

A. Hursa Šajatović, S. Kirin*

ERGONOMSKA ANALIZA STATODINAMIČKOG OPTEREĆENJA RADNIKA U TEHNOLOŠKOM PROCESU ŠIVANJA ODJEĆE

UDK 331.101.1:677.017
PRIMLJENO: 5.5.2021.
PRIHVAĆENO: 7.12.2021.

Ovo djelo je dano na korištenje pod Creative Commons Attribution 4.0 International License



SAŽETAK: Tehnološki procesi šivanja odjeće pripadaju zatvorenom tipu radnog mjesta s ustaljenim izvođenjem gdje radnik izvodi tehnološke operacije sličnih karakteristika. U tehnološkom procesu šivanja rad se izvodi u sjedećem položaju za šivaćim strojem, pri čemu radnik ručno i/ili strojno-ručno izvodi tehnološke zahvate. Tijekom izvođenja tehnoloških operacija radnik koristi ruke i trup za rukovanje izratkom, a noge za upravljanje gazilom šivaćeg stroja u kratkim intervalima uz kontinuirano ponavljanje tijekom cijele radne smjene čime je radnik izložen opterećenjima. Način izvođenja tehnoloških operacija ovisi o vrsti i karakteru izratka, vrsti i tehnološkoj opremljenosti šivaćeg stroja kao i uvježbanosti i vještini radnika. U radu su analizirani radni položaji radnika po tehnološkim zahvatima (uzimanje, međusobno postavljanje, šivanje, poravnavanje, odlaganje) na devet radnih mjesta u tehnološkom procesu šivanja korištenjem REBA (Rapid Entire Body Assessment) i OWAS (Ovaco Working Analysing System) metode. Analizom dobivenih rezultata utvrđeno je da je na svim radnim mjestima prisutno opterećenje, što zahtijeva intervenciju na radnom mjestu u obliku preoblikovanja radnih mjesta. Preoblikovanje radnih mjesta obuhvaća pravilno projektiranje radnog sustava (čovjek-stroj-okolina) u skladu sa statičkim i dinamičkim antropometrijskim karakteristikama pojedinog radnika te određivanje povoljne metode rada čime se postiže niži stupanj radnog opterećenja i zamora.

Ključne riječi: REBA metoda, OWAS metoda, tehnološki proces šivanja, radno opterećenje

UVOD

Osnovna značajka rada u tehnološkom procesu šivanja odjeće je različitost i razmjerno velik broj tehnoloških operacija koje se izvode na instaliranim proizvodnim linijama s postojećim razmještajem strojeva i uređaja ovisno o vrsti odjevnog predmeta (Šaravanja et al., 2018.).

Radnik prilikom izvođenja tehnoloških operacija šivanja zauzima sjedeći radni položaj, gornji dio leđa mu je pognut, a glava nagnuta nad šivaći

stroj, pri čemu ruke koristi za rukovanje izradcima, a noge za upravljanje gazilom šivaćeg stroja. Na položaj tijela radnika i složenost pokreta za izvođenje tehnološke operacije šivanja utječe vrsta tehnološke operacije, metoda rada, vrsta šivaćeg stroja, tehnička opremljenost šivaćeg stroja i sustav ugradnje radnih mjesta (Kirin, Hursa Šajatović, 2020.).

U takvom sustavu postoji rizik od nastanka oštećenja koštano-zglobnog sustava kao posljedica opterećujućih položaja i/ili pokreta (savijen ili zakrivljen trup i glava, savinuta zapešća) koji se izvode u kratkom intervalu uz kontinuirano ponavljanje tijekom radne smjene. Rizik od ozljeda i nastanka oštećenja koštano-zglobnog sustava povećava se zbog neuvježbanosti radnika te s

*Izv. prof. dr. sc. Anica Hursa Šajatović, (anica.hursa@ttf.unizg.hr), Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za odjevenu tehnologiju, Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb, Hrvatska, dr. sc. Snježana Kirin, (snjezana.kirin@vuka.hr), Veleučilište u Karlovcu, Odjel sigurnosti i zaštite, Trg J. J. Strossmayera 9, 47000 Karlovac, Hrvatska.

povećanjem dobi i brojem godina rada u sjedećem položaju. Najčešće se manifestira u obliku bolnih leđa, bolnog vrata, promjene na zglobovima, upale i oštećenja tetiva, mišića i živaca na rukama (HZZSR, 2016.).

Stoga je svakodnevno nužno pratiti radne procese, analizirati radna mjesta, odrediti uzroke nastajanja opterećenja i zamora te pronaći bolje rješenje sa svrhom smanjenja opterećenja u sustavu čovjek – stroj – okolina (Zahid et al., 2016.). Preventivne mjere u cilju smanjenja opterećenja radnika i u sprečavanju nastanka obolijevanja koštano-zglobnog sustava su ergonomska oblikovanje radnog mjesta, rad pogodnom metodom rada te edukacija radnika. Određivanje pogodne metode rada znači propisati način rada odnosno izvođenje pokreta radnika ovisno o obliku kontura šava (ravan, zakrivljen), duljini kontura šava, vrsti i uzorku tkanine, zahtijevanoj kvaliteti i položaju šava (Kirin et al., 2014.). Ergonomska oblikovanje radnog mjesta obuhvaća prilagodbu veličine i visine radne površine, visine sjedalice i položaj gazila tjelesnoj visini radnice tako da radi u radnom položaju koji zahtijeva minimalno statičko i dinamičko opterećenje uz korištenje niže razine mišićne skupine. Ako je radno mjesto oblikom i mjerama prilagođeno tijelu radnika i pokretljivosti mišićnog sustava, postiže se manje radno opterećenje i zamor (Balantić et al., 2016., Polat, 2016., Jurčević Lulić, Runjak, 2013.).

METODE ZA ANALIZU RADNOG OPTEREĆENJA

U istraživanjima radnog opterećenja s ergonomske stajališta razvijene su metode za proučavanje i analizu položaja tijela i pokreta pri radu s ciljem smanjenja opterećenja radnika prilikom izvođenja radnih zadataka (Stanton et al., 2005.).

Nadalje, u proizvodnim sustavima s ciljem smanjenja rizika od nastanka bolesti poslodavac je obavezan kontinuirano procjenjivati rizike na radnim mjestima što je propisano Zakonom o zaštiti na radu. Zadatak procjene rizika je prepoznati opasnosti, procijeniti razinu rizika te predložiti mjere za njihovo smanjenje. Potpuna prevencija rizika i mišićno-koštanih poremećaja na radnom

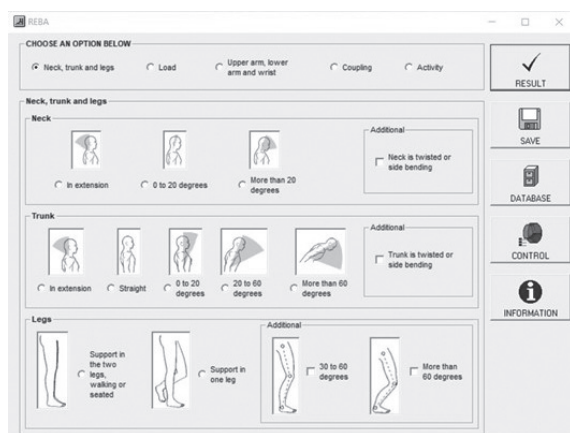
mjestu nije moguća s obzirom da postoje razni čimbenici koje nije moguće izbjeći s obzirom na vrstu radnih zadataka. Međutim, potrebno je maksimalno primjenjivati pravila zaštite na radu, preventivne mjere, organizirati i provoditi radne metode te težiti smanjenju izloženosti radnika utvrđenim rizicima kako bi se vjerojatnost nastanka profesionalnih obolijevanja otklonila ili svela na najmanju moguću mjeru, kao i osigurala kvalitetna razina zaštite radnika.

REBA (engl. *Rapid Entire Body Assessment*) metodu razvili su Hignett i McAtmney (2000.). Metoda se koristi za analizu pokreta i radnih položaja te određivanje opterećenja radnika prilikom izvođenja određenog radnog zadatka s ciljem pojednostavljenja rada i oblikovanja pogodne metode rada i radnog mjesta (Hignett, McAtmney, 2000.). REBA metoda primjenjuje se u proizvodnim sustavima gdje je zastupljen repetitivni rad prilikom izvođenja operacija te omogućuje identifikaciju i sprečavanje mogućih rizika na radnom mjestu. Načelo kojim se pristupa procjeni utjecaja pokreta je kombinacija RULA (engl. *Rapid Upper Limb Assessment*) i NIOSH (engl. *The National Institute for Occupational Safety and Health*) metode. REBA metoda obuhvaća promatranje radnog zadatka, odabir nepovoljnog radnog položaja za procjenu, ocjenjivanje položaja, obrada rezultata, određivanje REBA ocjene, utvrđivanje razine rizika i potrebe intervencije na radnom mjestu (Kirin, 2019., 2005., Isler, 2018.).

Na temelju postavki REBA metode razvijen je računalni sustav ErgoFellow s modulom REBA autora Hignett i McAtmney (2000.); (*Software Ergonomics - FBF Sistemas*, 2020.).

Računani sustav ErgoFellow modul REBA za ocjenjivanje radnih položaja tijela prilikom izvođenja radnih zadataka sadrži slikovne prikaze za položaj dijelova tijela (trup, vrat, noga) i položaj ruku (nadlaktica, podlaktica, šaka).

Za ocjenu položaja dijelova tijela (vrat, trup, noga) razlikuju se tri položaja vrata (+ dodatni položaj za preklon i rotaciju), pet položaja trupa (+ dodatni položaj za preklon i rotaciju) i dva položaja nogu (+ dodatna dva položaja za kut potkoljenice); (slika 1).



Slika 1. Prikaz matrice za ocjenu položaja tijela pomoću računalnog programa ErgoFellow (modul REBA)
Figure 1. Display of body position assessment matrix using a computer program ErgoFellow (REBA modul)

Pored toga modul sadrži tri stupnja opterećenja tijela (+ dodatni položaj snage). Kod položaja ruku razlikuje se pet položaja nadlaktice (+ tri položaja s obzirom na podešavanje), dva položaja podlaktice, dva položaja šake (+ jedan položaj rotacije); (slika 2).



Slika 2. Prikaz matrice za ocjenu položaja ruku pomoću računalnog programa ErgoFellow (modul REBA)
Figure 2. Display of hand position assessment matrix using a computer program ErgoFellow (REBA modul)

Pored toga dane su četiri mogućnosti pokreta hvatanja i tri mogućnosti aktivnosti i dinamično-

sti izvođenja radnog zadatka. Na temelju analize određenog radnog položaja po dijelovima tijela računalni sustav ErgoFellow modul REBA metoda daje zbirnu ocjenu i stupanj rizika na radnom mjestu (Tablica 1).

Tablica 1. Prikaz i interpretacija rezultata (razina rizika) ocjene opterećenja tijela prema REBA metodi
Table 1. Presentation and interpretation of results (risk level) of body load assessment according to REBA method

REBA rezultat	Razina rizika i potrebe za intervencijom
1	neznatan rizik, intervencija nepotrebna
2-3	niski rizik, intervencija moguća
4-7	srednji rizik, intervencija potrebna uskoro
8-10	visok rizik, intervencija potrebna odmah
11 i više	vrlo visok rizik, intervencija potrebna odmah

OWAS (engl. *Ovaco Working Analysing System*) metoda razvijena je u finskoj teškoj industriji Ovaco, gdje su 1974. godine utvrđeni i shematski razrađeni različiti tipovi radnog položaja, ukupno njih 84. OWAS metoda temelji se na razradi položaja leđa, ruku i nogu. Ovom metodom služe se mnogi znanstvenici jer se pokazala uspješna kod analize položaja tijela te je doživjela niz modifikacija (*Stoffert, 1985., Sušnik, 1992.*). OWAS metodom dobivaju se podaci o pojedinim položajima kralježnice, ruku i nogu čime je moguće uočiti razloge pojavljivanja nepovoljnih radnih položaja.

Računalni program ErgoFellow koristi modificiranu OWAS metodu, pri čemu se razlikuju četiri položaja trupa, tri položaja ruku, sedam položaja nogu i tri položaja opterećenja masom (*Software Ergonomics - FBF Sistemas, 2020.*)

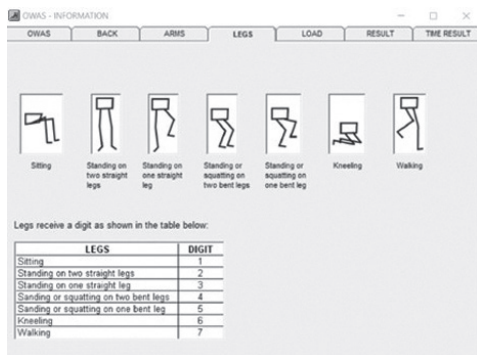
Na slici 3 prikazani su originalni prozori programa ErgoFellow 3.0 koji su uzeti kao snimka zaslona s izbornicima za različite položaje trupa (slika 3a), ruku (slika 3b), nogu (slika 3c) i opterećenja masom (slika 3d).



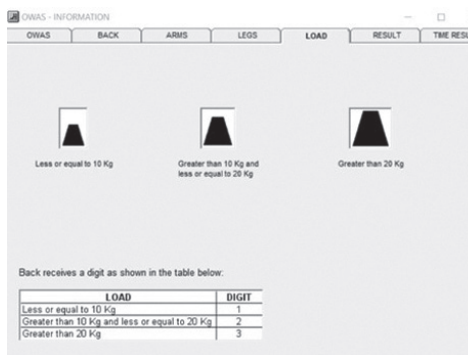
a.



b.



c.



d.

Slika 3. Prikaz matrice za različite položaje: a. trupa, b. ruku, c. nogu i d. opterećenje masom

Figure 3. Display a matrix for different positions: a. body, b. hands, c. legs and d. mass load

Za prikaz opterećenja po pojedinim radnim položajima tijekom izvođenja radnog zadatka dana je matrica za ocjenu položaja (slika 4).

jom se prikazuju rezultati postotnog udjela zastupljenosti vremenskog trajanja pojedinog radnog položaja unutar dnevnog radnog vremena.

The result is shown in the table below:

Back	Arms	Legs																			
		1	2	3	4	5	6	7													
		Load	Load	Load	Load	Load	Load	Load													
1	1	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
2	1	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3					
	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	4	3	3	4	2	3	4			
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2	3	4		
3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	1	1	1	1	1		
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

INTERPRETATION OF THE RESULT
 1 - No actions required
 2 - Corrective actions required in the near future
 3 - Corrective actions should be done as soon as possible
 4 - Corrective actions for improvement required immediately

Slika 4. Matrica za ocjenu položaja tijela prema OWAS metodi

Figure 4. Body position assessment matrix according to OWAS method

Sustav također ima mogućnost određivanja opterećenja radnika s obzirom na ukupno dnevno radno vrijeme. Na slici 5 prikazana je matrica ko-

The time in each posture also receives a result as shown in the table below:

POSTURE	TIME IN EACH POSTURE (%)											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
Back	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	
	3	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	
	4	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4	
Arms	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	
	3	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	
	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Legs	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
	4	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3
	5	1	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	6	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2

INTERPRETATION OF THE RESULT
 1 - No actions required
 2 - Corrective actions required in the near future
 3 - Corrective actions should be done as soon as possible
 4 - Corrective actions for improvement required immediately

Slika 5. Matrica s rezultatima postotnog udjela zastupljenosti vremenskog trajanja pojedinog radnog položaja unutar dnevnog radnog vremena prema OWAS metodi

Figure 5. Matrix with the results of the percentage share of the duration of an individual working position within the daily working hours according to OWAS method

U Tablici 2 dan je prikaz ukupne ocjene opterećenja tijela radnika dobiven korištenjem OWAS metode te potrebe za preoblikovanjem radnog mjesta

Tablica 2. Prikaz i interpretacija rezultata ocjene opterećenja tijela prema OWAS metodi

Table 2. Presentation and interpretation of body load assessment results according to OWAS method

OWAS rezultat	Potrebe preoblikovanja radnog mjesta
1	nije potrebno
2	u dogledno vrijeme
3	uskoro
4	odmah

Analizom radnih položaja ovim računalnim sustavom moguće je utvrditi nepovoljne radne položaje unutar izvođenja određenog radnog zadatka te se dobivaju smjernice za potrebno preoblikovanje radnih mjesta, čime se osiguravaju povoljniji radni položaji koji zahtijevaju manje statičko i dinamičko opterećenje.

EKSPERIMENTALNI DIO

Za istraživanje opterećenja radnika u realnom proizvodnom procesu analizirano je devet radnih mjesta (RM1-RM9) u proizvodnoj liniji šivanja muških sakoa u tvrtki Varteks, Varaždin. Na promatranim radnim mjestima provedeno je snimanje sljedećih tehnoloških operacija:

- našivanje podstave na podlistak prednjeg dijela (RM1)
- našivanje podstave na duljini rukava (RM2)

- šivanje stražnjeg šava leđa (RM3)
- šivanje prednjeg i stražnjeg dijela (RM4)
- šivanje prednjeg bočnog šava (RM5)
- šivanje stražnjeg šava rukava (RM6)
- zatvaranje rukava osnovne tkanine i rukava podstave uz ostavljanje otvora (RM7)
- šivanje stražnjeg šava podstave rukava (RM8)
- šivanje ramenog šava (RM9).

Snimanje je provedeno pomoću fotoaparata EOS 750D s ugrađenim objektivom EFS 18-135 mm koji ima mogućnost videozapisa. Radna mjesta snimana su u trajanju od 20 minuta, što je u prosjeku iznosilo između 15 i 25 ponavljanja svake tehnološke operacije. Radnice su snimane u sagitalnoj ravnini s lijeve ili desne strane ovisno o vrsti tehnološke operacije i načinu oblikovanja radnog mjesta. Analiza opterećenja radnica na radnim mjestima (RM1-RM9) provedena je korištenjem računalnog sustava ErgoFellow (modul REBA i OWAS metoda) prema tehnološkim zahvatima: uzimanje, međusobno postavljanje, pozicioniranje, šivanje, poravnavanje tijekom prekida šivanja i odlaganje te je određen ukupan stupanj opterećenja i rizika po pojedinim radnim mjestima.

REZULTATI I RASPRAVA

Analiza opterećenja radnica za tehnološke operacije (RM1-RM9) u procesu šivanja muških sakoa REBA metodom za karakterističnih šest radnih položaja koji ujedno obuhvaćaju rad po tehnološkim zahvatima prikazana je u Tablici 3. Za svako radno mjesto dana je ocjena za lijevu ruku i trup te desnu ruku i trup, čime se može utvrditi na kojoj ruci je veće opterećenje i gdje se mogu očekivati veća oštećenja koštano-zglobnog sustava.

Tablica 3. Prikaz ocjena radnog opterećenja po pojedinim tehnološkim zahvatima za istraživana radna mjesta prema REBA metodi

Table 3. Presentation of workload estimates by individual technological interventions for researched jobs according to REBA method

Tehnološki zahvat	Ocjena radnog opterećenja																	
	RM1		RM2		RM3		RM4		RM5		RM6		RM7		RM8		RM9	
	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D
uzimanje	4	3	5	3	5	5	6	6	6	5	5	3	7	6	6	6	7	7
međusobno postavljanje	7	7	8	7	5	5	8	8	7	7	5	5	8	8	7	7	5	5
pozicioniranje	7	7	8	7	5	5	8	8	7	7	8	8	8	7	7	8	7	7
šivanje	7	7	8	8	7	7	8	8	7	7	8	8	8	7	7	8	7	7
poravnavanje tijekom prekida šivanja	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7	5	5	4	4	5	5	7	7
odlaganje	5	6	7	6	5	6	3	3	5	5	5	4	8	8	7	8	6	6

Na slici 6 dan je primjer rezultata ocjenjivanja radnog položaja radnice za vrijeme izvođenja tehnološke operacije šivanja prednjeg i stražnjeg dijela muškog sakoa (RM4). Kao rezultat prikazani su dijelovi tijela s kutovima zakrivljenja (vrat, trup, noge, nadlaktica, podlaktica, šaka) kao i ukupna ocjena opterećenja.

Opterećenje kod zahvata **uzimanja** (slika 7) za lijevu ruku ocijenjeno je s ocjenom 4 (11,1 %), 5 (33,3 %), 6 (33,3 %) i 7 (22,3 %) što predstavlja područje srednjeg rizika i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta uskoro. Opterećenje desne ruke ocijenjeno je ocjenom 3 (33,3 %) za tri radna mjesta što predstavlja nizak rizik te

REBA - DATABASE

Export

Name of the worker: ZORA3

Company: Varteks

Department: konfekcija

Function: sastav leđa i prednjice

Description of the task: šivanje

Neck: More than 20 degrees Additional: No

Trunk: 20 to 60 degrees Additional: No

Legs: Support in the two legs, walking or seated Additional: More than 60 degrees

Load: < 5 kg (< 11 lb) Additional: No

Wrist: Between 15 degrees up and 15 degrees down Additional: No

Upper Arm: 45 to 90 degrees Additional: Abducted: No No

Lower Arm: 60 to 100 degrees Coupling: Good

Activity 1: One or more body parts are held for longer than 1 minute (static)

Activity 2: No

Activity 3: No

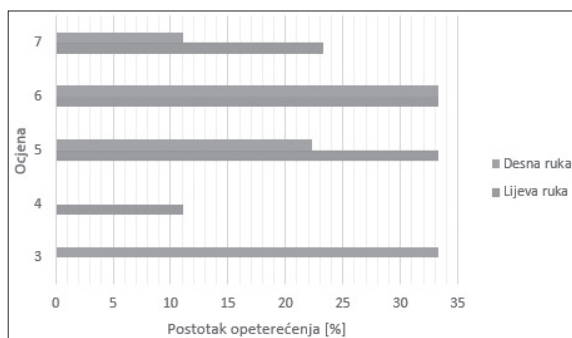
Result: 8

125 of 128

Slika 6. Prikaz rezultata ocjenjivanja radnog položaja radnice za vrijeme izvođenja tehnološke operacije šivanja prednjeg i stražnjeg dijela muškog sakoa REBA metodom

Figure 6. Presentation of the results of the evaluation of the working position of the worker during the technological operation of sewing the front and back of the men's jacket by REBA method

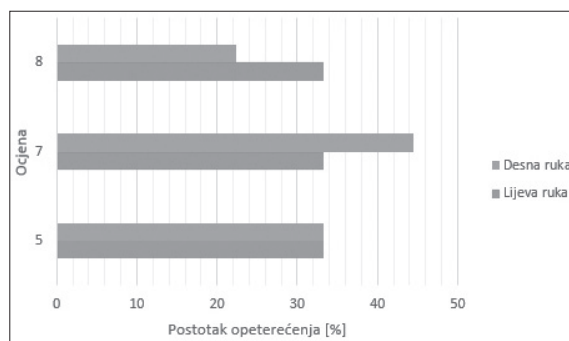
ocjenom 5 (22,3 %), 6 (33,3 %) i 7 (11,1 %) što predstavlja srednji rizik na šest radnih mjesta i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta uskoro. Za zahvat uzimanja najveće opterećenje prisutno je na RM7 (lijeva ruka) i RM9 (lijeva i desna ruka) što je ocijenjeno ocjenom 7 što predstavlja srednji rizik i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta uskoro. Kod zahvata uzimanja radnice zauzimaju srednji sjedeći položaj te lijevom rukom unutar maksimalne radne zone posežu do izratka što dovodi do većeg opterećenja ruke, dok desnom rukom u središnjoj radnoj zoni hvataju izradak.



Slika 7. Prikaz postotnog udjela ocjena za tehnološki zahvat uzimanja

Figure 7. Display of the percentage of grades for the technological intervention of taking

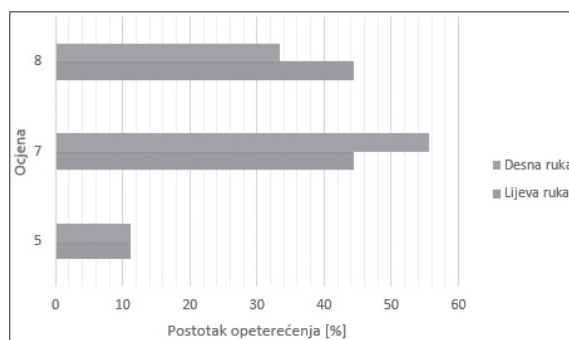
Kod tehnološkog zahvata **međusobnog postavljanja** radnice s obje ruke sastavljaju dva dijela s točnošću ± 1 mm, često uz pojačanu prednju fleksiju kralježnice i glave, odnosno izvode zahvat u prednjem sjedećem položaju. Upravo zbog velike točnosti koja je potrebna za međusobno postavljanje dva izratka, visoke usredotočenosti pogleda i korištenja pokreta prstiju i šake obje ruke ocjene opterećenja su više (od 5 do 8). Za lijevu ruku opterećenje je ocijenjeno ocjenom 5 (33,3 %) i 7 (33,3 %) što predstavlja srednji rizik i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta uskoro, dok ocjenom 8 (33,3 %) na tri radna mjesta (RM2, RM4, RM7) što predstavlja visoki rizik i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta odmah. Opterećenje desne ruke ocijenjeno je na tri radna mjesta ocjenom 5 (33,3 %) i na četiri radna mjesta ocjenom 7 (44,4 %) što predstavlja srednji rizik i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta uskoro, dok na dva radna mjesta (RM4 i RM7) opterećenje je ocijenjeno ocjenom 8 (22,3 %) što zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta odmah (slika 8).



Slika 8. Prikaz postotnog udjela ocjena za tehnološki zahvat međusobno postavljanje

Figure 8. Display of the percentage of grades for the technological intervention mutual setting

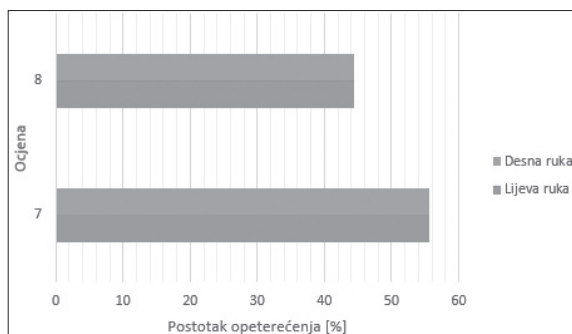
Kod tehnološkog zahvata **pozicioniranja** radnice s obje ruke pozicioniraju izradak pod iglu šivaćeg stroja u prednjem sjedećem položaju s pojačanom fleksijom kralježnice i glave te često nepovoljnim položajem ruku. Opterećenje za lijevu ruku ocijenjeno je ocjenom 5 (11,1 %) a na četiri radna mjesta ocjenom 7 (44,4 %) što predstavlja srednji rizik i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta uskoro, a na četiri radna mjesta (RM2, RM4, RM6, RM7) ocjenom 8 (44,4 %) što predstavlja veći rizik i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta odmah. Opterećenje za desnu ruku ocijenjeno je ocjenom 5 (11,1 %) i ocjenom 7 (55,6 %) što predstavlja srednji rizik i preoblikovanje radnog mjesta uskoro, dok je na tri radna mjesta (RM4, RM6, RM8) ocijenjeno ocjenom 8 (33,3 %) što predstavlja veliki rizik i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta odmah (slika 9).



Slika 9. Prikaz postotnog udjela ocjena za tehnološki zahvat pozicioniranja

Figure 9. Display of the percentage of grades for the technological intervention of positioning

Kod tehnološkog zahvata **šivanja** radnice vode izradak za vrijeme šivanja šava, pri čemu radnik prati položaj šava od rubova materijala, međusobni položaj rubova materijala i položaj duljine slojeva izratka što zahtijeva rad u prednjem sjedećem položaju uz pojačanu prednju fleksiju kralježnice i glave te nepovoljne položaje ruku. Za lijevu ruku opterećenje je ocijenjeno ocjenom 7 na 5 radnih mjesta odnosno 55,6 % što predstavlja srednji rizik i preoblikovanje radnog mjesta je potrebno uskoro, dok je na četiri radna mjesta (RM2, RM4, RM6, RM7) opterećenje radnice ocijenjeno ocjenom 8 odnosno 44,4 % što predstavlja visoki rizik i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta odmah. Za desnu ruku opterećenje je ocijenjeno ocjenom 7 na 5 radnih mjesta odnosno 55,6 % što predstavlja srednji rizik i preoblikovanje radnog mjesta je potrebno uskoro, dok je na četiri radna mjesta (RM2, RM4, RM6, RM8) opterećenje radnice ocijenjeno ocjenom 8 odnosno 44,4 % što predstavlja visoki rizik i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta odmah (slika 10).

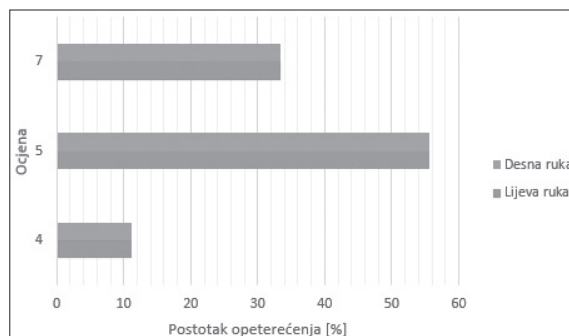


Slika 10. Prikaz postotnog udjela ocjena za tehnološki zahvat šivanje

Figure 10. Display of the percentage of grades for sewing technology

U tehnološkom zahvatu tijekom prekida šivanja radnica izvodi poravnavanje izratka s obje ruke, pri čemu se nalazi u prednjem ili u srednjem sjedećem položaju ovisno o tehnološkoj operaciji i zahtjevnosti zahvata poravnavanja.

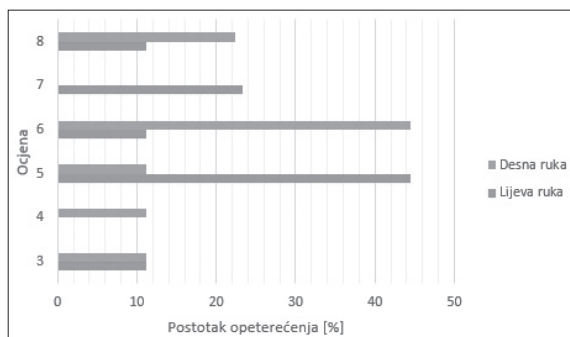
Opterećenje za lijevu i desnu ruku ocijenjeno je za jedno radno mjesto ocjenom 4 (11,1 %), za pet radnih mjesta ocjenom 5 (55,6 %) i za tri radna mjesta ocjenom 7 (33,3 %), što predstavlja srednji rizik i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta uskoro (slika 11).



Slika 11. Prikaz postotnog udjela ocjena za tehnološki zahvat poravnavanja tijekom prekida šivanja

Figure 11. Display of the percentage of grades for the technological intervention of alignment during sewing interruption

Kod tehnološkog zahvata **odlaganje** radnice s obje ruke na svim radnim mjestima odlažu izradak na pokretni stalak smješten s desne strane najčešće u stražnjem sjedećem položaju, ali uz zakretanje trupa i glave. Opterećenje lijeve i desne ruke na jednom radnom mjestu ocijenjeno je ocjenom 3 (11,1 %) što predstavlja niski rizik. Opterećenje lijeve ruke ocijenjeno je ocjenom 5 (44,4 %), ocjenom 6 (11,1 %) i ocjenom 7 (22,3 %) što predstavlja srednji rizik i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta uskoro. Opterećenje radnice na jednom radnom mjestu (RM7) za lijevu ruku ocijenjeno je ocjenom 8 (11,1 %) što predstavlja visoki rizik i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta odmah. Opterećenje desne ruke ocijenjeno je ocjenom 4 (11,1 %), ocjenom 5 (11,1 %), ocjenom 6 (44,4 %) što predstavlja srednji rizik i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta uskoro. Opterećenje desne ruke na dva radna mjesta (RM7, RM8) ocijenjeno je ocjenom 8 (22,3 %) što predstavlja visoki rizik i zahtijeva oblikovanje radnog mjesta odmah (slika 12).



Slika 12. Prikaz postotnog udjela ocjena za tehnološki zahvat odlaganja

Figure 12. Display of the percentage of grades for the technological intervention of disposal

Najveće opterećenje prisutno je na radnom mjestu šivanje prednjeg i stražnjeg dijela muškog sakoa (RM4) prilikom izvođenja zahvata međusobnog postavljanja (ocjena 8), pozicioniranja (ocjena 8) i šivanja (ocjena 8) što predstavlja visok rizik i zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta odmah. Na radnom mjestu radi radnica tjelesne visine od 178 cm, što na radnom mjestu dovodi do pojačane prednje fleksije trupa i glave te nepovoljnih zglobnih sustava trup-natkoljenica, natkoljenica-potkoljenica, nadlaktica-podlaktica-šaka.

Također je uočeno da je najveće opterećenje radnica prisutno kod tehnološkog zahvata šiva-

nja s obzirom da rade u prednjem sjedećem položaju i izvode pokrete koji zahtijevaju visoku točnost izvođenja, čime dovode tijelo u neudoban radni položaj.

OWAS metodom analizirano je devet radnih mjesta prema tehnološkim zahvatima što je prikazano u Tablici 4.

Analizom dobivenih rezultata utvrđeno je da kod tehnološkog zahvata uzimanja nije prisutno opterećenje. Kod tehnološkog zahvata međusobno postavljanje, pozicioniranje i šivanje na svih promatranih devet radnih mjesta prisutno je opterećenje (ocjena 2) s obzirom da radnice rade u prednjem sjedećem položaju s prednjom fleksijom trupa više od 15° i predlaže se preoblikovanje radnog mjesta u dogledno vrijeme. Kod tehnološkog zahvata poravnavanja na tri radna mjesta (RM4, RM5, RM9) prisutno je opterećenje (ocjena 2) što iznosi 33,3 % u odnosu na sva promatrana radna mjesta te se predlaže preoblikovanje radnog mjesta u dogledno vrijeme. Kod tehnološkog zahvata odlaganje prisutno je opterećenje na pet radnih mjesta (RM2, RM6, RM7, RM8, RM9) i ocijenjeno je ocjenom 2 što iznosi 55,5 % u odnosu na sva promatrana mjesta te se predlaže preoblikovanje radnog mjesta u dogledno vrijeme.

Tablica 4. Prikaz ocjena radnog opterećenja po pojedinim zahvatima za istraživana radna mjesta prema OWAS metodi

Table 4. Presentation of workload estimates by individual interventions for researched jobs according to OWAS method

Tehnološki zahvat	Ocjena radnog opterećenja								
	RM1	RM2	RM3	RM4	RM5	RM6	RM7	RM8	RM9
uzimanje	1	1	1	1	1	1	1	1	1
međusobno postavljanje	2	2	2	2	2	2	2	2	2
pozicioniranje	2	2	2	2	2	2	2	2	2
šivanje	2	2	2	2	2	2	2	2	2
zahvati tijekom prekida šivanja (poravnavanje)	1	1	1	2	2	1	1	1	2
odlaganje	1	2	1	1	1	2	2	2	2

Tablica 5. Pregled opterećenja radnica s obzirom na postotni udio zastupljenosti u okviru dnevnog radnog vremena s pripadajućom ocjenom prema OWAS metodi**Table 5. Overview of the workload of female workers with regard to the percentage of representation within daily working hours with the corresponding grade according to OWAS method**

Radni položaj		Postotni udio vremena									ocjena
		RM1	RM2	RM3	RM4	RM5	RM6	RM7	RM8	RM9	
trup	uspravno	17,0	19,5	18,5	18,0	20,0	19,8	19,1	17,9	17,5	1
	savijeno	75,2	71,7	71,0	73,5	70,8	70,9	70,8	72,4	73,3	2
	rotirano	7,8	0	10,5	8,5	9,2	0	0	0	0	1
	pognuto i rotirano	0	8,8	0	0	0	9,3	10,1	9,7	9,2	2
ruke uz tijelo		100	100	100	100	100	100	100	100	100	1
sjedenje		100	100	100	100	100	100	100	100	100	3

U Tablici 5 dan je pregled opterećenja radnica za devet istraživanih ranih mjesta s obzirom na postotni udio zastupljenosti pojedinog položaja unutar dnevnog radnog vremena te pripadajuća ocjena prema OWAS metodi.

Na svim radnim mjestima radnice rade u prednjem sjedećem položaju s prednjom fleksijom trupa iznad 70 % (dopušteno 40 %) tijekom dnevnog radnog vremena (ocjena 2) što zahtijeva preoblikovanje radnog vremena u dogledno vrijeme. Na radnom mjestu RM2, RM6, RM7, RM8 i RM9 prisutan je stražnji položaj sjedenja uz savijanje i rotaciju (ocjena 2) što zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta u dogledno vrijeme. Tehnološke operacije radnice izvode u cijelo vrijeme u sjedećem položaju (ocjena 3) dok je dopušteno do 90 % što zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta uskoro.

Rezultati dobiveni REBA i OWAS metodom ukazuju da je opterećenje po radnim mjestima (RM1-RM9) kao i po samim tehnološkim zahvatima znatno. Uočeno je da na položaj tijela radnica i način izvođenja pojedinih pokreta unutar izvođenja tehnoloških operacija utječe vrsta teh-

nološke operacije, vrsta i tehnička opremljenost šivaćeg stroja, metoda rada te način oblikovanja radnih mjesta.

Usporedbom rezultata dobivenih REBA i OWAS metodom može se zaključiti:

- OWAS i REBA metode pogodne su za analizu radnog opterećenja u procesu šivanja odjeće
- primjenom računalnog sustava ErgoFellow za OWAS metodu može se proučavati položaj kralježnice, ruku i nogu što daje podatke o opterećenju tijela i nepovoljnim radnim položajima
- primjenom računalnog sustava ErgoFellow za REBA metodu mogu se detaljnije proučavati položaji glave, trupa te sustav nadlaktica-podlaktica-šaka čime se dobiva bolji uvid u nepovoljne radne položaje i pokrete unutar pojedinih zahvata
- analizom tehnoloških zahvata REBA metodom može se utvrditi kako kutovi trupa, glave i sustava nadlaktica-podlaktica-šaka utječu na ukupno opterećenje radnice.

Tablica 6. Prikaz preporučene visine radne sjedalice u odnosu na tjelesnu visinu radnica**Table 6. Display of the recommended height of the work seat in relation to the body height of the workers**

Radno mjesto	Tjelesna visina [cm]	Dužina potkoljenice [cm]	Postojeća visina sjedalice [cm]	Preporučena visina sjedalice [cm]
RM1	160	42	51	49
RM2	160	42	54	49
RM3	162	42,5	51	49,5
RM4	178	46	56	53
RM5	167	43,5	53	50,5
RM6	160	42	54	49
RM7	156	41	51	48
RM8	167	43,5	52	50,5
RM9	163	42,5	53	49,5

Da bi se smanjilo opterećenje radnica u tehnološkom procesu šivanja po radnim mjestima (RM1-RM9), potrebno je razraditi povoljnije metode rada što bi smanjilo opterećenje zglobnog sustava nadlaktica-podlaktica-šaka te prilagoditi dimenzije radnog mjesta tjelesnim visinama radnica. Visina industrijske sjedalice određuje se kao poplitična dužina potkoljenice uz dodatak za debljinu obuće (2 cm) i visinu gazila (5 cm). Visina radne površine stroja treba biti viša 10 do 15 cm od debljine natkoljenice u sjedećem položaju radnice, a udaljenost trupa od radne površine stroja iznosi 15 do 20 cm. Navedenim dimenzijama osiguran je prostor u kojem radnice imaju potreban stupanj slobode pokreta za neometano izvođenje tehnološke operacije. U Tablici 6 prikazane su preporučene visine sjedalice s obzirom na tjelesnu visinu i dužinu potkoljenice radnice.

ZAKLJUČAK

U tehnološkom procesu šivanja radnica najčešće zauzima sjedeći radni položaj, pri čemu joj je gornji dio trupa u prednjoj fleksiji u sagitalnoj ravnini s pretklonom glave i linijom gledanja na ubodnu pločicu šivaćeg stroja što dovodi do slabljenja refleksa i motorike pokreta te smanjuje mogućnost preciznog rada. U navedenom radnom položaju dolazi do opterećenja u slabinskom, grudnom i vratnom dijelu kralježnice, pri čemu se pojavljuje rotacija leđnog i torzije grudnog i vratnog dijela kralježnice. Zbog dinamike

i potrebne koordinacije pokreta te s obzirom na kontinuirano ponavljanje izvođenja tehnoloških operacija gdje se koriste iste skupine mišića dolazi do opterećenja gornjih udova (ruku, šaka, prsti) zbog rukovanja izratkom visoke savitljivosti različitih dimenzija više od 2/3 radnog vremena.

Pomoću REBA metode ocjenjuju se nepovoljni radni položaji koji utječu na povećanje radnog opterećenja te se na temelju ocjena određuje potreba za preoblikovanjem radnog mjesta. Analizom rezultata prikupljenih REBA metodom na devet radnih mjesta u tehnološkom procesu šivanja muških sakoa utvrđeno je da je kod radnica prisutno opterećenje trupa i vrata te ruku na svim radnim mjestima. Većina ocjena radnog opterećenja kreće se od 5 do 7 što predstavlja srednji rizik. Kod tehnoloških zahvata međusobno postavljanje, pozicioniranje i šivanje koji se izvode u prednjem sjedećem položaju potrebna je prednja fleksija trupa, visoka koncentracija pogleda i visoka točnost izvođenja zahvata. Zbog toga kod tih zahvata ocjena radnog opterećenja uglavnom iznosi 8 što predstavlja visoki rizik. U tehnološkom zahvatu uzimanja desna ruka je na tri radna mjesta u području niskog rizika (ocjena 3) te u tehnološkom zahvatu odlaganja lijeva i desna ruka na jednom radnom mjestu u području su niskog rizika (ocjena 3).

Analizom radnih mjesta OWAS metodom utvrđena je prisutnost opterećenja na svih devet radnih mjesta (ocjena 2) kod tehnoloških zahvata

međusobno postavljanje, pozicioniranje i šivanje. Kod tehnološkog zahvata poravnanje tijekom prekida šivanja, opterećenje je prisutno na tri radna mjesta (33,3 %) što je ocijenjeno ocjenom 2. Kod tehnološkog zahvata odlaganje opterećenje je prisutno na pet radnih mjesta (55,5 %) što je ocijenjeno ocjenom 2.

Unutar dnevnog radnog vremena radnice više od 40 % provedu u prednjem sjedećem položaju uz pojačanu fleksiju trupa (ocjena 2) za što je potrebno preoblikovanje radnog mjesta u dogledno vrijeme. Na pet radnih mjesta prisutno je savijanje i rotacija trupa (ocjena 2) za što je potrebno preoblikovanje radnog mjesta u dogledno vrijeme. Radnice sjede 100 % radnog vremena prilikom izvođenja tehnoloških operacija (ocjena 3) što zahtijeva preoblikovanje radnog mjesta odmah.

Da bi se smanjilo opterećenje radnika u radnom sustavu, radno okruženje mora biti prilagođeno mogućnostima ljudskog tijela kako bi uspješno obavljao određeni radni zadatak i smanjile mogućnosti narušavanja zdravlja radnika i pojave profesionalnih obolijevanja. Stoga je za radna mjesta dan prijedlog prilagođavanja visine industrijske sjedalice tjelesnoj visini radnice.

Preoblikovanjem radnog mjesta te određivanjem povoljnije metode rada postiglo bi se manje opterećenje sustava nadlaktica-podlaktica-šaka te smanjili kutovi prednje fleksije leđnog i vratnog dijela kralježnice, pri čemu bi radnice zauzimale ispravan položaj sjedenja što omogućava brze i točne motoričke kretnje pri vođenju izratka te visok stupanj koordinacije pokreta.

LITERATURA

Balantič, Z., Polajnar, A., Jevšnik, S.: *Ergonomija v teoriji in praksi*, Nacionalni inštitut za javno zdravje, Ljubljana, 2016.

Hignett, S., McAtamney, L.: Rapid Entire Body Assessment (REBA), *Applied Ergonomics* 31, 2000., 2, 201-205.

HZZZSR, *Praktična smjernica za ocjenu rizika pri ručnom rukovanju teretom*, dostupno na: http://www.hzzzsr.hr/wpcontent/uploads/2016/11/Prakticna_smjernica_za_ocjenu_rizika_pri_rucnom_rukovanju_teretom.pdf, pristupljeno: 1.2.2021.

Isler, M., Küçük, M., Guner, M.: Ergonomic assessment of working postures in clothing sector with scientific observatio methods, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 30, 2018., 6, 757-771.

Jurčević Luić, T., Runjak, M.: Procjena opterećenja radnika pri podizanju tereta, *Sigurnost*, 55, 2013., 2, 125-131.

Kirin, S., Dragčević, Z., Firšt Rogale, S.: Workplace Redesign in the Computer-Aided Technological Sewing Process, *Tekstil*, 63, 2014., 1-2, 14-26.

Kirin, S., Hursa Šajatović, A.: Defining Standard Sets of Motions in the Technological Suboperation of Sewing Using the MTM-System, *Tekstil*, 67, 2018., 7-8, 201-217.

Kirin, S.: *Uvod u ergonomiju*, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2019, dostupno na: www.vuka.hr, pristupljeno: 20.2.2021.

Polat, O., Kalayci, Can, B.: Ergonomic Risk assessment of Workers in Garment Industry, *8 th Internationa Scientific-Professional Conference, Textile Science and Economy VIII*, May 16-19st, 2016, Zrenjanin, Serbia, 124-129.

Stanton, N., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., Hendrick, H.: *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*, CRC PRESS, New York, 2005.

Software Ergonomics - FBF Sistemas, dostupno na: <https://www.fbfsistemas.com/ergonomics.html>, pristupljeno: 1.5.2020.

Stoffert, G.: Analyse und Einstufung von Körperhaltungen bei der Arbeit nach der OWAS-Methode, *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 39, 1985., 1, 31-38.

Sušnik, J.: *Ergonomska fiziologija*, Didakta, Radovljica, 1992.

Šaravanja, B., Hursa Šajatović, A., Dragčević, Z.: Istraživanje uvjeta radne okoline u tehnološkom procesima proizvodnje odjeće, *Tekstil*, 66, 2018., 5-6, 146-154.

Zahid, A. Shah, et al.: *Ergonomic Risk Factors for Workers in Garments Manufacturing – A Case Study from Pakistan*, dostupno na: http://ieomsociety.org/ieom_2016/pdfs/291.pdf, pristupljeno: 22.2.2021.

**ERGONOMIC ANALYSIS OF THE STATODYNAMIC STRAIN
AFFLICTING THE WORKERS
IN THE GARMENT SEWING INDUSTRY**

SUMMARY: Garment sewing is an industry with closed type workplaces where the workers continuously perform similar operations. The work requires sitting at a sewing machine, with the worker using his hands and performing machine-hand operations. The hands and the upper body manipulate the actual fabric and the feet/legs activate the sewing machine at short intervals that, when repeated for the entire duration of the working day, put a strain on the worker. The actual operations depend on the type and character of the garment, the type and technological performances of the sewing machine and on the worker's skills for the job. The paper outlines the different body postures required for different operations (placing, lining up the pieces, sewing, straightening, depositing the garment in a suitable place) observed in nine different workplaces, using REBA (Rapid Entire Body Assessment) and OWAS (Ovaco Working Analysing System) methods. The results indicate that strain is present in all the studied workplaces, thus requiring interventions in the workplace design. The redesigning of the workplaces involves also coming up with a correct design of the overall work system (man-machine-environment) in keeping with the static and dynamic anthropometric characteristics of individual workers, as well as implementing the most favourable work process in order to ensure less strain and less fatigue.

Key words: REBA method, OWAS method, sewing, work strain

*Original scientific paper
Received: 2021-05-05
Accepted: 2021-12-07*