

# Analiza rada na snovanju primjenom modularnog ustroja predodređenih vremenskih standarda

---

Caganić, Karla

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Textile Technology / Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:201:707558>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-26**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Textile Technology University of Zagreb - Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET**

**ZAVRŠNI RAD**

**ANALIZA RADA NA SNOVANJU PRIMJENOM MODULARNOG  
USTROJA PREDODREĐENIH VREMENSKIH STANDARDA**

**Karla Caganić**

**Zagreb, rujan 2021.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET  
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila**

**ZAVRŠNI RAD**

**ANALIZA RADA NA SNOVANJU PRIMJENOM MODULARNOG  
USTROJA PREDODREĐENIH VREMENSKIH STANDARDA**

**Mentor : prof.dr.sc. Stana Kovačević**

**Izradila : Karla Caganić  
Broj indeksa : 0117229728 ( 10905-TTI )**

**Zagreb, rujan 2021.**

## **ZAVRŠNI RAD**

**Kandidat :** Karla Caganić

**Naslov rada :** Analiza rada na snovanju primjenom modularnog ustroja predodređenih vremenskih standarda

**Naziv studija :** Tekstilna tehnologija i inženjerstvo

**Naziv smjera :** Projektiranje i menadžment tekstila

**Voditelj rada :** prof. dr. sc. Stana Kovačević

**Jezik teksta :** Hrvatski

**Rad ima :**  
40 stranica  
17 slika  
8 tablica  
2 jednadžbe  
8 literatura

**Institucija u kojoj je rad izrađen :**

Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za projektiranje i menadžment tekstila

**Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada :**

1. izv. prof. dr. sc. Ružica Brunšek, predsjednik
2. prof. dr. sc. Stana Kovačević, član
3. dr. sc. Snježana Brnada, znan. sur., član
4. doc. dr. sc. Ivana Schwarz, zamjenik člana

**Datum predaje i obrane završnog rada :** 17.09.2021.

## SAŽETAK

Ustroj predodređenih vremenskih standarda, odnosno MODAPTS ( Modular Arrangement of Predetermined Time Standards ) je sustav kojim se analizira način obavljanja nekog posla u svrhu olakšanja i pojednostavljenja te smanjenja suvišnih i nepotrebnih pokreta tijela izvršioca. To se postiže poboljšanjem radnih uvjeta, modernizacijom i organiziranjem radnog mjesta, što pridonosi porastu produktivnosti. Snovanje je pripremanje i namatanje više stotina niti na osnovin valjak, snovaći valjak ili snovaći bubanj.

U ovom završnom radu analizirao se rad poslužioca u tvornici Čateks na snovanju pomoću MODAPTS metode i eliminirani su nepotrebni pokreti u cilju olakšanja rada, bolje kvalitete, ekonomičnosti i veće produkcije te je učinjena modernizacija ili redizajn radnog mjesta, a da ima obostrani pozitivan učinak. Misleći na poslužioca i tvrtku. Sustav se koristi isključivo za radnje koje imaju veliki sigurnosni rizik i često se ponavljaju. MODAPTS dijeli rad na korištenje dijelova tijela koje je prikazan u tablicama vrednovanje pokreta prema MODAPTS-u i stupnju uloženog rada koji se prikazuje MOD-ovima. U početnom dijelu navedene su osnovne značajke ovog rada i njihovo objašnjenje kako bi se detaljno opisao rad. Glavni cilj svakoga rada jest organizacija, ušteda vremena i novca.

**Ključne riječi** : MODAPTS metoda, poslužitelj, snovanje, studij rada

## **ABSTRACT**

MODAPTS, Modular Arrangement of Predetermined Time Standards is a system that analyzes the way a job is done in order to facilitate and simplify and reduce excessive and unnecessary movements of the body of the executor. This is achieved by improving working conditions, modernization, which contributes to productivity growth. Warping process is the preparation and winding of hundreds of threads on a warp roller, a warp drum or winding roller.

In this final paper, the work of the warping process will be analyzed using the MODAPTS methods and unnecessary movements will be eliminated in order to facilitate work, better quality, economy and higher production in the factory Čateks. The system is used for actions that have a high security risk and are often repeated. Modular Arrangement of Predetermined Time Standards divides work on the use of body parts which are shown in tables and the degree of labor input which is expressed with MODs. The basic features are listed in the initial part and their definitions. The main goal of any business is organization, saving time and money.

**Keywords :** MODAPTS method, operator, warping, study work

# Sadržaj

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. UVOD .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2. TEORIJSKI DIO .....</b>   | <b>2</b>  |
| 2.1. Snovanje.....  | 2         |
| 2.1.1. Englesko snovanje.....   | 3         |
| 2.1.2. Sekcijsko snovanje.....  | 5         |
| 2.1.3. Snovanje nit po nit .....  | 5         |
| 2.2. Radne operacije u pripremi za snovanje.....                                  | 6         |
| 2.2.1. Naticanje križnih namotaka za snovanje.....                                | 6         |
| 2.2.2. Transport snovaćih valjaka.....  | 8         |
| 2.2.3. Povezivanje niti .....   | 9         |
| 2.3. Čišćenje i organizacija kako bi učinili rad lakšim .....                     | 10        |
| 2.4. Vrednovanje pokreta prema MODAPTS metodi .....                               | 11        |
| 2.4.1. Dijelovi i funkcije MOD-ova.....   | 13        |
| 2.4.2. Faktor tereta križnih namotaka.....  | 15        |
| <b>3. EKSPERIMENTALNI DIO .....</b>   | <b>16</b> |
| 3.1 Priprema za snovanje, Tekstilna tvornica Čateks d.d.....                      | 16        |
| 3.2. Metodologija snimanja rada i analize videa.....                              | 19        |
| 3.3. Analize radnih operacija u pogonu pripreme pređe .....                       | 19        |
| 3.3.1. Analiza radnih operacija kod postavljanje križnih namotaka na stalak ..... | 20        |
| 3.3.1.1. Prijedlog poboljšanja za naticanje križnih namotaka na stalak .....      | 24        |
| 3.3.2. Analiza radne operacije povezivanja niti.....                              | 26        |
| 3.3.2.1. Prijedlog poboljšanja za povezivanje niti pomoću ručnog vezača .....     | 29        |
| 3.3.3. Analiza radne operacije transporta snovaćih valjaka.....                   | 31        |
| 3.3.3.1. Prijedlog poboljšanja operacije transporta snovaćih valjaka.....         | 32        |
| <b>4. ZAKLJUČAK .....</b>   | <b>33</b> |
| <b>5. LITERATURA.....</b>   | <b>34</b> |

## 1. UVOD

MODAPTS je skraćenica od Modular Arrangement of Predetermined Time Standards, modularni raspored unaprijed određenih vremenskih standarada [1-3]. To je sustav kojim se analizira način obavljanja rada u svrhu da se olakša i osigura obavljanje istoga, odnosno da se poboljšaju funkcije koje oduzimaju previše vremena, kako bi se smanjili nepotrebni i štetni pokreti za izvršioca, te mjerenje i prikaz koristi za tvrtku. To će se postići redizajnom radnog mjesta i/ili poboljšanjem radnih uvjeta i modernizacijom strojeva. Naravno, potrebno je da benefiti za tvrtku budu vidljivi u produktivnosti, a samim time bržem i boljem obavljanju radnih zadataka u zadanom roku. Najbolje ga je koristiti za poslove koji se često ponavljaju te imaju veliki sigurnosni rizik. Nije potrebno koristiti ga za zadatke koji se rijetko ponavljaju, osim ako sadrže elemente s visokim sigurnosnim rizikom. Pomoću MODAPTS metode pokušava se eliminirati nepotreban rad i trud kako bi se uštedilo vrijeme rada, samim time i novac tvrtke. Time se postiže poboljšanje rada poslužioca ukoliko ga se oslobodi nepotrebnog dizanja ili spuštanja tereta, hoda, fizičkog umaranja prilikom saginjanja i obavljanja rada te slično. Svrha korištenja MODAPTS-a je ta da se rad učini sigurnijim, lakšim, da se smanji rizik od ozljeda uzrokovanih mišićnim naporom te da se samim time i uklone štetni pokreti. MODAPST dijeli rad na dva elementa, a to su :

- korištenje dijelova tijela – oni se dijele na *akciju kretanja* koja se odnosi na rad ruku, nogu ili pokrete prstiju, *akcije dohvaćanja* koje se odnose na dohvaćanje sredstava rada ili materijala, *akcije postavljanja* koje se odnose na namještanje sredstava rada ili materijala i *akcije tijela* koje su povezane s pokretima tijela kao što je saginjanje, hodanje, dohvaćanje i slično.
- stupnju uloženog napora – to se pokazuje pomoću MOD vrijednosti koje su izražene u sekundama.

Radni učinak izračunava se pomoću MOD vrijednosti. Uz pomoć njih moguće je pojednostaviti ili eliminirati pokret koji ima najveći MOD.

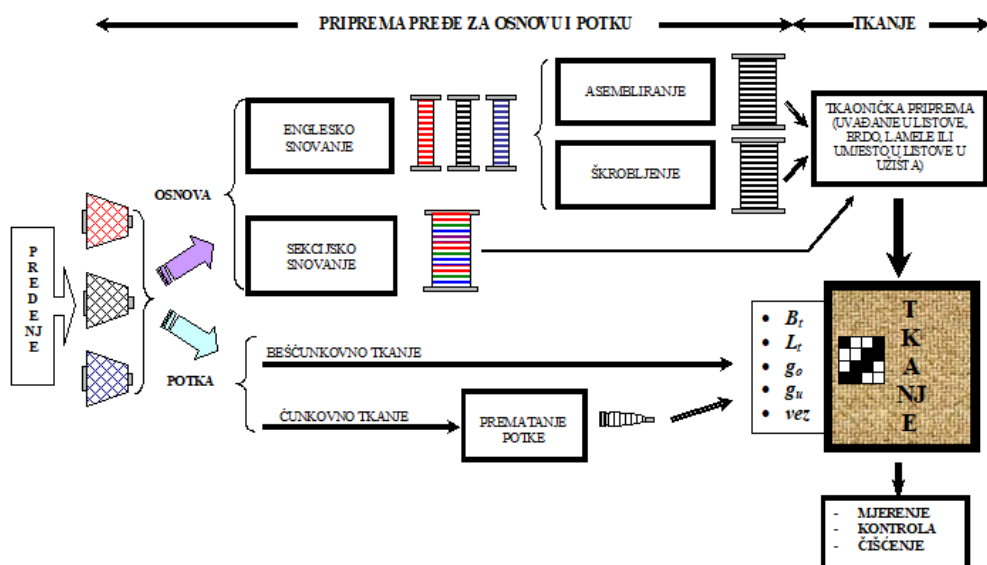


## 2. TEORIJSKI DIO

U teorijskom dijelu objašnjeno je snovanje te su nabrojani i definirani različiti načini snovanja. Prikazano je, objašnjeno i analizirano naticanje namotaka na stalak, povezivanje niti koje se radilo na dva načina te transport snovaćeg valjka pomoću kolica. Čišćenje i organizacija bitan su dio kako bi učinili rad lakšim za obavljanje. Objašnjena je izrada MODAPTS radne liste i izračun ukupnog MOD-a prije i nakon poboljšanja.

### 2.1. Snovanje

Tehnološki proces izrade tkanine ( slika 1 ) sastoji se od dva dijela, a to je izrada osnove i potke [4]. Osnova se može pripremati na dva načina, engleskim ili sekcijским snovanjem. Kod engleskog snovanja osnova se može škrobiti ili asemblirati. Asembliranje je prematanje osnove sa snovaćih na osnovin valjak. Škrobljenje je jedna od najskupljih faza i primarna je faza rada u tkaonici. Škrobljenjem niti dobiva se čvrstoća, glatkoća, ali i otpornost na habanje i statički elektricitet. Nakon toga ide na osnovin valjak te slijedi priprema osnove i tkanje. Potka se može pripremiti također na dva načina, ovisno da li slijedi besčunkovno ili čunkovno tkanje.



Sl. 1. Tehnološki proces izrade tkanine [4]

Snovanje je pripremanje i namatanje više stotina niti na osnovin valjak, snovaći valjak ili snovaći bubanj [4]. Za namatanje niti na osnovin valjak potrebni su odgovarajući oblik i veličina namotka sa što manje grešaka u niti. Greške je potrebno pronaći tijekom prematanja osnovinih niti i odstraniti mjesta na pređi koja su definirana kao greške.

Prilikom identificiranja grešaka na pređi zaustavit će se samo jedno vreteno, dok će ostala vretena nastaviti raditi. U snovanju kada dođe do prekida jedne niti, stoji više stotina niti i to je jedan od ekonomskih razloga zašto je isplativije pronaći i otkloniti grešku kod prematanja. Prvi proces u pripremi osnove je snovanje u kojoj se po prvi puta nazire plošni proizvod. Problemi koji se javljaju kod odstupanja napetosti niti je veći broj prekida u tkanju. To dovodi do smanjenja iskorištenja strojeva i kvalitete gotovog proizvoda. Do promjene napetosti pređe može doći i zbog nepravilnog oblika namotka i njegovog nepravilnog postavljanja na stalak, dodiruje niti s različitim elementima stroja, otpora zraka i različitog puta vođenja među nitima od točke odmatanja do točke namatanja. Stalak za namotke, odnosno nosač namotaka predstavlja bitan dio snovaljke. Dogradni uređaji na stalku koriste se za zajedničko uvođenje, paraleliziranje i napinjanje niti. Kada se radi o malom broju niti u osnovi namatanje na osnovin valjak odvijat će se izravno s namotka na stalku. Optimalan izbor stroja za snovanje potrebno je provesti kako bi priprema osnove bila što kvalitetnija. Na to utječe sljedeće:

- racionalno korištenje vremena snovanja i korisna površinska produkcija,
- minimalan otpad tekstilnog materijala na svim stupnjevima prerade,
- utjecaj kvalitete snovanja na sljedeće faze prerade.

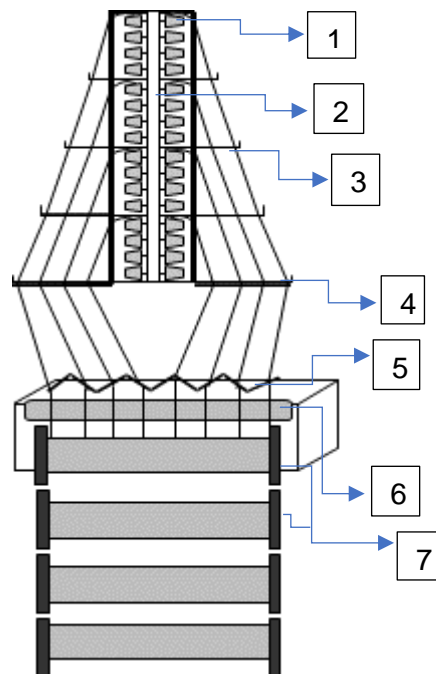
Vrste snovanja razlikuju se prema asortimanu i sirovinskom sastavu osnove. Postoji više načina snovanja, a to su:

- englesko snovanje,
- sekcijsko snovanje,
- snovanje nit po nit,
- snovanje izravno na osnovin valjak,
- usko snovanje ili snovanje na koture,
- ručno snovanje.

### 2.1.1. Englesko snovanje

Englesko snovanje ( slika 2 ) je snovanje u punoj širini i djelomičnoj gustoći [4]. Snuje se na više snovaćih valjaka. O ukupnom broju osnovinih niti i kapacitetu stalaka ovisi na koliko će se valjaka snovati. Kada se snuje sirova osnova iz celuloze sljedeća faza je škrobljenje te se može koristiti maksimalni broj stalaka, to jest minimalni broj snovaćih valjaka. Maksimalni broj stalaka i minimalan broj snovaćih valjaka nije moguće uvijek koristiti i ovisi o dužini namotane osnove na snovaće valjke, o zadnjoj dužini proizvodne serije i promjeru prirubnica snovaćeg valjka. Kada se koristi veći kapacitet stalaka

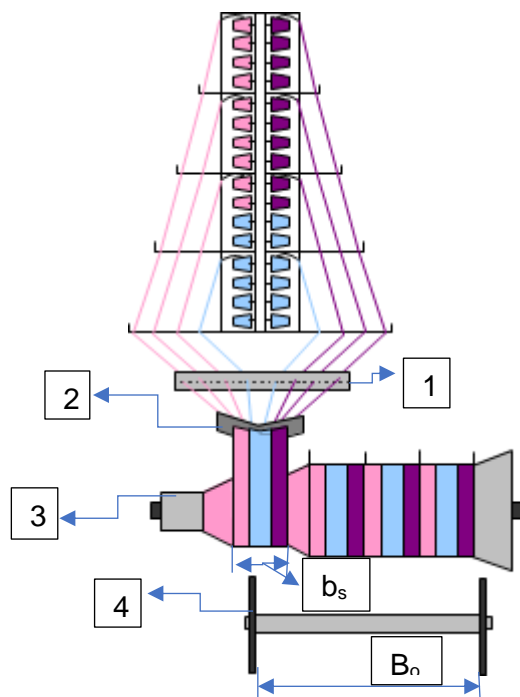
povećava se razlika puta vođenja između najbližeg i najdaljeg križnog namotka od snovaćeg valjka. To izaziva posljedicu veće razlike u trenju, otporu zraka između niti za vrijeme snovanja, a time i veće razlike u napetosti pređe najbližih i najudaljenijih križnih namotaka do točke namatanja na snovaći valjak. Ovisno o tome hoće li se koristiti veći kapacitet stalaka, manji broj snovaćih valjaka ili manji kapacitet stalaka veći broj snovaćih valjaka odrazit će se na proizvodnost snovanja i škrobljenja, kvalitetu nasnovane osnove i otpad osnove pri snovanju i škrobljenju. Nasnovana osnova sastoji se od parcijalnih osnova namotanih na određeni broj " $n$ " snovaćih valjaka koji zajedno čine jednu cjelinu, to jest proizvodnu seriju. Širina osnove na snovaćem valjku približno odgovara širini osnove na osnovinom valjku. Broj niti na snovaćem valjku je  $n$ -ti dio broja niti na osnovinom valjku, ukoliko je  $n$  broj snovaćih valjaka. Ako kapacitet stalaka odgovara broju osnovinih niti, osnova se može namatati direktno na osnovin valjak sa križnih namotaka. Niti prolaze kroz vodiče i kočnice pomoću kojih se postiže željena i ujednačena napetost. Uređaj za kočenje omogućava zaustavljanje snovaljke prilikom prekida niti. Dok ekspazijski češalj služi za namještanje gustoće i širine snovanja.



**Sl. 2.** Englesko snovanje: 1 – namotak, 2 – stalak za namotke, 3 – vodiči niti, 4 – čuvari niti, 5 – ekspanzijski češalj, 6 – prevojniki, 7 – snovaći valjci [4]

### 2.1.2. Sekcijsko snovanje

Sekcijsko snovanje ( slika 3 ) je snovanje po punoj gustoći i djelomičnoj širini [4]. Najčešće se koristi za višebojne vunene i filamentne osnove te osnove koje nije potrebno škrobiti. Sastoji se od dvije faze rada, a to su namatanje sekcija na bubanj i namatanje cjelokupne osnove s bubnja na osnovin valjak. Vrlo često se vunena osnova i osnova za osnovino pletenje parafinira neposredno prije namatanja na osnovin valjak zbog smanjenja trenja i statičkog elektriciteta. Svaka višebojna osnova uvađa se u listove i brdo pa je potrebno staviti križ niti 1:1 na početku svake sekcije. Tako se postiže brže i kvalitetnije uvađanje te paralelno odmatanje niti osnove na tkalačkom ili pletačem stroju s poretkom osnovinih niti kako su bile i snovane. Snovači češalj pomaže pri postavljanju pojedine sekcije na snovači bubanj te se tako određuje širina sekcije i gustoća osnovinih niti.



**Sl.3.** Sekcijsko snovanje: 1 – brdo za prijemore, 2 – snovače krilasto brdo, 3 – sekcijski bubanj, 4 – osnovin valjak,  $b_s$  – širina sekcije,  $B_n$  – širina osnove na osnovinom valjku [4]

### 2.1.3. Snovanje nit po nit

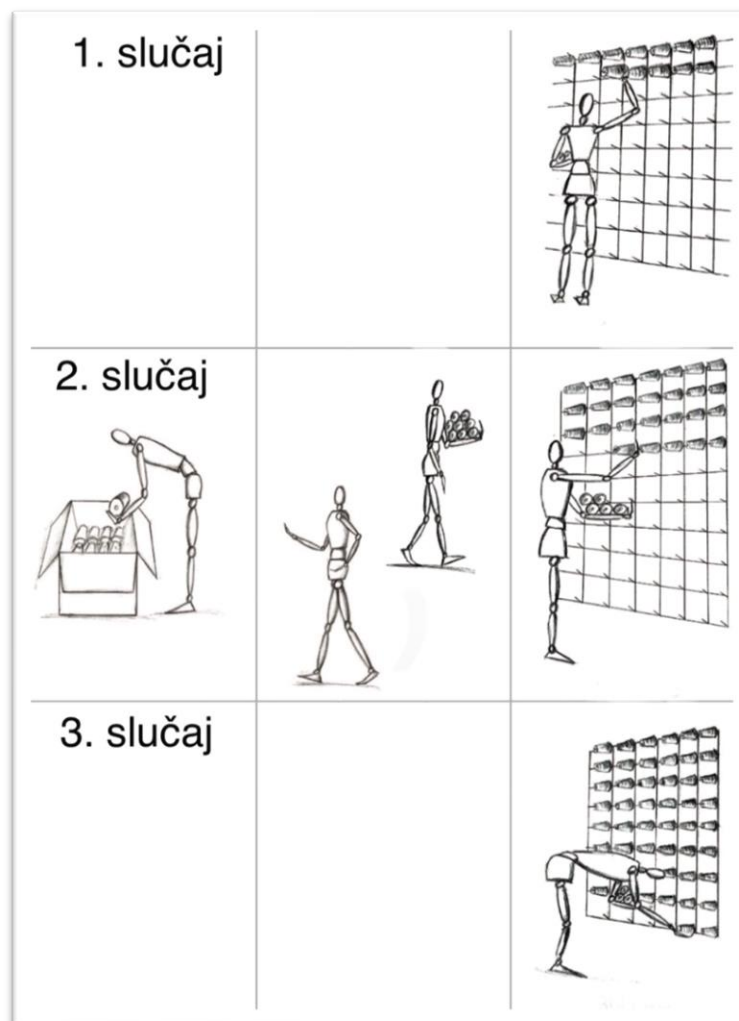
Snovanje višebojnih osnova manjih dužina ekonomičnije je na snovaljkama, na kojima se snuje nit po nit na poseban bubanj [4]. Takve snovaljke snuju osnovu dužine do 400 metara. Brzina snovanja može ići do 1500 metara po minuti, dok broj boja iznosi 10 na stacionarnom i 8 na rotacijskom stalku. Snovanje kompliciranih uzoraka korištenjem

samo jednog stalka zahtijeva duže vrijeme snovanja, dok snovanje u kombinaciji s rotacijskim stalkom traje kraće nego snovanje kompliciranim uzorcima. Kod širokih pruga u uzorku uključen je rotacijski stalak. Kod malih i pojedinih pruga uključen je stacionarni stalak. Većinu vremena se koristi rotacijski stalak jer smanjuje cjelokupno vrijeme snovanja.

## 2.2. Radne operacije u pripremi za snovanje

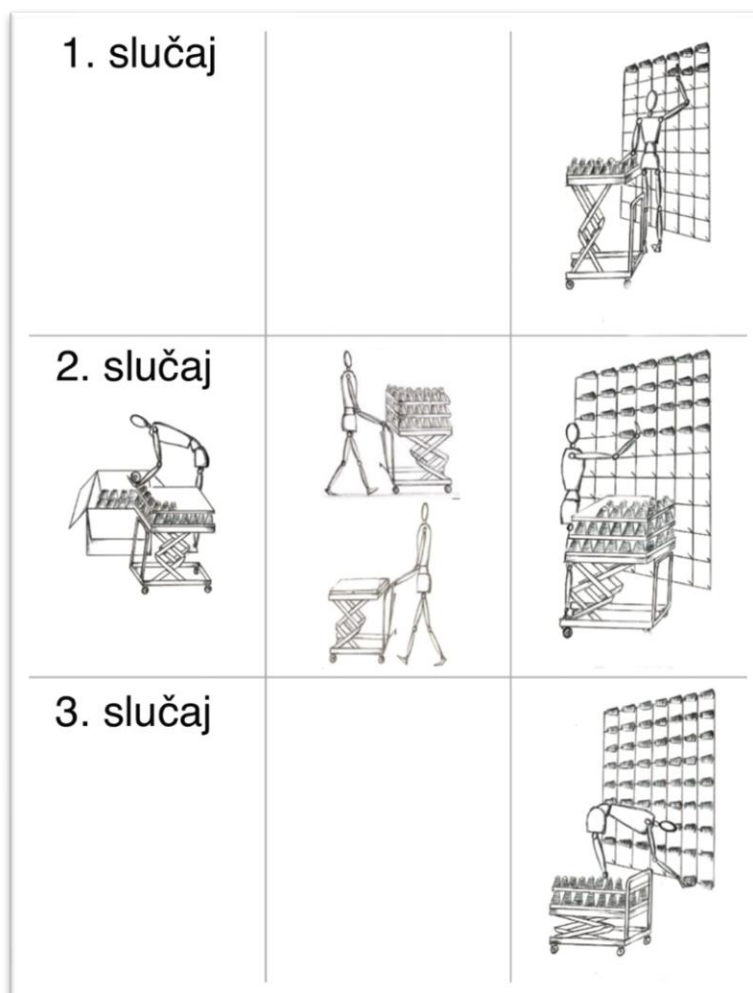
U radnim operacijama u pripremi za snovanje, definirano je i objašnjeno naticanje križnih namotaka, povezivanje niti i transport snovaćih valjaka koje će kasnije bit analizirano i uspoređeno pomoću MODAPTS vrednovanja pokreta tijela prije i nakon predloženog poboljšanja.

### 2.2.1. Naticanje križnih namotaka za snovanje



**SI.4.** Naticanje namotaka bez poboljšanja [2]

Slika ( slika 4 ) prikazuje naticanje namotaka bez poboljšanja. Izvršilac postavlja namotke na stalak od najvišeg mjesta, odnosno vrha, zatim sredinu pa zadnje redove. Visina izvršioca ovisi koliko će fizičkog napora uložiti u koju radnju. Ukoliko je poslužilac nizak on se treba popeti na prste kako bi nataknuo namotke, U drugom slučaju, poslužilac se ne treba saginjati prilikom naticanja jer su postavljeni u visini ramena te ne troši veliki fizički napor prilikom rada istog. U trećem slučaju izvršilac se mora sagnuti kako bi postavio namotke te na tom dijelu ulaže najviše napora i truda za obavljanje radnog zadatka. Za sva tri slučaja potrebno je prvo otići do kutije gdje su odloženi namotci, sagnuti se te i uzeti namotaka koliko izvršiocu stane u ruke. Potom treba otići do radnog mjesta i postaviti namotke koje je donesao, a onda ponoviti postupak dok ne popuni stalak za namotke sa brojem namotaka koji mu je potreban.



**SI.5.** Naticanje namotaka s poboljšanjem [2]

Slika ( slika 5 ) prikazuje naticanje namotaka s poboljšanjem. Izvršilac kutiju sa namotcima postavlja na kolica kojima se može prilagoditi visina. Više nije potreban odlazak po namotke sa potrošnjom određenog broja namotaka koje je radnik mogao uzeti u rukama kao na prethodnoj slici ( slika 4 ). Trenutni problem je što je radnik primoran saginjati se i penjati na prste prilikom postavljanja namotaka na to predviđeno mjesto.

### 2.2.2. Transport snovaćih valjaka

Transport valjaka vrši se pomoću kolica koje olakšavaju izvršiocima odvoz i dovoz valjaka. Prazan valjak, načinjen od željeza iznosi približno 120 kilograma. Izvršioци mogu premještati valjke i pomoću utora koji su napravljeni u podu koji odgovaraju debljini završnog kraja valjka.

Transport valjaka može biti i sa dizalicom ( slika 6 ) koja je dizajnirana za skućene prostore te može podići teret do 1500 kilograma [5]. Na dizalici se nalaze dva kraja u ovalnom obliku pomoću kojih se može uhvatiti valjak sa namotanim nitima bez da dođe do pucanja niti.



**Sl. 6.** Dizalica dizajnirana za transport valjaka [5]

### 2.2.3. Povezivanje niti

Povezivanje niti može se obavljati pomoću ručnih vezača ili ručnim povezivanjem. Ručno spajanje ( slika 8 ) je teže i oduzima više vremena i fizičkog napora, odnosno napora mišića ruke. Ovdje su prsti stalno u pokretu te su skvrčeni kako bi se napravio odgovarajući čvor prilikom spajanja krajeva niti gdje ne smije doći do pucanja. Drugi, brži i efikasniji način povezivanja je pomoću ručnog vezača ( slika 7 ). Oni moraju biti lagani, mali i prilagodljivi ruci izvršioca kako bi mogli rad obavljati što efikasnije i brže. Postoji više vrsta ručnih vezača, no njihovom modernizacijom se pojavljuje problem što se proizvode mnogo veći nego što bi trebali biti, teži, ali jeftiniji.



**Sl. 7.** Ručni vezači, lijeva ( žuta ) je nova verzija dok je ( desna ) starija verzija





**SI.8.** Ručno vezanje niti kod stalka

### 2.3. Čišćenje i organizacija kako bi učinili rad lakšim

Program 20 ključeva postavlja *1. ključ: Čišćenje i organizacija* koji je osnova za povećanje produktivnosti [6]. Skraćenica 4S je strategija unutar koje se rad treba učiniti lakšim, dolazi od japanskih riječi Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu.

Seiri odstranjuje i identificira sve zastarjele predmete koji se nisu koristili mjesecima, nakon što se uklone predmeti koji se nisu koristi slijedi Seiton koji služi za organizaciju onih koji su preostali. Poslije dobre organizacije slijedi čišćenje, odnosno Seiso. Naravno, potrebno je održavanje čistoće i održavanje reda kako se ne bi ponovile neprihvatljive situacije za koje je zaslužan Seiketsu.

Seiri podrazumijeva identificiranje i odstranjivanje svih *zastarjelih predmeta*. Čuvanje i sakupljanje predmeta koji se ne koriste utječu negativno na poboljšanje radnog mjesta. Ovdje dolazi do podjele mišljenja jer mnogi smatraju kako je dobro sačuvati predmete koji se ne koriste jer će jednom sigurno biti potrebni. Problem nastaje prilikom čuvanja tih predmeta. Postoji mogućnost od prijeloma, zatrpavanjem radnog prostora ili plaćanja najma za prostor gdje će se odlagati. Uz sve to, tehnologija se razvija iz dana u dan i vrlo brzo će predmet biti star, teško će biti pronaći nastavke za popravke i slično. Sve to vodi ka otpadu, stoga je bolje i efikasnije sve što se ne koristi duže vremena baciti.

Seiton je stavka koja slijedi nakon uklanjanja nepotrebnih predmeta, a to je *organizacija*. Ovdje je bitno da je sve dobro posloženo i smješteno te vrlo dobro osmišljeno kako bi se svatko snašao u prostoru kada nešto treba pronaći. Veoma je važno da se predmeti nakon korištenja vrate ponovno gdje su i bili nakon korištenja. Tako će se smanjiti nepotrebno gubljenje vremena na traženje predmeta

Seise, nakon dobre organizacije, potrebno je sve održavati *čisto*. To znači da se sve treba redovno i temeljito čistiti kako bi se na vrijeme uklonili uzročnici nečistoće.

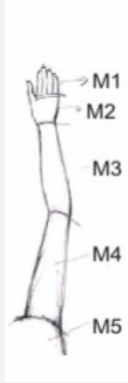














Seiketsu predstavlja jednostavnu pisanu proceduru kako ne bi više dolazilo do neprihvatljivih situacija. Ukoliko se *redovno provode* prve tri osnove postojeći rad će se pojednostaviti.



#### 2.4. Vrednovanje pokreta prema MODAPTS metodi

Prilikom provedbe MOD-ova navedeno je nekoliko osnovnih pokreta [7]. Pokreti su razdijeljeni prema dvjema kategorijama, a to su osnovni pokreti i ostali pokreti. Kategorije se dijele u podskupine koje su prikazane u tablici ( tablica 1 ).

Kategorija osnovnih pokreta ima podskupine, a to su: premještanje, dohvat i stavljanje. Druga kategorija je kategorija ostalih pokreta koja sadrži podskupine kao što su: sjedenje i stajanje, saginjanje, hodanje, okret, pritiskanje, procjena, peta, ponovno dohvaćanje, oko i vaga. Svaki od tih pokreta ocjenjuje se prema broju MOD-ova.

**Tab. 1.** Vrednovanje pokreta prema MODAPTS [2]

| <b>Vrednovanje pokreta prema MODAPTS</b> |  |   |
|--|--|---|
| <b>Kategorija pokreta</b>                | <b>Opis</b>  | <b>Slike pokreta</b>  |
| <b>Osnovni pokreti</b>                   |  |   |
| Premještanje                             | Prsti do prstnog zgloba - M1                                 |    |
|  | Prsti i šaka, do ručnog zgloba -M2                           |   |
|  | Pokret prsta uz korištenje podlaktice -M3                    |   |
|  | Pokreti ruke uz korištenje uglavnom gornjeg dijela ruke - M4 |   |
|  | Pokret ispružene ruke - M5                                   |   |
| Dohvat                                   | Dodir vrhovima prstiju                                       |    |
|  | Dohvat predmeta koji se lako dohvaća                         |    |
|  | Dohvat predmeta koji se teško dohvaća                        |  |
| Stavljanje                               | Stavljanje s uobičajenim pokretom                            |  |
|  | Pokret stavljanja popraćen pogledom                          |  |
|  | Stavljanje s povećanom pažnjom                               |  |
| <b>Ostali pokreti</b>                    |  |   |
| Sjedenje i stajanje                      | Sjedenje i stajanje  |  |
| Saginjanje                               | Saginjanje i uspravljanje                                    |  |
| Hodanje                                  | Hodanje ili rotiranje tijela                                 |  |
| Okret                                    | Rotacija šake ili ruke                                       |  |
| Pritiskanje                              | Pritiskanje gumba, sklopke...                                |  |
| Procjena                                 | Trenutačne konfuzije (dobre ili loše)                        |  |
| Peta                                     | Pokreti gležnja s petama na tlu                              |  |
| Ponovno dohvaćanje                       | Odlaganje i ponovno dohvaćanje predmeta                      |  |

|      |  |   |
|------|--|---|
| Oko  | Pokret oka, fokusiranje  |  |
| Vaga | L1, $m \leq 2$ kg<br>L1 x 2, $2 \text{ kg} < m \leq 6$ kg<br>L1 x 3, $6 \text{ kg} < m \leq 10$ kg |  |

Kategorija pokreta „Sjedenje i stajanje" i „Saginjanje" predstavlja dvostruku aktivnost. To znači da je broj MOD-a potrebno prepoloviti kako bi mogli analizirati stvarno stanje.

Kategorija pokreta grupira i prikazuje pokret, svaki pokret ima svoj simbol koji se označava velikim slovom.

Radni učinak izračunat je ukupnim zbrojem svih MOD vrijednosti.

#### 2.4.1. Dijelovi i funkcije MOD-ova

MOD se iskazuje u sekundama. Svjetske poznate organizacije teže ograničavanju pokreta MOD-a na prirodne brojeve, 1,2,3,4 i tako dalje [6]. Trajanje MOD-a iznosi 0,129 sekundi, a to je ekvivalentno vremenu koje je potrebno da se kažiprst savije. Svakim povećanjem MOD broja pridodaje se 0,129 sekundi. ( Tablice 2 i 3 ).

**Tab. 2.** Broj MOD-ova potrebnih za obavljanje nekog pokreta [6]


| <b>MOD</b> | <b>Vrijeme ( sekunde )</b> |
|------------|----------------------------|
| 0          | 0,000                      |
| 1          | 0,129                      |
| 2          | 0,258                      |
| 3          | 0,387                      |
| 4          | 0,516                      |
| 5          | 0,645                      |
| 21         | 2,709                      |
| 33         | 4,257                      |

**Tab 3. Prikaz MOD-ova [8]**

|                     |
|---------------------|
| 1 MOD = 0,129 sec   |
| 1 MOD = 0,00215 min |
| 1 sec = 7,75 MOD    |
| 1 min = 465 MOD     |

Prilikom izrade MODAPTS radne liste i njegovog izračuna MOD-ova prije i nakon predloženog poboljšanja koristila se prethodno prikazana tablica ( tablica 1 ) gdje su prikazane kategorije pokreta i njihovi opisi u eksperimentalnom dijelu gdje su pokreti koje je potrebno ukloniti ili smanjiti prikazani simbolima koji su predočeni u tablici ( tablica 4 ).

**Tab. 4. Simbol aktivnosti [6]**

| <b>Simbol aktivnosti</b>  |   |
|---|---|
|  | Pokret koji je potrebno ukloniti jer otežava obavljanje rada            |
|  | Pokret koji je potrebno smanjiti na radnom mjestu, zahtijeva malo truda |
|  | Prirodan pokret tijela koji ne zahtijeva mnogo truda                    |

Pokret koji je potrebno ukloniti jer otežava obavljanje rada, u ovom radu bit će izbačen ili zamijenjen boljim načinom kako bi se olakšao rad te uštedjelo vrijeme rada. Pokret koji je potrebno smanjiti na radnom mjestu, a zahtijeva malo truda isto tako bit će zamijenjen boljim i efikasnijim načinom, samim time doći će i do redizajna radnog

prostor. Dok prirodan pokret tijela koji ne zahtijeva puno truda bit će ostavljen kakav je i do sada ukoliko se ne može smanjiti vrijeme potrošeno na taj pokret.

#### 2.4.2. Faktor tereta križnih namotaka

Faktor tereta označava se velikim slovom L, MOD za pojedini pokret se povećava sa težinom tereta koji se prenosi [6]. Kada se poveća težina tereta samim time se povećava i napor da se podnese.

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

U eksperimentalnom dijelu opisana je priprema za snovanje i metodologija snimanja rada i analize videa za tri radne operacije kako bi se ustanovio proces i predložilo poboljšanje rada i smanjilo opterećenje na izvršioca.

#### 3.1 Priprema za snovanje, Tekstilna tvornica Čateks d.d.

Tvornica Čateks nalazi se u Čakovcu. Bavi se proizvodnjom tkanina, umjetne kože, kućanskog rublja i proizvoda za sport i rekreaciju.

Cilj ovog rada je analizom pokazati kako poboljšati, odnosno olakšati obavljanje radnog zadatka na jednom radnom mjestu. Dobivenim podacima prikazano je koliko je radnicama otežan rad te na koji način je moguće da se ubrza i olakšala proizvodnja, ali i smanji mogućnost od povreda na radu.

Iz cijelog proces snovanja izdvojeni su elementi u kojima je moguće MODAPTS sustavom povećati produktivnost, odnosno benefite za tvrtku te gdje se može redizajnirati radno mjesto kako bi se olakšao rad. Analiza vremena izražena je MOD-ovima dobivenih vremenom koje je potrebno za obavljanje rada te njegovom aritmetičkom sredinom ukoliko je radnica napravila isti radni zadatak nekoliko puta u različitom vremenu. Proces rada kreće početnom pripremom u koju se ubraja transport stalaka i priprema križnih namotaka na odgovarajuće mjesto, odnosno na nosač namotka. Radnica kreće sa postavljanjem namotaka nakon što provjeri koliko je potrebno namotaka staviti te koliko će različitih stalaka imati. U ovom procesu, radnicama je potrebno sveukupno 620 križnih namotaka čija je sirovinski sastav 50% pamuk, a 50% poliamid, Nm 100/2. Dobavljač je 174 Litija. Faktor tereta u ovom radu iznosi masu jednog križnog namotka od 1480 grama. Kada se oduzme masa cijevke, koja iznosi 50 grama, dobije se masa niti od 1430 grama. Time faktor tereta pripada prvoj skupini koja varira od 0 – 2 kilograma i označen je sa L1 X 1. Koristiti će sedam stalaka, ali sa različitim brojem nataknutih namotaka. Na prvih pet biti će postavljeno 96 namotaka, na šesti stalak bit će postavljeno 80 namotaka i na zadnji sedmi postavljeno je 60 namotaka. Zbroj svih postavljenih namotaka dovodi do 620 niti. Nakon odvoza popunjenih stalaka na odgovarajuće mjesto slijedi spajanje niti sa križnih namotaka sa osnovnim nitima koje su ostale od prethodnog procesa ( slika 9 ).



**Sl. 9.** Povezane niti na snovaćem stalku

Rad obavljaju dvije radnice. Radnice su različite dobi ( 53 godine i 49 godina ), njihova fizička građa je isto tako različita kao i njihov način rada. Obje radnice su obučene povezivat niti ručno, ali i sa ručnim vezačem. Ručni način je zahtjevniji i sporiji dok je sa ručnim vezačem jednostavniji i mnogo brži. No, sve je stvar navike, ali i njihovih mogućnosti. Radnice su u odličnim odnosima te si pomažu ukoliko mogu. Dokaz tome je što je jedna radnica prepustila ručni vezač kako bi olakšala drugoj. Kada je prva



radnica započela rad u tvornici Čateks imala je ručni vezač te je naučena i naviknuta na rad s njim. Druga radnica je došla nekoliko godina kasnije, upravo kada se pokrenula proizvodnja novih vezača jer se stari model više ne proizvodi. Obje su rekly kako im ručni vezač olakšava i ubrzava rada, no ipak samo ga jedna koristi. Razlog tome je upravo gore naveden, a to je što se takvi ručni vezači više ne proizvode. Danas se rade od drugačijeg materijala ( slika 7 ) s ciljem da se lakše mogu popraviti ukoliko dođe do kvara. Vezači moraju biti lagani kako bi se s njima moglo što jednostavnije baratati između niti. Nažalost, ručni vezač koji njima odgovara više se ne proizvodi te im je samo jedan preostao. Tvrtka im je omogućila razne vezače no nijedni nisu toliko prilagođeni njihovom načinom rada. Upravo to je razlog zbog čega imaju različit pristup radu. Kada su niti spojene ( slika 9 ), moraju proći kroz češalj ( slika 10 ) kako bi se pravilno rasporedile te se motaju i spajaju na valjak. Radnice same pripremaju, dovoze i odvoze valjak koji prazan bez namotanih niti iznosi približno 120 kilograma.



**Sl. 10.** Engleska snovaljka – razmak između stalka i stroja za snovanje

Valjak odvoze pomoću kolica koje im olakšavaju rad, no međutim i dalje je potreban veliki fizički napor kako bi se odradio taj dio radnog zadatka. Radnice su promijenile ukupno devet valjaka te im je za promjenu jednog potrebno približno 8 minuta. Brzina namatanja niti na valjak prilagođava se na stroju ovisno o kvaliteti niti. Za svaki valjak radnice su koristile brzinu od 405 okretaja u minuti. Kada dođe do pucanja niti, radnice zaustavljaju stroj, traže koja nit se prekinula te ju ponovno spajaju kako bi nastavile daljnji rad. Stroj im ne javlja grešku već one same gledaju namatanje niti te kada

primijete promjene zaustavljaju stroj i gledaju što se dogodilo. Izdvojene su tri radnje koje se mogu poboljšati MODAPTS sustavom, a to su naticanje križnih namotaka, spajanje niti i dovoz i odvoz valjka. U nastavku prikazana je tablicama ( tablice 5, 6, 7, 8 ) vremena izražena MOD-ovima koliko je potrebno za obavljanje te tri operacije rada sa i bez predloženog poboljšanja.

### 3.2. Metodologija snimanja rada i analize videa

Svi dobiveni podaci o radnicama, njihovima pokreta tijela i utrošenom vremena iz tvornice Čateks u ovom radu snimljeno je i fotografirano mobilnim uređajem. Vrijeme rada snimljeno je od samog početka pa do kraja. Svi segmenti su zabilježeni. Da bi se dobile informacije o utrošenom vremenom na pokrete tijela pomoću aplikacije Tracker ( Tracker video analysis and modeling tool for physics education ) dobiveni su iznosi MOD-ova izraženim u sekundama. Svaki pokret tijela snimljen je zasebno. Neki pokreti su snimljeni više puta te ukoliko je bilo potrebno različito vrijeme za izvršenje pokreta napravljena je aritmetička sredina kako bi se dobilo što vjerodostojnije vrijeme utrošeno na rad. Posebno su snimljeni i analizirani pokreti tijela u kojem se obavlja priprema, odnosno gdje se postavljaju križni namotci na stalak, povezivanje niti na oba načina te transport snovaćih valjaka jer je kasnijom analizom predložen način kako poboljšati način rada, modernizirati mjesto rada ili redizajnirati. Na radnim mjestima uočeno je moguće poboljšanje MODAPTS metodom te je rad fokusiran na te tri radne operacije. Podatke o križnim namotcima, od kuda dolaze, od čega su rađeni, njihova težina i sve potrebne informacije da se upotpune informacije potrebne za rad dobivene su od radnica. Također, težina valjka za snovanje rečena je približno od strane radnika. Svi nedostaci, problemi koji se javljaju prilikom rada zabilježeni su te su kasnije analizirani. Uzevši u obzir što su radnice govorile što bi im pomoglo prilikom izvršavanja rada, to jest ubrzalo i olakšalo isto tako je zabilježeno te je pomoću tih smjernica osmišljen daljnji prijedlog poboljšanja.

### 3.3. Analize radnih operacija u pogonu pripreme pređe

U analizi radnih operacija u pogonu pripreme pređe opisao se i analizirano trenutni rad i vrijeme utrošeno na njega koje je izvršiocu potrebno na tri radne jedinice, a to su pri postavljanju križnih namotaka na stalak, povezivanju niti i transportu snovaćih valjaka.

Na tim radnim mjestima predloženo je moguće poboljšanje koje je opisano i/ili prikazano tablicama nakon uklanjanja nepotrebnih koraka i redizajna radnog mjesta.

### 3.3.1. Analiza radnih operacija kod postavljanje križnih namotaka na stalak

Priprema započinje tako što radnica hoda do praznih stalaka na koje će postaviti križne namotke te ih približi do radnog mjesta gdje su oni postavljeni. Križni namotci nalaze se na paleti koja je na podu. Na jednoj paleti nalaze se tri retka i pet stupaca križnih namotaka koji su odvojeni kartonom ( slika 11 ).



**Sl. 11.** Uzimanje križnih namotaka s palete

Kada radnica iskoristi prvi red koji joj je najbliži ona zaustavlja rad te si približava ostala dva reda. Kasnije je primorana opet zaustaviti rad kako bi uzela i odložila karton koji razdvaja namotke kako bi mogla koristiti drugi red. Karton odlaže sa svoje desne strane na pod kako joj ne bi smetao, no međutim, radnica tu troši određeno vrijeme na uzimanje i spuštanje kartona na pod. Pri promatranju radnice tijekom rada natančanja križnih namotaka primijećena su tri problema koji dovode do velikog fizičkog napora. Prvi problem se upravo odnosi na stalak, on je napravljen od željeza te se pomiče uz pomoć

kotačića. Dok se na njemu ne nalaze nataknuti namotci on je nestabilan te se događa da se pomiče, odnosno udaljava od mjesta gdje je postavljen te je radnica primorana raditi dodatne korake kako bi otišla po njega i vratila ga na početno mjesto.

Svi stalci izgledaju isto, rađeni su od željeza te se pomiču pomoću kotačića. Postavljeno je osam redova sa svake strane. U jednom redu nalazi se šest slobodnih mjesta za postavljanje namotaka. Ta mjesta su zapravo željezne šipke zavarene vodoravno ( slika 12 ). Kada se pomnoži broj redova sa brojem slobodnih mjesta na jednoj strani, dobijemo četrdeset i osam slobodnih mjesta, taj broj pomnožimo sa dva, budući da se sa obje strane nalaze mjesta za natanje namotaka te dobijemo devedeset i šest slobodnih mjesta. Ranije je rečeno da se u ovoj fazi snovanja radilo sa ukupno sedam stalaka, od kojih je upravo pet bilo skroz popunjeno. Prilikom popunjavanja slobodnih mjesta sa križnim namotcima radnica je bila primorana saginjati se i penjati se na prste kako bi popunila najviše, odnosno najniže slobodno mjesto. Radnica je potrebna saginjati se po sam križni namotak, a kasnije i kako bi ga nataknila za to predviđeno mjesto. Često saginjanje nepravilnim načinom upravo kako su se radnice saginjale može doći do ozbiljnih zdravstvenih problema sa kralježnicom. Kako kažu i same su svjesne da ne rade pravilno čučanj, ali u brzini i želji da se ubrza proces izrade, rade tako što ne paze na vlastito zdravlje ( slika 12.b ). Samo penjanje na prste iziskuje također veliki napor pogotovo ukoliko namotak teži nekoliko kilograma. Osim nogu, prstiju stradavaju i ruke jer dolazi do istegnuća mišića stalnim podizanjem tereta ( slika 12.a i 13 ). Ovdje je najveći problem upravo zdravlje radnica i njihova potreba za kasnijim odmorom. Samim time kada bi se maknuli ti štetni i nepotrebni koraci dovelo bi do bržeg i efikasnijeg rada.



**Sl. 12.** Postavljanje križnih namotaka na stalak; a) Postavljanje na najviše mjesto na stalaku; b) Postavljanje na najniže mjesto na stalaku













U tablici ( tablica 5 ) je prikazana priprema i vrijeme izraženo MOD-ovima koje je radnici trenutno potrebna za obavljanje rada. Prikazani su izračuni koliko je vremena potrebno za jedno naticanje namotka sa ostalim sporednim poslovima kao što su dovoz i odvoz stalaka, približavanje namotaka, micanje kartona i slično.

U tablici se nalazi pet pokreta koji se moraju ukloniti jer otežavaju obavljanje radnog zadatka. Oni su označeni popunjenim crnim krugom. Pokreti koje bi također bilo dobro smanjiti ili ukloniti ukoliko je to moguće označeni su sa dva kruga.



**Sl. 13.** Penjanje radnica na prste

**Tab. 5. Vrednovanje pokreta prema MODAPTS**

| <b>Vrednovanje pokreta prema MODAPTS – priprema</b> |   |                           |                      |                          |            |
|---|---|---------------------------|----------------------|--------------------------|------------|
| <b>Koraci</b>                                       | <b>Pokreti</b>  | <b>Kategorija pokreta</b> | <b>Faktor tereta</b> | <b>Izračun</b>           | <b>MOD</b> |
| 1.  | Uzeti kolica<br>         | G1                        | 1                    | 1 X 2 ( ruke ) X 1       | 2          |
| 2.  | Odšetati 8 koraka<br>    | W4                        | 1                    | 4 X 8 ( koraka ) X 1     | 32         |
| 3.  | Pustiti kolica<br>       | P0                        | 1                    | 0 X 1                    | 0          |
| 4.  | Sagnuti se<br>           | B21                       | 1                    | 21/2 ( 1/2 pokreta ) X 1 | 10,5       |
| 5.  | Primiti namotak<br>      | G3                        | 1                    | 3 X 2 ( ruke ) X 1       | 6          |
| 7.  | Uspraviti se<br>        | B19                       | 1                    | 19/2 ( 1/2 pokreta ) X 1 | 9,5        |
| 8.  | Sagnuti se<br>         | B21                       | 1                    | 21/2 ( 1/2 pokreta ) X 1 | 10,5       |
| 9.  | Nataknuti namotak<br>  | M5                        | 1                    | 5 X 2 ( ruke ) X 1       | 10         |
| 10.   | Uspraviti se<br>       | B19                       | 1                    | 19/2 ( 1/2 pokreta ) X 1 | 9,5        |
| 11.   | Maknuti karton<br>     | P33                       | 1                    | 33 X 2 ( ruke ) X 1      | 66         |
| 12.   | Približiti namotke<br> | G36                       | 1                    | 36 X 2 ( ruke ) X 1      | 72         |
| 13.   | Odvoz stalka<br>       | W4                        | 1                    | 4 X 8 ( koraka ) X 1     | 32         |
|   |   |                           |                      |                          | Σ 260      |

### 3.3.1.1. Prijedlog poboljšanja za naticanje križnih namotaka na stalak

Kako bi se smanjili nepotrebni koraci radnici, na stalak bi se postavio stoper koji se nogom pritisne kada se želi osigurati da se neće pomicati tijekom rada na njemu. Pritiskom prema dolje stalak bi se zakočio, a kada bi se ručica povukla lagano prema gore bio bi otkočen i spreman za pomicanje na željeno mjesto. Sam primjer mogu biti dječja kolicima. Na velikoj većini kolica nalazi se takav stoper kod kotača upravo kako se kolica ne bi pomicala kada korisnik to ne želi. Drugi problem bio je sam izgled stalka. Kako bi se riješilo fizičko opterećenje na radnicu, a istovremeno ubrzao rad potrebno je promijenit izgleda stalaka. Da ne bi zauzimaao puno prostora budući da su ograničeni sa slobodnim mjestima u hali, ostao bi u gabaritima starog. Ono što bi tvrtka dogovorila sa proizvođačima istih je da se napravi stalak na kojem radnica pritiskom na gumb mijenja poziciju reda. Osam redova nalazilo bi se u visini ramena radnice, kada bi se popunilo svih šest mjesta u jednom redu, ponovnim pritiskom na gumb radnica bi taj red poslala skroz na vrh ili dno te tako rasporedila svih osam redova kako je bilo i na starom stalku. Početna visina gdje se nalaze redovi bila bi promjenjiva i prilagođena prema fizičkom izgledu radnice budući da nisu sve radnice iste fizičke građe. Time bi se uštedilo na vremenu koje je radnica trošila na saginjanje i uspravljanje ili penjanje na prste ( slika 13 ), a ono najvažnije je njihovo zdravlje. Promjene bi bile vidljive u radu radnice te u njezinoj brzini što utječe i na tvrtku. Što prije završe s jednim poslom mogu prijeći na drugi. Stalci bi se kretali u traci kojom radnica upravlja pritiskom START/STOP. Stalci bi se mogli zaustaviti na tri mjesta, a to su početno gdje stoje kada se ne koriste, sljedeće mjesto gdje bi se mogli zaustaviti je mjesto gdje radnica natiče namotke te zadnje odredište im je mjesto gdje se spajaju niti. Ovim bi se smanjili napor na radnicu koji ona mora upotrijebiti prilikom dovoza i odvoza praznih ili popunjenih stalaka. Osim napora, smanjilo bi se i vrijeme koje je potrebno da radnica potroši na izvršenje radnog zadatka. Trenutno mjesto na kojem su namotci odloženi je pod. Da se smanji nepotrebno saginjanje i uspravljanje radnice, mjesto križnih namotaka bilo bi stavljeno na pomičnu traku koja bi imala sposobnost uklanjanja nepotrebnih predmeta, u ovom slučaju to je karton koji se nalazi u svakom redu kako bi odvojio križne namotke. Križni namotci dolazili bi uz pomoć pokretne trake i zaustavljali se kada dođu do kritične točke, a to bi bio sam rub trake sa kojeg ga radnica mora uzeti. Traka bi bila dužine kao i stalak za natanje križnih namotaka te bi bila jednu razinu niže nego redovi na stalku na koje se natiču namotci. Tako radnica ne bi gubila vrijeme na okretanje, saginjanje, uspravljanje te ponovno okretanje tijela. Napor bi se smanjio maksimalno te radnici ne bi bio problem

obaviti više radnih zadataka za vrijeme koje joj je trenutno potrebno za obavljanje jedne pripreme.

U sljedećoj tablici ( tablica 6 ) prikazani su koraci koji bi ostali nakon micanja svih nepotrebnih koraka koje radnica trenutno radi i nakon redizajniranja stalaka te uređenje mjesta gdje bi stajali namotci.

**Tab. 6. Vrednovanje pokreta prema MODAPTS**

| <b>Vrednovanje pokreta prema MODAPTS s predloženim poboljšanjem – priprema</b> |                   |                           |                      |                    |            |
|--|-------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|------------|
| <b>Koraci</b>  | <b>Pokreti</b>    | <b>Kategorija pokreta</b> | <b>Faktor tereta</b> | <b>Izračun</b>     | <b>MOD</b> |
| 1.   | Primiti namotak   | G1                        | 1                    | 1 X 2 ( ruke ) X 1 | 2          |
| 2.   | Nataknuti namotak | M3                        | 1                    | 3 X 2 ( ruke ) X 1 | 6          |
| 3.   | Pritisnuti gumb   | P0                        | 1                    | 0 X 1              | 0          |
|  |                   |                           |                      |                    | ∑ 8        |

Zbroj MOD vrijednosti u tablici bez poboljšanja ( tablica 5 ) iznosi 260 MOD dok zbroj svih MOD vrijednosti u tablici sa poboljšanjem ( tablica 6 ) iznosi 8 MOD.

Poboljšanje je smanjilo broj potrebnih MOD-ova za obavljanje zadatka na ukupno 8 MOD. Nova metoda sa boljom konstrukcijom postigla je poboljšanje od 97%, a dobivena je jednadžbama (1) i (2). Racionalizirani MOD dobiven je oduzimanjem ukupnom zbroja MOD-ova u predloženom poboljšanju u pripremi ( tablica 6 ) od ukupnog zbroja MOD-ova u pripremi ( tablica 5 ) to je prikazano jednadžbom (1).

$$S M_r = M_{up} - M_p = 260 - 8 = 252 \quad (1)$$

Gdje je:

$M_r$  – racionalizirani MOD,

$M_{up}$  – ukupan zbroj MOD-ova u pripremi,

$M_p$  – ukupan zbroj MOD-ova u predloženom poboljšanju u pripremi.



Postotak poboljšanja dobiveno je dijeljenjem racionaliziranog MOD-a i ukupnog zbroja MOD-ova u pripremi te je pomnoženo sa 100%, prikazano je jednadžbom (2).

$$P_p = \frac{M_r}{M_{up}} \times 100\% = 96,9\% \approx 97\% \quad (2)$$

Gdje je:

$P_p$  – postotak poboljšanja,

$M_r$  – racionalizirani MOD,

$M_{up}$  – ukupan zbroj MOD-ova u pripremi.

### 3.3.2. Analiza radne operacije povezivanja niti

Povezivanje niti može se vršiti na dva načina, a to je pomoću ručnog vezača ( slika 14 ) ili ručno ( slika 15 ). Povezivanje niti počinje tako što se sa stalaka gdje se nalaze postavljeni križni namotci uzimaju završne niti koje je potrebno povezati u čvor sa susjednim završnim osnovinim nitima. Svaka radnica radi na način koji njoj odgovara iako obje znaju oba načina povezivanja. Dakle, sve je zapravo stvar navike, ali isto tako i mogućnosti. Prva radnica se naviknula spajati niti pomoću ručnog vezača, dok je druga navikla na ručno povezivanje. Svaka od njih ima svoj vezač, ali problem je taj što posjeduju samo jedan stari vezač ( slika 7 - desni vezač ) koja njima odgovara te se takve više ne proizvode. Problem sa novijim vezačima je što su znatno teži od starih i glomazniji. Na fotografiji ( slika 7 ) s lijeve strane nalaze se novo proizvedeni ručni vezači koji su puno veći, teži i ne praktičniji za korištenje u odnosu na stari. Stari ručni vezač je lagan, praktičan te se može lako koristiti prilikom rada povezivanja niti. Novi vezači su toliko teški i nepraktični da je radnici lakše ručno spajati niti gdje potroši više vremena i truda tako što stalno radi sa prstima nego što bi držala težak ručni vezač niti i ruku umarala noseći ga, a kasnije i velikim otporom koji treba uložiti da ga stisne kako bi došlo do povezivanja.



Sl. 14. Spajanje niti ručnim vezačem



Sl. 15. Ručno spajanje niti

Tab.7. Vrednovanje pokreta prema MODAPTS







| Vrednovanje pokreta prema MODAPTS za ručno spajanje niti |   |                   |
|--|---|-------------------|
| Kategorija pokreta                                       | Opis  | Simbol aktivnosti |
| <b>Osnovni pokreti</b>                                   |   |                   |
| Premještanje   | Prsti do prstnog zgloba, M1                                 | ○                 |
|  | Prsti i šaka, do ručnog zgloba, M2                          | ○                 |
|  | Pokret prsta uz korištenje podlaktice, M3                   | ◎                 |
|  | Pokreti ruke uz korištenje uglavnom gornjeg dijela ruke, M4 | ●                 |
|  | Pokret ispružene ruke, M4                                   | ●                 |
| Dohvat   | Dodir vrhovima prstiju, G0                                  | ○                 |
|  | Dohvat predmeta koji se lako dohvaća, G1                    | ○                 |
| Stavljanje   | Stavljanje s uobičajenim pokretom, P5                       | ○                 |
|  | Pokret stavljanja popraćen pogledom, P5                     | ○                 |
|  | Stavljanje s povećanom pažnjom, P5                          | ●                 |
| <b>Ostali pokreti</b>                                    |   |                   |
| Sjedenje i stajanje                                      | Sjedenje i stajanje, S32                                    | ●                 |
| Saginjanje   | Saginjanje i uspravljanje, B7                               | ●                 |

|                    |  |  |
|--------------------|--|--|
| Hodanje            | Hodanje ili rotiranje tijela, W2   |  |
| Okret              | Rotacija šake ili ruke, C5   |  |
| Procjena           | Trenutačne konfuzije (dobre ili loše), F2  |  |
| Peta               | Pokreti gležnja s petama na tlu, F3  |  |
| Ponovno dohvaćanje | Odlaganje i ponovno dohvaćanje predmeta, R2  |  |
| Oko                | Pokret oka, fokusiranje, E6  |  |
| Vaga               | L1, $m \leq 2$ kg<br>L1 x 2, $2 \text{ kg} < m \leq 6$ kg<br>L1 x 3, $6 \text{ kg} < m \leq 10$ kg, L1 |  |

U tablici ( tablica 7 ) pri ručnom spajanju niti dolazi do dužeg stajanja zbog povećanih konfuzija koje do kojih dolazi kada nit sklizne radnici iz ruke te ju s povećanom pažnjom mora ponovno dohvatiti te ponoviti cijeli postupak spajanja. Svi mišići ruku su stalno u pokretu, produžuje se vrijeme potrošeno na stajanje jer je proces spajanja niti ručno kompliciraniji te dolazi često do slučajnog ispuštanja jedne od niti.

**Tab.8.** Vrednovanje pokreta prema MODAPTS

| <b>Vrednovanje pokreta prema MODAPTS za spajanje niti sa ručnim vezačem</b> |   |                          |
|---|---|--------------------------|
| <b>Kategorija pokreta</b>   | <b>Opis</b>   | <b>Simbol aktivnosti</b> |
| <b>Osnovni pokreti</b>  |   |                          |
| Premještanje  | Prsti do prstnog zgloba, M1                                 |                          |
|   | Prsti i šaka, do ručnog zgloba, M1                          |                          |
|   | Pokret prsta uz korištenje podlaktice, M1                   |                          |
|   | Pokreti ruke uz korištenje uglavnom gornjeg dijela ruke, M4 |                          |
|   | Pokret ispružene ruke, M4                                   |                          |
| Dohvat  | Dodir vrhovima prstiju, G0                                  |                          |
|   | Dohvat predmeta koji se lako dohvaća, G1                    |                          |
| Stavljanje  | Stavljanje s uobičajenim pokretom, P1                       |                          |
|   | Pokret stavljanja popraćen pogledom, P2                     |                          |

| Ostali pokreti      |   |   |
|---------------------|---|---|
| Sjedenje i stajanje | Sjedenje i stajanje, S17  |  |
| Saginjanje          | Saginjanje i uspravljanje, B5   |  |
| Hodanje             | Hodanje ili rotiranje tijela, W2  |  |
| Peta                | Pokreti gležnja s petama na tlu, F2   |  |
| Oko                 | Pokret oka, fokusiranje, E1   |  |
| Vaga                | L1, $m \leq 2$ kg<br>L1 x 2, $2 \text{ kg} < m \leq 6$ kg<br>L1 x 3, $6 \text{ kg} < m \leq 10$ kg,<br>L1 |  |

Rad ručnim vezačem drastično je smanjio vrijeme stajanja. Sa S32 snizio se na S17 što nam ukazuje na brži rad i završetak prilikom obavljanja radnog zadatka. Također se smanjilo vrijeme koje je potrebno za neke pokrete. Kada se uspoređi broj MOD-ova iz tablica ( tablice 7 i 8 ), vidljiva je razlika pri korištenju pokreta prsti i šake do ručnog zgloba, pokret prsta uz korištenje podlaktice, pokrete stavljanja koji su popraćeni pogledom te je kod saginjanja i ustajanja isto tako vidljiva vremenska razlika. Promjene su vidljive i kod pokreta oka, fokusiranja na rad, dakle sa E6 snizilo se na E1. Puno manje vremena i pokreta je potrebno radom sa ručnim vezačem.

### 3.3.2.1. Prijedlog poboljšanja za povezivanje niti pomoću ručnog vezača

Iz tablice ( tablica 7 ) je vidljivo kako se puno vremena troši na stajanje i saginjanje i samu procjenu te ako je potrebno na ponovno dohvaćanje niti budući da se rad ručnim povezivanjem niti vrši znatno sporije nego pomoću ručnog vezača. U tablici ( tablica 8 ) prikazano je spajanje niti sa vezačem – stara verzija ručnog vezača. Vidljiv je pozitivan učinak na vrijeme i smanjen je fizički napor ruke i mišića.

Kada bi se upotrijebio materijal za izradu novih ručnih vezača kao što se koristio za stare vezače obje radnice bi ih mogle koristiti te bi se ubrzao proces spajanja niti, ali i smanjila mogućnost naprezanja mišića ruke. Tehnologija se mijenja iz dana u dan što sa sobom vuče i način proizvodnje proizvoda, njihove materijale, ali lakše je pronaći zamjenskim dijelova ako dođe do kvara i slično. Kada bi se pronašla tvrtka koja može izdvojiti vrijeme da se prouče dijelovi i materijal od kojega je napravljen stari ručni vezač te se dizajniraju ponovno takvi to bi dovelo do bržeg rada i manjeg umora izvršioca. U Hrvatskoj postoji

mного malih proizvođača koji bi si sigurno dali truda kako bi napravili što bolji proizvod te osmislili nove vezače od laganog materijala. Potrebno je da izvršioци opišu proizvođaču što i kako im odgovara kod rada sa ručnim vezačem, novim i starim, da bi se napravio što bolji novi proizvod. Samo radnice koje rade s njim svaki dan mogu dati najbolji opis kakvog oblika koji bi im odgovarao da se proizvede i koje veličine. O materijalu i funkcijama će najbolje znati proizvođači nakon detaljnog opisa izvršioца.

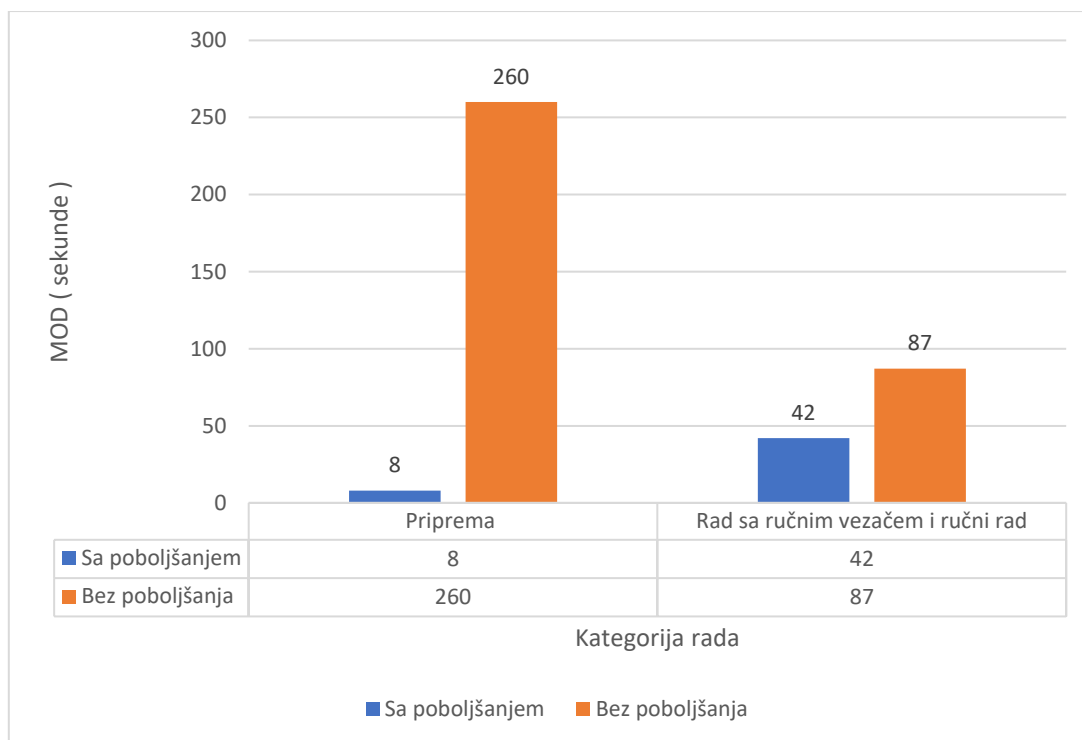
Dijagramom je prikazano vrijeme koje je potrebno za rad bez poboljšanja radnih uvjeta i redizajna prostora, dakle onako kako je sada i vrijeme koje bi bilo potrebno za obavljanje istog rada kada bi se redizajnirao radni prostor i/ili izbacili nepotrebni pokreti ( slika 16 ).

Za dijagram pod nazivom *Priprema*, crvenom obojom prikazano je sadašnje vrijeme potrebno za obavljanje rada izraženo MOD-ovima dok plava boja prikazuje vrijeme koje bi bilo potrebno za obavljanje istog rada nakon poboljšanja uvjeta. Rezultati su uzeti iz tablica ( tablica 5 i 6 ).

Rad ručnim vezačem i ručnim načinom prikazan je u drugom dijagramu pod nazivom *Rad sa ručnim vezačem i ručni rad*. Crvena boja prikazuje vrijeme koje je potrebno za obavljanje rada sa ručnim načinom spajanja niti, a plavom bojom prikazano je vrijeme potrebno za obavljanje istog rada, ali sa ručnim vezačem. Rezultati uzeti iz tablica ( tablica 7 i 8 ).

U oba dijagrama vidljive su razlike koje bi se provele upravo MODAPTS sustavom.

Poboljšanje radnih uvjeta, redizajn radnog prostora doveli bi do benefita za poslužioca, ali i za tvrtku. Zašto? Budući da bi izvršioци završili radne zadatke mnogo prije nego što to sada čine mogli bi započeti s drugim snovanjem. Time se postiže veća količina obavljenog rada gdje bi tvrtka mogla prihvatiti veći obujam radnih zadataka te povećati tržište.



**Sl. 16.** Usporedba karakteristika postojećih i modificiranih uvjeta rada

### 3.3.3. Analiza radne operacije transporta snovaćih valjaka

Bili valjci prazni ili sa namotanim nitima, radnice ih odvoze u paru ili same uz pomoć kolica ( slika 17 ). Sam valjak napravljen je od željeza i njegova masa iznosi približno 120 kilograma. Ovaj radni zadatak ima veliku mogućnost da dođe do ozljeda, stoga se smatra i najopasnijim. Radni prostor na ovom djelu potrebno je redizajnirati što prije. Radnice valjke odvoze i dovoze na mjesto koje se nalazi nekoliko koraka iza njih od mjesta rada na stroju gdje niti prolaze kroz češalj te se namotavaju na valjak. Taj prostor nije jasno definiran kao prostor za valjke već ih radnice ostavljaju tamo jer im je to najbliže slobodno mjesto. No međutim, ako niti namotane na valjak idu u daljnji proces, na škrobljenje, radnice valjke moraju odvesti na udaljenije mjesto gdje se vrši škrobljenje. Radnice sada valjak odvoz pomoću kolica koje pripremaju kada vide da će valjak uskoro biti gotov te ih stavljaju u ravnini kotača valjka. Kada prebace valjak na pomoćna kolica zajedničkim snagama ga odvoze na slobodno mjesto koje odluče u tom trenutku da je najbolje. Za taj radni zadatak potrebno im je približno 8 minuta, ali iziskuje mnogo napora.



**Sl. 17.** Postavljanje praznog snovaćeg valjka s kolica na snovaljku

### 3.3.3.1. Prijedlog poboljšanja operacije transporta snovaćih valjaka

Zamisao za ovaj dio radnog prostora jest da se valjci nalaze na dvije etaže te će njihovo mjesto biti upravo gdje radnice trenutno odvoze i dovoze valjke. Prva etaža bit će sa valjcima koji na sebi imaju namotane niti koji ne idu na daljnju obradu, škrobljenje. Na drugoj etaži, na koju će se valjci prebacivati pomoću dizalice za teret bit će prazni valjci koji će se spuštati prema potrebi. Budući da većina valjaka ne ide na danju preradu ovo je efikasno rješenje. Osim što radnice neće trebati same vući teret, odnosno valjke jer će to biti automatiziranim putem trake već će se uštedjeti i na praznom radnom prostoru jer neće bit naslagani valjci svi na jednom mjestu već po etažama što će povećati slobodni prostor za pola. Oni valjci koji će ići na škrobljenje prevoziti će se pomoćnim kolicima kao i do sada budući da je prostor u hali nedovoljan za proširenje trake koja bi odvozila valjke. Radnice bi same odlučivale kada će poslati valjak na koju etažu, odnosno po potrebi će ih spuštati ili slati gore sa pritiskom na gumb.

#### 4. ZAKLJUČAK

Vrednovanjem pokreta prema MODAPTS sustavu eliminiran je nepotreban rad, uštedjelo bi se vrijeme za rad, ali i novac. Uvažanjem prijedloga za poboljšanja naticanja namotaka na stalak došlo bi do promjena smanjenja vremena utrošenih na rad te bi ukupan broj MOD-ova koji je trenutno potreban izvršiocima za pripremu, a to je 260 MOD-ova ( tablica 5 ) bio umanjen za 252 MOD-a ( 1. jednadžba ). Daljnjim izračunom, prikazano je da bi došlo do približno 97% postotka poboljšanja. Drugom radnom operacijom, odnosno prihvaćanjem prijedloga poboljšanja za spajanje niti sa ručnim vezačem smanjilo bi se vrijeme stajanja, koji bez poboljšanja iznosi 32 MOD-a ( tablica 7 ) dok bi se sa poboljšanjem smanjio bi na 17 MOD-a ( tablica 8 ). Prijedlogom poboljšanja smanjilo bi se i opterećenje na pokrete rukama, time i vrijeme utrošeno na dodatne radnje rukom koje bi bile uklonjene kada bi se koristili odgovarajući ručni vezači. Prijedlogom o redizajnu radnog prostora smanjilo bi se opterećenje na izvršioca i povećao bi se radni prostor. Time je moguće rad učiniti lakšim i manje zamarajućim za izvršioca i to zahvaljujućim ergonomskim faktorima koji su ugrađeni u MODAPTS sustav. Poboljšanjem radnih uvjeta modernizacijom i redizajniranjem radnog mjesta vidljivi su benefiti za obje strane, za izvršioca ali i za tvrtku.



## 5. LITERATURA

- [1] Brnada, S., Šabarić, I., Kovačević, S. : Application of MODAPTS method in the warping process, 4th International ergonomics Conference ( Ergonomics 2010 ): proceedings / Mijović B. ( ur. ), Zagreb: Croatian Society of Ergonomics, 2010. (143.–150.); poster, međunarodna recenzija, cjeloviti rad[2] Šabarić, I., Brnada, S., Kovačević, S. : Application of the MODAPTS method with inovative solutions in the warping process, University of Zagreb Faculty of textile Technology, 2013 dostupno na: [Application of the MODAPTS Method with Inovative Solutions in the Warping Process | Request PDF \(researchgate.net\)](#), travanj 2021.
- [3] Kovačević, S., Brnada, S., Šabarić, I. : Analiza pokreta i opterećenje tijela primjenom MODAPTS metode, Zbornik radova 4. međunarodnog stručno-znanstvenog skupa, Zaštita na radu i zaštita zdravlja: Vučinić J., Kirin S. ( ur. ), Karlovac: Veleučilište u Karlovcu, 2012. (519.-524.); poster, međunarodna recenzija, cjeloviti rad
- [4] Kovačević, S., Dimitrovski, K., Hađina, J., Prosesi tkanja, Sveučilišni udžbenik, Zagreb: Tekstilno-tehnološki fakultet, 2008
- [5] Genkinger Inc., dostupno na: [Warp Beam Lift Truck \(manual | KHUR 7...15 | Genkinger \(genkingerinc.com\)\)](#), travanj 2021.
- [6] Organisation Development International, 20 Keys, 1. ključ: Čišćenje i Organizacija kako bi učinili posao lakšim, Varteks interna skripta
- [7] Kirin, S., dostupno na: [Snježana Kirin-UVOD U ERGONOMIJU.pdf \(vuka.hr\)](#), siječanj 2019, (118.-120.), lipanj 2021.
- [8] MODular Arrangement of Predetermined Time Standards, dostupno na: [International MODAPTS Association](#), travanj 2021.