju navedene linije i predložiti i razraditi mogućnosti unapređenja.

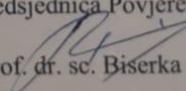
U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:  
24. rujna 2020.

Rok predaje rada:  
26. studenog 2020.

Predvideni datum obrane:  
30. studenog do 4. prosinca 2020.

Zadatak zadao:   
doc. dr. sc. Tihomir Opetuk

Predsjednica Povjerenstva:  
  
prof. dr. sc. Biserka Runje

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS OZNAKA .....	V
SAŽETAK.....	VI
SUMMARY .....	VII
1. UVOD.....	1
2. PROJEKTIRANJE PROCESA .....	2
3. STUDIJ RADA I VREMENA .....	4
3.1. Studija rada .....	4
3.2. Organizacijski položaj studija rada .....	6
3.2.1. Analitičar vremena.....	6
3.2.2. Analitičar rada.....	7
3.3. Studij i analiza vremena.....	7
3.3.1. Struktura vremena izrade .....	8
3.3.1.1. Pripremno-završno vrijeme.....	9
3.3.1.2. Tehnološko vrijeme .....	9
3.3.1.3. Pomoćno vrijeme .....	10
3.3.1.4. Dodatno vrijeme.....	10
3.4. Programi za studij rada i vremena.....	11
3.4.1. UmtPlus.....	12
4. ERGONOMIJA .....	13
4.1. Sustava .....	15
4.1.1. Vrste sustava .....	15
4.2. Vrste ergonomije.....	16
4.2.1. Konceptijska ergonomija.....	16
4.2.2. Sistemska ergonomija .....	17
4.2.3. Korektivna ergonomija .....	18
4.2.4. Ergonomija programske potpore.....	18
4.2.5. Ergonomija računalnog sklopovlja .....	20
5. PODUZEĆE PPS GALEKOVIĆ .....	22
5.1. Linija za izradu utora na parketu.....	23
5.2. Prikaz tlocrta linije za izradu utora .....	25
5.3. Proces linije za izradu utora .....	27
5.4. Vremena izmjerena za analizu procesa linije.....	28
6. REZULTATI MJERENJA .....	30
7. PRORAČUN NORME LINIJE ZA IZRADU UTORA .....	32
7.1. Analitički proračun .....	32
7.2. Simulacija.....	33

---

8. REZULTATI SIMULACIJA.....	37
8.1. Rezultati simulacija linije za izradu utora dimenzije dužine 600 mm .....	37
8.2. Rezultati simulacija linije za izradu utora dimenzije dužine 1500 mm .....	44
8.3. Rezultati simulacija linije za izradu utora dimenzije dužine 2100 mm .....	50
9. MOGUĆNOSTI UNAPREĐENJA PROIZVODNJE.....	60
10. ZAKLJUČAK.....	62
LITERATURA.....	63

**POPIS SLIKA**

Slika 1.	Shema proizvodnog sustava .....	2
Slika 2.	Značenje projektiranja tehnološkog procesa .....	3
Slika 3.	Područje djelovanja studija rada.....	5
Slika 4.	Struktura dodatnog vremena .....	12
Slika 5.	Prikaz ergonomije.....	14
Slika 6.	Podjela ergonomije.....	17
Slika 7.	Točka presjeka čovjek-računalo .....	20
Slika 8.	Uzroci stresa .....	21
Slika 9.	Prikaz radnika za računalom .....	21
Slika 10.	Poduzeće PPS Galeković.....	23
Slika 11.	Lokacija poduzeća PPS Galeković.....	24
Slika 12.	Stroj za izradu uzdužnih utora.....	25
Slika 13.	Stroj za izradu poprečnih utora sa konvejerom i stroj za rezanje.....	25
Slika 14.	Konvejer .....	26
Slika 15.	Tlocrt linije za izradu utora .....	27
Slika 16.	Sučelje programa Enterprise Dynamics .....	35
Slika 17.	Model linije za izradu utora.....	36



**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Prikaz radnih sustava.....	16
Tablica 2. Prikaz rezultata mjerenja .....	31
Tablica 3. Maksimalni broj dasaka za različite dimenzije dužine.....	37
Tablica 4. Prikaz vremena korištenih u simulaciji .....	38
Tablica 5. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova-1 radnik (600mm).....	39
Tablica 6. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova – 2 radnika (600mm).....	39
Tablica 7. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 2 radnika (600mm).....	40
Tablica 8. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 3 radnika (600mm).....	41
Tablica 9. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 3 radnika (600mm).....	42
Tablica 10. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 4 radnika (600mm).....	43
Tablica 11. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 5 radnika (600mm).....	43
Tablica 12. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 6 radnika (600mm).....	44
Tablica 13. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova – 1 radnik (1500mm) .....	45
Tablica 14. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova – 2 radnika (1500mm).....	46
Tablica 15. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 2 radnika (1500mm).....	47
Tablica 16. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 3 radnika (1500mm).....	47
Tablica 17. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 3 radnika (1500mm).....	48
Tablica 18. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 4 radnika (1500mm).....	49
Tablica 19. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 5 radnika (1500mm).....	50
Tablica 20. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 6 radnika (1500mm).....	50
Tablica 21. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova – 1 radnik (2100mm) .....	51
Tablica 22. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova – 2 radnika (2100mm).....	52
Tablica 23. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova – 3 radnika (2100mm).....	53
Tablica 24. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 2 radnika (2100mm).....	54
Tablica 25. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 3 radnika (2100mm).....	55
Tablica 26. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 4 radnika (2100mm).....	55
Tablica 27. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 3 radnika (2100mm).....	56
Tablica 28. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 4 radnika (2100mm).....	57
Tablica 29. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 5 radnika (2100mm).....	58
Tablica 30. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 6 radnika (2100mm).....	59
Tablica 31. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 7 radnika (2100mm).....	59

**POPIS OZNAKA**

<b>OZNAKA</b>	<b>JEDINICA</b>	<b>OPIS</b>
$t_{pz}$	s	Pripremno-završno vrijeme
$t_t$	s	Tehnološko vrijeme
$t_p$	s	Pomoćno vrijeme
$t_d$	s	Opis oznake
$t_z$	s	Završno vrijeme
$t_s$	s	Strojno vrijeme
$t_{ar}$	s	Strojno-ručno vrijeme
$t_r$	s	Ručno vrijeme
$K_n$	-	Koeficijent zamora
$K_a$	-	Koeficijent djelovanja okoline
$K_d$	-	Dopunski koeficijent
$t_1$	s	Komadno vrijeme
$t_{u1}$	s	Ukupno vrijeme izrade
n	kom	Broj komada

## **SAŽETAK**

Studij rada i vremena je jedna od cjelina projektiranje tehnološkog procesa. Jedna od ključnih aktivnosti u stvaranju proizvoda je projektiranje tehnološkog procesa. Detaljnom analizom proizvodnog procesa primjenom tehnologija omogućuje je bolje praćenje proizvodnje, bolju organizaciju proizvodnje, samim time i povećanje produktivnosti proizvodnje.

Opisano je poduzeće PPS Galeković, te je prikazana i analizirana linija za izradu utora na parketu. Snimanje proizvodnog procesa je napravljeno ručno. Simulacija je napravljena u programu Enterprise Dynamics kako bi se odredila uska grla te predložila unapređenja proizvodnog procesa.

Ključne riječi: projektiranje tehnološkog procesa, proizvodni sustav, studij rada i vremena, simulacija

## **SUMMARY**

Motion and time study is one of the units of technological process planning. One of the key activities in product creation is technological process planning. A detailed analysis of the production process using technologies enables better monitoring of production, better organization of production and by that increase production productivity.

The company PPS Galeković is described, and the line for making grooves on the parquet is shown and analyzed. The recording of the production process was done manually. The simulation was made in the Enterprise Dynamics software to identify bottlenecks and suggest improvements to the production process.

Key words: technological process planning, production system, motion and time study, simulation

## 1. UVOD

Projektiranje procesa je postupak odlučivanja načina proizvodnje nekog proizvoda počevši od priprema odnosno sirovog materijala do gotovog izratka odnosno gotovog proizvoda. Sastoji se od niza disciplina kao što su:

- projektiranje proizvodnih procesa,
- projektiranje tehnološkog procesa,
- studij rada,
- planiranje i praćenje proizvodnje,
- kontrola kvalitete
- rukovanje materijalom.

Dio projektiranja tehnološkog procesa je studij rada i vremena. Pomoću njega se određuju normativi, odnosno komadno vrijeme izrade proizvoda. Ukupno vrijeme izrade proizvoda sastoji se od pripremno-završnog vremena, pomoćnog vremena i tehnološkog vremena. Tehnološko vrijeme ovisi o karakteristikama stroja, dok ostala vremena ovise o samom čovjeku i organizaciji rada. Pravilna organizacija rada smanjuje uvelike vrijeme izrade, a samim time povećava konkurentnost poduzeća na tržištu. Pravilno definirani normativi omogućuju adekvatno planiranje proizvodnje, a isto tako omogućavaju i praćenje efikasnosti radnika i mogućnosti njihovog nagrađivanja.

U nastavku rad će se podijeliti na dva dijela: teorijski i praktični dio. U teorijskom dijelu dati će se pregled područja studija rada i vremena (norma, proizvodnost, proizvodni ciklus, struktura vremena izrade). Praktični dio sastoji se od prikaza i analize linije za izradu utora na parketu poduzeća PPS Galeković. Dati će se opis poduzeća te će se prikazati detaljan raspored linije za izradu utora na parketu (raspored strojeva, radna mjesta, skladišne i međuskladišne lokacije). Opisat će se cjelokupni proces izrade utora na parketu sa naglaskom na pripremno-završna, pomoćna i tehnološka vremena. Provest će se snimanje navedenih vremena u odnosu na različite dimenzije parketa, te će se napraviti simulacija navedene linije te će se predložiti i razraditi mogućnost unapređenja.

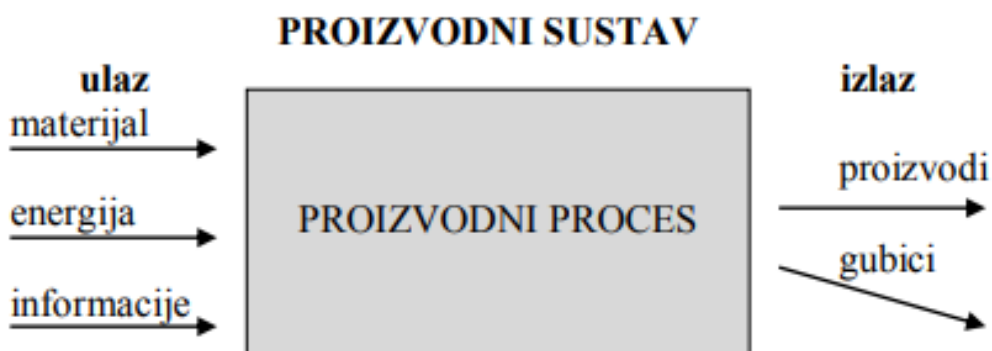
## 2. PROJEKTIRANJE PROCESA

Kao što je već u uvodu rečeno projektiranje procesa je postupak odlučivanja načina proizvodnje nekog proizvoda počevši od priprema odnosno sirovog materijala do gotovog izratka odnosno gotovog proizvoda. Procjenom i analizom dimenzija, geometrijskih značajki, materijala, tolerancija i završnih obrada određuju se faze tehnoloških procesa koje ovise o dostupnim strojevima, radnim stanicama ili drugim specifičnostima. [1]

Sami proces predstavlja skup događanja u nekom objektu gdje se mijenjaju svojstva nekog materijala. Da bi se proces mogao odvijati potrebno je da postoji:

- sustav u kojem se proces zbiva,
- energija koja se koristi za rad,
- informacije koje koriste da bi se dobio željeni proizvod.

U proizvodni sustav (slika 1.) se dovodi materijal koji može biti sirovi materijal ili neki poluproizvod, dovodi se energija i informacije. Uz pomoć energije i informacija proizvodni proces pretvara materijal na ulazu i daje na izlazu proizvod i gubitke. Pod gubitke se podrazumijeva višak materijala odstranjen u obradi materijala i neispravan proizvod odnosno škart. [2]



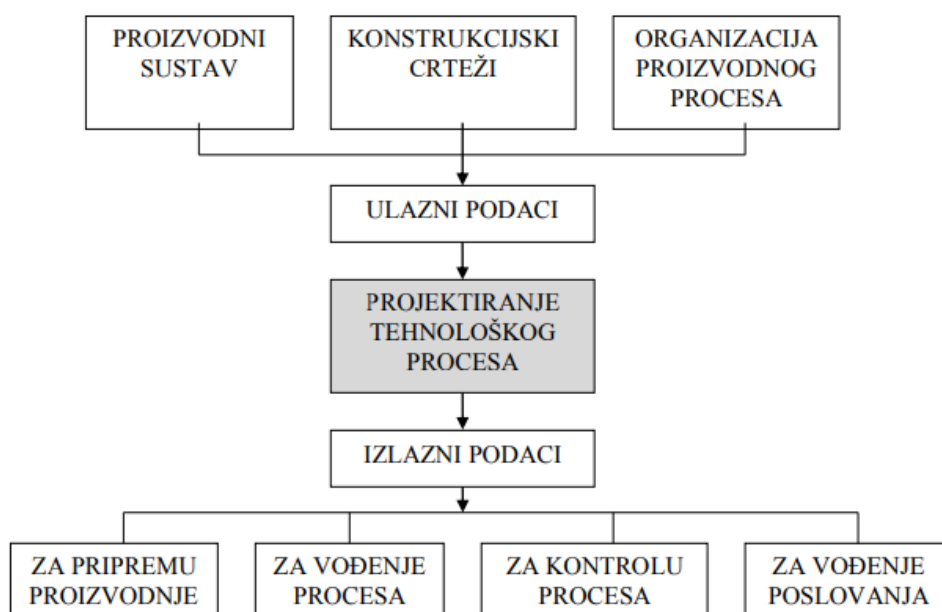
Slika 1. Shema proizvodnog sustava

Osnova za planiranje i vođenje proizvodnje, kalkulacije i obračun je operacija koja je temeljna jedinica tehnološkog procesa. Ona je skup svih zahvata koji se obavljaju na jednom radnom mjestu uz jedno pripremanje radnog mjesta za obavljanje tih zahvata. Operacija se može podijeliti na niz manjih dijelova ali to ovisi o tehnološkom kriteriju. Zahvat je elementarni dio operacije. Zahvat obuhvaća dio operacije koja se izvodi jednim alatom sa konstantnim režimom obrade. [2]

Svaki tehnološki proces mora ispuniti ekonomske i tehničke uvjete. Kao polazna točka tehnički uvjeti proizlaze iz konstrukcijske dokumentacije pojedinog dijela, sklopa ili stroja. Ne smiju se zanemariti niti ekonomski uvjeti koji se isto moraju uzeti u obzir. Potrebno je da se tehnički uvjeti postignu uz što manji trošak. Cilj projektiranja tehnološkog procesa je stvaranje uvjeta za dobivanje optimalne proizvodnje koju obilježava:

- optimalna kvaliteta,
- optimalni troškovi,
- optimalni ciklus proizvodnje.

Značenje projektiranja tehnološkog procesa (slika 2.) predstavlja pretvaranje podataka iz konstrukcijskih crteža u podatke za pripremanje i vođenje proizvodnog procesa s time da se vodi račun o stvarnom proizvodnom sustavu u kojem se taj proces izvodi i o stvarnoj organizaciji proizvodnje. [2]



Slika 2. Značenje projektiranja tehnološkog procesa

### 3. STUDIJ RADA I VREMENA

Da bi smo mogli ući u dubinu studija rada i vremena treba prvo dati definiciju samog pojma. Studij rada i vremena je analiza metoda, materijala, alata i opreme koji se koriste ili koji će se koristiti u izvođenju posla odnosno operacija. Analiza provedena u svrhu:[3]

- pronalaska najekonomičnijeg načina izvođenja posla odnosno operacija,
- standardizacija metoda, materijala, alata i opreme,
- točno određivanje vremena koje zahtjeva kvalificiranu i pravilno treniranu osobu odnosno radnika koji normalnim tempom rada obavlja svoj zadatak odnosno posao,
- pomoć u osposobljavanju radnika za novu metodu.

#### 3.1. Studija rada

Zadatak studija rada i vremena da se znanstvenim metodama, cjelovitim, logičkim i sustavnim analizama nekog rada dođe do:[4]

- optimalnog oblikovanog načina rada, prilagođavanje radnog mjesta, metoda i uvjet rada čovjeka,
- realno potrebno vrijeme izrade te ispravno izračunate norme, koja mora biti organizacijsko mjerilo humano oblikovanog rada.

Da bi se ostvarila svrha studija rada i vremena, te zadaci i ciljevi mora se obuhvatiti studij i analiza vremena i pojednostavnjenje rada. Studijem i analizom vremena se utvrđuje objektivno potrebno vrijeme za kvalitetno i pravilno izvršavanjem postavljenih zadataka uzimajući u obzir utreniranost, normalno zalaganje i umor ranika u ovisnosti o metodama, sredstvima i radnim uvjetima. Zadaci studija i analize vremena su:[4]

1. Utvrđivanje vremena izrade,
2. Analiza vremena izrade i analiza gubitaka u radu,
3. Izračunavanje potrebnog vremena izrade i norme,
4. Izrada podataka potrebnih za normiranje.

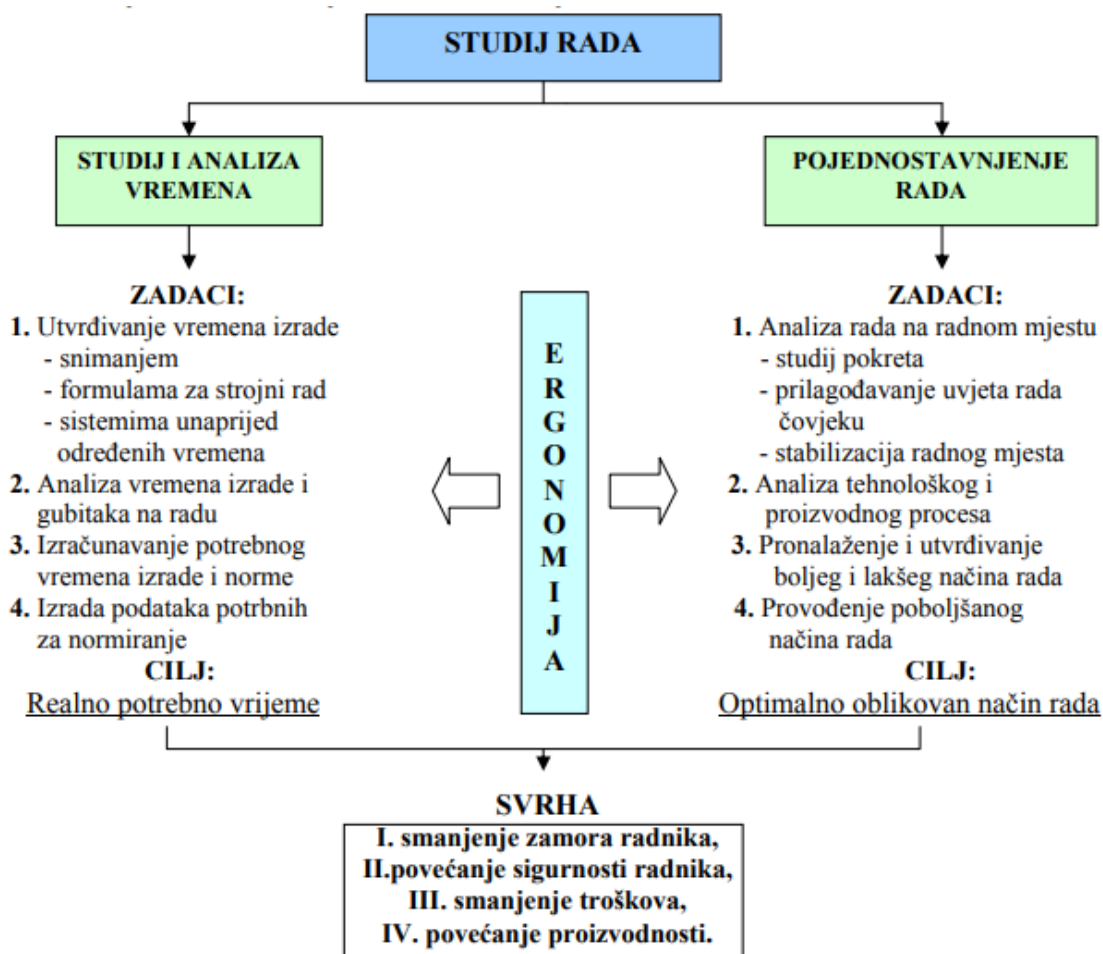
Pojednostavnjenjem rada se pojednostavljuje, unapređuje i olakšava rad radnika, pri čemu se ne smije niti u bilo kojem trenutku odnosno slučaju težiti povećanju brzine rada radnika, nego se mora primijeniti najprikladniji ritam rada radnika.



Zadaci pojednostavnjenja rada su:[4]

1. Analiza rada na radnom mjestu,
2. Analiza tehnološkog i proizvodnog procesa,
3. Pronalaženje i utvrđivanje boljeg i lakšeg načina rada,
4. Provođenje poboljšanog načina rada.

Ta dva dijela studija rada su jako važna te se moraju promatrati u međusobnoj ovisnosti, a to nam omogućava znanstvena disciplina ergonomija koja će se objasniti u sljedećem poglavlju rada. Cilj studija i analize vremena je da se pomoću znanstvenih metoda ustvrdi, analizira i izračuna vrijeme izrade i norma koja služi kao mjerilo organizacije. Cilj pojednostavnjenja rada je da se nakon analize odvijanja rada oblikuje radno mjesto i uvjeti rada tako da oni budu prilagođeno čovjeku odnosno radniku poduzeća kako bi se olakšao njegov rad što dovodi do humanizacije rada. Cilj pojednostavnjenja rada se često naziva i racionalizacija. Slika 3. prikazuje područje djelovanja studija rada.



Slika 3. Područje djelovanja studija rada

## 3.2. Organizacijski položaj studija rada

Metode studija rada mogu se primjenjivati u svim službama unutar poduzeća kao što su proizvodnja, konstrukcija, održavanje, administracija te drugih. Ako se metode studija rada mogu uspješno primjenjivati unutar svih tih službi logično je da studij rada kao stručna služba ima karakter samostalne službe. Da bi se služba studija rada uspješno obavljala svoj zadatak te da se načela i metode pravilno primjenjuju, potrebno je imati specijaliste za tu disciplinu. S obzirom na zadatke koje studij rada i vremena imaju specijalizante nazivamo analitičare vremena i analitičare rada.

### 3.2.1. *Analitičar vremena*

Analitičar vremena je osoba odnosno radnik poduzeća koja se specijalizirala uglavnom u studiju i analizi vremena, usmjerena više na praktični rad uz obavezno poznavanje teorije. Poslove koje prvenstveno obavlja ovaj specijalizirani radniku su:[4]

- utvrđivanje i provođenje stabilizacije radnih mjesta,
- provođenje ergonomske načela u svrhu humanizacije rada,
- snimanje vremena tehnoloških i pomoćnih zahvata kao i pripremno-završnih vremena,
- snimanje uvježbavanje u radu,
- izračunavanje tehnoloških i pomoćnih stvarnih vremena, vremena izradbe i norme,
- snimanje strukture radnog dana i gubitak vremena,
- izračunavanje podataka iz slike radnog dana i metode trenutačnih zapažanja,
- snimanje odvijanje rada na radnim mjestima,
- snimanje tehnološkog i proizvodnog procesa,
- sudjelovanje u provođenju pojednostavljenog rada,
- prikupljanje svih potrebnih podataka potrebnih u studiju rada i njihovom izračunavanju,
- kontrola vlastite pouzdanosti u radu.

### 3.2.2. *Analitičar rada*

Analitičar rada je osoba odnosno radnik poduzeća koja je specijalizirana za studij i analizu vremena i pojednostavnjenja rada koja uz praktični rad posvećuju većinu svoje pažnje analizi stanja pronalaženju boljih rješenja teorijskim postavkama. Poslove koje ovakvi specijalizirani radnici obavljaju su:[4]

- određivanje u dogovoru sa tehnologom, operacija ili zahvat za koje se mora snimati vremena,
- analiza snimljenih vremena za pojedine operacije ili zahvate,
- izrada tablica i dijagrama vremena za standardne operacije ili zahvate pripremno-završnih, tehnoloških i pomoćnih radova koje služe tehnolozima kao tehnološke podloge odnosno kao podloge za normiranje,
- analiza izvršenja normi,
- izračunavanje mogućnosti rada na više strojeva,
- priprema i nadzor nad provedbom snimanja strukture radnog dana i gubitaka vremena,
- analiza strukture radnog dana uz određivanje opravdanih organizacijskih gubitaka,
- analiza i izračunavanje dopunskog koeficijenta dodatnog vremena,
- izbor problema za provođenje pojednostavnjenje rada,
- analiza snimljenih operacija u svrhu pojednostavnjenja rada na radnim mjestima i u toku proizvodnog procesa,
- provođenje poboljšanog načina rada,
- izračunavanje ušteta postignutih pojednostavljenjem rada,
- izrada standarda i smjernica za stabilizaciju radnih mjesta,
- podučavanje i uvježbavanje ljudi za uspješno izvođenje rada.

### 3.3. **Studij i analiza vremena**

Glavni problemi kod načina organiziranja proizvodnje su utvrđivanje vremena izrade, utvrđivanje svih gubitaka vremena i izračunavanje vremena izrade i norme te opravdanih

gubitaka. Ti problemi znatno utječu na proizvodnju i na troškove proizvodnje, samim time određuje i konkurentnost poduzeća na tržištu. Rješavanjem tih problema na kvalitetan i odgovarajući način smanjuju se troškovi poduzeća te se produktivnost poduzeća povećava, čime se postiže veća konkurentnost na tržištu. Da bi se rješavali ti problemi kvalitetno potrebno je poznavati realno vrijeme. Realno vrijeme je vrijeme koje potrebno da se neki zadatak izvrši u određenim normalnim uvjetima rada za običnog prosječnog radnika. Uz pravilno snimanje i analizom uzoraka promjene vremena izrade gubitaka može se izračunati norma. U knjizi Studij rada od Taborška norma se definira:[4] " *Norma je vrijeme koje je potrebno prosječno uvježbanom i određenom kvalificiranom radniku, da pod normalnim pogonskim okolnostima, s propisanim sredstvima, na točno određeni način, uz normalno zalaganje i zamora, obavi točno definirani posao.*" Da bi izvršenje normi bilo realno potrebno je ispuniti tri uvjeta:[4]

1. realna količina,
2. optimalna kvaliteta,
3. poštivanje metoda rada,

Realna količina je količina do koje se dolazi na temelju izračunate norme. Ona bi trebala biti pravi odraz onoga što se može postići i onoga što se mora postići. Sami naziv uvjeta optimalne kvalitete već govori da kvaliteta proizvoda mora biti takva kakva se i očekuje od toga proizvoda. Kvaliteta je već određena prije početka same proizvodnje i njoj bi se trebalo težiti odnosno trebalo bi ju postići. Da bi smo znali dali je postignuta željena kvaliteta proizvoda u proizvodnji taj proizvod moramo kontrolirati. Poštivanje metode rada je uvjet u kojem se treba poštivati metode rada odnosno tehnološke procese s kojima se izrađuju proizvodi. Ne poštivanje tih tehnoloških procesa u proizvodnji može dovesti do ne realnih normi i problema koji su vezani uz norme.

### **3.3.1. Struktura vremena izrade**

Ukupno vrijeme rada koje je potrebno da se neki posao izvede sastoji se od sljedećih nekoliko elemenata:[4]

- pripremno-završno vrijeme ( $t_{pz}$ ),
- tehnološko vrijeme ( $t_t$ ),
- pomoćno vrijeme ( $t_p$ ),
- dodatno vrijeme ( $t_d$ ).

### 3.3.1.1. Pripremno-završno vrijeme

Da bi se na bilo kojem radnom mjestu zadani posao mogao obavljati to radno mjesto bi trebalo prvo pripremiti za taj posao. Vrijeme koje je potrebno da se to radno mjesto pripremi za određeni posao naziva se vrijeme pripreme odnosno pripremno vrijeme ( $t_p$ ). Na kraju odrađenog posla ili na kraju radne smjene potrebno je to isto radno mjesto dovesti u prvobitno stanje odnosno potrebno ga je počistiti. Vrijeme koje je potrebno za tu radnju naziva se završno vrijeme ( $t_z$ ). Zajedno ta dva vremena čine pripremno-završno vrijeme. Veličina pripremno-završnog vremena ovisi o tehnološkom procesu, uvježbanosti radnika, složenosti posla. Radovi koji se vode pod pripremne radove su:[4]

- upoznavanje sa dokumentacijom, radom i uputama,
- dobivanje materijala pripremljenog za obradu, alat i pribor, odnosno uzimanje toga sa skladišta,
- pripremanje radnog mjesta,
- izvršavanje postupka u vezi s pokusnom obradom,
- itd.

Prve tri točke su vezane za radno mjesto, dok je četvrta točka ovisna o dimenziji i obliku predmeta.

Poslovi koje se podrazumijevaju pod završne radove su:[4]

- predaja gotovog izratka, materijala i dijelova,
- pospremanje radnog mjesta i dovođenje u početno stanje,
- vraćanje alata, naprava i pribora u skladište,
- itd.

### 3.3.1.2. Tehnološko vrijeme

Tehnološko vrijeme je vrijeme koje je potrebno da se obavi zadatak direktno povezan s promjenom oblika, izgleda i drugih karakteristika u smislu tehnološkog procesa, bez obzira dali se posao obavlja strojno ili ručno. Tehnološko vrijeme u normi je jedino korisno, odnosno jedino dodaje direktnu vrijednost proizvodu i zato treba njegov udio u normi biti najveći. Ako na udio norme tehnološko vrijeme bude jako malo to je znak da bi u poduzeću nešto trebalo poduzeti da bi se ostala vremena smanjila.

Tehnološko vrijeme može biti:[4]

- strojno vrijeme ( $t_s$ ),
- strojno-ručno vrijeme ( $t_{ar}$ ),
- ručno vrijeme ( $t_r$ ).

Strojno vrijeme može se odrediti pomoću formula, tablica ili dijagrama preko kojih se može dobiti vrijeme koje je potrebno stroju za obradu ako su poznati režimi rada. Kod strojno-ručnog i ručnog vremena da bi se dobilo tehnološko vrijeme potrebno je snimiti proces potreban za obradu materijala.

### 3.3.1.3. Pomoćno vrijeme

Pomoćno vrijeme je vrijeme koje je potrebno za obavljanje pomoćnih poslova. Ti poslovi omogućavaju izvođenje tehnoloških poslova. Pomoćna vremena mogu se dijeliti na:

- posve ručna,
- zajednički rad stroja i radnika,
- automatska.

Kod posve ručna i zajedničkog rada stroja i radnika pomoćna vremena možemo dobiti snimanjem procesa, dok kod automatskog procesa može dobiti formulama. Pomoćno vrijeme potrebno je minimizirati. Ono nema direktnog utjecaja na promjenu samog proizvoda u toku procesa rada i zato ga je važno minimizirati kako bi u samoj normi udio pomoćnog vremena bio što manje. Neki od poslova koji se navode kao pomoćni radovi su:[4]

- namještanje, premještanje i skidanje predmeta obrade,
- razna mjerenja i kontrole unutar rada,
- puštanje i zaustavljanje stroja u rad,
- uključivanje i isključivanje vretena,
- podmazivanje alata,
- promjena alata,
- itd.

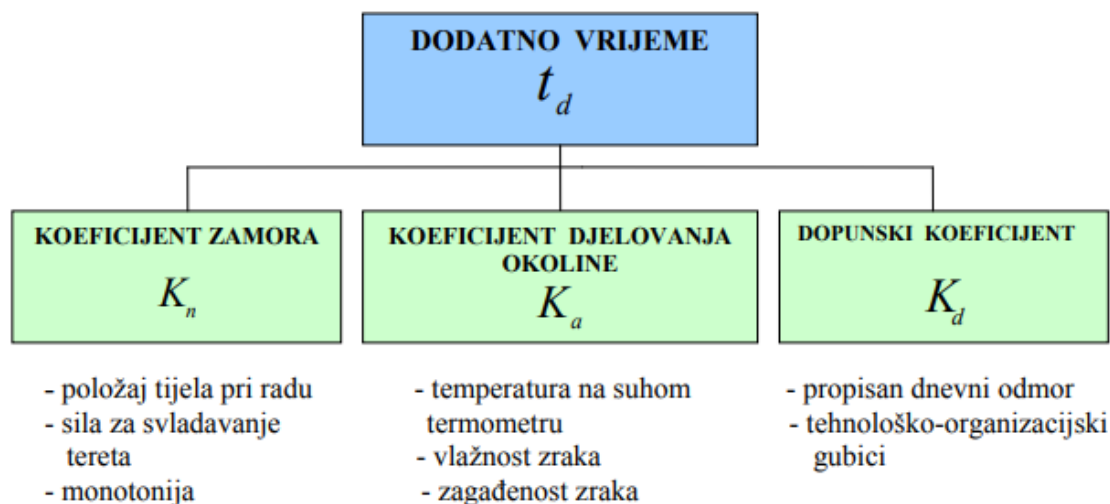
### 3.3.1.4. Dodatno vrijeme

U ukupnom vremenu rada postoje razdoblja vremena gdje radnik ne radi. Taj ne rad nije zbog radnika jer mi se ne da raditi već je zbog djelovanja raznih okolnosti pri radu. To su gubici vremena koje bi trebalo kompenzirati nekim postotkom vremena a to vrijeme se naziva

dodatno vrijeme. Pošto postaju razni uzroci opravdanih gubitaka koji bi se trebali priznati u normi, dodatno vrijeme se izražava pomoću tri koeficijenta dodatnog vremena:[4]

1. Koeficijent zamora ( $K_n$ ),
2. Koeficijent djelovanja okoline ( $K_a$ ),
3. Dopunski koeficijent ( $K_d$ ).

Prva dva koeficijenta nazivaju se stalnim koeficijentima jer ovise jedino o vrsti rada i okolini u kojem se taj rad obavlja, te o utrošku energije radnika za dotični posao. Dopunski koeficijent naziva se promjenjivim jer se on mijenja u pojedinim odjeljenjima iste tvornice, te u različitim tvornicama. Struktura dodatnog vremena prikazana je slikom 4. gdje prikazuje razne utjecaje i uzorke .



Slika 4. Struktura dodatnog vremena

### 3.4. Programi za studij rada i vremena

U početku prva mjerenja vremena su se provodila ručno gdje je čovjek sa štopericom stajao kod određene operacije i mjerio vrijeme izvedbe te je izmjerene podatke zapisivao. Mjerenje je morao obavljati više puta kako bi dobio reprezentativni uzorka. Taj način mjerenja je bio jako zamoran jer je bilo puno podataka koje je ručno trebalo obraditi. Da bi se taj zamoran i dugotrajan postupak zamijenio razvojem tehnologije razvili su se programi za studij rada i vremena. Pomoću tih programa eliminira se zamoran zadatak unošenja podataka, skraćuje se vrijeme obrade podataka, omogućavaju grafički prikaz podataka čineći studij rada i vremena efikasniji. Takvi programi su dostupni svakom poduzeću i često su besplatni, jednostavni su

za korištenje a potrebno je samo računalo ili pametni uređaj uz pristup internetu. Neki od tih programa su:

- SimData,
- OTRS10,
- UmtPlus.

### 3.4.1. *UmtPlus*

UmtPlus je program za studij rada i vremena tvrtke Laubras koji pomoću računala ili pametnog uređaja prikuplja podatka te je osnovni alat za optimizaciju resursa i povećanja produktivnosti. Daje brz pristup izvješćima koja pomažu za donošenje kvalitetnih rješenja. UmtPlus obuhvaća tri sveobuhvatna programska modula za poboljšanje bilo koje studije mjerenja rada. Ti moduli su:[5]

1. UMT Upravitelj: stvori, uredi, upravljaj (UMT Manager: creat, edit, manage)

Ovaj modul osmišljen je kako bi omogućio lako stvaranje, uređivanje i upravljanje studijem rada. Nakon što se konfiguracija dovrši jednostavnim klikom studij rada može se prenijeti na bilo koji broj mobilnih uređaja.

2. UMT Plus: aplikacija studija vremena (UMT Plus: Time study app)

Ovaj modul omogućuje prikupljanje podataka za mjerenje vremena rada putem mobilne aplikacije za iOS, android ili druge tablete i pametne telefone.

3. Statistički UMT: analiza, uređivanje i pregled podataka (StatUMT: Analyze, edit and review data)

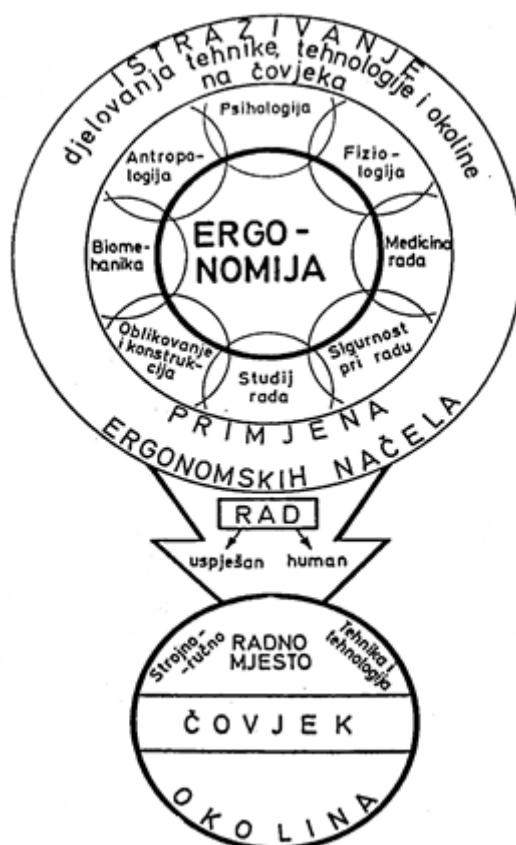
Ovaj modul omogućuje pregledavanje izvješća i grafova te manipuliranje podacima za analizu na računalima.



## 4. ERGONOMIJA

Ergonomija dolazi od grčke riječi ergon što označava rad i nomos što znači zakon. Ergonomija je znanstveno područje u kojem se interdisciplinarnim i multidisciplinarnim istraživanjem te donošenjem ergonomskih načela želi uskladiti odnosi u sustavu sa svrhom da se rad humanizira. [6]

Tim raznih stručnjaka sudjeluju u rješavanju raznih problema prilagođavanja rada čovjeku. Neki od tih stručnjaka su: antropolozi, psiholozi, fiziolozi, biomehaničari, konstruktori, inženjeri i mnogi drugi. Prema Međunarodnom ergonomskom udruženju ergonomija (ljudski čimbenici) je znanstvena disciplina koja se bavi razumijevanjem interakcija među ljudima i drugim elementima sustava i struke koja primjenjuju teoriju, principe, podatke i metode u dizajniranju kako bi se optimizirala ljudska dobrobit i performans cijelog sustava. [7] Shema koja prikazuje djelatnost prikazana je na slici 5.



Slika 5. Prikaz ergonomije

Navedena područja koja se nalaze u ergonomiji su:[8]

### **Antropometrija**

Antropometrija dolazi od grčke riječi antropos i metrein što znače čovjek i mjeriti. Definira se kao istraživačka metoda antropologije kojoj je zadaća utvrđivanje dimenzija ljudskog tijela i njihovo prosuđivanje. Proučavanjem čovjeka omogućuje dobro oblikovanje odnosa čovjek-stroj-okolina.

### **Fiziologija rada**

Proučava utjecaj rada na fiziološke procese u čovjeku. Daje potrebne podatke kako ljudski organizam funkcionira pri radu.

### **Psihologija rada**

Psihologija rada kao što joj i samo ime govori psihologija rada govori o psihološkim zahtjevima rada i o odnosu čovjeka prema zanimanju i radu. Zadatak joj je rješavati psihološke probleme koji se javljaju kod suradnika

### **Sociologija rada**

Sociologija rada istražuje individualnu te grupnu dinamiku rada u odnosu na suradnji, rukovođenju, kontroli.

### **Tehnologija rada**

Tehnologija rada istražuje oblikovanje naprava, alata i strojeva u svrhu efikasnog prilagođavanja primjene organizacije rada prema čovjeku.

### **Pedagogija rada**

Pedagogija rada istražuje postupke kao što su školovanje, odgoj i poduka, preporučuje pedagoške mjere kojima bi se unaprijedilo individualni i grupni rad kao i rukovođenje.

### **Organizacija rada**

Da bi se neki proizvod proizveo nužno je radni proces podijeliti na sastavne dijelove. Organizacija rade te sastavne dijelove raspoređuju po različitim grupama ili pojedincima ovisno o vještinama i znanjima grupa ili pojedinaca.

## 4.1. Sustava

Sustav je općenito skup elemenata i podsustava koji su međusobno povezani i djeluju jedan na drugi element ili podsustav. Broj elemenata ili podsustava je neograničen tako da je broj ostvarivih sustava vrlo veliki, samim time i broj veza između elemenata ili podsustava eksponencijalno raste kako raste broj elemenata ili podsustava. Sustavi kojima se ergonomija bavi obuhvaća interakciju čovjeka, stroja i radne okoline. Cilj sustava je pretvoriti ulaz u željeni izlaz u okvirima dane okoline.

### 4.1.1. Vrste sustava

Sustav možemo podijeliti na: ručni (manualni) sustav, mehanički sustav i automatski sustav. Ručni sustav sastoji se od ručnih alata i pribora koji su dostupni čovjeku odnosno radniku. Proces kontrolira čovjek te energija koja se koristi za pogon procesa je njegova vlastita. Mehanički sustav sastoji se od integrirane fizičke opreme. Sustav se pokreće nekim energetski izvorom kao što su na primjer struja, gorivo, plin i sl. dok radnik nazire rad stroja. Automatski sustav ako je potpuno automatiziran sam obavlja sve funkcije kao što su primanje i obrada informacija, odlučivanje i upravljanje. Tablica 1. prikazuje podjelu radnih sustava sa komponentama, vezama između komponentata i primjerima sustava.

**Tablica 1. Prikaz radnih sustava [8]**

vrsta sustava i način djelovanja	komponente	veza između komponenta	primjeri
1. ručni sustav upravljani operatorom (fleksibilan)	ručni alat ili pomagala	jedan operator	kuhar i pribor, obrtnik i alat
2. mehanički sustav upravljani od operatora (nefleksibilan)	visoko međuzavisni fizički dijelovi koji tvore nerazdvojnu vezu komponenti i veza		stroj automobil alatni stroj
3. automatski sustav, jednostavan, programiran, adaptivan	električni mehanički sustav	kablovi, cijevi, kanali, dizala itd. a tvore kontrolni krug	digitalno računalo, procesno postrojenje

## 4.2. Vrste ergonomije

Ergonomija se može podijeliti na nekoliko dijelova. Slika 6. prikazuje podjelu ergonomije.[10]



Slika 6. Podjela ergonomije

### 4.2.1. Konceptijska ergonomija

Konceptijska ergonomija se bavi oblikovanjem ergonomskih mjera prilikom projektiranja radnih sustava te u samom početku. Ova ergonomija se smatra najbolja zato jer se u samom početku projektiranja radnog sustava se oblikuju ergonomske mjere te je ujedno i najjeftinija. Konceptijska ergonomija obuhvaća zadaću poboljšanja uvjeta rada i života na dva područja. Ta dva područja su područje humaniteta i područje ekonomičnosti. Zadaća konceptijske ergonomije na području humaniteta je: [10]

- smanjiti opterećenje,
- smanjiti opasnost pri radu,
- učiniti rad ugodnim,
- omogućiti uvid u rezultate rada,
- omogućiti odmor,
- poboljšati spoznaju informacija,
- njegovati funkcionalnu sposobnost čovjeka,
- smanjiti oštećenje zdravlja pri radu,
- olakšati izvođenje rada,
- olakšati humaniziranje radnog procesa,
- omogućiti inicijativu pri radu,
- zainteresirati za rad,

- unaprijediti radni učinak,
- smanjiti monotoniju,
- smanjiti štetno djelovanje okoline,
- povećati samoostvarenje,
- poboljšati zaštitu na radu,
- smanjiti pod opterećenje,
- povećati odgovornost,
- povećati radno zadovoljstvo,
- povećati sadržaj rada,
- povećati suradnju.

Zadaća ergonomije vezana uz ekonomičnost je:[10]

- zgusnuti sadržaj rada,
- povećati preciznost rada,
- ubrzati radni ritam,
- osigurati izvodljivost rada,
- smanjiti zahtjeve pri radu,
- olakšati odlučivati,
- poboljšati spoznaju informacija,
- smanjiti učestalost pogreška,
- povećati radnu sposobnost radnika,
- smanjiti ukupne troškove,
- olakšati radne postupke,
- povećati motivaciju,
- povećati kvantitetu i kvalitetu rada,
- omogućiti specijalizaciju radnika,
- omogućiti razvoj vještine,
- poboljšati ekonomičnost, iskorištenje vremena i suradnju.

#### **4.2.2. Sistemska ergonomija**

Vođenje brige o načelnom usklađivanju funkcija pojedinog proizvodnog sustava je zadaća sistematske ergonomije. Vodi se briga o ljudskim i strojnim funkcijama pri čemu u

proizvodnom sustavu čovjek odnosno radnik ne smije biti previše ni premalo opterećen.

Interesna područja koja razlikujemo u sistematskoj ergonomiji su:[10]

- oblikovanje organizacije radnog sustava,
- organizaciju tijeka radnog sustava,
- oblikovanje radnog mjesta,
- oblikovanje radnog područja,
- oblikovanje radne okoline,
- izbor i školovanje radnika.

#### **4.2.3. Korektivna ergonomija**

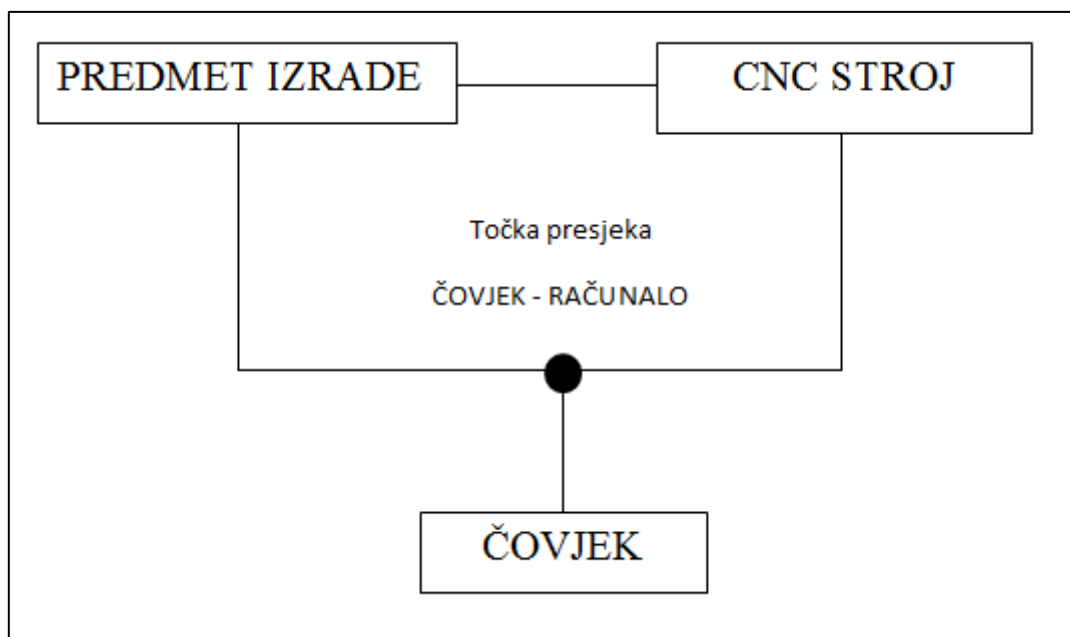
U kasnijem razdoblju realizacije ili korištenja radnog sustava javlja se korektivna ergonomija. Kako joj i samo ime govori korektivna ergonomija korigira odnosno ispravlja pogreške koje su nastale odnosno ostale pri oblikovanju radnog sustava. Korektivna ergonomija je manje uspješna ali i skuplja u odnosu na ostale objašnjenje ergonomije.

#### **4.2.4. Ergonomija programske potpore**

Postoje različiti nazivi ergonomije potprogramske potpore koji se koriste u različitim knjigama. Neki nazivi su softverska ergonomija, kognitivna ergonomija ili komunikacijska ergonomija. Zadaća ove ergonomije je razviti metode i kriterije kojima će se softverski proizvodi kvalitetno ocjenjivati i međusobno uspoređivati s obzirom na njihovu primjenjivost da bi se praktično poboljšali. Ciljevi ove ergonomije su:[10]

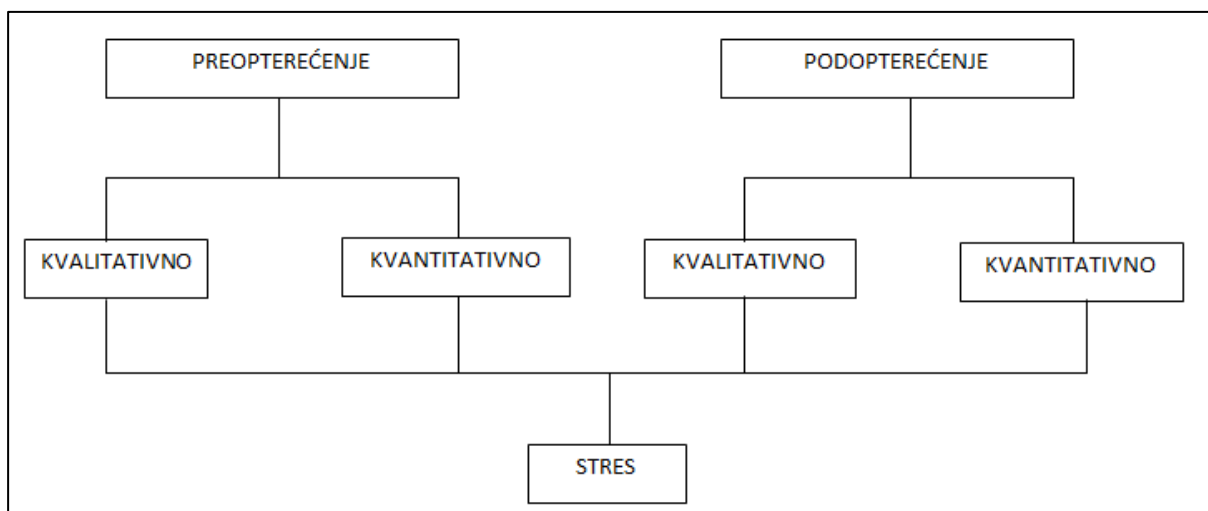
- poboljšanje prihvaćanja ove ergonomije,
- poboljšanje radne motivacije,
- povećanje radnih kompetencija,
- razvoj osobnosti,
- optimiranje opterećenja pri uvođenju novih tehnologija.

Uvođenjem nove tehnologije kao što je računalo, čovjek odnosno radnik više nije u direktnom odnosu s predmetom rada nego u indirektnom. Isto tako više ne upravlja direktno sa strojem nego indirektno u točki presjeka čovjek-računalo koja se vidi na slici 7.



**Slika 7. Točka presjeka čovjek-računalo**

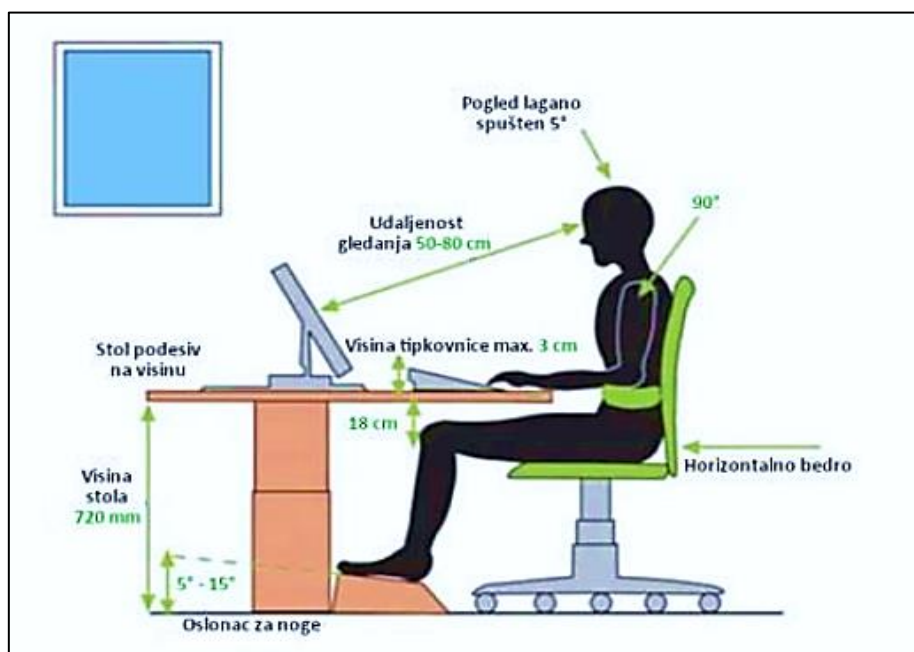
Sa novim tehnologijama koje se uvode, naglasak opterećenja čovjeka odnosno radnika više nije toliko na fizičkoj strani koliko na psihološkoj strani. Opterećenje koje se najčešće javlja je stres i zadatak ergonomije programske potpore je ta da ne smije doći do prevelikog stresa odnosno opterećenja te premalog opterećenja. Da ne bi došlo do preopterećenja ili podopterećenja čovjeka odnosno radnika potrebno je optimizirati opterećenje. Da bi se opterećenje moglo optimizirati potrebno je poznavati uzroke stresa (slika 8.). Ergonomija programske potpore je važna da bi poduzeće moglo povećati proizvodnju pomoću novih tehnologija. Osim toga povećava efikasnost obrade informacija uvođenjem boljih postupaka i metoda.



Slika 8. Uzroci stresa

#### 4.2.5. Ergonomija računalnog sklopovlja

Ergonomija računalnog sklopovlja bavi se tehničko-fizikalnim komponentama računalnog sustava. Zadatak ergonomije računalnog sklopovlja je briga o odnosu stanja u okolini i računala, što praktički obuhvaća uređenje radnog mjesta kao što su stol, stolac, miš, tipkovnica i dr. Slika 9. prikazuje neke karakteristike radnog mjesta za računalom za koje je zadužena ergonomija računalnog sklopovlja.[10]



Slika 9. Prikaz radnika za računalom



Na slici 4.5 su prikazane neke karakteristike koje su optimalne kod sjedenja za računalom kao što su visina stola, položaj sjedenja čovjeka odnosno radnika, ergonomski oblikovana tipkovnica, udaljenost gledanja u ekran odnosno monitor računala te još mnoge druge. Sve te karakteristike je potrebno prilagoditi čovjeku odnosno radniku da ne mi došlo da prevelikog umora radnika niti zdravstvenog pogoršanja radnika kroz duži period rada.

## 5. PODUZEĆE PPS GALEKOVIĆ

Poduzeće PPS Galeković (slika 10.) je jedna od vodećih poduzeća u Hrvatskoj koja se bavi proizvodnjom gotovih parketa i podova. Tvornica i prodajni salon nalazi se u ulici Braće Radića 199a u Mraclinu dok se izložbeno-prodajni salon nalazi u ulici Heizelova 34. Poduzeće godišnje proizvode preko 750 000 m<sup>2</sup> podova i parketa i prerađuje oko 40 000m<sup>3</sup> trupaca. Broj zaposlenih u poduzeću je više od 260 i utjelovljuju preko 52. godine iskustva obradi drva. Poduzeće je primarno orijentirano domaćim vrstama drva: hrast i jasen kao glavne te u manjim količinama bukva, graba, trešnja, bagrem, javor te razne egzotične vrste. Osim obične verzije parketa, parketi mogu biti u termički obrađenoj verziji gdje se obradom mijenja boja, postaju otporniji na štetočine i vlagu. Postoje različite vrste parketa kao što su:

- Dux,
- Dominus,
- Regius,
- Multilayer.

Osim podnih parketa poduzeće ulaže i proizvodi proizvode koji se mogu koristiti ne samo u kućama i stanovima nego i u vrtovima, terasama, oko bazena, na fasadama. Osim parketa tvornica proizvodi drvene pelete i brikete sa visoko kaloričnom vrijednošću. Lokacija tvornice i prodajnog centra poduzeća PPS Galeković prikazan je na slici 11.



Slika 10. Poduzeće PPS Galeković



Slika 11. Lokacija poduzeća PPS Galeković

Vizija ovog poduzeća je da njihovi proizvodi budu sinonim za sigurnost, kvalitetu i eleganciju. Odgovornim i etičnim poslovanjem žele stvoriti dugoročne strateške partnere za daljnji razvoj i rast poduzeća, a ulaganjem u svoje zaposlenike žele poticati njihovu samoinicijativu i odgovornost. Misija poduzeća je od vrhunskog, kvalitetnog, prirodnog i ekološkog materijala stvoriti prirodan i topao ambijent u životnim prostorima kupaca.

### 5.1. Linija za izradu utora na parketu

Linija za izradu utora na parketu sastoji se od nekoliko strojeva i radnika. Slika 12. prikazuje stroj za izradu uzdužnih utora. Slika 13. prikazuje u pozadini stroj za izradu poprečnih utora. Na izlazu iz stroja za izradu poprečnih utora nalazi se konvejer koji je isto vidljiv na slici 13. Osim ta dva stroja, na slici 13. je vidljiv još stroj za rezanje. Od strojeva se još koristi konvejer prikazan na slici 14., a nalazi se između stroja za izradu uzdužnih utora i stroja za izradu poprečnih utora.



**Slika 12. Stroj za izradu uzdužnih utora**



**Slika 13. Stroj za izradu poprečnih utora sa konvejerom i stroj za rezanje**

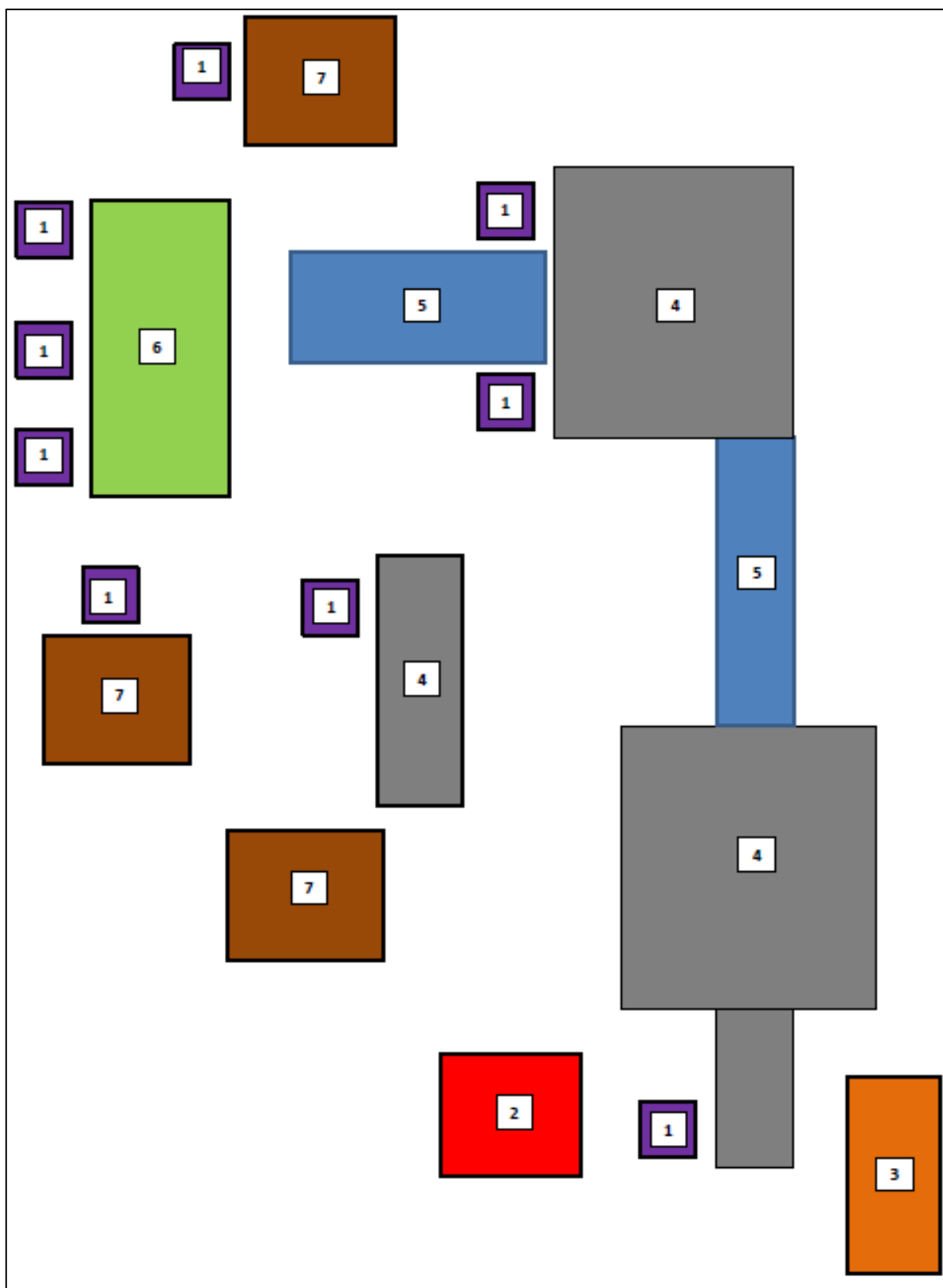


Slika 14. Konvejer

## 5.2. Prikaz tlocrta linije za izradu utora

Detaljan tlocrt linije za izradu utora prikazan je na slici 15. Tlocrt sadži svu potrebnu opremu i radna mjesta za proces izrade utora parketa. Oprema i radna mjesta označena su brojevima, a oni predstavljaju:

1. radna mjesta,
2. paleta sa daskama za proizvodnju,
3. stol za evidenciju dasaka,
4. strojevi,
5. konvejeri,
6. stol za kitanje,
7. palete za odlaganje proizvoda.



Slika 15. Tlocrt linije za izradu utora

### 5.3. Proces linije za izradu utora

Da bi linija krenula u proces proizvodnje prvo cijelu liniju treba pripremiti za proizvodnju parketa određenje dimenzije. Nakon odrađene pripreme linije proces proizvodnje može početi. Linija počinje sa prvim radnikom kojim mora otpakirati paletu sa daskama (pozicija 2) raspakirati. Nakon raspakiranja palete potrebno je evidentirati na poziciji 3 sljedeće podatke:

- vrstu daske,
- dimenzije daske,
- kvalitetu daske.

Završetkom evidencije radnik se vraća na radno mjesto i započinje ubacivanje dasaka u stroj za izradu uzdužnih utora. Nakon što radnik ubaci sve daske u prvi stroj paletu skida sa pozicije 2 i na to mjesto dolazi nova zapakirana paleta sa daskama gdje radnik ponavlja proces istim redoslijedom. Daske koje je radnik ubacio u stroj za izradu uzdužnih utora, prolaze kroz stroj, dobivaju uzdužne utore i nastavljaju dalje preko konvejera u stroj za izradu poprečnih utora. Nakon izrade poprečnih utora drugim strojem, daske izlaze na drugi konvejer. Izlazom dasaka iz stroja na konvejer dva radnika vrše kontrolu kvalitete, a kontrola sadrži sljedeće zadatke:

- kontrola uzdužnih utora,
- kontrola poprečnih utora,
- kontrola površine.

Nakon izvršene kontrole daske se sortiranju ovisno o kontroli kvalitete koja je izvršena. Ako daska ne zadovoljava kontrolu uzdužnih i poprečnih utora daska se označava i sortira za rezanje. Ako daska zadovolji kontrolu uzdužnih i poprečni utora, a ne zadovolji kontrolu kvalitete površine sortira se za kitanje. Ako daska zadovolji sve kontrole koje se vrše, sortira se za pakiranje dasaka. Nakon sortiranja postoje tri smjera u kojem daska može ići. U prvom smjeru daska ide na rezanje, gdje je jedan radnik zadužen za:

- izuzimanje dasaka za rezanje,
- samo rezanje dasaka,
- odlaganje odrezanih dasaka na paletu.

U drugom smjeru daska ide na kitanje, gdje može biti od jednog do četiri radnika i njihova je zadaća:

- izuzeti daske za kitanje,
- kitanje dasaka.

Za odlaganje dasaka koje su pokitane zadužen je dodatan radnik koji odlaže i pakira pokitane daske. Treći smjer ujedno i zadnji smjer je odlaganje i pakiranje dasaka koje su zadovoljile kontrolu kvalitete i za taj posao je zadužen jedan radnik.

#### 5.4. Vremena izmjerena za analizu procesa linije

Nakon što je u prethodnom ulomku objašnjen proces linije za izradu utora, potrebno je objasniti koja vremena su se mjerila u samom procesu da bi se linija mogla analizirati i da bi se norma linije mogla izračunati. Vremena su se mjerila običnom štopericom. Prvo je izmjereno vrijeme potrebno za pripremu linije za proces proizvodnje utora. Nakon što se vrijeme za pripremu procesa izmjerilo, liniju smo podijelili na nekoliko dijelova radni lakšeg snimanja procesa. Prvi dio je snimanje prvog radnika, gdje se snimaju vremena za njegove zadatke za koje je radnik zadužen. Zadaci koji su se snimali su:

- otpakirati paletu sa daskama,
- evidentiranje informacija
- ubacivanje dasaka u stroj
- odlaganje prazne palete.

Vremena tih zadataka su snimljena nekoliko puta kako bi podaci bili kompetentni. Drugi dio je snimanje vremena strojeva za izradu uzdužnih i poprečnih utora. Kod stroja za izradu uzdužnih utora postoje nekoliko vremena na koja je trebalo obratiti pažnju, a to su:

- pripremno-završno vrijeme,
- tehnološko vrijeme,
- pomoćno vrijeme,
- dodatno vrijeme.

Pripremno-završno vrijeme već je uračunato u samu pripremu linije za proizvodnju tako da to vrijeme je već izmjereno. Tehnološko vrijeme se dobije izračunom pomoću radnog režima stroja te se ne mora mjeriti. Pomoćno vrijeme se mjerilo u više navrata da bi podatak bio kompetentan, a sastoji se od vremena koje je potreban za kontrolu stroja tokom procesa izrade. Dodatnog vremena kod stroja za izradu uzdužnog utora nije bilo. Isto snimanje napravljeno je za stroj za izradu poprečnih utora. Kao i kod prvog stroja pripremno-završno vrijeme stroja za izradu poprečnih utora je već izmjereno u samoj pripremi linije. Tehnološko vrijeme se isto dobiva izračunom pomoću radnog režima stroja. Pomoćno vrijeme se sastoji od vremena za kontrolu stroja tokom procesa, vrijeme se mjerilo u više navrata da bi podatak bio kompetentan. Dodatnog vremena stroja za izradu poprečnog utora nije bilo. Zadnji dio



sastoji je od niz radnih mjesta i snimanje je vršeno po redu izvođenja radnih mjesta. Prvo se provodilo mjerenje vremena za kontrolu proizvoda. Vremena koja su se mjerila sadržavala su sljedeće zadatke radnika:

- kontrola kvalitete,
- sortiranje proizvoda.

Mjerenja tih zadataka su se vršila nekoliko puta kako bi podatak bio kompetentan. Nakon mjerenja kontrole kvalitete proizvoda mjerilo se vrijeme radniku koji je bio zadužen za odlaganje i pakiranje proizvoda koji su zadovoljili kontrolu kvalitete. Mjerenje se vršilo više puta kako bi podatak bio kompetentan. Nakon toga mjerenja, na red je došao radnik zadužen za daske koje nisu zadovoljile kontrolu kvalitete utora. Njegova zadaća je:

- izuzimanje daska za rezanje,
- rezanje dasaka,
- odložiti izrezane daske na paletu.

S obzirom na njegove zadaće tako se vršilo i snimanje vremena pojedinih zadataka. Mjerenja se vršilo nekoliko puta kako bi podaci bili kompetentni. Na kraju ostalo je još snimanje vremena radnika koji su zaduženi za kitanje proizvoda koji nisu zadovoljili kontrolu kvalitete površine, te radnika koji je zadužen za odlaganje i pakiranje tih proizvoda. Zadaća radnika koji su zaduženi za kitanje proizvoda koji nisu zadovoljili kontrolu kvalitete površine su:

- izuzimanje dasaka za kitanje,
- kitanje dasaka.

Shodno s tim zadacima vršila su se i mjerenja koja su ponavljanja nekoliko puta kako bi podaci bili kompetentni. Vršilo se i mjerenje koje je potrebno radniku da te daske odloži na paletu i zapakira.

## 6. REZULTATI MJERENJA

Mjerenje je vršilo na način objašnjen u prošlom poglavlju. Mjerenje se vršilo na daskama dimenzija 600x120x14.5mm. Rezultati mjerenja prikazani su u tablici 2.

**Tablica 2. Prikaz rezultata mjerenja dasaka dimenzije 600x120x14,5**

	vrijeme [s]	prosječno vrijeme [s]	napomena
pripremno-završno vrijeme linije	1200	1200	-
priprema palete sa daskama	(50,24), (34,05), (40,26)	41,517	-
evidentiranje informacija	(39,54), (50,26), (76,37), (109,14)	68,828	-
ubacivanje dasaka	(1,00), (1,20), (1,17)	1,123	-
odlaganje prazne palete	(17,46), (14,60), (15,53), (16,59)	16,045	-
Stroj 1.:	-	-	-
tehnološko vrijeme	2	2	-
pomoćno vrijeme	(36,51), (32,46), (34,57)	34,513	-
Stroj 2.:	-	-	-
tehnološko vrijeme	0,4	0,4	-
pomoćno vrijeme	(34,47), (46,42), (41,27)	40,72	-
kontrola kvalitete	(4,71), (3,94), (6,46), (5,69), (5,89)	5,338	5 dasaka od jednom
sortiranje dasaka	(5,09), (6,71), (6,37), (4,03)	5,550	5 dasaka od jednom
izuzimanje daske za rezanje	(3,04), (4,36), (5,74)	4,380	-

**Nastavak Tablica 2. Prikaz radnih sustava**

	vrijeme [s]	prosječno vrijeme [s]	napomena
rezanje daske	(8,44), (9,09), (6,41), (6,37), (9,06)	7,874	-
odlaganje odrezane daske	(3,74), (5,93), (9,06), (7,49)	6,555	-
izuzimanje dasaka za kitanje	(6,76), (8,69), (9,64)	8,363	izuzimanje 10-15 dasaka
kitanje dasaka	(6,94), (13,42), (7,86), (22,47), (17,91)	13,72	-
odlaganje pokitanih dasaka	(56,39), (61,62), (55,03), (50,86)	55,975	odlaganje 15-20 dasaka
odlaganje ispravnih dasaka	(32,79), (18,59), (19,66), (17,42)	22,115	odlaganje 5-10 dasaka

## 7. PRORAČUN NORME LINIJE ZA IZRADU UTORA

Nakon detaljnog opisa linije za izradu utora i prikazanih rezultata snimanja te iste linije slijedi proračun norme. Poduzeće PPS Galeković je tražilo da se proračuna koliko dasaka sa utorima može napraviti linija za izradu utora u jednoj smjeni što znači da norma predstavlja broj dasaka sa utorima u jednoj smijeni. Proračun se može napraviti na dva načina:

- Analitički,
- Simulacijski.

U nastavku rada proračun će se napraviti simulacijski u programu Enterprise Dynamics, dok će se analitički samo opisati pomoću formula.

### 7.1. Analitički proračun

Analitički proračun sastoji se od dvije jednačbe. Iz prve jednačbe se dobiva vrijeme potrebno za izradu jednog komada, dok se iz druge jednačbe dobiva ukupno vrijeme izrade serije odnosno vrijeme potrebno da se napravi dogovorena količina.

$$t_1 = (\sum t_p + \sum t_t) * (1 + k_d) [s] \quad (1)$$

gdje je:

$t_1$  – komadno vrijeme [s],

$t_p$  – pomoćno vrijeme izrade [s],

$t_t$  – tehnološko vrijeme izrade [s],

$k_d$  – dodatni koeficijent (dodatno vrijeme  $t_d$ ).

Nakon što se izračuna komadno vrijeme, ide se u drugu jednačbu i računa se ukupno vrijeme izrade.

$$t_{u1} = t_{pz} + t_1 * n [s] \quad (2)$$

gdje je:

$t_{u1}$  – ukupno vrijeme izrade [s],

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

$t_1$  – komadno vrijeme [s],

$n$  – broj komada.

No pošto poduzeće zanima broj komada dasaka sa utorom koje linija za izradu utora može napraviti u jednoj smjeni, drugu jednadžbu treba preformulirati. Preformuliranjem druge jednadžbe dobivamo novu treću jednadžbu.

$$n = \frac{t_{u1} - t_{pz}}{t_1} \text{ [s]} \quad (3)$$

gdje je:

$n$  – broj komada,

$t_{u1}$  – ukupno vrijeme izrade [s],

$t_1$  – komadno vrijeme [s],

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

Korištenjem navedenih jednadžbi dobiva se norma koja govori koliko komada dasaka sa utorom napravi linija za izradu utora u jednoj smjeni.

## 7.2. Simulacija

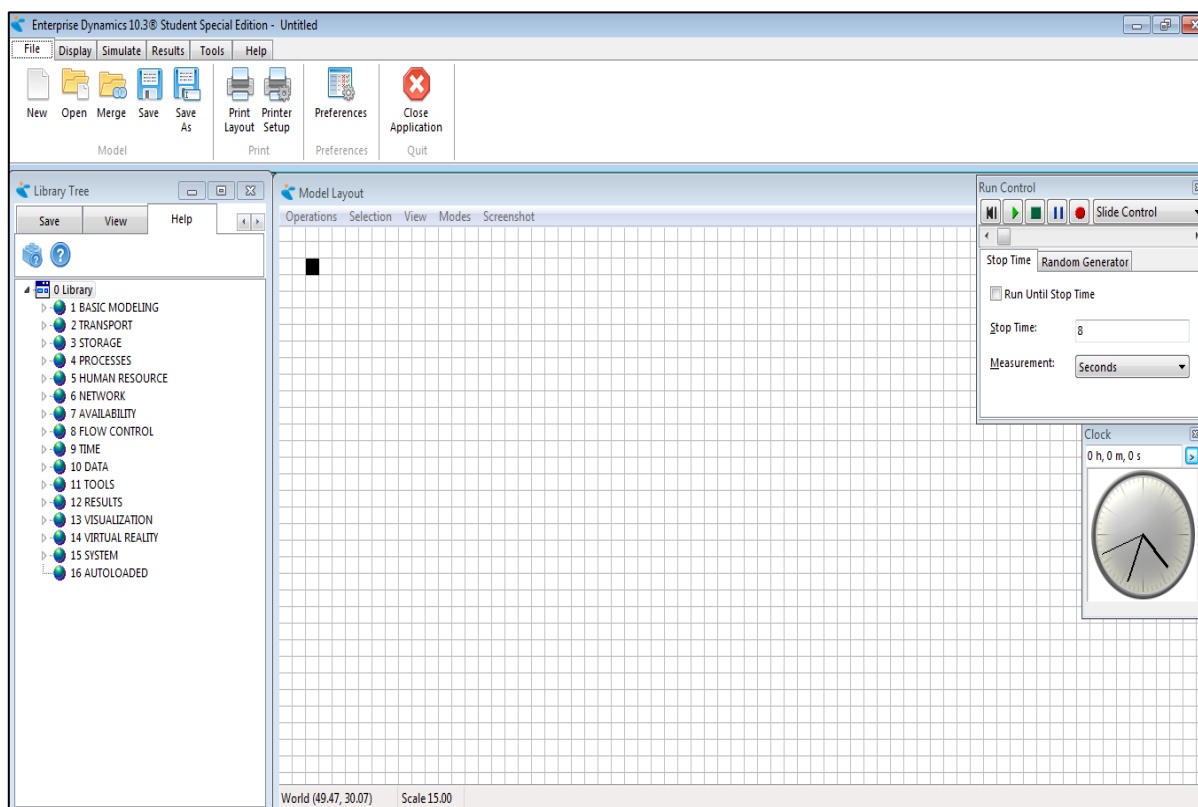
Simulacijski proračun izvodit će se pomoću programa za simulaciju koji se zove Enterprise Dynamics. Enterprise Dynamics je program za simulaciju diskretnih događaja koju je razvila tvrtka INCONTROL Simulation Software. Program omogućuje:[12]

- testiranje budućih sustava u ranoj fazi projektiranja,
- stvaranje digitalnog blizanca postrojenja,
- testiranja i poboljšanja predloženih preinaka bez utjecaja operativno okruženje,
- modeliziranje i analiziranje raznih scenarija,

- procjena utjecaja nesigurnosti i varijacija (kvarovi),
- analiza i vizualizacija sustava u 2D, 3D i VR animaciji.

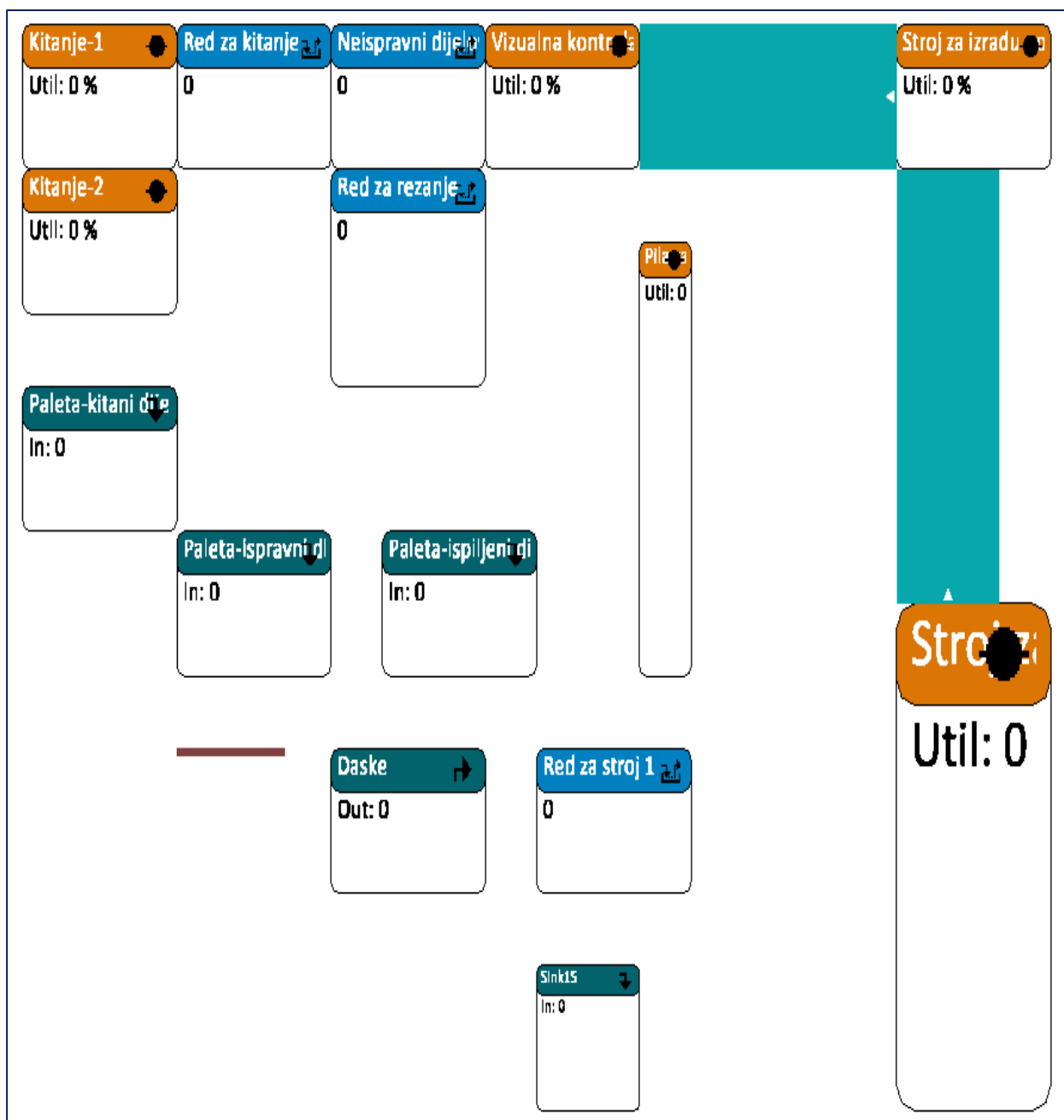
Područja primjene ovoga programa su velika, Može se primijeniti u: proizvodnji, skladištenju, lancu opskrbe, rukovanju materijalom, simulaciji željeznice, simulaciji rukovanja prtljagom itd. Sučelje programa Enterprise Dynamics sastoji se od nekoliko ključnih dijelova koji zajedno tvore cjelinu programa (slika 16.). Ti dijelovi su:

- alatna traka (toolbar),
- stablo knjižnice (library tree),
- izgled modela (model layout),
- kontrole pokretanja (run control),
- sat (clock).



Slika 16. Sučelje programa Enterprise Dynamics

U programu je potrebno napraviti model linije za izradu utora. Nakon što se izradi model linije za izradu utora potrebno je upisati vremena izvođenja pojedinih operacija koja su se dobila snimanjem proizvode linije u poduzeću. Slika 17. prikazuje model linije za izradu utora u programu Enterprise Dynamics.



Slika 17. Model linije za izradu utora

Simulacija linije za izradu utora provede će se za različite dužine dasaka kao što su:

- 600 mm,
- 1500 mm,
- 2100 mm.

Širina daske za simulaciju se neće mijenjati jer razlike u širini dasaka su jako male i nemaju utjecaj na promjenu proizvodnje, širina daske koja će se koristiti u simulaciji je 120 mm. Osim različitih dužina dasaka, simulacija će se provoditi za različite kvalitete dasaka kao što su:

- kvaliteta Gal,
- kvaliteta Mušica.

Kvaliteta Gal je najbolja kvaliteta daske kod koje je postotak ispravnih komada 75%, kvaliteta Mušica koja je najlošija kvaliteta daske kod koje je postotak ispravnih komada samo 5%. U obzir će se uzeti još kvaliteta kod koje je postotak ispravnih komada 40%. Tablica 3. prikazuje rezultate simulacije gdje linija za izradu utora daje maksimalan broj ispravnih dasaka sa utorima koje linija može napraviti bez ikakvih zastoja u jednoj smjeni za različite duljine.

**Tablica 3. Maksimalni broj dasaka za različite dimenzije dužine**

Duljina daske [mm]	Površina daske [ $m^2$ ]	Broj dasaka [kom]	[ $m^2$ ]
600	0,072	12591	906,552
1500	0,18	5036	906,48
2100	0,252	3597	906,444

Iz tablice 3. može se vidjeti da linija za izradu utora za dimenziju od 600 mm dužine može izraditi bez ikakvih zastoja maksimalno 12591 komada dasaka sa utorom. Za dimenziju od 1500 mm dužine bez ikakvih zastoja može izraditi 5036 komada dasaka sa utorom dok za dimenziju dužine od 2100 mm izradu 3597 komada dasaka sa utorom. Ovo je prikaz idealnog broja komada dasaka kojeg linija može napraviti sa unaprijed određenim režimima strojeva, gdje su svi komadi ispravni, bez ikakvih zastoja i čekanja.



## 8. REZULTATI SIMULACIJA

U prijašnjem poglavlju je prikazano da će se simulacije provoditi za različite dimenzije dužine dasaka i različite kvalitete dasaka. Za svaku dimenziju dužine dasaka prikazat će se tri vrste kvalitete. Kvaliteta se rangira na način takav da što je postotak ispravnih komada veći, kvaliteta daske je bolja. S obzirom da se neispravni komadi šalju ili na kitanje ili na rezanje njihov omjer je uvijek isti, gdje kod postotka neispravnih komada njih 95% ide na kitanje, a ostalih 5% na rezanje. Maksimalnu iskoristivost radnika za kitanje simulacija prikazuje kao 99,9% iskoristivosti zbog uvodnog dijela gdje radnik očekuje prvu dasku za kitanje. Tablica 4. prikazuje vremena koja se koriste u simulaciji.

**Tablica 4. Prikaz vremena korištenih u simulaciji**

Dimenzija [mm]	Stroj I. [s]	Stroj II. [s]	Kontrola [s]	Kitanje [s]	Rezanje [s]
600	2	-	2	15	12
1500	5	-	4	40	12
2100	7	-	5	55	12
120	-	0,4	-	-	-

Iz tablice 4. se vidi da postoje neke razlike vremena koje se koriste u simulaciji u odnosu na snimljena vremena u poduzeću. Razlozi različitih vremena su vrlo jednostavni. Različitost vremena kod operacije kontrole je ta što se u simulaciji uzimao zbroj vremena kontrole dasaka i vremena sortiranja dasaka po jednom komadu. Kod operacija kitanje i rezanje je slična situacija, za simulaciju je uzimano zbroj vremena za izuzimanje dasaka za kitanje i rezanje te same operacije kitanja i rezanja po jednom komadu. Zbog toga razloga vremena za operacije kontrole, kitanja i rezanja su drugačija.

### 8.1. Rezultati simulacija linije za izradu utora dimenzije dužine 600 mm

Kvaliteta Gal zahvaća 75% ispravnih komada, dok ostalih 25% je neispravno. Za ovu kvalitetu napravljena su dvije verzije simulacije. U prvoj verziji simulacije za operaciju kitanje koristi se samo jedan radnik i rezultati te simulacije prikazani su u Tablici 5. U drugoj verziji za operaciju kitanje se koriste dva radnika za kitanje i rezultati su prikazani u Tablici 6.

Tablica 5. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova-1 radnik (600mm)

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		75% - jedan radnik kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
600	0,072	8502	1676	304	10482	754,704	99,80
		8543	1678	309	10530	758,16	99,9
		8352	1678	260	10290	740,88	99,9
		8847	1678	293	10818	778,896	99,9
		8523	1678	300	10501	756,072	99,9
		8617	1678	262	10557	760,104	99,9
		8604	1676	290	10570	761,040	99,8
		8374	1678	295	10347	744,984	99,9
		8611	1677	274	10562	760,464	99,9
		8464	1678	277	10419	750,168	99,9
Prosjek		8544	1678	286	10508	756,547	99,9

Tablica 6. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova – 2 radnika (600mm)

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		75% - dva radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
600	0,072	9511	2896	181	12588	906,336	86,41
		9479	2938	170	12587	906,264	87,9
		9394	3039	155	12588	906,336	90
		9509	2930	148	12587	906,264	87,5
		9309	3108	173	12590	906,480	92,2

**Nastavak Tablica 6. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova – 2 radnika (600mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		75% - dva radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
600	0,072	9466	2961	164	12591	906,552	88,0
		9251	3174	164	12589	906,408	94,5
		9487	2927	175	12589	906,408	87,1
		9445	2985	149	12579	905,688	88,8
		9393	3024	169	12586	906,192	90,0
Prosjek		9424	2998	165	12587	906,264	89,24

Nakon provedenih simulacija za kvalitetu Gal, uzimamo slabiju kvalitetu koja ima 40% ispravnih komada. Za tu vrstu kvalitete napravljene su dvije vrste simulacije. U prvoj verziji simulacije za operaciju kitanje koristi se dva radnik za kitanje i rezultati te simulacije prikazani su u Tablici 7. U drugoj verziji za operaciju kitanje se koriste tri radnika za kitanje i rezultati su prikazani u Tablici 8.

**Tablica 7. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 2 radnika (600mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		40% - dva radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
600	0,072	4281	3356	602	8239	593,208	99,9
		4241	3356	517	8114	584,208	99,9
		4217	3356	578	8151	586,872	99,9
		4286	3356	662	8304	597,888	99,9
		3944	3356	601	7901	568,872	99,9

**Nastavak Tablica 7. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 2 radnika (600mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		40% - dva radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
600	0,072	4357	3356	635	8348	601,056	99,9
		3894	3356	554	7804	561,888	99,9
		4220	3356	596	8172	588,384	99,9
		4410	3356	613	8379	603,288	99,9
		3883	3356	565	7804	561,888	99,9
Prosjeak		4173	3356	592	8121	584,712	99,9

**Tablica 8. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 3 radnika (600mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		40% - tri radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
600	0,072	4962	5034	875	10871	782,712	99,9
		4906	5034	883	10823	779,256	99,9
		5057	5033	830	10920	786,24	99,9
		5108	5033	814	10955	788,76	99,9
		4914	5034	820	10768	775,296	99,9
		4930	5034	841	10805	777,96	99,9
		4891	5034	790	10715	771,48	99,9
		4867	5034	838	10739	773,208	99,9
		4990	5033	873	10896	784,512	99,9
		5023	5033	861	10917	786,024	99,9
Prosjeak		4965	5034	843	10842	780,624	99,9

Za kvalitetu Mušica koja je najlošija kvaliteta, postotak ispravni komada je 5%. Za tu kvalitetu napravljene su četiri verzije simulacije. U prvoj verziji simulacije za operaciju kitanje koristi se tri radnik za kitanje i rezultati te simulacije prikazani su u Tablici 9. U drugoj verziji za operaciju kitanje se koriste četiri radnika za kitanje i rezultati su prikazani u Tablici 10. U trećoj verziji simulacije za operaciju kitanje koriste se pet radnik za kitanje i rezultati te simulacije prikazani su u Tablici 11. U četvrtoj verziji za operaciju kitanje se koristi šest radnika za kitanje i rezultati su prikazani u Tablici 12.

**Tablica 9. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 3 radnika (600mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% - tri radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
600	0,072	539	5034	836	6409	461,448	99,9
		529	5034	992	6555	471,960	99,9
		544	5034	880	6458	464,976	99,9
		511	5034	860	6405	461,160	99,9
		510	5034	896	6440	463,680	99,9
		558	5034	810	6402	460,944	99,9
		507	5034	883	6424	462,528	99,9
		532	5034	918	6484	466,848	99,9
		571	5034	876	6481	466,632	99,9
		514	5034	868	6416	461,952	99,9
Prosjek		532	5034	882	6448	464,256	99,9

**Tablica 10. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 4 radnika (600mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% - četiri radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
600	0,072	637	6712	1131	8480	610,56	99,9
		689	6712	1096	8497	611,784	99,9
		650	6712	1173	8535	614,520	99,9
		639	6712	1114	8465	609,480	99,9
		636	6712	1126	8474	610,128	99,9
		744	6712	1106	8562	616,464	99,9
		685	6712	1200	8597	618,984	99,9
		650	6712	1122	8484	610,848	99,9
		716	6712	1140	8568	616,896	99,9
		654	6712	1081	8447	608,184	99,9
Prosjek		670	6712	1129	8511	612,792	99,9

**Tablica 11. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 5 radnika (600mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% - pet radnika kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
600	0,072	728	8390	1424	10542	759,024	99,9
		782	8390	1407	10579	761,688	99,9
		721	8390	1403	10514	757,008	99,9
		717	8390	1382	10489	755,208	99,9
		722	8390	1463	10575	761,400	99,9

**Nastavak Tablica 11. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 2 radnika (600mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% - pet radnika kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
600	0,072	709	8390	1366	10465	753,480	99,9
		769	8389	1418	10576	761,472	99,9
		760	8390	1477	10627	765,144	99,9
		724	8390	1445	10559	760,248	99,9
		778	8390	1375	10543	759,096	99,9
Prosjek		741	8390	1416	10547	759,384	99,9

**Tablica 12. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 6 radnika (600mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% - šest radnika kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
600	0,072	614	10067	1665	12346	888,912	99,9
		660	10068	1602	12330	887,760	99,9
		640	10066	1592	12298	885,456	99,9
		686	10068	1500	12254	882,288	99,9
		646	10067	1547	12260	882,720	99,9
		655	10066	1575	12296	885,312	99,9
		627	10068	1603	12298	885,456	99,9
		644	10067	1583	12294	885,168	99,9
		637	10068	1551	12256	882,432	99,9
		641	10067	1639	12347	888,984	99,9
Prosjek		645	10168	1586	12299	885,528	99,9

## 8.2. Rezultati simulacija linije za izradu utora dimenzije dužine 1500 mm

Bez obzira na veličinu dimenzije dužina kvalitete ostaju iste. I u ovom slučaju kvaliteta Gal zahvaća 75% ispravnih komada. Za ovu kvalitetu napravljene su dvije verzije simulacija. U prvoj verziji simulacije za operaciju kitanje koristi se samo jedan radnik i rezultati te simulacije prikazani su u Tablici 13. U drugoj verziji za operaciju kitanje se koriste dva radnika za kitanje i rezultati su prikazani u Tablici 14.

**Tablica 13. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova – 1 radnik (1500mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		75% - jedan radnik kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
1500	0,18	3470	629	119	4218	759,240	99,9
		3627	628	97	4352	783,360	99,9
		3590	628	88	4306	775,080	99,9
		3651	629	82	4362	785,160	99,9
		3653	629	86	4368	786,240	99,9
		3672	629	95	4396	791,280	99,9
		3613	628	109	4350	783,000	99,7
		3651	629	87	4367	786,060	99,9
		3597	628	103	4328	779,040	99,9
		3544	629	105	4278	770,040	99,9
Prosjek		3607	629	97	4333	779,940	99,9



**Tablica 14. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova – 2 radnika (1500mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		75% - dva radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
1500	0,18	3821	1156	55	5032	905,760	91,8
		3770	1193	56	5019	903,420	94,7
		3768	1185	72	5025	904,500	94,1
		3798	1160	71	5029	905,220	92,1
		3736	1212	62	5010	901,800	96,2
		3753	1210	55	5018	903,240	96,1
		3790	1190	49	5029	905,220	94,4
		3796	1176	52	5024	904,320	93,4
		3789	1184	61	5034	906,120	94,0
		3814	1169	49	5032	905,760	92,8
Prosjeak		3784	1184	58	5026	904,680	94,0

Nakon provedenih simulacija za kvalitetu Gal, uzimamo slabiju kvalitetu koja ima 40% ispravnih komada. Za tu vrstu kvalitete napravljene su dvije vrste simulacije. U prvoj verziji simulacije za operaciju kitanje koristi se dva radnik za kitanje i rezultati te simulacije prikazani su u Tablici 15. U drugoj verziji za operaciju kitanje se koriste tri radnika za kitanje i rezultati su prikazani u Tablici 16.

Tablica 15. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 2 radnika (1500mm)

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		40% - dva radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
1500	0,18	1639	1258	201	3098	557,640	99,9
		1627	1258	216	3101	558,180	99,9
		1696	1258	250	3204	576,720	99,9
		1690	1257	203	3150	567,000	99,9
		1667	1258	227	3152	567,360	99,9
		1625	1258	227	3110	559,800	99,9
		1603	1258	253	3114	560,520	99,9
		1694	1257	228	3179	572,220	99,9
		1738	1257	212	3207	577,260	99,9
		1610	1258	242	3110	559,800	99,9
Prosjek		1659	1258	226	3143	565,74	99,9

Tablica 16. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 3 radnika (1500mm)

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		40% - tri radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
1500	0,18	2077	1886	326	4289	772,020	99,8
		2131	1886	339	4356	784,080	99,9
		2102	1886	300	4288	771,840	99,9
		2111	1886	307	4304	774,720	99,9
		1952	1887	293	4132	743,760	99,9

**Nastavak Tablica 16. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 3 radnika (1500mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		40% - tri radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
1500	0,18	2173	1885	323	4381	788,580	99,9
		2190	1886	319	4395	791,100	99,9
		2048	1886	291	4225	760,500	99,9
		2095	1887	307	4289	772,020	99,9
		2191	1885	333	4409	793,620	99,9
Prosjek		2017	1886	314	4037	775,260	99,9

Za kvalitetu Mušica koja je najlošija kvaliteta, postotak ispravni komada je 5%. Za tu kvalitetu napravljene su četiri verzije simulacije. U prvoj verziji simulacije za operaciju kitanje koristi se tri radnik za kitanje i rezultati te simulacije prikazani su u Tablici 16. U drugoj verziji za operaciju kitanje se koriste četiri radnika za kitanje i rezultati su prikazani u Tablici 17. U trećoj verziji simulacije za operaciju kitanje koriste se pet radnik za kitanje i rezultati te simulacije prikazani su u Tablici 18. U četvrtoj verziji za operaciju kitanje se koristi šest radnika za kitanje i rezultati su prikazani u Tablici 19.

**Tablica 17. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 3 radnika (1500mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% - tri radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
1500	0,18	189	1887	306	2382	428,760	99,9
		202	1887	337	2426	436,680	99,9
		196	1887	357	2440	439,200	99,9
		179	1887	311	2377	427,860	99,9
		216	1887	352	2455	441,900	99,9

**Nastavak Tablica 17. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 3 radnika (1500mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% - tri radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
1500	0,18	201	1887	312	2400	432,000	99,9
		188	1887	328	2403	432,540	99,9
		201	1887	311	2399	431,820	99,9
		192	1887	320	2399	431,820	99,9
		192	1887	286	2365	425,700	99,9
Prosjek		196	1887	322	2405	423,900	99,9

**Tablica 18. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 4 radnika (1500mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% - četiri radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
1500	0,18	244	2515	460	3219	579,420	99,9
		266	2516	413	3195	575,100	99,9
		268	2515	437	3220	579,600	99,9
		275	2515	427	3217	579,060	99,9
		233	2516	410	3159	568,620	99,9
		249	2516	418	3183	572,940	99,9
		277	2516	461	3254	585,720	99,9
		245	2516	428	3189	574,020	99,9
		237	2516	428	3181	572,580	99,9
		272	2515	464	3251	585,180	99,9
Prosjek		257	2516	435	3028	577,440	99,9

Tablica 19. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 5 radnika (1500mm)

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% - pet radnika kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
1500	0,18	288	3144	513	3945	710,100	99,9
		294	3144	542	3980	716,400	99,9
		323	3143	510	3976	715,680	99,9
		272	3144	525	3941	709,380	99,9
		313	3144	542	3999	719,820	99,9
		326	3142	509	3977	715,860	99,9
		313	3144	530	3987	717,660	99,9
		280	3144	499	3923	706,140	99,9
		293	3144	475	3912	704,160	99,9
		291	3144	559	3994	718,920	99,9
Prosjek		299	3144	520	3963	713,340	99,9

Tablica 20. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 6 radnika (1500mm)

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% - šest radnika kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
1500	0,18	325	3771	636	4732	851,760	99,9
		274	3772	558	4604	828,720	99,9
		315	3770	644	4729	851,220	99,9
		319	3771	566	4656	838,080	99,9
		365	3770	550	4685	843,300	99,9

**Nastavak Tablica 20. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 6 radnika (1500mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% -šest radnika kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
1500	0,18	293	3772	602	4667	840,060	99,9
		314	3770	617	4701	846,180	99,9
		321	3772	591	4684	843,120	99,9
		297	3772	584	4653	837,540	99,9
		295	3770	612	4677	841,860	99,9
Prosjek		312	3771	596	4679	842,220	99,9

### 8.3. Rezultati simulacija linije za izradu utora dimenzije dužine 2100 mm

Simulacije linije za izradu utora dimenzije dužine 2100 mm isto rađene u ovisnosti o tri kvalitete. Gal kvaliteta i ovdje sadrži 75% ispravnih komada. Za tu vrstu kvalitete napravljene su tri verzije simulacije. U prvoj verziji simulacije za operaciju kitanje koristi se jedan radnik za kitanje i rezultati te simulacije prikazani su u Tablici 21. U drugoj verziji za operaciju kitanje se koriste dva radnika za kitanje i rezultati su prikazani u Tablici 22. U trećoj verziji simulacije za operaciju kitanje koriste se tri radnik za kitanje i rezultati te simulacije prikazani su u Tablici 23.

**Tablica 21. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova – 1 radnik (2100mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		75% -jedan radnik kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	2538	457	67	3062	771,624	99,9
		2655	457	52	3164	797,328	99,9

**Nastavak Tablica 21. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova – 1 radnik (2100mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		75% -jedan radnik kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	2560	457	64	3081	776,412	99,9
		2565	457	94	3116	785,232	99,9
		2664	457	78	3199	806,148	99,9
		2600	456	75	3131	789,012	99,9
		2682	456	82	3220	811,440	99,9
		2658	457	77	3192	804,384	99,9
		2702	457	86	3245	817,740	99,9
		2627	457	77	3161	796,572	99,9
Prosjek		2625	457	75	3157	759,564	99,9

**Tablica 22. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova – 2 radnika (2100mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		75% -dva radnik kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	2684	866	35	3585	903,420	94,5
		2682	846	50	3578	901,656	92,3
		2736	820	37	3593	905,436	89,4
		2665	881	45	3591	904,932	96,2
		2718	840	39	3597	906,444	91,6
		2746	809	41	3596	906,192	88,2
		2685	868	44	3597	906,444	94,6

**Nastavak Tablica 22. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova – 2 radnika (2100mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		75% -dva radnik kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	2726	819	52	3597	906,444	89,4
		2703	852	36	3591	904,932	93,1
		2724	817	51	3592	905,184	89,1
Prosjek		2707	842	43	3592	905,184	91,8

**Tablica 23. Rezultat simulacije za 75% ispravnih dijelova – 3 radnika (2100mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		75% - tri radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	2727	834	35	3596	906,192	60,5
		2714	833	48	3595	905,940	60,2
		2671	879	45	3595	905,940	64,7
		2695	852	46	3593	905,436	61,6
		2682	873	39	3594	905,688	63,7
		2732	809	50	3591	904,932	58,9
		2711	844	41	3596	906,192	61,1
		2690	861	44	3595	905,940	62
		2671	886	38	3595	905,940	64,4
		2665	883	47	3595	905,940	64,2
Prosjek		2696	855	43	3594	905,688	62,1



Nakon provedenih simulacija za kvalitetu Gal, uzimamo slabiju kvalitetu koja ima 40% ispravnih komada. Za tu vrstu kvalitete napravljene su tri vrste simulacije. U prvoj verziji simulacije za operaciju kitanje koristi se dva radnik za kitanje i rezultati te simulacije prikazani su u Tablici 24. U drugoj verziji za operaciju kitanje se koriste tri radnika za kitanje i rezultati su prikazani u Tablici 25. U trećoj verziji za operaciju kitanja se koriste četiri radnika za kitanje i rezultati su prikazani u Tablici 26.

**Tablica 24. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 2 radnika (2100mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		40% - dva radnika kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	1318	914	134	2366	596,232	99,9
		1232	914	188	2334	588,168	99,9
		1331	914	140	2385	601,020	99,9
		1252	914	188	2354	593,208	99,9
		1222	914	165	2301	579,852	99,9
		1330	914	127	2371	597,492	99,9
		1288	914	164	2366	596,232	99,9
		1305	913	151	2369	596,988	99,9
		1270	914	125	2309	581,868	99,9
		1344	914	162	2420	609,840	99,9
Prosjek		1289	914	154	2357	593,964	99,9

Tablica 25. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 3 radnika (2100mm)

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		40% -tri radnik kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	1623	1371	258	3252	819,504	99,9
		1670	1371	238	3279	826,308	99,9
		1671	1371	233	3275	825,300	99,9
		1715	1371	196	3282	827,064	99,9
		1575	1371	242	3188	803,376	99,9
		1702	1371	191	3264	822,528	99,9
		1670	1371	213	3254	820,008	99,9
		1658	1371	245	3274	825,048	99,9
		1610	1370	265	3245	817,740	99,9
		1655	1371	263	3289	828,828	99,9
Prosjek		1655	1371	234	3260	821,520	99,9

Tablica 26. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 4 radnika (2100mm)

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		40% -četiri radnik kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	1421	1827	216	3464	872,928	99,9
		1471	1822	184	3477	876,204	99,9
		1461	1823	186	3470	874,440	99,9
		1429	1828	213	3470	874,440	99,9
		1393	1827	211	3431	864,612	99,9

**Nastavak Tablica 26. Rezultat simulacije za 40% ispravnih dijelova – 4 radnika (2100mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		40% -četiri radnik kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	1399	1822	231	3452	869,904	99,9
		1417	1824	215	3456	870,912	99,9
		1448	1823	207	3478	876,456	99,9
		1477	1826	178	3481	877,212	99,9
		1438	1825	187	3450	869,400	99,9
Prosjek		1435	1825	203	3463	872,676	99,9

Za kvalitetu Mušica koja je najlošija kvaliteta, napravljeni broj verzija simulacije je pet. U prvoj verziji simulacije za operaciju kitanje koristi se tri radnik za kitanje i rezultati te simulacije prikazani su u Tablici 27. U drugoj verziji za operaciju kitanje se koriste četiri radnika za kitanje i rezultati su prikazani u Tablici 28. U trećoj verziji simulacije za operaciju kitanje koriste se pet radnik za kitanje i rezultati te simulacije prikazani su u Tablici 29. U četvrtoj verziji za operaciju kitanje se koristi šest radnika za kitanje i rezultati su prikazani u Tablici 30. U petoj verziji za operaciju kitanje se koristi sedam radnika za kitanje i rezultati su prikazani u Tablici 31.

**Tablica 27. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 3 radnika (2100mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% -tri radnik kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	171	1371	228	1770	446,040	99,9
		170	1371	243	1784	449,568	99,9

**Nastavak Tablica 27. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 3 radnika (2100mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% -tri radnik kitaju					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	169	1371	242	1782	449,064	99,9
		128	1371	225	1724	434,448	99,9
		178	1371	252	1801	453,852	99,9
		143	1371	253	1767	445,284	99,9
		171	1371	267	1809	455,868	99,9
		140	1371	231	1742	438,984	99,9
		162	1371	260	1793	451,836	99,9
		140	1371	231	1742	438,984	99,9
Prosjek		157	1371	243	1771	446,292	99,9

**Tablica 28. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 4 radnika (2100mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% - četiri radnika kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	196	1828	332	2356	593,712	99,9
		185	1828	320	2333	587,916	99,9
		241	1828	291	2360	594,720	99,9
		212	1828	265	2305	580,860	99,9
		218	1828	315	2361	594,972	99,9

**Nastavak Tablica 28. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 4 radnika (2100mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% - četiri radnika kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	205	1828	307	2340	589,680	99,9
		205	1828	299	2332	587,664	99,9
		220	1828	294	2342	590,184	99,9
		212	1828	330	2370	597,240	99,9
		195	1828	304	2327	586,404	99,9
Prosjek		209	1828	306	2343	590,436	99,9

**Tablica 29. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 5 radnika (2100mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% -pet radnik kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	252	2284	362	2898	730,296	99,9
		226	2285	348	2859	720,468	99,9
		217	2285	397	2899	730,548	99,9
		243	2284	317	2844	716,688	99,9
		247	2284	386	2917	735,084	99,9
		236	2285	377	2898	730,296	99,9
		250	2285	370	2905	732,060	99,9
		272	2285	370	2927	737,604	99,9
		240	2285	383	2908	732,816	99,9
		258	2285	352	2895	729,540	99,9
Prosjek		244	2285	366	2895	729,540	99,9

**Tablica 30. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 6 radnika (2100mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% -šest radnik kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	206	2741	433	3380	851,760	99,9
		215	2742	385	3342	842,184	99,9
		224	2742	396	3362	847,224	99,9
		216	2740	410	3366	848,232	99,9
		205	2742	403	3350	844,200	99,9
		206	2740	423	3369	848,988	99,9
		206	2742	414	3362	847,224	99,9
		197	2740	433	3370	849,240	99,9
		219	2742	433	3394	855,288	99,9
		250	2741	385	3376	850,752	99,9
Prosjeak		214	2741	412	3367	848,484	99,9

**Tablica 31. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 7 radnika (2100mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% - sedam radnika kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	184	3198	173	3555	895,860	99,9
		173	3192	164	3529	889,308	99,9
		173	3193	184	3550	894,600	99,9
		162	3196	186	3544	893,088	99,9
		198	3192	150	3540	892,080	99,9

**Nastavak Tablica 31. Rezultat simulacije za 5% ispravnih dijelova – 7 radnika (2100mm)**

Duljina [mm]	Površina daske [m <sup>2</sup> ]	Postotak ispravnih komada					
		5% - sedam radnika kita					
		Ispravno	Kitanje	Rezanje	Ukupno	[m <sup>2</sup> ]	Iskoristivost radnika za kitanje [%]
2100	0,252	155	3197	151	3503	882,756	99,9
		160	3192	196	3548	894,096	99,9
		156	3197	170	3523	887,796	99,9
		170	3190	154	3514	885,528	99,9
		173	3195	164	3532	890,064	99,9
Prosjek		170	3194	169	3533	890,316	99,9

## 9. MOGUĆNOSTI UNAPREĐENJA PROIZVODNJE

Već kod prvog upoznavanja sa radom linije za izradu utora dasaka nakon upoznavanja sa procesom linije za izradu utora i pregledom svih operacija od kojih se linija sastoji moglo se naslutiti da je usko grlo linije povezano sa operacijom kitanje. Naslutit se moglo jer se vizualno odmah primijetilo da radnici konstantno rade svoj posao, a broj dasaka za kitanje nikako da se smanji. Razlog tolikom broju dasaka za kitanje je bila kvaliteta same daske. Što je kvaliteta daske lošija, dasaka za kitanje sve je više i više. Kod snimanja vremena linije za izradu utora primijetio sam dva moguća problema sporijeg procesa proizvodnje. Prvi problem je nešto manji i zahvaća radno mjesto radnika koji daske stavlja u stroj za izradu uzdužni utora. Problem kod toga radnoga mjesta je taj što radnik ima dosta zadataka koje mora obaviti prije nego li te daske stavi u stroj za izradu uzdužnih utora. Prvo moram raspakirati paletu sa daskama, zatim mora evidentirati informacije o tim daskama sa palete pa tek onda kreće sa punjenjem stroja za izradu uzdužni utora daskama. Kada daske sa palete potroši tu paletu mora odložiti i ponovo započinjati isti taj proces ispočetka. Problem u tome je što to raspakiranje i evidentiranje tih informacije zna potrajati 60-70 sekundi i za to vrijeme proizvodnja stoji. Jednostavno rješenje toga problema bi bilo da se tom radniku priključi još jedan radnik sa linije na tome mjestu i pomogne kolegi u rješavanju tih zadataka kako bi se potrebno vrijeme za te zadatke smanjilo te bi zastoj proizvodnje bio manji ili ga možda ne bih uopće bilo. Jedno rješenje je da se kupi novi stroj za tu funkciju zadatak i da se ručni način zamijeni strojem. Vremena bi se smanjila i proizvodnja bi se povećala. Taj je problem manjeg značaja zbog drugog problema koji je zapravo glavni problem ove linije za izradu utora, te zbog svoga izražaja može anulirati prvi manji problem. Taj problem je operacija kitanja. Simulacije koje su napravljene prikazuju upravo da je operacija kitanje glavni problem ove linije. Tablica 3. prikazuje maksimalni broj ispravnih dasaka koje linija za izradu utora može napraviti bez ikakvih zastoja za određene režime strojeva. Za najbolju kvalitetu Gal kod dimenzije dužine 600 mm vidljivo je kod simulacije da je na operaciji kitanje jedan radnik dovoljan da bi se napravio maksimalni broj mogućih dasaka u jednoj smijeni, gdje taj radnik radi 99,9% svog radnog vremena. Kada bi mu dodali još jednog radnika, simulacija prikazuje da ta dva radnika odrađuju svoj posao u jednoj smjeni i da bi radila prosječno 89,24% svog radnog vremena. Povećanjem dimenzije dužine daske na 1500 mm ili na 2100 mm za istu kvalitetu Gal, simulacija prikazuje da jedan radnik ne može stići sve odraditi sam u jednoj smijeni. Dodavanjem drugog radnika u simulaciju posao u jednoj smjeni se stigne obaviti



cijeli gdje bi ti radnici radili prosječno oko 95% svog radnog vremena. Smanjenjem kvalitete dasaka simulacije prikazuju da problem operacije kitanje ima sve veću ulogu u procesu proizvodnje. Za kvalitetu Mušica koja je najlošija kvaliteta poduzeća napravljene su simulacije za različite dimenzije dužine daske. Za dimenziju dužine 600 mm te kvalitete simulacija prikazuje gdje tri radnika kitaju daske u proizvodnji te da se napravi 51,21% od moguće maksimalne proizvodnje u jednoj smjeni. Dodavanjem dodatnih radnika u simulaciju postotak proizvodnje raste no da bi se došlo 100% moguće proizvodnje potrebno je više od šest radnika za kitanje, no pitanje je da li je to isplativo. Kod većih dimenzija dužina kao što su 1500 mm i 2100 mm simulacijom je prikazano da postotak proizvodnje je još i manji. U suštini simulacijama je prikazano da što je kvaliteta dasaka lošija ukupna proizvodnja u jednoj smjeni je sve manja i manja.

Jednostavno rješenje ovoga problema je zapošljavanje dodatnih radnika za kitanje. Kako bi se dobila željena proizvodnja u jednoj smjeni, preko proračuna se izračuna broj radnika potrebno za kitanje. To rješenje je jednostavno no pitanje je da li se to poduzeću isplati. Moguće rješenje je kupovina stroja za kitanje gdje bi se ručno kitanje zamijenilo strojnim kitanjem. Radnika bi se premjestilo na drugo radno mjesto ili u slučaju viška radnika otpustilo. Stroj bi se prije svake smjene pripremio za određenu kvalitetu daske koja bi se radila, vrijeme kitanja bi se smanjilo i proizvodnja u jednoj smjeni bi porasla.

Sama organizacija proizvodnje ima veliki utjecaj na proizvodnju i proces trajanja proizvodnje. Ukoliko se kvalitetno i pravovremeno osigura informacija i tok materijala cijeli proces postaje produktivnije i proizvodnja raste. Poboljšanja često ovise o ekonomskim stanjima poduzeća ali i o znanju inženjerskog kadra.

## 10. ZAKLJUČAK

Potreba kupca, kvaliteta proizvoda, konkurentnost poduzeća na tržištu i ostvarivanje profita su glavni ciljevi svakog poduzeća. Studij rada i vremena kao jedna od cjelina projektiranja tehnološkog procesa ima jako važan utjecaj na te ciljeve poduzeća. Raznim programima i tehnologijama poduzeću se olakšava praćenje proizvodnje te na temelju prikupljenih informacija preko kvalitetnih analiza omogućuje se optimiranje proizvodnje, te bolja organiziranost proizvodnje.

Osim programa za praćenje proizvodnje i prikupljanja informacija postoje i niz programa koji se koriste za simulaciju proizvodnog procesa i na jednostavan i ekonomičan način bez da se proizvodnja zaustavlja može se doći do optimalnog načina proizvodnje. Na taj način prikazana je i analizirana linija za izradu utora na parketu gdje se napravio model u programu Enterprise Dynamics i gdje su se u model stavila vremena snimljena na samom mjestu procesa proizvodnje. Nakon nekoliko različitih simulacija uočeno je da glavni problem linije je operacija kitanje koja se izvodila ručno. Za navedeni problem se dalo i moguće unapređenje u vidu kupnje stroja koji bi zamijenio ručni način kitanja strojnim. Korištenjem tih novih tehnologija potrebno je kontinuirano analizirati i uočavati unapređenja proizvodnog sustava kako bi se glavni ciljevi proizvodnih poduzeća osigurali.

## LITERATURA

- [1] Hong-Chao Zhang: Handbook of Design, Manufacturing and Automation, Poglavlje 29, John Wiley & Sons, 2003.
- [2] Skupina autora: Inženjerski priručnik IP4, treći svezak, Organizacija proizvodnje, Školska knjiga, Zagreb, 2002.
- [3] Barnes R. M.: Motion and time study, Wiley, Los Angeles, 1959.
- [4] Taboršak D.: Studij rada, Orgadata, Zagreb, 1994.
- [5] <https://www.laubrass.com/umtplus> (pristupio 05.11.2020)
- [6] Pheasant S.: Bodyspace – Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work, Taylor and Francis, 2003.
- [7] <https://iea.cc/what-is-ergonomics/> (pristupio 25.10.2020)
- [8] Mikšić D.: Uvod u ergonomiju, AJA, Zagreb, 1997.
- [9] <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=3195> (pristupio 25.10.2020)
- [10] Kirin S. : Uvod u ergonomiju, Veleučilište u Karlovcu, 2019.
- [11] <https://pps-galekovic.hr/> (pristupio 26.10.2020)
- [12] <https://www.incontrolsim.com/software/enterprise-dynamics/> (pristupio 18.11.2020)