

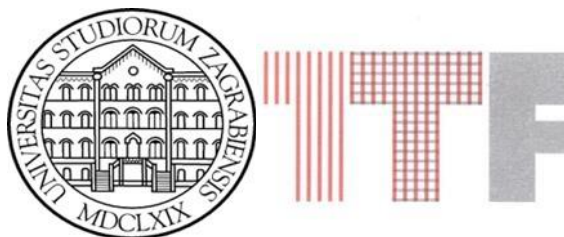
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

**ORGANIZACIJA PROIZVODNE LINIJE ŠIVANJA ŽENSKE  
SPORTSKE MAJICE S KAPULJAČOM**

TANJA MARTINOVIĆ

Zagreb, srpanj 2021.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

ZAVOD ZA ODJEVNU TEHNOLOGIJU

ZAVRŠNI RAD

**ORGANIZACIJA PROIZVODNE LINIJE ŠIVANJA ŽENSKE SPORTSKE  
MAJICE S KAPULJAČOM**

Mentor:

Doc. dr. sc. Bosiljka Šaravanja

Student:

Tanja Martinović

Mat. br. 10891/ TTI

Zagreb, srpanj 2021.

ZAVRŠNI RAD KANDIDAT: Tanja Martinović

NASLOV RADA: **Organizacija proizvodnje linije šivanja ženske sportske majice s kapuljačom**

NAZIV STUDIJA: Tekstilna tehnologija i inženjerstvo

NAZIV SMJERA: Odjevno inženjerstvo

MENTOR RADA: Doc. dr. sc. Bosiljka Šaravanja

ČLANOVI POVJERENSTVA: Izv. prof. dr. sc. Anica Hursa Šajatović, predsjednik/ica,

Doc. dr. sc. Bosiljka Šaravanja, članica

Doc. dr. sc. Ivana Špelić, članica

Doc. dr. sc. Blaženka Brlobašić Šajatović, zamjenica članice

JEZIK TEKSTA: hrvatski

RAD SADRŽI: 39 stranica

7 slika

11 tablica

20 matematičkih izraza

17 literaturnih navoda

INSTITUCIJA U KOJOJ JE RAD IZRAĐEN: Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za odjevnu tehnologiju

DATUM PREDAJE RADA: 20.7.2021

DATUM OBRANE RADA: 21.07.2021.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem mentorici doc. dr. sc. Bosiljki Šaravanja na pomoći, vodstvu, suradnji te korisnim savjetima tijekom izrade ovoga završnog rada.

Također zahvalu upućujem i djelatnicima Tekstilno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu koji su svojim radom pomogli u stjecanju mog znanja.

Hvala svim mojim prijateljima koji su svojim prisustvom uljepšali moje studentske dane.

Posebna zahvala mojoj obitelji koja mi je omogućila život i studiranje u drugom gradu i koja mi je pružila ljubav, bezuvjetnu podršku i neizmjernu vjeru u moj uspjeh.

## SAŽETAK

Tema ovog završnog rada je organizacija proizvodne linije za šivanje ženske sportske majice s kapuljačom. U radu je dan pregled tehničke pripreme proizvodnje odjeće, koja je početna faza u organiziranju proizvodnog procesa, gdje se opisuje tehnološka, konstrukcijska i operativna priprema te ispitivanje materijala potrebnih za izradu odjevnog predmeta. Također su opisani planovi tehnoloških operacija i tehnoloških procesa, sustavi tehnoloških procesa, vrste proizvodnih linija te su navedeni matematički izrazi za izračun podataka koji su potrebni za izradu plana tehnološkog procesa. Slijedi kratki opis organizacije proizvodnje koji uključuje organizaciju proizvodnih linija, radnog mjesta te ciljeve organizacije. Obzirom da se cjeloviti proces izrade odjevnih predmeta izvodi kroz tehnološke procese krojenja, šivanja i dorade i oni su ukratko opisani. U eksperimentalnom dijelu dan je opis modela ženske sportske majice s kapuljačom s planovima tehnoloških operacija krojenje, šivanje i dorade. U rezultatima rada dan je slikovni prikaz karakterističnih tehnoloških operacija krojenja, šivanja i dorade. Nakon rekapitulacije vremena izrade izračunati su podaci za izradu plana tehnološkog procesa odnosno podaci o broju radnika ( $R$ ), dnevnom kapacitetu po radnicu ( $C_{dr}$ ), taktu grupe ( $G$ ), vremenu izrade ( $t_1$ ), količini potrebnih strojeva ( $K_s$ ) za svaki tehnološki proces, uz zadani dnevni kapacitet ( $C_d$ ) od 200 komada ženskih sportskih majica s kapuljačom.

**Ključne riječi:** tehnološki proces izrade odjeće, organizacija proizvodnih linija, ženska sportska majica s kapuljačom, plan tehnoloških operacija

# SADRŽAJ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. UVOD.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2. TEORIJSKI DIO .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>2.1. Tehnička priprema proizvodnje odjeće .....</b>   | <b>2</b>  |
| 2.1.1.    Konstrukcijska priprema .....  | 3         |
| 2.1.2.    Tehnološka priprema u odjevnoj industriji.....   | 3         |
| 2.1.2.1.    Izrada planova tehnoloških operacija .....   | 4         |
| 2.1.2.2.    Izrada planova tehnoloških operacija .....   | 5         |
| 2.1.2.3.    Izrada planova montaža .....   | 9         |
| 2.1.3.    Operativna priprema.....   | 9         |
| 2.1.4.    Ispitivanja materijala .....   | 10        |
| <b>2.2. Proizvodni sustavi.....</b>  | <b>10</b> |
| 2.2.1.    Vrste sustava tehnološkog procesa .....  | 11        |
| <b>2.3. Organizacija proizvodnje .....</b>   | <b>15</b> |
| 2.3.1.    Organizacija proizvodne linije.....  | 15        |
| 2.3.2.    Organizacijski ciljevi .....   | 16        |
| 2.3.3.    Organizacija radnog mjesta .....   | 17        |
| <b>2.4. Tehnološki proces krojenja.....</b>  | <b>19</b> |
| <b>2.5. Tehnološki proces šivanja.....</b>   | <b>20</b> |
| <b>2.6. Tehnološki proces dorade odjeće .....</b>  | <b>21</b> |
| <b>3. EKSPERIMENTALNI DIO .....</b>  | <b>24</b> |
| 3.1.    Opisi modela ženske sportske majice s kapuljačom.....  | 24        |
| 3.2.    Izrada planova tehnoloških operacija.....  | 25        |
| <b>4. REZULTATI I RASPRAVA .....</b>   | <b>28</b> |
| 4.1.    Slikovni prikazi karakterističnih tehnoloških operacija krojenja ženske sportske majice s kapuljačom .....                       | 28        |
| 4.2.    Slikovni prikazi karakterističnih tehnoloških operacija šivanja ženske sportske majice s kapuljačom .....                        | 29        |
| 4.3.    Slikovni prikazi karakterističnih tehnoloških operacija za tehnološki proces dorade ženske sportske majice s kapuljačom.....     | 32        |
| 4.4.    Izračun podataka potrebnih za izradu plana tehnoloških procesa za dnevni kapacitet od komada sportskih majica s kapuljačom ..... | 33        |

|   |    |
|---|----|
| 4.5. Prijedlog organizacije proizvodne linije ..... | 35 |
| 5. ZAKLJUČAK .....                                  | 37 |
| 6. LITERATURA.....                                  | 38 |

# 1. UVOD

Proces izrade odjeće razvijao se usporedno s napretkom ljudskih znanja. U početku se odjeća izrađivala ručno, uz pomoć najjednostavnijih pomagala koja su se mogla naći u prirodi. Tek s izumom šivaćeg stroja odjeća se počela proizvoditi na industrijski način. Stoga u današnje vrijeme postoje dva temeljna načina proizvodnje odjeće i to zanatski način pojedinačne proizvodnje i industrijski način serijske proizvodnje [1].

Nekada se odjeća izrađivala od dostupnih materijala životinjskih koža, krzna, lišća biljaka i drugih dostupnih materijala koje su nalazili u prirodi. S razvojem ljudske vrste počinju se razvijati materijali za izradu odjeće te tada nastaju izradci od upredenih životinjskih i biljnih vlakna. Ispreplitanjem odnosno tkanjem ili pletenjem izrađivali su se jednostavni plošni proizvodi koji su se procesom šivanja pretvarali u odjevne predmete. Ljudi su koristili odjeću prvenstveno za zaštitu od hladnoće, vlage, vjetra, vrućine, raznih atmosferilija, UV zračenja i mehaničkih ozljeda pri kretanju. S vremenom odjeća poprima i dodatne atribute poput uljepšavanja, pripadnosti staležu, vjerskim i drugim kulturološkim pripadnostima i sl. [2].

U okviru navedene teme izrađena je tehnološka analiza izrade sportske majice s kapuljačom u realnom proizvodnom procesu, kao i izračun podataka za izradu plana tehnološkog procesa na temelju dnevnog kapaciteta od 200 komada za tehnološki proces krojenja, šivanja i dorade. Opisana je organizacija proizvodne linije i proces izrade ženske majice s kapuljačom. Također su izrađeni planovi tehnoloških operacija za sve tehnološke procese uz pripadajuće slikovne prikaze karakterističnih tehnoloških operacija za tehnološke procese krojenja, šivanja i dorade.



## **2. TEORIJSKI DIO**

U teorijskom dijelu opisana je tehnička priprema proizvodnje odjeće koja obuhvaća konstrukcijsku pripremu, tehnološku pripremu, operativnu pripremu i ispitivanje materijala. Nakon toga dan je kratki pregled organizacije proizvodnje, organizacijskih ciljeva te organizacije proizvodnih linija i radnog mjesta. Obzirom da svaki odjevni proizvod prilikom proizvodnje prolazi kroz tehnološki proces krojenja, šivanja i dorade, ukratko su opisani i svaki od navedenih procesa.

### **2.1. Tehnička priprema proizvodnje odjeće**

Svrha tehničke pripreme u odjevnoj industriji je prije izrade novog odjevnog predmeta proučiti mogućnosti i uvjete proizvodnje, svojstva materijala i predviđanje faktora koji mogu utjecati na proizvodni proces izrade odjevnog predmeta i to prije izvođenja određenih tehnoloških operacije. Cilj navedenih aktivnosti je postizanje maksimalnog učinka s minimalnom uporabom ljudske snage, potrošnje energije i materijala. Tehnička priprema predstavlja organizacijsku cjelinu u kojoj je dominantan protok podataka između pojedinih odjela i protok podataka kroz pojedine elemente proizvodnog procesa. Organizacijski gledano u većini slučajeva dominira protok podataka iz tehničke pripreme u proizvodni proces. U današnje vrijeme uporabom novih strojeva i računala, podatci se prenose u formi povratnih informacija u proizvodni proces ili iz proizvodnog procesa [3].

Tehničku pripremu proizvodnje odjeće čine stručnjaci i tehnolozi s područja odjevnog inženjerstva koji su raspoređeni u četiri organizacijske cjeline i to:

- konstrukcijsku pripremu,
- tehnološku pripremu,
- operativnu pripremu i
- ispitivanje materijala [1, 4].

### **2.1.1. Konstrukcijska priprema**

Konstrukcijska priprema u proizvodnji odjeće ima važnu i odgovornu ulogu. Djelokrug djelovanja konstrukcijske pripreme obuhvaća niz visoko složenih poslova vezanih za konstrukciju, gradiranje i modeliranje odjevnih predmeta. Za njezin djelotvoran i uspješan rad važna je suradnja i koordinacija s drugim dijelovima pripreme proizvodnje odjeće i službama koje se bave marketingom, nabavom i prodajom. Rad konstrukcijske pripreme započinje već od idejnog začetka odjevnog predmeta, njegove razrade, pripreme za serijsku proizvodnju, a završava davanjem potrebnih uputa za sve faze tehnološkog procesa proizvodnje odjeće. Konstrukcijska priprema opremljena je CAD (Computer Aided Design) sustavima i specijaliziranim programskim paketima koji omogućavaju razvoj, digitalizaciju, konstrukciju, modificiranje i gradiranje krojnih dijelova te izradu krojnih slika [3, 4].

### **2.1.2. Tehnološka priprema u odjevnoj industriji**

Tehnološka priprema je dio tehničke pripreme koji je zadužen za tehnološki proces proizvodnje, gdje se analiziraju i poboljšavaju poslovi vezani uz tehnološke procese. U tehnološkoj pripremi se razrađuju novi tehnološki postupci pojedinih tehnoloških operacija i odvijaju se sljedeće skupine poslova vezane uz tehnološke procese proizvodnje odjeće:

- tehnološka analiza proizvodnih operacija i odabir primjerenog sredstva rada,
- izrada planova tehnoloških operacija,
- izrada planova montaže,
- analiza i odabir optimalne vrste proizvodnih linija,
- optimiranje razmještaja opreme,
- analiza i odabir racionalnog sustava tehnološkog procesa,
- analiza i uspostava sustava međufaznog transporta,
- odabir najpovoljnijeg sustava ugradnje radnih mjesta,
- izrada planova tehnoloških procesa i projektiranje proizvodnih linija,
- utvrđivanje tehničko-tehnoloških obilježja za potrebe programiranja

- strojeva i opreme,
- studij rada i
- oblikovanje radnih mjesta [1, 4].

Tijekom obavljanja navedenih skupina poslova tehnološke pripreme vrlo često se uzimaju podaci iz operativne pripreme, laboratorija za ispitivanje svojstava materijala (koji će se proizvoditi) i konstrukcijske pripreme [1].

### **2.1.2.1. Izrada planova tehnoloških operacija**

Pojedinačne tehnološke operacije tijekom tehnološke analize se unose u posebni tehnički dokument koji se zove plan tehnoloških operacija. U planu tehnoloških operacija nalaze se sve tehnološke operacije potrebne za izradbu određenog odjevnog predmeta i to prema kronološkom redoslijedu njihovog izvođenja. Osim naziva tehnoloških operacija, plan tehnoloških operacija sadrži i ostale podatke vezane za tehnološku operaciju koji se razlikuju u pojedinim tvornicama odjeće, ovisno o organizaciji. Plan tehnoloških operacija izrađuje se za tehnološki proces krojenja, tehnološki proces šivanja i tehnološki proces dorade. Predstavlja jedan od temeljnih tehnoloških dokumenata potrebnih za proizvodne procese, a služi kao osnova za izradu ostale tehničko-tehnološke dokumentacije. Plan tehnoloških operacija sadrži opći informativni dio i popis tehnoloških operacija. Opći informativni dio sadrži:

- naziv odjevnog predmeta,
- oznaku modela,
- kratki opis modela,
- skicu modela i
- ostale podatke (naziv kupca, broj radnog naloga, datum i sl.) [1, 4].

Popis tehnoloških operacija sadrži:

- oznaku tehnološke operacije,
- naziv tehnološke operacije,
- naziv sredstva rada,
- oznaku kategorije rada i
- vrijeme izrade tehnološke operacije [1].

U tablici 1. je dan prikaz početnog dijela obrasca za izradu plana tehnoloških operacija.

**Tablica 1.** Prikaz početnog dijela obrasca za izradu plana tehnoloških operacija rada [1]

| Oznaka tehnološke operacije | Naziv tehnološke operacije | Oznaka sredstva Rada | Oznaka kategorije rada | Vrijeme izrade (s, min, h, dmh) |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|
| 1.                          | 2.                         | 3.                   | 4.                     | 5.                              |
|                             |                            |                      |                        |                                 |

Za oznaku tehnološke operacije najčešće se koristiti redni broj ili oznaka zapisa ukoliko postoji računalna obrada podataka, a za oznaku sredstva rada primjenjuju se uobičajeni simboli koji se koriste u hrvatskoj industriji.

Oznaka kategorije rada može biti označena arapskim ili rimskim brojevima, odnosno slovima, a predstavlja složenost izvođenja tehnološke operacije. Kategorija rada predstavlja posrednu kvalifikaciju radnika potrebnu za izvođenje određene operacije [1].

Vrijeme izrade za izvođenje tehnološke operacije određuje se po metodama studija rada i može biti izraženo u sekundama (s), minutama (min), satima (h) ili decimilisatima (dmh).

Nakon izrade plana tehnoloških operacija, izvodi se tzv. rekapitulacija vremena za:

- istovrsnu skupinu strojeva (npr. za sve univerzalne šivaće strojeve),
- za svaki dio tehnološkog procesa (krojenje, šivanje i doradu) te se utvrđuje i
- ukupno vrijeme izrade [1].

### **2.1.2.2. Izrada planova tehnoloških operacija**

Planovi tehnoloških operacija izrađuju se za tehnološki proces krojenja, šivanja i dorade, pri čemu je važno da se tijekom izrade plana tehnoloških procesa obrati pozornost na grupiranje primjerenih tehnoloških operacija za pojedino radno mjesto i mogućnosti njihovog izvođenja na istom sredstvu rada [1, 4]. U tablici 2 je prikazano zaglavlje obrasca za izradu plana tehnološkog procesa.

**Tablica 2.** Zaglavlje obrasca za izradu plana tehnološkog procesa [1]

| Naziv odjevnog predmeta:              |                             |                            |                                 | Broj radnika proizvodne jedinice: |                |      |           |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------|------|-----------|
| Oznaka modela:                        |                             |                            |                                 | Dnevni kapacitet po radniku:      |                |      |           |
| Oznaka proizvodne jedinice:           |                             |                            |                                 | Dnevno radno vrijeme u smjeni:    |                |      |           |
| Dnevni kapacitet proizvodne jedinice: |                             |                            |                                 | Takt grupe:                       |                |      |           |
| Oznaka radnog mjesta                  | Oznaka tehnološke operacije | Naziv tehnološke operacije | Vrijeme izrade (s, min, h, dmh) | Stupanj opterećenja R.M. (%)      | Sredstvo rada  |      | Primjedba |
|                                       |                             |                            |                                 |                                   | Naziv i oznaka | Kol. |           |
| 1.                                    | 2.                          | 3.                         | 4.                              | 5.                                | 6.             | 7.   | 8.        |
|                                       |                             |                            |                                 |                                   |                |      |           |

Planovi tehnološkog procesa izrađuju se na temelju planova tehnoloških operacija, planova montaže i drugih podataka dobivenih na temelju stvarnog stanja u tvornici odjeće ili izračunom pomoću matematičkih izraza. Podaci potrebni za izračunavanje plana tehnoloških procesa su:

- broj radnika koji će raditi u proizvodnoj jedinici (R),
- vremenski iznos dnevnog radnog vremena u smjeni (Tr),
- dnevni kapacitet proizvodnje jedinice (Cd),
- količina potrebnih sredstava rada (Ks),
- vremenski iznos takta grupe potrebnog za odabir tehnoloških operacija koje će se izvoditi na pojedinim radnim mjestima (G) [1].

**Potreban broj radnika za proizvodnu jedinicu:**

$$R = \frac{C_d \cdot t_1}{T_r} \quad (1)$$

gdje je:

- Cd – dnevni kapacitet (kom),
- t<sub>1</sub>– vrijeme izrade za jedinicu proizvoda (s, min, h ili dmh),
- T<sub>r</sub>– dnevno radno vrijeme za jedinicu proizvoda (s, min, h ili dmh).

**Dnevni kapacitet proizvodne jedinice (broj izradaka) u smjeni:**

$$C_d = \frac{T_r * R}{t_1} \quad (2)$$

ili

$$C_d = \frac{T_r}{G} \quad (3),$$

gdje je:

- G – takt grupe (s, min, h ili dmh).

**Takt grupe** je planirano optimalno vrijeme za izvođenje tehnološke operacije. U odjevnoj proizvodnji služi za izračun opterećenje radnih mjesta:

$$G = \frac{t_1}{R} \quad (4)$$

ili

$$G = \frac{T_r}{C_d} \quad (5)$$

**Količina sredstava rada, po vrstama za tehnološki proces šivanja (kom):**

$$K_{u\check{s}s} = \frac{C_d * t_{u\check{s}s}}{T_r} \quad (6)$$

$$K_{s\check{s}s} = \frac{C_d * t_{s\check{s}s}}{T_r} \quad (7)$$

$$K_{\check{s}au} = \frac{C_d * t_{\check{s}au}}{T_r} \quad (8)$$

$$K_{\check{s}ag} = \frac{C_d * t_{\check{s}ag}}{T_r} \quad (9)$$

$$K_{\check{s}ro} = \frac{C_d * t_{\check{s}ro}}{T_r} \quad (10)$$

$$K_{srr} = \frac{C_d * t_{srr}}{T_r} \quad (11)$$

$$K_{smg} = \frac{C_d * t_{smg}}{T_r} \quad (12)$$

$$K_{pmg} = \frac{C_d * t_{pmg}}{T_r} \quad (13)$$

$$K_{umg} = \frac{C_d * t_{umg}}{T_r} \quad (14)$$

$$K_{upk} = \frac{C_d * t_{upk}}{T_r} \quad (15)$$

gdje je:

$K_{u\check{s}s}$  - količina univerzalnih šivaćih strojeva,

$K_{srr}$  - količina sredstva ručnog rada,

$K_{s\check{s}s}$  - količina specijalnih šivaćih strojeva,

$K_{pmg}$  - količina parnih strojeva za međufazno glačanje,

$K_{\check{s}au}$  - količina šivaćih automata,

$K_{\check{s}ag}$  - količina šivaćih agregata,

$K_{umg}$  - količina uređaja za međufazno glačanje,

$K_{upk}$  - količina uređaja za postavljanje kopči,

$K_{\check{s}ro}$  - količina šivaćih robota,

$K_{smg}$  - količina sredstava za međufazno glačanje.

Količina sredstava rada za tehnološki proces krojenja i dorade izračunava se također prema opisanom postupku.

**Stupanj opterećenja radnog mjesta (%):**

$$S_o = \frac{t_1}{G} * 100 \quad (16)$$

**Dnevni kapacitet po radniku u komadima:**

$$C_{dr} = \frac{C_d}{R} \quad (17)$$

**Dnevni kapacitet za operaciju rada u komadima:**

$$C_{dn} = \frac{R_1}{t_1} \quad (18)$$

**Stupanj proizvodnosti (%):**

$$S_p = \frac{t_1}{t_{ef}} * 100 \quad (19)$$

**Efektivno vrijeme izrade (s, min, h, dmh):**

$$t_{ef} = \frac{t_1}{S_p} * 100 \quad (20)$$

### **2.1.2.3. Izrada planova montaža**

Nakon izrade planova tehnoloških operacija može se pristupiti izradi planova montaže čija je temeljna svrhu da se načini približni prostorni raspored tehnoloških operacija po montažnim i pred montažnim linijama. Time se omogućuje istodobno racionalno kretanje izratka kroz proizvodni proces. Svaki plan montaže se sastoji od glavne montažne linije i više pomoćnih montažnih linija. [1, 3].

### **2.1.3. Operativna priprema**

Operativna priprema obuhvaća utvrđivanje i praćenje proizvodnih kapaciteta, planiranje i terminiranje proizvodnje, utvrđivanje podataka za plansku i završnu kalkulaciju, planiranje materijala za nabavu, ispostavljanje radnih naloga i koordinaciju i praćenje proizvodnje. Osnovna zadaća operativne pripreme je organiziranje i koordiniranje poslova unutar proizvodnog pogona. Kapacitet proizvodnje je mogućnost da se u određenom vremenskom razdoblju proizvede određena količina odjevnih proizvoda, a može biti planirani i realni kapacitet proizvodnje.



Planirani kapacitet se izračunava pomoću podataka koji su utvrđeni pri izračunu plana tehnološkog proces, dok realni kapacitet ovisi o instaliranim sredstvima rada, broju i uvježbanosti radnika te vrsti i modelu odjevnog predmeta [1].

Stručnjaci iz operativne pripreme pomoću informacijama iz tehnološke pripreme i studija rada (vremenski normativi) izračunavaju ciklus proizvodnje, Na temelju raspoloživog fonda radnog vremena i potrebnog vremena za jedinicu proizvoda mogu se dati objektivne mogućnosti izvršenja proizvodnje [4].

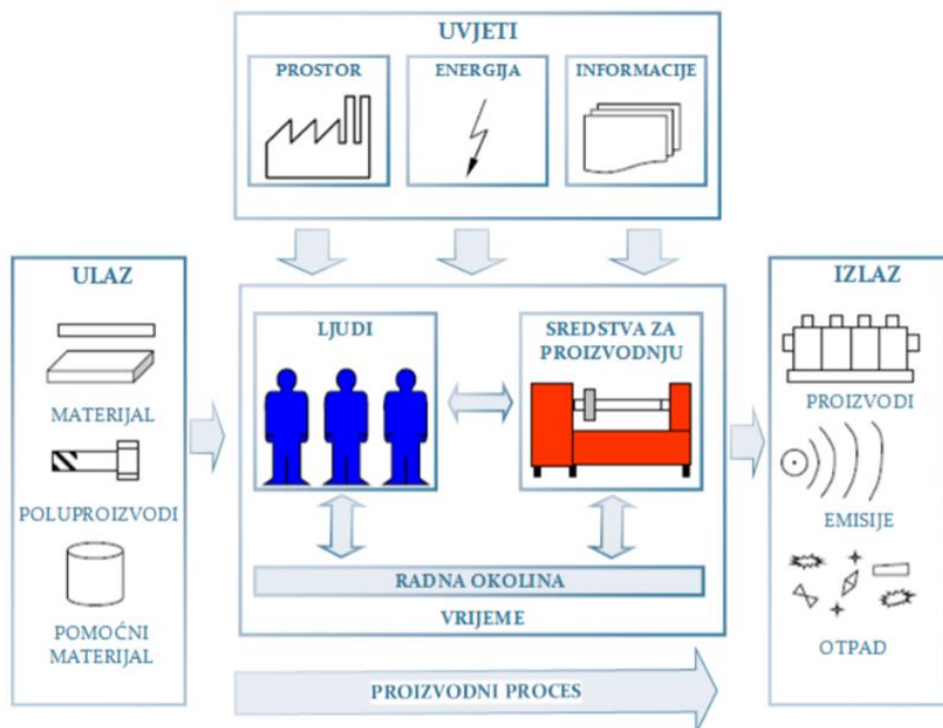
#### **2.1.4. Ispitivanja materijala**

Ispitivanje materijala najčešće se provodi u organiziranom laboratoriju u kojemu se utvrđuju tehnička i tehnološka obilježja materijala od kojih nastaje odjevni predmet gdje se ispituju fizikalna i kemijska svojstva materijal. Ta ispitivanja se odnose na određivanje parametara osnovnih i pomoćnih materijala i pribora, a to su: kvaliteta, čvrstoća, trajnost i postojanost na uvjete nošenja i održavanja [1].

### **2.2. Proizvodni sustavi**

Proizvodni sustav strukturiran je od više podsustava koji su aktivni tijekom funkcioniranja proizvodnog sustava kao cjeline. Sustav je skup elemenata (prirodnih, organskih, tehničkih, apstraktnih, misaonih i dr.) povezanih u funkcionalnu cjelinu te se razlikuju:

- obradni podsustav (izraci, oprema, alati),
- transportni sustav (transport, manipulacija, skladištenje),
- sustav prostora (proizvodni, pomoćni, skladišni, saobraćajni),
- energetska sustav (izvori, mreže),
- informacijski sustav (podloge, oprema, podrška),
- sustav radnog osoblja (proizvodni i pomoćni radnici, rukovodioci),
- sustav organizacije (makro i mikro organizacija, rukovođenje) [5].



**Slika 1.** Osnovni elementi proizvodnog procesa [5]

Na slici 1 prikazani su osnovni elementi proizvodnog sustava koji uključuju ulazne sirovine (materijal, poluproizvod i pomoćni materijal), uvjete pod kojima se odvije proizvodni proces (prostor, energente i ulazne informacije), proizvodni proces (radnu snagu i strojeve i sredstva za proizvodnju) te na kraju izlaz iz proizvodnog procesa (proizvode, otpad ili emisije).

### 2.2.1. Vrste sustava tehnološkog procesa

Nakon izrade plana tehnološkog procesa pristupa se analizi i odabiru racionalnog sustava tehnološkog procesa. U odjevnoj industriji se razlikuje pet osnovnih sustava tehnoloških procesa:

- lančani sustav tehnološkog procesa,
- fazni sustav tehnološkog procesa,
- kombinirani sustav tehnološkog procesa,
- fleksibilni sustav tehnološkog procesa i
- modularni sustav tehnološkog procesa [1, 4].

### Lančani sustav tehnološkog procesa

Lančani sustav tehnološkog procesa koncipiran je oko proizvodne linije u kojoj se tehnološke operacije izvode prema taktnom principu odnosno kronološkom redu, od prvog do zadnjeg radnog mjesta u proizvodnoj liniji. Sve tehnološke operacije izvode se istodobno, svaka na svome radnom mjestu, a proizvodnja se odvija bez prekida te u sustavu ne postoje međufazna skladišta. Lančani sustav je jedan od prvih sustava koji se počeo koristiti u industrijskoj proizvodnji te zbog toga ima niz nedostataka i vrlo rijetko se koristi u odjevnoj industriji [1].

Prednosti lančanog sustava su:

- duljina proizvodnog ciklusa je relativno mala,
- manja je nedovršena proizvodnja,
- angažirana su manja financijska sredstva,
- potreban je manji radni prostor.

Nedostatci lančanog sustava su:

- prilikom izostanka radnika s posla dolazi do zastoja u radu,
- individualna sposobnost radnika ne dolazi do izražaja,
- problemi zbog promjene modela [1, 4].

### Fazni sustav tehnološkog procesa

Ovakav sustav obilježavaju pojedine funkcionalne tehnološke grupe, nazvane fazama. Proizvodni proces podijeljen je na više faza koje se nadovezuju jedna na drugu te postoje tzv. predmontažne i montažne faze. Predmontažne faze mogu biti za izradu pojedinih cjelina (npr. za izradu prednjih i stražnjih dijelova, džepova, ovratnika, orukvica, rukava, podstave i sl.). Kod ove vrste sustava postoje međufazna skladišta koja omogućavaju proizvodnju unatoč nejednoliko opterećenim radnim mjestima. Pohranjeni izraci u međufaznim skladištima služe kao svojevrsni amortizer za ujednačavanje tijeka proizvodnje [1].

Prednosti faznog sustava tehnološkog procesa su:

- manja osjetljivost na izostanak radnika s posla,
- međufaznim skladištima otklanjaju se zastoji u proizvodnji,
- individualna sposobnost radnika dolazi do izražaja,
- lakše tehnološko uklapanje kod uvođenja novog modela.

Nedostaci faznog sustava tehnološkog procesa su:

- angažirana su veća sredstva za rad,
- trajanje ciklusa proizvodnje je relativno velika,
- veća je nedovršena proizvodnja,
- potreban je veći radni prostor.

### Kombinirani sustav tehnološkog procesa

Kombinirani sustav tehnološkog procesa sastoji se od lančanog i faznog sustava te u sebi sadrži sva povoljna obilježja oba sustava koji omogućavaju ujednačenost proizvodne linije zbog postojanja zaliha u međufaznim skladištima. Stoga ova vrsta sustava dominira u proizvodnim procesima odjevnih tehnologija. Ovaj sustav nije preosjetljiv na izostanke radnika s posla, budući da veliki dio tehnoloških operacija izvodi veći broj radnika te njihovo iskustvo i sposobnost dolazi do izražaja. Ovako organizirana proizvodna linija pokazuje fleksibilnost prilikom izmjene modela. Kako se ovaj sustav sastoji od faznog i lančanog sustava, u faznim dijelovima sustava obavljaju se predmontažni radovi, a u lančanim dijelovima sustava obavlja se montaža odjevnog predmeta i to u glavnoj montažnoj liniji [1, 4].

### Fleksibilni sustav tehnološkog procesa

Ovaj sustav pokazuje vrlo visoku prilagodljivost tehnološkog procesa na česte promjene modela odjevnih predmeta. Prilagodljivost fleksibilnih sustava tehnološkog procesa omogućuje primjena suvremenih sustava međufaznih transporta pomoću kojih se izvodi neposredno posluživanje radnih mjesta (programirani viseći transporti). Kod mehaniziranih načina međufaznog transporta transportne putanje zbog automatiziranog rada, ne moraju biti minimalne te radna mjesta ne trebaju uvijek slijediti logiku kronološkog odvijanja tehnoloških operacija. Iznimno dobri rezultati postižu se kod programiranih sustava međufaznog visećeg transportiranja i pri primjeni dvosmjernih transportnih vrpce [1].

Potreba za razvojem proizvodnih sustava u svim varijantama potekla je iz saznanja o mogućnostima povećanja tehnno-ekonomskih efekata obradnih procesa, u ovisnosti od karakteristika procesa obrade i broja izradaka. Fleksibilni proizvodni sustavi sadrže više

automatiziranih radnih ćelija koje su povezane preko automatiziranih sustava transporta te je moguća istodobna obrada predmeta različitih oblika [5].

### Modularni sustav tehnološkog procesa

Modularna koncepcija je razvijena početkom 90-ih godina prošlog stoljeća po teoriji prof. Iwao Kobayashi, kao jedan od pokušaja prilagodbe proizvodnje odjeće na QRS i JIT strategije. Moduli su organizirani na način da u njima radi 10-12 radnika i predstavljaju neovisnu tehnološku cjelinu. Moduli su samoorganizirajući i samoučeći, a svaki radnik u modulu treba biti osposobljen za izvođenje više različitih tehnoloških operacija, dok su za kvalitetu proizvoda jednako odgovorni svi radnici. Radnici u modulima mogu posluživati dva ili tri stroja. Prednosti ovakvog sustava su:

- smanjenje troškova i povećanje proizvodnosti rada,
- potrebno manje radne snage i prostora,
- bolja kvaliteta i manje pogrešaka,
- pogreške se rješavaju odmah na mjestu nastanka,
- samokontrola,
- potrebna su manja obrtna sredstva i sl.

Ovako organizirani proizvodni proces podupiru računala te se povećava humanizacija rada odnosno HIM koncepcija (eng. Human Integrated Manufacturing). Jedna od bitnih razlika modularne koncepcije od drugih je da u modulima rade radnici s visokim stupnjem svestranosti vještina odnosno osposobljenosti i uvježbanosti za rad na više različitih strojeva kao npr. na univerzalnom i specijalnom šivaćem stroju te stroju za međufazno glačanje. Unutar modula najčešće je instaliran sustav visećeg međufaznog transporta koji povezuje sva radna mjesta u modulu. Modularna koncepcija traži drugačiju organizaciju tehnološkog procesa proizvodnje (tok materijala, razmještaj strojeva i opreme, obučenosť radnika za obavljanje više tehnoloških operacija tzv. svestranost vještina te sustav nagrađivanja). Najvažnije odlike modularne koncepcije su izrazito visoka prilagodljivost proizvodnim promjenama, visok učinak i kvaliteta rada, te posebno visoka humanizacija rada i zadovoljstvo radnika pri radu. Moduli nemaju neposredne rukovoditelje, nego su svi radnici zaduženi za organizaciju, pri čemu treba biti izrazito visoka razina timskog rada i suradnje [6-9]

## 2.3. Organizacija proizvodnje

Proizvodnja je proces u kojem dolazi do svjesnog i svrhovitog spajanja elementarnih komponenata predmeta rada, sredstava za rad i ljudskoga rada kojima se, uz komponente procesa proizvodnje poput ideja, izvora energije i informacija, stvara nova upotrebna vrijednost. Tim elementima je potrebno dodati i komponente prostora i vremena. Stoga, svaki rad zahtjeva određeno umno i fizičko naprezanje, a proizvodnja je stalni čovjekov pratitelj od samih početaka razvoja [9, 10].

Organizacija proizvodnje je organizacija čimbenika proizvodnje odnosno to je aktivnost prije neposredne proizvodnje i nakon same proizvodnje. Proizvodnja se može organizirati na više načina, jer se isti proizvod može proizvoditi na više načina. Organizacija proizvodnje u najširem smislu obuhvaća sve radnje o kojima ovise rezultati proizvodnje, a to su:

- postavljanje proizvodnog poduzeća,
- organizacija poduzeća, odnosno realizacija njegovog odabranog organizacijskog oblika,
- priprema proizvodnje (održavanje sredstava, priprema alata, operativna priprema i sl.)
- organizacija ljudskih odnosa u poduzeću,
- organizacija proizvodnje u užem smislu [11].

Organizacija proizvodnje u užem smislu je aktivnost organiziranja tehnološkog procesa od početka do završetka posljednje tehnološke operacije, a odnosi se na: organizaciju radnih mjesta, organizaciju rada radnika i strojeva te kontrole [11].

### 2.3.1. Organizacija proizvodne linije

U suvremenim procesima proizvodnje odjeće velika pozornost se poklanja organizaciji rada s ciljem smanjenja vremena izvođenja tehnoloških operacija, povećanja stupnja korištenja strojeva i opreme, bržeg protoka materijala i izradaka u proizvodnji, održavanja potrebne kvalitete te smanjenja opterećenja i zamora. Za uspješnu organizaciju takvog rada potrebno je pravilno oblikovati radnja mjesta uz iznalaženje optimalnih metoda rada za svaku tehnološku operaciju, čime se smanjuje psihofizičko opterećenje radnika, a s proizvodnog stajališta dolazi i do povećanja proizvodnosti. Organizacija rada u tehnološkom procesu ovisi o izboru sustava tehnološkog procesa, ugradnji radnih mjesta i međufaznog transporta, gdje ugodno oblikovani radni prostor,

značenje osobnog rada, korektni međuljudski odnosi i nagrađivanje po radu imaju utjecaj na psihofizičke sposobnosti. U organizaciji tehnološkog procesa proizvodnje odjeće nadzor nad održavanjem uređenosti radnih mjesta i prostora ima značajan utjecaj. Nužno je da tehničko osoblje proizvodnih pogona nadzire održavanje uređenosti proizvodnih linija te ispravno odlaganje uređaja i alata koji su potrebni za izradu određenog odjevnog predmeta (suknja, hlače, sako, haljina, bluza). Potrebno je jasno i vidljivo odrediti mjesta za odlaganje pomoćnih materijala, naprava i pomagala te označiti transportne sustave [10-13].

Projektiranje proizvodnih linija temelji se na podacima iz plana tehnoloških procesa. Za navedenu vrstu projektiranja potrebno je stručno znanje i iskustvo s područja tehnike odabira optimalnih vrsta proizvodnih linija, obilježja različitih sustava tehnoloških procesa i sustava ugradnje radnih mjesta, znanje o značajkama opreme i zakonitostima njihovog razmještaja, značajkama i uvjetima uspostave sustava međufaznog transporta, projektiranja i uporabe instalacija elektromotornog pogona, komprimiranog zraka, tehnološke pare i kondenzata. Na temelju svega navedenog izrađuje se tlocrtni prikaz razmještaja strojeva, opreme i razvoda pogonskih instalacija. [1, 11].

### **2.3.2. Organizacijski ciljevi**

Proizvodni proces je skup aktivnosti koje se obavljaju jedna za drugom uzastopno kako bi se dobio proizvod zadovoljavajuće kvalitete. Ciljevi proizvodnog procesa su:

- kraće vrijeme izrade – brže,
- niži troškovi – bolje,
- veća kvaliteta – kvalitetnije ,
- veća proizvodnost.

Kako bi se proces proizvodnje odjevnih predmeta odvijao bez zastoja, potrebno je ispuniti sljedeće uvjete:

1. provjeriti ispravnost tehničke dokumentacije,
2. obaviti kvalitativnu i kvantitativnu provjeru osnovnog i pomoćnog materijala,
3. pripremiti potrebne strojeve i uređaje za izradu proizvoda,
4. iskrojiti i izraditi probne komade,
5. obaviti sastanak proizvodnog tima prije početka proizvodnog procesa,

6. uskladiti termin za početak proizvodnje,
7. oblikovati tim radnika za izradu odjevnog predmeta prema svestranosti vještina,
8. kontrolirati kvalitetu u svim segmentima proizvodnog procesa,
9. izboriti najkraći ciklus proizvodnje [11].



**Slika 2.** Organizacijski ciljevi [13]

Cilj organiziranja je postizanje organizacijske učinkovitosti koja predstavlja mjeru usklađenosti svih ključnih aktivnosti u poduzeću usmjerenih na postizanje ciljeva. Činitelji organizacije su promjenjivi i interaktivni, što znači da promjena jednog činitelja utječe na drugi. Među najvažnijim činiteljima jesu ciljevi i strategija, tehnologija i zadatci, veličina poduzeća, kadrovi, životni ciklus poduzeća, proizvod (usluga) i lokacija [11, 13].

### 2.3.3. Organizacija radnog mjesta

Radno mjesto je osnovna proizvodna jedinica, a njegovi elementi jesu radnik, prostor za rad, oprema, sredstva za proizvodnju i predmeti rada. Radno mjesto mora biti opremljeno u skladu sa zadatkom tj. poslom i čovjekom koji će obavljati rad unutar radnog mjesta [11].

Svako radno mjesto obuhvaća dio radnog prostora, odgovarajuća sredstva za rad i sustav transporta. Raspored radnih mjesta ovisi o vrsti tehnoloških operacija u tehnološkom procesu i to po tehnološkom procesu krojenja, šivanja i dorade. Pod sustavom ugradnje radnih mjesta podrazumijeva se ugradnja šivaćih strojeva i uređaja, ugradnja međufaznog transporta i ugradnja drugih uređaja i naprava po radnim mjestima te pri pripremi radnog prostora potrebno je uzeti granice radnika. Sustavi ugradnje radnih mjesta ovisi o:



- vrsti odjevnog predmeta,
- vrsti strojeva i uređaja,
- vrsti proizvodnih linija,
- razmještaju opreme,
- sustavu tehnološkog procesa
- sustavu međufaznog transporta i
- raznim drugim uređajima i napravama [9-11].

Tehnološki procesi proizvodnje s obzirom na moguće radno stanje ponašaju se kao dvoslojni skup mogućih aktivnosti na radnom mjestu u sustavu čovjek-stroj:

1. aktivno radno stanje - izvode se tehnološke operacije, stroj je u radnom pogonu te je aktivan je transport materijala,
2. neaktivno radno stanje - uzrokuje gubitke vremena (službeni razgovori, davanje podataka, održavanje radnog mjesta, održavanje alata, održavanje uvjeta radne okoline, uklanjanje nepotrebnog materijala, uzimanje pribora, zastoj, kvar stroja, čekanje na kontrolu ili na transportno sredstvo, nestašica alata i naprava te tehničke dokumentacije) [11].

Načela projektiranja radnog mjesta obuhvaćaju:

- rad na radnom mjestu treba što više mehanizirati,
- rad na radnom mjestu treba se odvijati po unaprijed utvrđenom racionalnom redosljedu,
- rad na radnom mjestu treba organizirati tako da se na njemu obavlja samo onaj rad koji je propisan i koji je po mogućnosti oslobođen svih sporednih ili nepotrebnih poslova,
- radno mjesto ne smije biti izolirano,
- radno mjesto nije statična već dinamična kategorija te je stalno usavršavanje radnog mjesta zadatak koji se nikad ne završava [11].

Dobra organizacija radnog mjesta je ključna tema upravljanja vremenom i preduvjet za dobru učinkovitost. Dobro organizirano radno mjesto sprječava gubitak vremena u pronalaženju stvari potrebnih za rad, pogrešnu komunikaciju te nesporazume oko upravljanja (postupanja) s tehničkom dokumentacijom. Čovjek je sposoban za prilagođavanje radnim uvjetima i radna sposobnost ne sprječava razvoj i usavršavanje mehanizacije u proizvodnji. Međutim, čovjekove mogućnosti prilagođavanja su ograničene te je zbog toga trebalo tražiti načine i mogućnosti da se

stvore što povoljniji uvjeti rada kako bi radna sposobnost čovjeka bila što potpunija, a rezultati optimalni. To je u industrijski razvijenim zemljama dovelo do razvijanja i unapređivanja znanosti o radu [10, 11].

## 2.4. Tehnološki proces krojenja

Krojenje odjeće je prva skupina postupaka preradbe poluproizvoda iz kojih će se proizvoditi odjevni predmet, a izvodi se u dijelu tvornice koji se zove krojnica. U krojnici se iskrojavaju i pripremaju svi dijelovi od kojih će se, u narednim tehnološkim procesima šivanja i dorade, izraditi odjevni predmeti. Iskrojavaju se osnovni materijali koji mogu biti tkanine, pletiva, netkani tekstil, koža ili krzno i pomoćni materijala koji podrazumijevaju podstavu, međupodstave, neljepljive međupostave, tkanine za džepne vrećice i sl.. Prije samog iskrojavanja je potrebno pripremiti tehničku dokumentaciju, krojne slike, provjeriti osnovni i pomoćni materijal te provjeriti ispravnost uređaja i strojeva. Nakon iskrojavanja krojnih dijelova slijedi obilježavanje krojnih dijelova, sastavljanje svežnjeva, frontalno fiksiranje i priprema za transport u šivaonicu. Polaganje krojnih slojeva u krojne naslage ovisi o uzorku na materijalu s obzirom na usmjerenost vlaska na površini [1, 4]. Na slici 3 prikazan je agregat za iskrojavanje krojnih slojeva u krojne naslage tvrtke Lectra, Bordeaux – Cestas, France, PROSPINFASHION 72.



**Slika 3.** Agregat za iskrojavanje Lectra, Bordeaux – Cestas, France, PROSPINFASHION 72

[14]

Tehnološki proces krojenja primjeren industrijskom načinu proizvodnje odjeće, podijeljeno je na sljedeće skupine poslova i tehnoloških postupaka:

- priprema tehničke dokumentacije krojnih slika, materijala, strojeva i tehnoloških uvjeta za krojenje,
- polaganje krojnih slojeva u krojne naslage,
- postavljanje krojnih slika na krojne naslage,
- iskrojavanje krojnih naslaga i označavanje sastavnih točaka,
- frontalno fiksiranje,
- obilježavanje dijelova odjeće,
- sastavljanje svežnjeva i priprema za transport u šivaonicu [1].

## **2.5. Tehnološki proces šivanja**

Tehnološki proces šivanja odjeće slijedi poslije tehnološkog procesa krojenja odjeća, gdje se iskrojani dijelovi odjevnog predmeta spajaju različitim tehnikama (šivanjem koncima ili toplinskim, visokofrekventnim i ultrazvučnim djelovanjem) pri čemu postupno nastaje odjevni predmet. U današnje vrijeme je dominantna tehnika spajanja odjevnih predmeta uz pomoć šivaćih strojeva i uporabom šivaćeg konca. Tehnološki procesi industrijske proizvodnje odjeće započeli su početkom 19. stoljeća kada su realizirani prvi uporabljivi šivaći strojevi i kada su formirane prve tvornice odjeće, iako inventivni rad na tom području započinje polovicom 18. stoljeća. U tehnološkom procesu šivanja su zastupljeni univerzalni šivaći strojevi, specijalni šivaći strojevi (za obamitanje, za ušivanje rukava i sl.), šivaći automati (izrada zavora, rupica, džepova i ušitaka), šivaći agregati, NC vođeni šivaći strojevi, šivaći roboti i inteligentni šivaći automati. Na univerzalnim šivaćim strojevima izvodi se najveći broj tehnoloških operacija na većini odjevnih predmeta [1].



**Slika 4.** Specijalni šivaći stroj marke Siruba [15]



**Slika 5.** Šivaći automat za porublјivanje hlača [16]

U hrvatskoj odjevnoj industriji dominiraju šivaći strojevi s ručnim vođenjem (univerzalni i specijalni šivaći strojevi), uz porast broja šivaćih automata, agregata i NC vođenih šivaćih strojeva s automatskim vođenjem izratka. Primjena šivaćih robota još nije prihvaćena zbog nesavršenosti robotskih efekatora za manipulaciju savitljivim tekstilnim materijalima i nedostatne umjetne inteligencije. Nedostatak šivani šavova je zrako i vodopropusnost spoja zbog rupica nastalih prodorom igle. Stoga se u mnogim hrvatskim tvornicama odjeće koristi tehnika lijepljenja unutarnjih linija šavova adhezivnim vrpčama pri proizvodnji radne i zaštitne odjeće te tehničkih izradaka izloženih atmosferilijama (šatori, tende, cerade) [1, 2, 4].

## 2.6. Tehnološki proces dorade odjeće

Tehnološki proces dorade odjeće pripada u završnu tehnološku fazu proizvodnje odjevnih predmeta, gdje odjevni predmet dobiva završni izgled i svojstva. Tehnološki proces dorade je opremljen kvalitetnim strojevima, uređajima i opremom kako bi se ispravile manje pogreške nastale tijekom krojenja i šivanja odjeće te kako bi se postigla visoka kvaliteta završne obrade, obzirom na to da se po izvedbi tehnoloških operacija dorade odjevni predmet transportira u skladište gotovih proizvoda. Tehnološki proces dorade odjeće obuhvaća::

- pripremu odjevnih predmeta za tehnološki proces dorade,
- priprema strojeva,
- završno glačanje odjeće,
- našivanje gumbi,
- sastavljanje višedjelnih odjevnih predmeta,
- razvrstavanje odjeće,

- završnu kontrolu izrade,
- opremanje odjeće i
- otprema izrađenih odjevnih predmeta u skladište gotove robe [1, 4].

Svaki odjevni predmet nakon šivaonice doprema se u međufazno skladište gdje se gornji odjevni predmeti stavljaju na ovjesne naprave. Završnim glačanjem se dobiva konačan i trajan izgled odjavnog predmeta te dolaze do izražaja sva dobra obilježja materijala od kojih je izrađen odjevni predmet. U tehnološkom procesu dorade uz električna, parna i elektro-parana glačala koriste se i ručna glačala posebnih namjena koja karakterizira raspored mlaznica za paru smješten uzduž simetrale donje površine i omogućava učinkovito razglačavanje rubova šavova na odjeći. Strojevi za glačanje propuhivanjem tehnološke pare su vrlo učinkoviti strojevi za glačanje, nemaju pritishnih kalupa, zauzimaju malo prostora u doradi i jednostavni su za rukovanje. Na odjevnim predmetima ne može ostati otisak kalupa niti se može pojaviti sjaj upravo zbog principa napuhavanja i propuhivanja vrućim zrakom i vodenom parom. Nakon završnog glačanja slijedi razvrstavanje odjeće po bojama, desenima, odjevnim veličinama, terminima isporuke. Iza završnog glačanja slijedi završna kontrola izrade gdje kontrolori izvode završnu kontrolu. Ukoliko se pronađe odjevni predmet s greškom iz tehnološkog procesa šivanja, kontrolor ga označava odgovarajućom karticom i ponovno vraća u proces gdje je pogreška nastala. Oštećeni odjevni predmeti se klasificiraju u nižu klasu sa smanjenom cijenom. Prije isporuke na tržište odjevne predmete potrebno je pripremiti u skladu sa zahtjevima tržišta, što obuhvaća važeće propise označavanja sirovinskog sastava odjevnih predmeta, propise održavanja i kemijskog čišćenja odjavnog predmeta [1, 16].



**Slika 6.** Stroj za tunelno glačanje [17]

Otprema izrađenih i opremljenih odjevnih predmeta u skladište je završni postupak u kojem odjevni predmeti napuštaju proizvodne prostore i odlaze u skladišni proces. To se obavlja na način da se odjevni predmet stavlja na transportni sustav skladišta ili se, ako je sustav međufaznog transporta dorade kompatibilan sa skladišnim transportnim sustavom, prosljedi transport odjevnih predmeta s jednog sustava na drugi. Prolaskom iz proizvodnog prostora u skladišni prostor obavlja se i evidencija potrebna za obračun učinka, odnosno pomoću tehničke dokumentacije bilježi se broj i vrsta odjevnog predmeta s pripadajućim obilježjima potrebnim za ručno ili računalno praćenje proizvodnje [1].

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

U eksperimentalnom dijelu rada je dan opis ženske sportske majice s kapuljačom i planovi tehnoloških operacija za tehnološki proces krojenja, šivanja i dorade. Kao konačni rezultat rada izrađena je ženska sportska majica s kapuljačom u proizvodnom pogonu Mare adriaticum yachting d.o.o. u Zagrebu.

#### 3.1. Opisi modela ženske sportske majice s kapuljačom

Ženska sportska majica s kapuljačom je crna s dugim rukavima i zatvaračem. Kapuljača je dvoslojna i sastoji se od dva dijela koji su spojeni šavom po sredini. Na prednjem bočnom dijelu (lijeva i desna strana) nalaze se džepovi koji su otvoreni s lijeve i desne strane. Na rukavima, kao i na donjem dijelu sportske majice našiven je rebrasti, elastični dio tzv. *redner*.



**Slika 7.** Ženska sportska majica s kapuljačom

Od pomoćnog materijala korištena je vrpca koja je uvučena između dva sloja kapuljače, ukrasna traka na kojoj se nalazi etiketa s oznakom proizvođača (s unutarnje strane vratnog izreza) i zatvarač koji je našiven na prednji dio sredine ženske sportske majice s kapuljačom.

### 3.2. Izrada planova tehnoloških operacija

Izrađeni su planovi tehnoloških operacija za tehnološke procese krojenja, šivanje i dorade ženske sportske majice s kapuljačom. U tablici 3. prikazan je plan tehnoloških operacija krojenja ženske sportske majice s kapuljačom.

**Tablica 3.** Plan tehnoloških operacija krojenja ženske sportske majice s kapuljačom

| Oznaka tehnološke operacije | Naziv tehnološke operacije                           | Oznaka sredstva rada | Kategorija rada | Vrijeme izrade tehnološke operacije (s) |
|-----------------------------|--|----------------------|-----------------|---|
| 1.                          | Polaganje osnovne tkanine                            | srr                  | III             | 20,3                                    |
| 2.                          | Prijenos krojne slike na osnovnu tkaninu             | srr                  | III             | 9,2                                     |
| 3.                          | Isertavanje krojnih dijelova na osnovnoj tkanini     | srr                  | III             | 39,4                                    |
| 4                           | Iskrojavanje osnovne tkanine strojem s udarnim nožem | sun                  | IV              | 58,3                                    |
| 5.                          | Bilježenje iskrojanih dijelova                       | srr                  | III             | 18,5                                    |
| 6.                          | Sastavljanje svežnjeva                               | srr                  | III             | 14,5                                    |

Legenda:

- srr – sredstvo ručnog rada
- sun – stroj s udarnim nožem

U tablici 4. prikazan je plan tehnoloških operacija za tehnološki proces šivanja ženske sportske majice s kapuljačom.

**Tablica 4.** Plan tehnoloških operacija za tehnološki proces šivanja ženske sportske majice

| Oznaka tehnološke operacije | Naziv tehnološke operacije                         | Oznaka sredstva rada | Kategorija rada | Vrijeme izrade tehnološke operacije (s) |
|-----------------------------|--|----------------------|-----------------|---|
| 1.                          | Šivanje lijevog i desnog vanjskog dijela kapuljače | sšs                  | I               | 12,6                                    |



|     |  |     |     |       |
|-----|--|-----|-----|-------|
| 2.  | Šivanje lijevog i desnog unutarnjeg dijela kapuljače                                   | sšs | I   | 11,8  |
| 3.  | Prošivanje vanjskog dijela kapuljače   | usš | I   | 21,2  |
| 4.  | Bušenje rupica za umetanje vrpce za reguliranje širine na vanjskom dijelu kapuljače    | srr | III | 5,0   |
| 5.  | Umetanje metalnih ringlica na rupice   | srr | III | 10,5  |
| 6.  | Šivanje – spajanje unutarnjeg i vanjskog dijela kapuljače                              | sšs | I   | 22,4  |
| 7.  | Prošivanje kapuljače 2,5 cm od ruba (utor za umetanje vrpce)                           | sšs | I   | 19,1  |
| 8.  | Obamitanje džepa (lijevi i desni)  | sšs | I   | 16,9  |
| 9.  | Podavijanje i prošivanje džepa na lijevom prednjem dijelu                              | ssš | I   | 12,5  |
| 10. | Podavijanje i proširivanje džepa na desnom prednjem dijelu                             | sšs | I   | 12,5  |
| 11. | Pozicioniranje i označavanje za našivanje džepa (lijevi i desni)                       | srr | III | 11,0  |
| 12. | Našivanje džepova na prednji dio ženske sportske majice s kapuljačom (lijevi i desni)  | usš | I   | 32,5  |
| 13. | Našivanje etikete modne marke na unutarnji stražnji dio sportske majice                | ušs | I   | 30,8  |
| 14. | Šivanje – spajanje prednjeg i stražnjeg dijela ramenih šavova (lijeva i desna strana)  | sšs | I   | 29,4  |
| 15. | Ušivanje kapuljače na vratni izrez sportske majice                                     | sšs | I   | 49,8  |
| 16. | Ušivanje rukava u orukavlje sportske majice  | sšs | I   | 72,8  |
| 17. | Šivanje bočnih šavova sportske majice (s umetanjem etikete održavanja) i šavova rukava | sšs | I   | 135,8 |
| 18. | Obamitanje – spajanje rendera rukava   | sšs | I   | 18,2  |
| 19. | Našivanje rednera na duljinu rukava  | sšs | I   | 61,5  |
| 20. | Obamitanje – spajanje rendera na duljinu ženske sportske majice s kapuljačom           | sšs | I   | 25,7  |
| 21. | Našivanje rendera na duljinu sportske majice   | sšs | I   | 76,0  |
| 22. | Našivanje zatvarača na prednji dio ženske sportske majice s kapuljačom                 | sšs | I   | 118,5 |
| 23. | Našivanje ukrasne vrpce pojačanja na stražnjem unutarnjem dijelu vratnog izreza        | sšs | I   | 40,8  |
| 24. | Provlačenje vrpce za reguliranje širine kapuljače                                      | srr | III | 26,0  |

Legenda:

- srr – sredstvo ručnog rada
- ušs - univerzalni šivaći stroj
- sšs – specijalni šivaći stroj

U tablici 5. prikazan je plan tehnoloških operacija za tehnološki proces dorade za žensku sportsku majicu s kapuljačom

**Tablica 5.** Plan tehnoloških operacija dorade ženske sportske majice s kapuljačom

| Oznaka tehnološke operacije | Naziv tehnološke operacije                            | Oznaka sredstva Rada | Kategorija rada | Vrijeme izrade tehnološke operacije (s) |
|-----------------------------|---|----------------------|-----------------|---|
| 1.                          | Čišćenje konca i zaostalih samoljepljivih etiketa     | srr                  | III             | 48,0                                    |
| 2.                          | Glačanje sportske majice s kapuljačom                 | szg                  | II              | 76,5                                    |
| 3.                          | Završna kontrola ženske sportske majice s kapuljačom  | srr                  | III             | 32,4                                    |
| 4.                          | Etiketiranje i pakiranje sportske majice s kapuljačom | srr                  | III             | 24,5                                    |


## 4. REZULTATI I RASPRAVA

U rezultatima je dan slikovni prikaz karakterističnih tehnoloških operacija za tehnološke procese krojenja, šivanja i dorade ženske sportske majice s kapuljačom. Nakon toga dan je izračun podataka za izradu plana tehnološkog procesa krojenja, šivanja i dorade na temelju zadanog dnevnog kapaciteta te prijedlog organizacije proizvodne linije.

### 4.1. Slikovni prikazi karakterističnih tehnoloških operacija krojenja ženske sportske majice s kapuljačom

U tablici 6. prikazane su karakteristične tehnološke operacije s odgovarajućim slikovnim prikazima za tehnološki proces krojenja sportske majice s kapuljačom.

**Tablica 6.** Slikovni prikazi izvođenja karakterističnih tehnoloških operacija krojenja

| Naziv tehnološke operacije   | Slikovni prikaz  |
|--|--|
| Polaganje osnovne tkanine i prijenos krojne slike na osnovnu tkaninu |  |

Iscrtavanje krojnih dijelova na osnovnoj tkanini



#### 4.2. Slikovni prikazi karakterističnih tehnoloških operacija šivanja ženske sportske majice s kapuljačom

U tablici 7. prikazane su karakteristične tehnološke operacije s odgovarajućim slikovnim prikazima za tehnološki proces šivanja sportske majice s kapuljačom.

**Tablica 7.** Slikovni prikaz izvođenja karakterističnih tehnoloških operacija šivanja

| Naziv tehnološke operacije                         | Slikovni prikaz  |
|--|--|
| Šivanje lijevog i desnog vanjskog dijela kapuljače |  |

Našivanje džepa na prednji dio ženske sportske majice s kapuljačom



Podavijanje i prošivanje lijeve i desne strane džepa



Našivanje etikete modne marke na unutrašnji stražnji dio sportske majice



|   |  |
|---|--|
| <p>Šivanje bočnih šavova sportske majice s umetanjem etikete održavanja i šavova rukava</p> |    |
| <p>Našivanje rendera na duljinu rukava</p>  |   |
| <p>Podavijanje i prošivanje lijeve i desne strane džepa</p>                                 |  |

Našivanje zatvarača na prednji dio ženske sportske majice s kapuljačom



### 4.3. Slikovni prikazi karakterističnih tehnoloških operacija za tehnološki proces dorade ženske sportske majice s kapuljačom

U tablici 8. prikazane su karakteristične tehnološke operacije s odgovarajućim slikovnim prikazima za tehnološki proces dorade sportske majice s kapuljačom.

**Tablica 8.** Slikovni prikaz izvođenja karakterističnih tehnoloških operacija u tehnološkom procesu dorade

| Naziv tehnološke operacije                        | Slikovni prikaz   |
|---|---|
| Čišćenje konca i zaostalih samoljepljivih etiketa |  A close-up photograph showing a person's hands cleaning the end of a dark grey fabric piece, likely a hoodie, near a sewing machine. The person is using a small tool to clean the fabric. |

Etiketiranje i pakiranje ženske sportske majice s kapuljačom



#### 4.4. Izračun podataka potrebnih za izradu plana tehnoloških procesa za dnevni kapacitet od komada sportskih majica s kapuljačom

##### Zadani podaci

Dnevni kapacitet proizvodne jedinice  $C_d = 200 \text{ kom}$

Dnevno radno vrijeme:  $T_r = 7,5h = 450 \text{ min} = 27000 \text{ s}$

##### Izračun podataka po tehnološkim procesima za zadane podatke

U tablici 9. prikazana je rekapitulacija vremena izrade ženske sportske majice s kapuljačom za tehnološki proces krojenja

**Tablica 9.** Rekapitulacija vremena za tehnološki proces krojenja

| Naziv sredstva rada              | Oznaka sredstva rada | Vrijem izrade (s) |
|----------------------------------|----------------------|-------------------|
| Sredstvo ručnog rada             | srr                  | 101,9             |
| Stroj s udarnim nožem            | sun                  | 58,3              |
| Ukupno vrijeme izrade u krojnici |                      | 160,2             |

Potreban broj radnika  $R = \frac{C_d \times t_{kr}}{T_r} = \frac{200 \times 160,2}{27000} = 1,2 \approx 1 \text{ rad}$



$$\text{Takt grupe } G = \frac{t_{kr}}{R} = \frac{160,2}{1,2} = 133,5 \text{ s}$$

$$\text{Dnevni kapacitet po radniku } C_{dr} = \frac{C_d}{R} \frac{200}{1,2} = 166,67 \text{ kom}$$

$$\text{Količina sredstva rada } K_{srr} = \frac{C_d \times t_{srr}}{T_r} = \frac{200 \times 101,9}{27000} = 0,75 \approx 1 \text{ kom}$$

$$K_{sun} = \frac{C_d \times t_{sun}}{T_r} = \frac{200 \times 58,3}{27000} = 0,43 \approx 1 \text{ kom}$$

U tablici 10. Prikazana je rekapitulacija vremena za tehnološki proces šivanja ženske sportske majice s kapuljačom.

**Tablica 10.** Rekapitulacija vremena za tehnološki proces šivanja

| Naziv sredstva rada               | Oznaka sredstva rada | Vrijeme izrade (s) |
|-----------------------------------|----------------------|--------------------|
| Specijalni šivaći stroj           | sšs                  | 736,3              |
| Univerzalni šivaći stroj          | ušs                  | 84,5               |
| Sredstvo ručnog rada              | srr                  | 52,5               |
| Ukupno vrijeme izrade u šivaonice |                      | 873,3              |

$$\text{Potreban broj radnika } R = \frac{C_d \times t_{šiv}}{T_r} = \frac{200 \times 873,3}{27000} = 6,46 \approx 6,5 \approx 7 \text{ rad}$$

$$\text{Takt grupe } G = \frac{t_{šiv}}{R} = \frac{873,3}{6,46} = 135,19 \text{ s}$$

$$\text{Dnevni kapacitet po radniku } C_{dr} = \frac{C_d}{R} = \frac{200}{6,46} = 30,95 \approx 31 \text{ kom}$$

$$\text{Količina sredstva rada } K_{sšs} = \frac{C_d \times t_{sšs}}{T_r} = \frac{200 \times 736,3}{27000} = 5,45 \approx 5 \text{ kom}$$

$$K_{ušs} = \frac{C_d \times t_{ušs}}{T_r} = \frac{200 \times 84,5}{27000} = 0,62 \approx 1 \text{ kom}$$

U tablici 11. prikazana je rekapitulacija vremena izrade ženske sportske majice s kapuljačom

**Tablica 11.** Rekapitulacija vremena za tehnološki proces dorade

| Naziv sredstva rada                     | Oznaka sredstva rada | Vrijeme izrade (s) |
|---|----------------------|--------------------|
| Sredstvo ručnog rada                    | srr                  | 104,9              |
| Stroj za završno glačanje               | szg                  | 76,5               |
| Ukupno vrijeme izrade u doradi $t_{do}$ |                      | 181,4              |

$$\text{Potreban broj radnika } R = \frac{C_d \times t_{do}}{T_r} = \frac{200 \times 181,4}{27000} = 1,34 \approx 1 \text{ rad}$$

$$\text{Takt grupe } G = \frac{t_{do}}{R} = \frac{181,4}{1,34} = 135,37 \text{ s}$$

$$\text{Dnevni kapacitet po radniku } C = \frac{C_d}{R} = \frac{200}{1,34} = 149,25 \text{ kom}$$

$$\text{Količina sredstva rada } K_{srr} = \frac{C_d \times t_{srr}}{T_r} = \frac{200 \times 104,9}{27000 \text{ s}} = 0,78 \approx 1 \text{ kom}$$

$$K_{szg} = \frac{C_d \times t_{szg}}{T_r} = \frac{200 \times 76,5}{27000} = 0,56 \text{ kom}$$

Na temelju rekapitulacije vremena izrade po sredstvima rada za tehnološki proces krojenja, šivanja i dorade izračunava se vrijeme za jedinicu proizvoda tj. vrijeme za izradu ženske haljine prema formuli:

$$t_1 = t_{kr} + t_{šiv} + t_{do} = 160,2 + 873,3 + 181,4 = 1214,9 \text{ s}$$

Ukupni izračun za cjeloviti tehnološki proces izrade ženske sportske majice s kapuljačom

Dnevni kapacitet proizvodne jedinice  $C_d = 200 \text{ kom}$

Dnevno radno vrijeme  $T_r = 7,5 \text{ h} = 450 \text{ min} = 27000 \text{ s}$

Vrijeme za jedinicu proizvoda  $t_1 = 1214,9 \text{ s}$

$$\text{Potreban broj radnik } R = \frac{C_d \times t_1}{T_r} = \frac{200 \times 1214,9}{27000} = 8,99 \approx 9 \text{ rad}$$

$$\text{Takt grupe } G = \frac{t_1}{R} = \frac{1214,9}{8,99} = 135,14 \text{ s}$$

$$\text{Dnevni kapacitet po radniku } C_{dr} = \frac{C_d}{R} = \frac{200}{9} = 22,22 \approx 22 \text{ kom/rad}$$

Kao rezultat cjelovitog tehnološkog procesa izrađena je ženska sportska majica s kapuljačom.

## 4.5. Prijedlog organizacije proizvodne linije

Dan je prijedlog organizacije proizvodne linije prema izračun za dnevni kapacitet od 200 komada dnevno:

- u krojnici bi bio potreban jedan radnik, s time da treba ispomoć drugog radnika od 20%, takt grupe iznosi 135,57 s,

- u šivaonici bi bilo potrebno šest radnika, s time da treba ispomoć još jednog radnika od 40 % radnika, takt grupe je 135,19 s,
- u doradi bi bio potreban 1 radnika, s time da treba ispomoć drugog radnika od 35%, takt grupe koji iznosi 135.37 s.

Za cjeloviti proces izrade ženske sportske majice s kapuljačom za dnevni kapacitet od 200 kom dobiveni su slijedeći podaci: vrijeme za jedinicu proizvoda ( $t_1$ ) 1214,9 s, potreban broj radnika (R) je devet, takt grupe (G) iznosi 135,14 s te dnevni kapacitet po radniku ( $C_{dr}$ ) iznosi 22 kom. Obzirom na dobiveni broj radnika i kompleksnost izrade odjevnog predmeta najprihvatljivija bi bila izrada u modulima odnosno proizvodna linija bi trebala biti organizirana na način da se rad izvodi pomoću modularnog sustava tehnološkog procesa.

## 5. ZAKLJUČAK

Cilj završnog rada je bio načiniti tehnološku analizu izrade sportske majice s kapuljačom, koja uključuje izradu planova tehnoloških operacija za tehnološke procese krojenja, šivanja i dorade u realnom proizvodnom pogonu te dati prijedlog organizacije proizvodne linije. U radu je prikazan plan tehnoloških operacija krojenja ženske majice s kapuljačom koji se sastoji od šest tehnoloških operacija ( $t_{kr} = 160,2 s$ ), plan tehnoloških operacija šivanja koji se sastoji se od 24 tehnološke operacije ( $t_{šiv} = 873,3 s$ ) i plan tehnoloških operacija dorade koji se sastoji od četiri tehnološke operacije ( $t_{do} = 181,4 s$ ). Nakon rekapitulacije vremena izrade po navedenim tehnološkim procesima izračunati su podaci za izradu plana tehnološkog procesa za zadani dnevni kapacitet od 200 komada sportske majice s kapuljačom. Na temelju izračuna dobiveni su podaci o potrebnom broju radnika za tehnološke procese krojenja, šivanja i dorade. Također su dani i slikovni prikazi izvođenja karakterističnih tehnoloških operacija za tehnološki proces krojenja, šivanja i dorade, kao i prijedlog organizacije proizvodne linije za izrade ženske sportske majice s kapuljačom i zatvaračem. Za krojenje navedene količine sportskih majica potreban je jedan radnika, za šivanje je potrebno šest radnika, dok je za tehnološki proces dorade potreban jedan. Također se može zaključiti da bi za izradu navedene ženske sportske majice s kapuljačom bio najpoželjniji modularni sustav tehnološkog procesa.

## 6. LITERATURA

- [1] Rogale, D., i sur.: Procesi proizvodnje odjeće, Zagreb, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2011. ISBN 978-953-7105-32-7.
- [2] Firšt Rogale, S., Rogale, D., Knezić, Ž.: Povijest izrade i proizvodnje odjeće u Hrvatskoj, Godišnjak 2019 Hrvatske akademije tehničkih znanosti – Hrvatska tehnička i industrijska baština, Rogale, D. (ur.).Zagreb, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, 2020. str. 145-160.
- [3] Knez, B.:Tehnološki procesi proizvodnje odjeće. Zagreb : Tehnološkii fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1990. ISBN 86-329-0314-4.
- [4] Rogale, D., i sur.: Tehnologija proizvodnje odjeće sa studijem rada, Bihać, Tehnički univerzitet, 2005. ISBN 9958-624-06-7.
- [5] Bregović, M: Preoblikovanje prostornog rasporeda elemenata proizvodnog sustava poduzeća TMT d.o.o., Diplomski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2017., Zagreb.
- [6] Rogale D., Dragčević Z.: Modularna organizacija tehnoloških procesa, timski rad i početak objave HIM koncepcije u odjevnoj industriji, Tekstil 46 ,(1997.),10, 563-571
- [7] Šaravanja, B., Dragčević, Z.: Introduction of the modular mode of the technological process using the 20 keys-system, Book of Proceedings of the 5th International Textile, Clothing & Design Conference, Dragčević, Z, Hursa Šajatović, A., Vujasinović, E. (ur.), Zagreb: Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2010. str. 505-510.
- [8] Novak, I., Šaravanja, B.: The aspect of modular production within the concept of marketing, Book of Proceedings of the 7th International Textile, Clothing and Design Conference 2014 - Magic World of Textiles, Dragčević, Z., Hursa Šajatović, A., Vujasinović, E. (ur.), Zagreb, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, 2014. str. 598-603.
- [9] Baković, A.: Organizacija poslovanja u odjevnoj industriji uz primjenu metode 20 ključeva, Diplomski rad, Tekstilno-tehnološki fakultet, 2020., Zagreb.
- [10] Šaravanja, B., Novak, I., Ujević, D.: Organizacijske i tehnološke postavke proizvodnih procesa za izradu modne odjeće, Konstrukcija i modno odijevanje s osvrtom na suvremenu maloprodaju Ujević, D., Knego, N., Rogale, D., Lazibat, T., Firšt Rogale, S.(ur.), Zagreb, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet i Ekonomski fakultet, 2018. str. 154-178.

- [11] Šaravanja, B.: Organizacija proizvodnje i održavanje uređenosti proizvodnih pogona, Zbornik radova 4. međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo, Penava, Ž., Ujević, D. (ur.), Zagreb, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2011. str. 173-176.
- [12] Ujević, D., Šaravanja, B.: Impact of Organizational Settings as a Precondition for Positioning on the Market, TRADE PERSPECTIVES 2013, Supply Chain Relationships, Proceedings of The International Scientific Conference, Knego, N., Renko, S., Knežević, B. (ur.), Zagreb: Sveučilišna tiskara d.o.o., 2013. str. 122-133.
- [13] Ujević, D., Šaravanja, B., Pačavar, S.: Research of Organizational Settings in Production of Textile and Fashion Clothes – Positioning on the Market, 8th International Scientific – Professional Conference TEXTILE SCIENCE AND ECONOMY (TNP) 2016., Petrovic, V. (ur.), Zrenjanin, Republic of Serbia, University of Novi Sad, Technical Faculty „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin, 2016. str. 93-104.
- [14] Dostupno na: <https://www.ttf.unizg.hr/agregat-za-iskrojavanje-prospinfashion-72/327> ,  
Pristupljeno: 27.06.2021.
- [15] Dostupno na: <https://sirubaeurope.com/specijalni-sivaci-strojevi/?lang=hr>, Pristupljeno:  
27.06.2021.
- [16] Margetić, D.: Tehnološki proces dorade muških hlača, Završni rad, Tekstilno-tehnološki fakultet, 2017., Zagreb.
- [17] Dostupno na: <https://www.in.all.biz/img/in/catalog/28920.jpeg>, Pristupljeno: 28.06.2021.