

Preoblikovanje radnog mjesta u tehnološkom procesu šivanja pomoću računala

Mr.sc. **Snježana Kirin**, viši pred.

Prof.dr.sc. **Zvonko Dragčević**, dipl.ing.*

Izv.prof.dr.sc. **Snježana Firšt Rogale**, dipl.ing.*

Veleučilište u Karlovcu, Tekstilni odjel

Karlovac, Hrvatska

*Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za odjevnu tehnologiju

Zagreb, Hrvatska

e-mail: snjezana.kirin@vuka.hr

Prispjelo 12.12.2013.

UDK 687.02:658.542:331.82

Izvorni znanstveni rad

U realnom procesu proizvodnje pomoću video sustava snimana je tehnološka operacija šivanja bočnog šava hlača. Suvremenim metodama industrijskog inženjeringa određena je struktura tehnološke operacije, radno opterećenje (OADM) i udio nepovoljnih radnih položaja (OWAS). Utvrđeno je da na postojećem radnom mjestu nepovoljni odnos čovjek-stroj-okolina dovodi do visokog stupnja opterećenja uzrokovanog prisilnim položajem kralježnice i glave, povećanog abdominalnog tlaka, te smanjenja vidnih sposobnosti i motorike pokreta. Pomoću računalnog programa ERGOPlan izvedeno je preoblikovanje postojećeg radnog mjesta, te je prema antropometrijskim razmjerima radnika određena visina sjedenja, visina radne površine stroja, radne metode, a metodom unaprijed određenih normalnih vremena (MTM) optimalna metoda rada s pripadajućim vremenskim normativima. Dinamičkom i statičkom simulacijom izvođenja tehnološke operacije na preoblikovanom radnom mjestu se ukazuje da se rad izvodi u ergonomski povoljnom položaju uz znatno smanjenje radnog opterećenja, čime se povećava proizvodnost radnog mjesta uz smanjenje zamora.

Ključne riječi: tehnološka operacija šivanja, oblikovanje radnog mjesta, računalna analiza radnog mjesta

1. Uvod

U procesima proizvodnje odjeće tehnološka faza šivanja je najznačajnija faza i ujedno dominantno zastupljena u prosjeku do 70 % od ukupnog vremena proizvodnje odjavnog predmeta, dok su tehnološke faze krojenja i dorade odjeće znatno manje zastupljene (oko 30 %). Istraživanja strukture dnevnog radnog vremena u fazi šivanja ukazuju da se 20 do 30 %

vremena utroši za tehnološke strojno-ručne zahvate šivanja, 60 do 70 % vremena za pomoćno-ručne zahvate, dok se oko 10 % vremena utroši na neproizvodni rad (osobna higijena, planirani i neplanirani gubici vremena te nedisciplinirani). Prema organizaciji radnog procesa, tehnološke operacije šivanja pripadaju tzv. *stabilnim radnim mjestima zatvorenog tipa s ustaljenim izvođenjem* gdje radnik izvodi tehnološke operacije približno

sličnih karakteristika. Takvo radno mjesto omogućuje viši stupanj tehničke podjele rada, specijalizaciju i kraće vrijeme uvježbavanja pa se ostvaruje viši stupanj iskorištenja radnih strojeva i uređaja, bolji proizvodni transport predmeta izrade kroz slijed radnih mjesta, smanjenje ciklusa proizvodnje i povećanje proizvodnih kapaciteta svakog radnog mjesta, proizvodnih linija i sustava [1].

Rad se u tehnološkom procesu šivanja izvodi najčešće u sjedećem položaju, pri čemu radnik tijekom šivanja koristi trup i gornje udove za izvođenje strojno-ručnih i pomoćnih tehnoloških zahvata, a stopala za postizanje potrebne ubodne brzine šivanja u strojno-ručnim zahvatima šivanja. Zbog fizikalno-mehaničkih karakteristika izratka, potrebno je pažljivo rukovanje što zahtijeva izrazito dobre motoričke sposobnosti koje se očituju u pokretljivosti prstiju, šake, ruku i stopala te njihovog usklađenog djelovanja, dobra taktilna osjetljivost. Strojno-ručni zahvat šivanja i vođenja izratka izvodi se u okviru središnjeg vidnog polja s visokim stupnjem usredotočenosti vida, što znatno opterećuje vidni sustav i smanjuje potreban stupanj koncentracije za točno vođenje izratka. U tehnološkim procesima šivanja, zbog potrebe dinamičkog rada često dolazi do uvjetno prisilnog položaja tijela i glave, pojave nefiziološkog sjedenja, izometričnog opterećenja donjih udova i znatnog opterećenja ruku i nogu [2]. Za uspješan rad i postizanje visoke proizvodnosti u tehnološkom procesu šivanja potrebno je ostvariti sklad međusobnog odnosa radnik-strojokolina, što se postiže optimalnim oblikovanjem radnog mjesta na temelju ergonomske zakonitosti i razradom povoljne radne metode s pripadajućim vremenskim normativima koja će omogućiti povoljniju strukturu tehnološke operacije uz povećanje stupnja korištenja stroja i satne proizvodnje, te smanjenje psihofizičkog opterećenja radnika. Radni položaj trebao bi omogućiti dobru pokretljivost ruku i nogu, ergonomske povoljan raspored radnih i vidnih zona i stabilno ravnotežno stanje tijela radnika pri izvođenju radnog procesa [3].

2. Ergonomska razmatranja sjedećeg položaja

U tehnološkom procesu šivanja razni čimbenici, ovisno o strukturi odjevnog predmeta, organizaciji proizvodnje, vrsti i opremljenosti radnog

mjesta i metodi rada utječu na oblikovanje radnih mjesta. Svrha oblikovanja radnih mjesta je prilagodba metoda i sredstava rada, kako bi se ublažilo i smanjilo opterećenje i zamor pri izvođenju radnog procesa, povećala kvaliteta izrade odjevnog predmeta te smanjili troškovi proizvodnje i vrijeme izrade [4]. Za uspješno oblikovanje radnih mjesta važno je primijeniti tehnološka i tehnička znanja iz područja odjevnog inženjersva i tehnologije. Metodama industrijskog inženjeringa utvrđuje se uspješnost oblikovanja metode rada, a ergonomske studijama se provodi oblikovanje prostora i razmještaja opreme i sredstava rada na radnom mjestu.

Oblikovanje radnog mjesta se temelji na prilagodbi radnog mjesta antropometrijskim razmjerima radnika s mogućim zonama dosega te potrebnom usredotočenosti vida i rasporedu vidnih polja (sl.1) čime se ostvaruje nesmetano izvođenje tehnološke operacije u radnom položaju koji zahtijeva manju potrošnju energije tijela, a struktura tehnološke operacije omogućava prirodan i ujednačen ritam rada uz normalno disanje te ritmičku relaksaciju mišića prsnog koša i trbuha.

Smanjenje radnog opterećenja i učinkovito izvođenje radnog zadatka postiže se ako je radno mjesto [5, 6]:

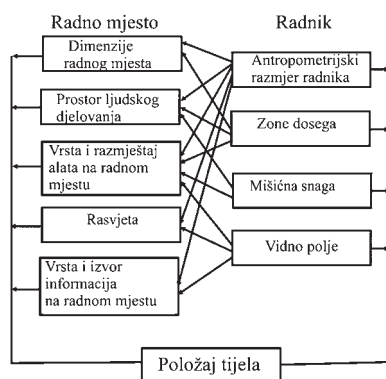
- oblikom i mjerama prilagođeno tijelu radnika i pokretljivosti mišićnog sustava,

- oblikovano tako da radnik radi u radnom položaju koji zahtijeva minimalno statičko i dinamičko opterećenje, te da u radu koristi mišićne skupine niže razine,
- opremljeno sredstvima rada koja su prilagođena fiziološkim i psihološkim karakteristikama tijela radnika.

Radni položaj trebao bi omogućiti dobru pokretljivost ekstremiteta, ergonomske povoljan raspored radnih i vidnih zona i stabilno ravnotežno stanje pri izvođenju tehnoloških operacija. U tehnološkom procesu šivanja sjedeći radni položaj je najviše zastupljen, te pravilan i fiziološki ispravan sjedeći položaj smanjuje zamor pri radu i opterećenje kralježnice, a odgovarajući povoljan položaj pri sjedenju znatno pridonosi povećanju koncentracije i radnog učinka. To obuhvaća prilagodbu visine sjedenja, visine i veličine radne površine sredstva rada, položaj gazila, te udaljenost sjedalice od ruba radne površine antropometrijskom izmjeru radnice koja radi na pojedinom radnom mjestu [7].

Loše oblikovano radno mjesto uzrokuje neprimjereno sjedenje, te dolazi do zamjetnog opterećenja slabinskog i vratnog dijela kralježnice što se očituje povećanim tlakom na hrskavične prstenove, te može doći do oboljenja (lumbago, ishialgija) ili profesionalnih degenerativnih promjena (skolioza, skifoza).

Dugotrajno opterećenje pojedinih skupina mišića (vratnih, paravertebralnih, gluteusa) uzrokovano sjedenjem dovodi do zamora i slabljenja motorike pokreta. U sjedećem položaju zbog stalnog statičkog tlaka na unutarnje organe u trbušnoj šupljini se stvaraju mikroorganizmi koji uzrokuju infekcije i upale mokraćnih putova (cistitis, uretritis). Kod loše oblikovanog radnog mjesta ili metode rada, radnik koristi radni položaj sjedenja na rubu sjedalice, što uzrokuje samo trenutno olakšanje ali dovodi do povećane prednje fleksije vratnog dijela kralježnice i glave. To dovodi do ukočenosti vrata i ramena, pojave glavobolja, velikog naprezanja očiju,



Sl.1 Međusobni utjecaj radnog mjesta i radnika na položaj tijela pri radu

zamora i smanjene potrebne pažnje. Osim toga nepodesnim sjedećim položajem smanjuju se normalne funkcije dišnog sustava, te se smanjuje stupanj oksigenacije krvi što također uzrokuje pojavu glavobolje [8].

U tehnološkim procesima šivanja, zbog potrebe dinamičkog rada izmjenjuje se srednji (uspravni) i prednji sjedeći položaj, a učestalost gibanja trupa ovisi o vrsti i karakteru tehnološke operacije. U prednjem sjedećem položaju opterećenje na disk kralježnice nije jednoliko raspoređeno pa se disk giba prema naprijed, dok je kod srednjeg sjedećeg položaja jednoliko raspoređeno.

Radna sjedalica jedan je od važnih elemenata radnog mjesta u tehnološkom procesu šivanja te je potrebno ergonomsko povoljno sjedenje koje zadovoljava povoljnu udobnost i pokretljivost, potreban stupanj ravnoteže trupa i slobodu kretanja pri izvođenju dinamičkih pokreta. Stabilni radni položaj odnosno potreban stupanj ravnoteže ostvaruje se preko stopala i naslona za leđa. Kontaktna površina između sjedalice i tijela iznosi prosječno 26 cm² na koju se prenosi oko 75 % ukupne mase tijela pri čemu se na sjedećoj površini ostvaruje specifični tlak od $5,9 \cdot 10^5$ do $7,0 \cdot 10^5$ Pa. U tehnološkom procesu šivanja u odjevnoj industriji najčešće se koriste industrijske sjedalice DIN 45551 i 66233 koje su prilagodljive anatomskom obliku ljudskog tijela, a naslon za leđa svojim udubljenjem podupire slabinski dio kralježnice ($L_1 - L_5$) [9, 10].

Za udobno sjedenje bitna su svojstva sjedala i naslona, te drugih čimbenika poput dojma, rasterećenosti, opće ugone i opuštenosti organizma, te veličine zamora, biomehanički uvjeti, naprezanja i cirkulacije. Osjećaj udobnosti povezan je s parametrima kao što su tlak, temperatura i relativna vlažnost na mjestu dodira tijela s podlogom. Mehanička udobnost definirana je kao dio ukupne udobnosti koja ovisi o raspodjeli dodirnog tlaka po ljudskom tijelu u dodiru sa sjedalom.

Dodirni tlak, njegova raspodjela i vrijeme djelovanja glavni su čimbenici mehaničke udobnosti. Prema teorijskom modelu različiti su čimbenici udobnosti i neudobnosti sjedenja, te se mogu raščlaniti na tri razine: sustav, sjedalica, čovjek. Fizička obilježja radne sjedalice poput oblika, mekoće, okruženja (vrsta radnog zadatka), različitim silama i tlakovima opterećuju tijelo i zglobove osoba koje sjede. Vanjsko opterećenje remete unutarnje snage u smislu smanjenja mišićne promjene unutarnjih sila, većeg tlaka na intervertebralne diskove uključujući živce i cirkulaciju, te povišenje tjelesne temperature, uzrokujući daljnje kemijske, fiziološke i biomehaničke reakcije, sl.2 [11].

Temeljne zakonitosti pri izvedbi i konstrukciji radnih sjedalice nalažu da se osigura ispravna razdioba mase ljudskog tijela, mogućnost namještanja visine sjedenja, dubine i zauzetosti prostora, mogućnost stabilizacije položaja tijela, ali i pokretljivost, preglednost određenog prostora i udobnost sjedenja.

3. Eksperimentalni dio

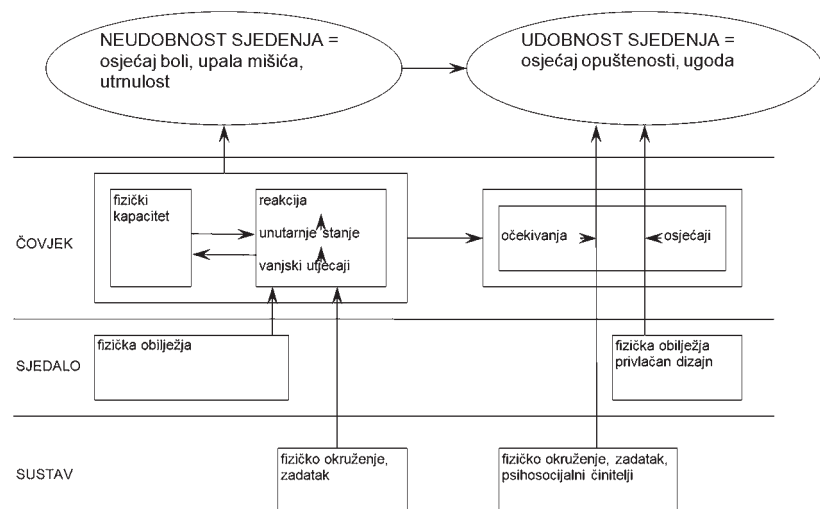
U eksperimentalnom dijelu rada za tehnološku operaciju šivanja bočnog šava hlača izvođenu na specijalnom

šivaćem stroju za obamitanje tvrtke MAUSER SPEZIAL 9652-13M/14-363-W2X4 izvedeno je:

- video snimanje u realnom procesu proizvodnje,
- analiza postojećeg radnog mjesta (struktura i vrijeme izvođenja tehnološke operacije, te određivanje radnog opterećenja OWAS i OADM metodom),
- preoblikovanje radnog mjesta korištenjem računalnog programa ERGO-Plan,
- preoblikovanje postojećeg radnog mjesta i razrada nove optimalne metode rada s pripadajućim normalnim vremenima: MTM (engl. Motion Timestudy Measurement) i RAV metoda (metoda određivanja strojno-ručnih vremena tehnološkog zahvata šivanja ravnih šavova) sa svrhom racionalizacije radnog procesa, smanjenja stupnja radnog opterećenja i vremena izvođenja.

3.1. Mjerna oprema i mjerne metode

Tehnološka operacija šivanja bočnog šava hlača snimana je pomoću video sustava u tvrtki Pounje, Hrvatska Kostajnica. Za snimanje tehnološke operacije šivanja korištena je video kamera SONY DCR-HC42E s ugrađenim generatorom vremena s točnošću



Sl.2 Teorijski model udobnosti i neudobnosti te njihovi čimbenici na razini čovjeka, sjedala i sustava

od $\pm 0,1$ s. Video kamera je bila postavljena tako da se u vidnom polju nalazilo radno mjesto u vidu bokocrt-nog prikaza, čime je omogućen zapis s maksimalnim zonama dinamičkih pokreta pri izvođenju tehnoloških operacija. Video sustav korišten je za istraživanje primijenjene radne metode, određivanje vremenskih normativa te radnih položaja radnice tijekom izvođenja tehnološke operacije.

Za obradu snimke korišten je DVD rekorder SONY SLV D970P, osobno računalo i tiskalo u boji. Za detaljne analize izvođenja sustava pokreta i pripadajućeg položaja tijela snimka se može usporiti (1/4;1/8) ili potpuno zaustaviti. Korišteno je osobno računalo Pentium 4, 2,8 GHz, 1024 MB RAM s instaliranim Microsoft Windows 2000 sustavom. Računalo ima grafičku karticu NVIDIA Ge Force Fx5200 i podržava rezoluciju od 1280 x 1024 Pix i ima 32 bitne boje. Za analizu video snimke korišten je računalni program Adobe Premier 5 i Corel Draw 11. Računalna obrada načinjenih video snimaka omogućava analizu snimke "frame to frame" (kadar po kadar) u programu Adobe Premier 5, gdje je određeno vrijeme izvođenja pojedinih tehnoloških zahvata u strukturi tehnološke operacije. Nadalje, karakteristični kadrovi prenešeni su u računalni program Corel Draw 11, gdje je određivan kut zakrivljenja kralježnice i glave korištenjem alata engl. Angular Dimension Tool. Radno mjesto na kojem se izvodila tehnološka operacija fotografirano je digitalnim fotoaparatom Canon EOS 350D čija je kvaliteta slika 8 MPix. Fotoaparat ima 10x optički zoom, 4x digitalni zoom, 1,8" LCD monitor u boji. Podržani formati su JPEG i RAW.

Za pogodno preoblikovanje radnog mjesta s pripadajućom metodom rada za tehnološku operaciju korišten je računalni program ERGO-Plan, odnosno modul ERGO-Mas i modul ERGO-Man. Navedeno istraživanje je provedeno na Fakulteti za strojništvo, Univerze v Mariboru u Laba-

ratoriju za načrtovanje proizvodnih sistemov.

Za definiranje stanja radne okoline izmjereni su sljedeći parametri:

- temperatura i relativna vlažnost (pomoću termo-higrometra, model YF-180) kod kojeg je točnost mjerenja temperature u području od 0 do 60 °C $\pm 0,5$ % + 1 °C, a točnost mjerenja relativne vlažnosti u području od 10 do 70 % ± 3 %, odnosno na 70 do 95 % ± 4 %
- razina zvuka (pomoću digitalnog mjerača razine zvuka tvrtke TENMARS) koji mjeri jačinu zvuka u području od 30 do 130 dB, frekvencije od 31,5 Hz do 8 kHz s točnošću $\pm 1,5$ %
- osvjetljenje (pomoću digitalnog mjerača razine svjetla, model YF-170) koji može izmjeriti svjetlost u rasponu od 200 do 20000 lx i
- strujanje zraka (pomoću anemometra EA – 3010) s mogućnošću mjerenja u rasponu od 0,2 do 30 ms⁻¹ s točnošću ± 5 %.

Za određivanje optimalne metode rada s pripadajućim normalnim vremenima korištena je MTM metoda. Ova metoda omogućuje analitičko raščlanjivanje tehnoloških operacija do razine osnovnih pokreta, te pripadajuće varijable prema duljini pokreta, točnosti i dinamici izvođenja, potrebnoj vizualnoj i muskulaturnoj kontroli, te mogućnostima koordiniranog rada s kombiniranim i istovremenim pokretima. Rastavljanjem tehnološke operacije do razine osnovnih pokreta dobiva se mogućnost iznalaženja optimalnih i ekonomičnih metoda rada, te se određuje normalno vrijeme izvođenja tehnoloških zahvata i operacije [12, 13].

Za postupak preoblikovanja radnog mjesta pomoću MTM sustava definira se potreban logički slijed pokreta prema varijabli osnovnih pokreta (duljina, vrsta i tip pokreta), točnosti izvođenja te potrebna vizualna kontrola kojima je određena optimalna metoda izvođenja pojedinog zahvata. MTM metoda se primjenjuje u postupku projektiranja radnih mjesta i proizvodnog sustava [14].

Za određivanje normalnih strojno-ručnih vremena tehnološkog zahvata šivanja ravnih šavova korišten je računalni program RAV kao matematički model dobiven sustavnim istraživanjem procesnih parametara šivanja korištenjem patentirane mjerne opreme za mjerenje procesnih parametara (MMPP) koja je razvijena u Zavodu za odjevnu tehnologiju Tekstilno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu [15]. Postavljeni matematički model daje ovisnost normalnih vremena strojno-ručnih zahvata o nazivnoj ubodnoj brzini šivanja ($v_n = 1000-7000 \text{ min}^{-1}$), broju uboda u šavu ($B_u = 10-300$), duljini šava i vrsti šivaćeg stroja. U modelu je također ugrađen faktor korekcije za vrstu šivaćeg stroja uvjetovan složennošću rukovanja strojem, složennošću mehanizma stroja i inercijskim obilježjima pojedine skupine šivaćih strojeva (K_1). Cjeloviti postavljeni matematički model RAV metode za određivanje strojno-ručnih tehnoloških zahvata dan je izrazom (1):

$$t_{ar} = \{B_u \cdot [0,227 - 0,025 \cdot \ln(v_n)] + 0,334\} \cdot K_1 \quad (1)$$

Za matematički model RAV metode razrađen je i pripadajući računalni program za izračun vremena strojno-ručnih tehnoloških zahvata šivanja, uz zadane parametre nazivne ubodne brzine šivaćeg stroja, broja uboda u šavu i faktora korekcije za vrstu šivaćeg stroja. Program izračunava normalno vrijeme strojno-ručnog tehnološkog zahvata šivanja, izraženo, ovisno o potrebi u s, TMU, min i h [16-18].

Za određivanje **radnog položaja tijela** korištena je OWACO metoda (engl. Ovaco Working Posture Analysis System) koja se temelji na analizi i udjelu radnih položaja kralježnice, gornjih udova, šake, donjih udova i glave tijekom izvođenja tehnološke operacije. Ovisno o vremenskom udjelu pojedinih radnih položaja dijelova tijela ukazuje se potreba preoblikovanja radnog mjesta i radne me-

tode. Ova metoda omogućava utvrđivanje nepovoljnih radnih položaja pojedinih dijelova tijela pri radu, uzroka njihovog nastanka, te je tom analizom moguće oblikovati ili preoblikovati radno mjesto da radnik radi u radnom položaju koji zahtijeva minimalno statičko i dinamičko opterećenje [19].

OADM metoda (slo. Ocenjevalna analiza delovnega mesta), koju su postavili J. Sušnik i sur., omogućava otkrivanje nedostataka i propusta koji su nastali prilikom oblikovanja radnog mjesta, te nedostatke u organizaciji proizvodnog sustava, odnosno omogućava analizu i ocjenu radnog mjesta s obzirom na statička, dinamička i termička opterećenja, potrebnu vidnu kontrolu i stanje radne okoline [20, 21].

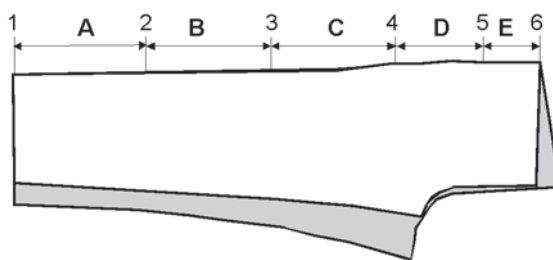
Računalni program ERGO-Plan omogućava virtualnu simulaciju kontinuiranog toka cjelovitog procesa korištenjem modula za razradu strukture tehnološke operacije, oblikovanje radnih mjesta, ergonomsku analizu radnog mjesta, analizu vremena izvođenja, analizu troškova i analizu opterećenja radnika.

3.1.1. Analiza strukture i vremena izvođenja tehnološke operacije

Tehnološka operacija šivanja bočnog šava hlača za djevojčice odjevne veličine 15, čija duljina kroja iznosi 96 cm s dodatkom od 4 cm za porub, izvodi se na specijalnom šivaćem stroju za obamitanje tt. MAUSER SPEZIAL 9652-131M/14-363-W2X4. Šivaći stroj šiva lančanim ubodom tipa 515 s četiri konca i dvije igle sa specifičnom gustoćom šava od 5 cm⁻¹. Nazivna ubodna brzina šivaćeg stroja iznosi 6000 min⁻¹. Šivaći stroj ima dva gazila od kojih se jedan koristi za podizanje odnosno spuštanje pritisne nožice, a drugi za šivanje.

Snimana radnica tehnološku operaciju šivanja izvodi u pet segmenata šava, sl.3, pri čemu ukupna dužina šava iznosi 100 cm.

Po postojećoj metodi rada, svežanj stražnjih dijelova hlača nalazi se s



Sl.3 Prikaz izrade tehnološke operacije šivanja bočnog šava hlača s kontrolnim točkama

lijeve strane na radnoj površini šivaćeg stroja, a svežanj prednjih dijelova hlača na koljenima radnice što uzrokuje neergonomsko sjedenje na rubu radne sjedalice i često mijenjanje sjedećeg položaja s izrazitom prednjom fleksijom trupa i glave. Ravnotežno stanje se ostvaruje samo preko stopala.

Tehnološka operacija šivanja bočnog šava hlača snimana je pomoću video sustava i sadrži 31 kontinuirano uzastopno izvođenje.

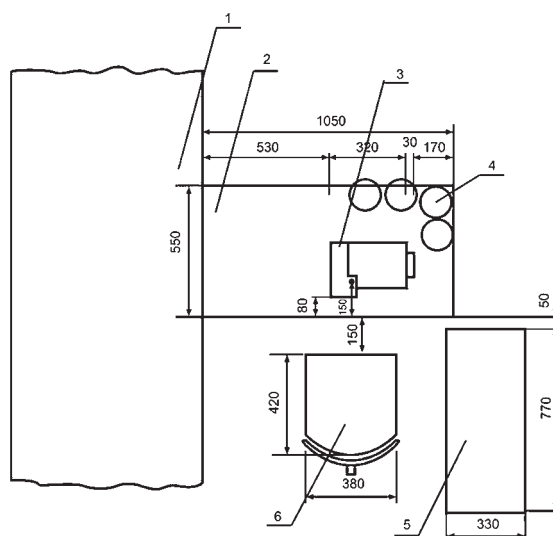
Koeficijent stabilizacije radnog mjesta (K_s) uz 95 % vjerojatnost iznosi $K_s = 0,22$ što pokazuje da je video snimka slijeda izvođenja tehnološke operacije dovoljno velika i pogodna za daljnju analizu.

Na sl.4 dat je tlocrtni prikaz postojećeg radnog mjesta za tehnološku operaciju šivanja bočnog šava hlača.

Analizom radnih sposobnosti radnice prema subjektivnom zapažanju utvrđen je stupanj uvježbanosti $K_p = 1,0$. U proizvodnom pogonu izmjerena je prosječna temperatura od 28,4 °C, te relativna vlažnost od 57,7 %, uz neznatno strujanje zraka. Prema određenim parametrima stanja radne okoline određen je koeficijent djelovanja okoline $K_a = 1,55$ i pripadajući koeficijent zamora $K_n = 0,11$.

U tab.1 prikazana je struktura tehnološke operacije šivanja bočnog šava hlača s pripadajućim vremenskim normativima: osnovno vrijeme (t_o), normalno vrijeme (t_n) i stvarno vrijeme (t_s).

Vremenski iznosi međusobnog postavljanja i pozicioniranja izratka su kratki, te su stoga u analizi video snimke spojeni s tehnološkim zahvatom uzimanja izratka. Također je zbog



1 - pomoćni stol
 2 - radna površina šivaćeg stroja
 3 - glava šivaćeg stroja
 4 - stalak za konce
 5 - pokretni stalak
 6 - industrijska sjedalica

Sl.4 Tlocrtni prikaz postojećeg radnog mjesta za tehnološku operaciju šivanja bočnog šava hlača

Tab.1 Struktura tehnološke operacije šivanja bočnog šava hlača po tehnološkim zahvatima s pripadajućim vremenskim normativima

Red. broj tehnol. zahv.	Opis tehnološkog zahvata	Vrsta tehn. zahvata	Oznake točke prekida	Krajnje točke segm.	t_0 [s]	t_n [s]	t_s [s]
1	uzimanje prednjeg dijela hlača	$(t_p)_r$	-	-	5,2	5,2	6,1
2	uzimanje stražnjeg dijela hlača i međusobno postavljanje, pozicioniranje	$(t_p)_r$	-	-	5,2	5,2	6,0
3	strojno-ručno šivanje segmenta A	$(t_i)_{ar}$	-	1-2	3,4	3,4	4,1
4	odrezivanje konca, odlaganje prethodnih hlača, poravnavanje	$(t_p)_r$	2	-	5,4	5,4	6,3
5	strojno-ručno šivanje segmenta B	$(t_i)_{ar}$	-	2-3	2,0	2,0	2,3
6	ručno poravnavanje	$(t_p)_r$	3	-	2,7	2,7	3,2
7	strojno-ručno šivanje segmenta C	$(t_i)_{ar}$	-	3-4	2,0	2,0	2,3
8	ručno poravnavanje	$(t_p)_r$	4	-	2,8	2,8	3,3
9	strojno-ručno šivanje segmenta D	$(t_i)_{ar}$	-	4-5	2,1	2,1	2,5
10	ručno poravnavanje	$(t_p)_r$	5	-	2,6	2,6	3,0
11	strojno-ručno šivanje segmenta E	$(t_i)_{ar}$	-	5-6	1,6	1,6	1,9
Σ					35,0	35,0	41,0

kratkoće izvođenja ujedinen tehnološki zahvat odrezivanja konca i tehnološki zahvat odlaganja prethodnih hlača s tehnološkim zahvatom poravnavanja hlača. Ukupno normalno vrijeme izvođenja tehnološke operacije iznosi 35,0 s, trajanje pomoćno-ručnih tehnoloških zahvata 23,9 s, odnosno 68,3 %, dok je trajanje strojno-ručnih tehnoloških zahvata 11,1 s odnosno 31,7 %.

Temeljem podataka dobivenih analizom video snimke i korekcijom s koeficijentom zamora K_n i koeficijentom djelovanja okoline K_a vrijeme izrade iznosi 41,0 s sa idealnom satnom proizvodnjom 87 Ch⁻¹.

3.1.2. Analiza radnog opterećenja OWAS metodom

Za analizu radnog opterećenja tehnološke operacije šivanja bočnog šava hlača korištena je OWAS metoda, pri čemu je prikupljeno 825 zabilješki pojedinih položaja po dijelovima tijela.

Temeljem zabilješki, izračunat je udio i trajanje pojedinog radnog položaja u okviru efektivnog dnevnog radnog vremena i uspoređen s preglednikom za ocjenu položaja tijela. Na sl.5 prikazan je dozvoljeni postotni udio zastupljenosti pojedinog radnog položaja tijela u okviru efek-

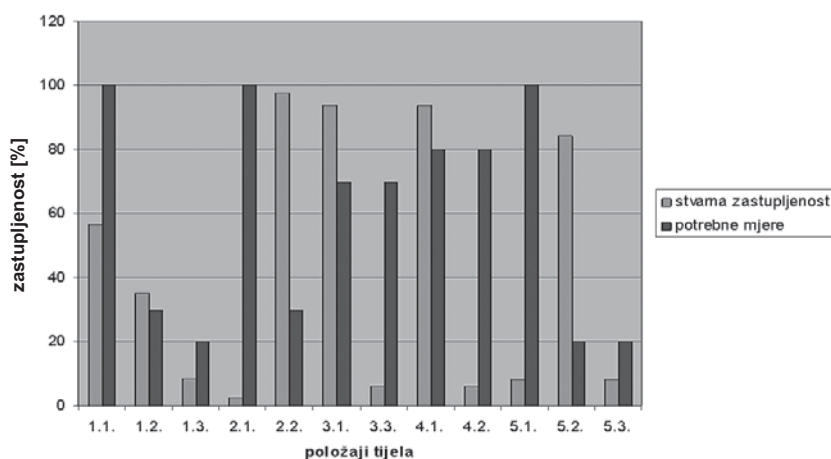
tivnog dnevnog radnog vremena i rezultati dobiveni analizom opterećenja radnice kod izvođenja tehnološke operacije.

Za ispitivanu tehnološku operaciju šivanja vrijeme trajanja smjene s propisanim dnevnim radnim odmorom i gubitkom vremena od 10 % (zbog organizacijskih gubitaka i osobnih potreba) tzv. efektivno dnevno radno vrijeme iznosi 405 min.

Rezultati dobiveni OWAS metodom prikazani su u tab.2.

Na sl.6 dan je prikaz graničnih radnih položaja radnice kod izvođenja

tehnološke operacije šivanja bočnog šava hlača s pripadajućim kinematičkim lancima. Na radnom mjestu radi radnica tjelesne visine 157 cm. Zbog neusklađene visine radne površine i visine sjedalice radnica sjedi u nepovoljnom radnom položaju. Posljedica toga je nepovoljni kut zglobnog sustava trup - natkoljenica koji je manji od 90°, čime radnica radi s velikim naklonom glave i trupa (>15°) veći dio radnog vremena nastojeći umanjiti udaljenost očiju od izratka kod tehnološkog zahvata pozicioniranja i strojno-ručnog šivanja.



Sl.5 Histogram mjerenja OWAS metodom na radnom mjestu šivanja bočnog šava hlača

Tab.2 Nepovoljni radni položaji i njihov vremenski iznos prema OWAS metodi

Zglobni sustav	Ostvareni kut ili položaj	Efektivno vrijeme [%]	Efektivno vrijeme [min]
prednja fleksija kralježnice (1.2.)	> 15°	35,1	142,2
prednja fleksija glave (5.2.)	>30°	84,1	341,0
nadlaktice (2.2.)	odmaknute od tijela	97,6	395,3
šaka i prsti (3.1.)	fini rad	93,6	379,1
sjedenje (4.1.)	izmjena prednjih i stražnjih položaja	100,0	405,0



Pozicioniranje izratka



Strojno-ručno šivanje izratka



Poravnavanje izratka

Sl.6 Granični radni položaji na radnom mjestu šivanja bočnog šava hlača s pripadajućim kinematičkim lancima

3.1.3. Analiza radnog opterećenja OADM metodom

Primjenom OADM metode, odnosno upitnika s 216 opisa mogućih stanja na radnom mjestu, izvedena je analiza i ocjena radnog mjesta na kojem se izvodila tehnološka operacija šivanja bočnog šava hlača. Ocjenom su obuhvaćene karakteristike radnog sustava (izradak, sredstva rada, radno mjesto, radnik, radna okolina) i radnog zadatka (složenost metode rada), moguća opterećenja (potrebna motorika, koncentracija, stručnost), te zdravstvena sigurnost (mogućnost povrede i profesionalna oboljenja). U tab.3 prikazana su opterećenja radnice za tehnološku operaciju s pripadajućom ocjenom za pojedine radne karakteristike. Radne karakteristike označene su kodnim brojem i slovnom oznakama. Slovne oznake predstavljaju kriterij prema kojem se provodi ocjenjivanje. Svaka karakteristika ocjenjuje se s jednim kriterijem tzv. ključem. Kriteriji se dijele na:

- alternativni (A) – ocjena prisutnosti neke karakteristike,
- važnosti (V) – ocjena značenja nasuprot ostalim stanjima na radnom mjestu,
- intenziteta (I) – ocjena intenziteta radne karakteristike,
- trajanja (T) – ocjena vremenskog trajanja karakteristike,
- učestalosti (P) – ocjena ponavljanja neke karakteristike u radnom danu,
- karakteristike (K) – ocjena je različita i dana je uz opis karakteristike.

Kriteriji važnosti, intenziteta, trajanja, učestalosti i karakteristika imaju skalu od šest ocjena (0-5), dok alternativni ima samo dvije (0, 1).

Ocjenom radnog opterećenja radnice, primjenom OADM metode na postojećem radnom mjestu podaci upućuju na visok stupanj motoričke koordinacije tijela, ruku i nogu, pri čemu dolazi do opterećenja mišića i prisilnih položaja tijela i glave koji su posljedica nepovoljnih položaja sje-

denja i neusklađenosti dimenzija radnog prostora, te neadekvatne metode rada. Tehnološka operacija se izvodi na šivaćem stroju, gdje je prisutna visoka repetitivnost rada, a radnik rukuje predmetom rada više od 2/3 radnog vremena, te je zbog potrebne preciznosti izvođenja tehnološke operacije potrebno da radnica ima dobre senzorske sposobnosti osjetljivih organa vida koje se odnose na oštrinu vida kao sposobnost primjećivanja detalja i dijelova. Visoka dinamičnost pokreta koja se izvodi na radnom mjestu zahtijeva sposobnost akomodacije i adaptacije oka. Analizom stanja na radnom mjestu, utvrđeno je da je potrebno izvesti dodatna mjerenja sa stajališta tehnološke problematike, studija vremena te provjeriti stanje radne okoline i utjecaj nefiziološkog sjedenja na radno opterećenje [22].

3.1.4. Preoblikovanje radnog mjesta

Istraživanja (analiza) tehnološke operacije šivanja bočnog šava na hlačama upućuju na potrebu preoblikovanja radnih mjesta te iznalaženja povoljnije metode rada kojom bi se smanjio stupanj opterećenja zbog nepovoljnih radnih položaja. U tu svrhu izvedeno je preoblikovanje radnog mjesta pomoću računalnog programa ERGO-Plan odnosno njegovih modula ERGO-Mas i ERGO-Man. Prema antropometrijskom razmjeru radnice (tjelesne visine 157 cm) i veličine izradaka (prednji i stražnji dio hlača duljine 100 cm) računalnom metodom ERGO-Man određena je visina radne sjedalice od 450 mm, koja uključuje visinu gazila (5 cm) i dodatak za laganu obuću (2 cm), visinu

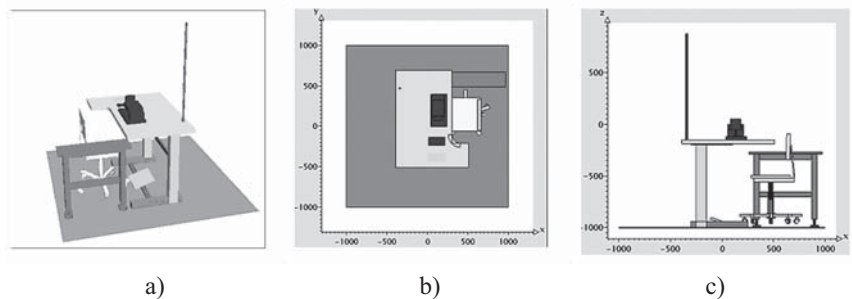
Tab.3 Radno opterećenje prema OADM metodi za tehnološku operaciju šivanja bočnog šava hlača

Kod	Opterećenje radnika	Ocjena
103,105,108	radnik kontinuirano rukuje predmetom rada više od 2/3 radnog vremena	T/4
122	kontinuirano rukuje sredstvom rada više od 2/3 radnog vremena	T/4
139,140,141	korištenje u radu prstiju, ruku i nogu više od 2/3 radnog vremena	P/4
148, 151	stol i gazilo nemaju mogućnost namještanja	K/2
149	stolica ima mogućnost namještanja visine	K/2
152,153	provjeriti rasvjetu, buku na radnom mjestu	K/3
157	provjeriti klimatske parametre na radnom mjestu	K/3
182	vezanost radnog mjesta za kontinuitet radnog procesa	K/5
189	prisutna podjela rada	K/4
191	odgovornost na radnom mjestu je velika	I/4
216	radnica izvodi sastavljanje iskrojjenih dijelova	V/5
249	rad se izvodi šivaćim strojem gdje je prisutan repetitivni rad ruku	K/2
250,251	potrebna oštrina vida	K/3
253	potrebna akomodacija oka	P/4
259	potrebno prepoznavanje boja	K/3
260	zahtijeva se točno sastavljanje izratka	K/4
274,286,288,294	potrebno je pravilno praćenje kontura pa radnik mora biti smiren, samokritičan motiviran i ustrajan u radu	V/3
311	prisutno nefiziološko sjedenje	T/5
318	prisutan prisilni položaj vrata i glave	P/4
321	izometrično opterećenje nogu	P/4
328,329,330,331,334	prisutno opterećenje prstiju, ruku i nogu	P/3
342,343,344	bitan je istovremeni rad ruku uz spretnost prstiju, te okulomotorna koordinacija	I/3
357,364	moguće bolesti kralježnice i očiju	K/3

radne površine stroja za šivanje (740 mm). Zbog veličine izradaka radnu površinu stroja za šivanje potrebno je s lijeve strane povećati na 1250x850 mm. Time je postignut preduvjet za ostvarivanje udobnog položaja pri sjedenju, a kut linije gledanja prema središnjoj radnoj zoni šivanja je manji od 40° s obzirom na standardnu liniju gledanja s udaljenosti očiju od 350 do 400 mm. Povećana radna površina stroja omogućuje da su oba izratka smještena na radnoj površini stroja. Za odlaganje izratka koristi se pokretni stalak s desne strane.

Na sl.7 dat je prikaz preoblikovanog radnog mjesta za tehnološku operaciju šivanja bočnog šava hlača dobiven pomoću modula ERGO-Man s 3D (a), tlocrtnim (b) i bokocrtanim (c) prikazom.

Na sl.8 je detaljan tlocrtni prikaz preoblikovanog radnog mjesta za tehnološku operaciju šivanja bočnog šava hlača sa zonama dosega i horizontalnim vidnim kutovima.



Sl.7 Preoblikovano radno mjesto za tehnološku operaciju šivanja bočnog šava hlača: a) 3D prikaz, b) tlocrtni prikaz i c) bokocrtani prikaz

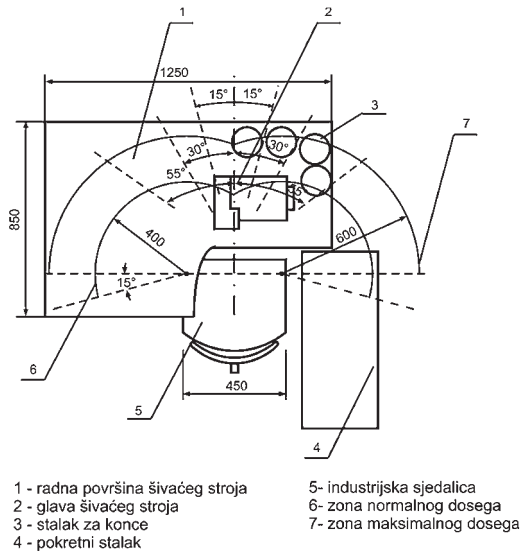
Nakon preoblikovanja radnog mjesta izvedena je statička analiza (početni radni položaj), kojom je provjereno je li visina i veličina radne površine i visina sjedenja odgovaraju tjelesnoj visini radnice. Utvrđeno je da radnica zauzima pravilan sjedeći radni položaj, sl.9a, te da se na radnom mjestu položaj stroja, alati i izratci nalaze u okviru zone normalnog dosega ruku, sl.9 b.

Nakon provedene statičke analize radnog mjesta, odnosno provjere us-

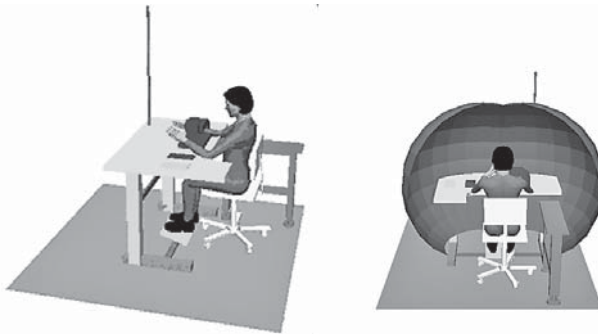
klađenosti dimenzija radnog mjesta antropometrijskom izmjeru radnice, dinamički je analizirano radno mjesto.

Prema tlocrtu preoblikovanog radnog mjesta (sl.8) i statičke analize radnog položaja (sl.9) izvedeno je projektiranje optimalne metode rada pomoću MTM sustava. U tu svrhu tehnološka operacija podijeljena je na sljedeće zahvate:

- uzimanje izradaka i premještanje u radnu zonu:



Sl.8 Prijedlog preoblikovanja radnog mjesta sa zonama doseg a i horizontalnim vidnim kutovima za tehnološku operaciju šivanja bočnog šava hlača



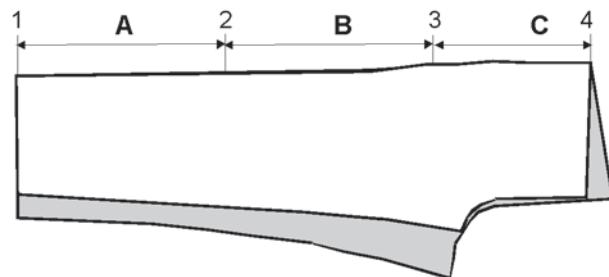
Sl.9 Statička analiza radnog položaja: a) na preoblikovanom radnom mjestu i b) na pripadajućim zonama normalnog i maksimalnog doseg a ruku

- pozicioniranje izradaka,
- šivanje šava,
- odrezivanje konca i
- odlaganje izratka.

Svežnjevi izradaka su smješteni s lijeve strane radne površine, a uzimanje izradaka sa svežnjeva izvodi se logičkim slijedom osnovnih pokreta kao standardni sklop: *uzimanje izratka s obje ruke s jednog, a zatim s drugog svežnja te premještanja u središnju radnu zonu* [23].

S obzirom da su izradci većih dimenzija (prednji i stražnji dio hlača) potrebna je dodatna kontrola slijeda pokreta koja se ostvaruje podizanjem izratka prije prenošenja i promjenom hvatišta desne ruke (RL1/R30E/G1A). Time se ostvaruje kontrolirano hvatanje izradaka s obje ruke pričem je međusobni razmak hvatišta 10 do 30 cm. Logički slijed pokreta ovog

načina uzimanja ostvaruje se istovremenim pokretima posezanja s obje ruke do I. svežnja, hvatanja izratka s obje ruke, te prenošenja izratka do II. svežnja, točnog međusobnog postavljanja (s tolerantnom zonom 0,4 - 1,6 mm) te zajedničkog premještanja u središnju radnu zonu šivanja (SRZ) [24].



Sl.10 Prikaz izrade tehnološke operacije šivanja bočnog šava hlača s kontrolnim točkama na preoblikovanom radnom mjestu

Pozicioniranje izratka pod iglu šivaćeg stroja izvodi se prenošenjem međusobno sastavljenih dijelova do pritisne nožice, njihovog točnog postavljanja pod strojnu iglu i spuštanjem pritisne nožice.

Zahvat šivanja izvodi se istovremenom kontrolom držanja lijeve i desne ruke uz zajedničko vođenje oba dijela tijekom šivanja.

Na preoblikovanom radnom mjestu šivanje bočnog šava se može izvesti u tri segmenta: prvi segment je od duljine hlača do visine koljena (35 cm), drugi segment od visine koljena do visine bokova (35 cm) i treći segment od visine bokova do linije struka (30 cm), sl.10. Pripadajuća normalna vremena strojno-ručnih zahvata pojedinog segmenta određena su RAV metodom.

Odrezivanje konca izvodi se na kraju tehnološkog zahvata pomoću rezala rubova.

Odlaganje izratka izvodi se na kraju tehnološke operacije, a izradak se odlaže na pokretni stalak koji se na oblikovanom radnom mjestu nalazi s desne strane 10 do 15 cm ispod razine radne površine. Radnik se po završetku šivanja iz prednjeg sjedećeg položaja vraća u srednji sjedeći položaj, čime ostvaruje povećanje dinamičke zone aktivnosti koje mu omogućavaju odlaganje izratka većih dimenzija na stalak istodobnim pokretima obje ruke u okviru normalnog doseg a.

U tab.4 prikazan je logički slijed osnovnih pokreta razrađenih prema MTM metodi pri projektiranju optimalne metode rada za tehnološku operaciju šivanja bočnog šava.

Tab.4 Prikaz logičkog slijeda osnovnih pokreta razrađenih prema MTM metodi pri projektiranju optimalne metode rada za tehnološku operaciju šivanja bočnog šava

MTM analiza rada					
Tehnološka operacija: Šivanje bočnog šava hlača					
Broj	Opis pokreta lijeve ruke	Simbol	TMU	Simbol	Opis pokreta desne ruke
1.	Uzimanje, sastavljanje, premještanje				
1.1	posezanje do I svežnja	mR60B	18,5		
1.2	hvatanje izratka	G5/G2	5,6		
1.3	podizanje izratka	M30B	13,3	(mR40Am)	posezanje za izratkom I
1.4			0,0	G5	hvatanje izratka I dodirrom
1.5			11,7	mR30E	posezanje ruke duž ruba
1.6			2,0	G1A	hvatanje ruba izratka I
1.7	prenošenje izratka I do svežnja II	M20C	11,7	(M20B)	prenošenje izratka I do svežnja II
1.8	sastavljanje na I točku	P1SE	5,6		
1.9	zajedničko hvatanje izratka	RL1/R4B/G2	11,0		
1.10			14,8	RL1/R30E/G1A	promjena hvatišta
1.11			5,8	M6C	prenošenje izratka do II točke
1.12			5,6	P1SE	sastavljanje na II točku
1.13			11,0	RL1/R4B/G2	zajedničko hvatanje izratka
1.14	prenošenje izratka u SRZ	M60B	28,3	M60B	prenošenje izratka u SRZ
2.	Pozicioniranje				
2.1	prenošenje prema igli	(M4C)	8,5	FM	podizanje pritisne nožice
2.2	točno postavljanje pod iglu	P1SE	5,6		
2.3			8,5	FM	spuštanje pritisne nožice
3.	Šivanje (3 segmenta)				
3.1	aktiviranje gazila	FM	8,5		
3.2	šivanje A segmenta (35 cm)	t_{ar}	77,8		
3.3	deaktiviranje gazila	FM	8,5	(RL1)	ispuštanje izratka
3.4			14,8	mR40E/G1A	promjena hvatišta
3.5			11,4	M6C/P1SE	točno postavljanje na II točku
3.6	aktiviranje gazila	FM	8,5		
3.7	šivanje B segmenta (35 cm)	t_{ar}	77,8		
3.8	deaktiviranje gazila	FM	8,5	(RL1)	ispuštanje izratka
3.9			14,8	mR40E/G1A	promjena hvatišta
3.10			11,4	M6C/P1SE	točno postavljanje na II točku
3.11	aktiviranje gazila	FM	8,5		
3.12	šivanje C segmenta (30 cm)	t_{ar}	66,7		
3.13	deaktiviranje gazila	FM	8,5		
4.	Odreživanje konca rezalom rubova				
4.1	prenošenje do naprave i odrezivanje	M10C/P1SE	13,5	(M10C/P1SE)	prenošenje do naprave i odrezivanje
5.	Odlaganje izratka na pokretni stalak				
5.1	prenošenje izratka	M120B _{CD}	25,2	(RL1/R30E/G1A)	promjena hvatišta
5.2	ispuštanje izratka	RL1	2,0	RL1	
5.3	vraćanje u ravnotežni položaj	R50 Em	15,4	R50 Em	vraćanje u ravnotežni položaj
	Σ		549,3	TMU=19,8s	

Preoblikovanjem radnog mjesta i analitičkom razradom metode rada primjenom MTM sustava normalno

vrijeme izvođenja iznosi 19,8 s, a vrijeme izrade 23,2 s.

Prema projektiranoj optimalnoj metodi rada određenoj prema MTM metodi, određen je slijed logičkih pokre-

ta pomoću računalnog modula ERGO-Man kojim se simulira izvođenje tehnološke operacije na preoblikovanom radnom mjestu. Izvođenje tehnološke operacije šivanja bočnog šava hlača prema tehnološkim zahtevima prikazano je na sl.11.

Tehnološki zahvat uzimanja stražnjeg dijela nogavice i međusobno postavljanje prikazano je kao jedan tehnološki zahvat jer se izvodi u istom radnom položaju. Također je ujedinen tehnološki zahvat pozicioniranja i strojno-ručnog šivanja.

Za svaki tehnološki zahvat je prikazana OWAS analiza pojedinih radnih položaja. Simulacija izvođenja tehnološke operacije pokazuje da radnica radi u povoljnom radnom položaju uz znatno smanjeno radno opterećenje (zeleno-OWAS) uz tolerantnu zastupljenost (manju od 10 %) nepovoljnih radnih položaja (1.2; 2.2; 3.1; 4.1 i 5.2).

Temeljem provedenog računalnog preoblikovanja radnog mjesta za tehnološku operaciju šivanja bočnog šava hlača vidljivo je da je radno mjesto ergonomski povoljnije oblikovano, te je određena povoljnija metoda rada čime se postiglo manje radno opterećenje i zamor radnika.

4. Rasprava i zaključak

Za tehnološku operaciju šivanja bočnog šava hlača izvedeno je video snimanje u realnom procesu proizvodnje, analiza postojećeg radnog mjesta prema strukturi i vremenu izvođenja tehnološke operacije, te je određeno radno opterećenje (OWAS i OADM metodama).

Utvrđeno je da na postojećem radnom mjestu (sl.4) nepovoljni odnos čovjek-stroj-okolina dovodi do visokog stupnja opterećenja uzrokovanog prisilnim položajem kralježnice i glave, povećanja abdominalnog tlaka, smanjenja vidnih sposobnosti i motorike pokreta uzrokovanih nepodesnim kutovima pripadajućih kinematičkih zglobnih sustava.

Postojeće radno mjesto nije oblikovano prema antropometrijskom razmjeru radnice (visina sjedenja, visina ra-

dne površine, udaljenost trupa od ruba radne površine) što uzrokuje neergonomsko sjedenje na rubu sjedalice, često mijenjanje sjedećeg položaja s izrazitom prednjom fleksijom glave i trupa, a ravnotežno stanje se ostvaruje samo preko stopala.

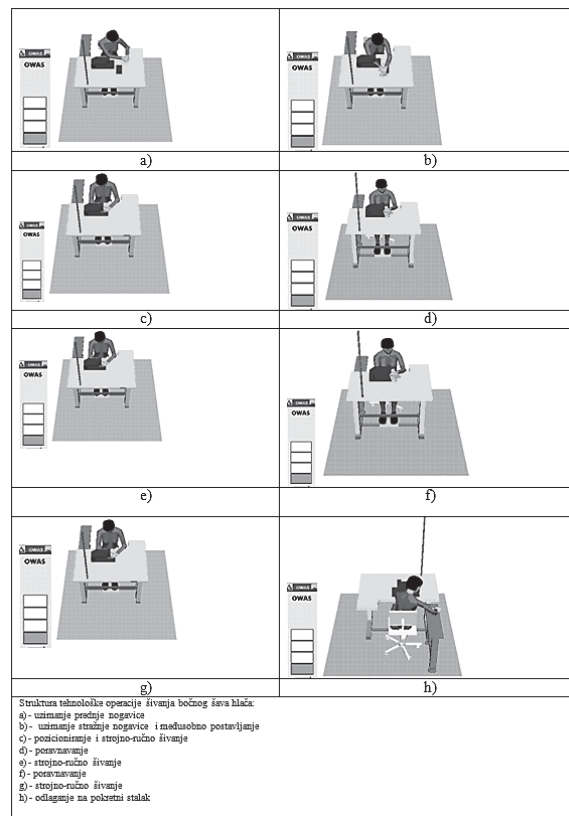
Prema postojećoj metodi rada tehnološka operacija šivanja bočnog šava hlača izvodi se sa šest pomoćno-ručnih zahvata i pet strojno-ručnih zahvata u okviru kojih se šav dužine 100 cm šiva u pet segmenata (tab.1; sl.3). Normalno izvođenja tehnološke operacije iznosi 35,0 s, a vrijeme izrade 41 s.

Rezultati dobiveni OWAS metodom (sl.5), ukazuju da je radni položaj s prednjom fleksijom kralježnice s kutom većim od 15° (položaj 1.2.) 35,1 % radnog vremena (142,2 min), dok je glava u položaju prednje fleksije s kutom većim od 30° (položaj 5.2.) 84,2 % radnog vremena (341,0 min). Navedeni položaj kralježnice i glave dovode do povećanog stupnja

opterećenja u vratnom i slabinskom dijelu kralježnice što uzrokuje neudoban radni položaj odnosno viši stupanj opterećenja radnice. Tijekom rada za šivaćim strojem radnica radi s nadlakticama odmaknutima od tijela (položaj 2.2.) 97,6 % radnog vremena (395,3 min), što uzrokuje opterećenje lakta i ramena. Prsti se koriste za fine i točne pokrete uzimanja, hvatanja i vođenja izratka (položaj 3.1.) 93,6 % radnog vremena (379,1 min).

Nepovoljni radni položaji (1.2., 2.2., 3.1., 4.1 i 5.2) i njihov znatno povećani vremenski udio tijekom radnog procesa (tab.2) upućuje na potrebu preoblikovanja postojećeg radnog mjesta.

Preoblikovanje radnog mjesta izvedeno je pomoću računalnog programa ERGO-Plan prema antropometrijskom razmjeru radnice tjelesne visine 157 cm i veličine izratka. Na sl.7 i 8 dan je prikaz preoblikovanog radnog mjesta, gdje je visina sjedenja od po-



Sl.11 Simulacija dinamičke analize radnog mjesta za tehnološku operaciju šivanja bočnog šava hlača

dne površine 45,0 cm, koja uključuje poplitičnu dužinu potkoljenice (44,3 cm) te dodatke za srednju visinu gazila (5,0 cm) i laganu obuću (2,0 cm). Osim toga zbog veličine izradaka potrebno je radnu površinu stroja s lijeve strane proširiti na 1280 x 850 mm. Time se ostvaruje udoban položaj sjedenja s optimalnim horizontalnim i vertikalnim vidnim kutovima, a radni pokreti se ostvaruju u okviru normalnog dosega (pokreti III vrste). Ravnotežno stanje trupa pri sjedenju se ostvaruje preko oba stopala i naslona za leđa.

Za ovako oblikovano radno mjesto razrađena je pomoću MTM sustava nova metoda rada (tab.3) koja se sastoji od pet zahvata, a strojno-ručni zahvat šivanja s potrebnom tolerancijom ± 1 mm i normalnim reakcijskim sposobnostima radnice se izvodi u tri segmenta (sl.10). Ovom metodom rada uzimanje izradaka i prenošenje u radnu zonu izvodi se logičkim slijedom pokreta kao standardni sklop: *uzimanja izratka s obje ruke s jednog, a zatim s drugog svežnja i prenošenja u radnu zonu*. Prema projektiranoj metodi rada, normalno vrijeme izvođenja tehnološke operacije šivanja iznosi 19,8 s a vrijeme izrade 23,2 s. Simulacijom dinamičke analize rada na tako oblikovanom radnom mjestu pomoću modula ERGO-Man (sl.11) rad se izvodi u povoljnijim radnim položajima, a tolerantna zastupljenost nepovoljnih radnih položaja (1.1.; 2.2. i 5.2.) je manja od 10 %.

Temeljem provedenih istraživanja razrađen je pristup i postupak korištenja suvremenih metoda industrijskog inženjeringa i razrada kriterija koji ukazuju na potrebu preoblikovanja postojećeg radnog mjesta.

Ovako postavljeni model slijeda postupaka u odjavnom inženjerstvu može se koristiti za preoblikovanje postojećih radnih mjesta ili oblikovanje novih radnih mjesta već u fazi projektiranja proizvodnih sustava. Postupak projektiranja se temelji na antropometrijskim razmjerima radnika i postavljanju sukladnih odnosa

čovjek-stroj, te optimalne metode rada što će dovesti do povećanja proizvodnosti samog radnog mjesta i nižeg stupnja opterećenja i zamora radnika.

Rad je dio istraživanja u okviru Kratkoročne financijske potpore istraživanju pod nazivom Inteligentna i zaštitna odjeća - karakteristike i parametri visokotehnoloških metoda spajanja njihovih dijelova koja je financirana od Sveučilišta u Zagrebu.

Literatura:

- [1] Rogale D., D. Ujević, S. Firšt Rogale, M. Hrastinski: *Procesi proizvodnje odjeće, sveučilišni udžbenik*, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, 2011., ISBN: 978-953-7105-32-7
- [2] Geršak J.: *Priprava proizvodnje oblačil*, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor, Slovenija, 2009, ISBN 978-961-248-19-3
- [3] Dragčević Z., S. Firšt Rogale: *Investigation of Dynamic Working Zones and Movements in Garment Engineering*, International Journal of Clothing Science and Technology, 13, (2001), 3/4, 264-279
- [4] Dragčević Z., S. Kirin, A. Polajnar: *Investigation of Workplace Design for the Process of Sewing*, Book of Proceedings of the 4th International Textile, Clothing & Design Conference-Magic World of Textiles, Dragčević Z.(ed.), October 5th to 8th, 2008, Dubrovnik, Croatia, 569-574, ISBN 978-953-7105-26-6
- [5] Verhovnik V., A. Polajnar: *Oblikovanje dela in delovnih mest*, II. izdanje, Univerza v Mariboru Fakulteta za strojništvo, Maribor, Slovenija, 2007, ISBN 86-435-0341-X
- [6] Sušnik J.: *Ergonomska fiziologija*, Didakta (1992) ISBN 86-7707-019-2
- [7] Dragčević Z., S. Kirin, B. Šaravanja: *A Method of Workplace Design for Sewing Operations*, The 22nd DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation: Power of Knowledge and Creativity", Katalinic, Branko (ed.), Vienna, Austria: DAAAM International, (2011), 0379-0380

- [8] Vezina N., D. Tierney, K. Messing: *When is Light Work Heavy? Components of the Physical Workload of Sewing Machine Operators Working at Piecework Rates*, Applied Ergonomics 23, (1992), 4, 268-276
- [9] ...: *Ergonomie an NÄharbeitsplätzen – Ratgeber für die Praxis*, Textil und Bekleidungs – Berufsgenossenschaft, BGI 804-2, Mai 2005, 1-38 (5)
- [10] Panero J., M. Zelnik: *Antropološke mere i enterijer*, III izdanje, Građevinska knjiga, Beograd, 2009., ISBN 978-86-395-0597-4
- [11] Vlaović Z. i sur.: *Uredske radne stolice-istraživanje deformacija i indeksa udobnosti*, Drvna industrija 61 (2010.) 3, 159-168
- [12] Barnes R. M.: *Motion and Time Study Design and Measurement of Work*, 7th edition, John Wiley & Sons, Canada, 1980, ISBN 0-471-05905-6
- [13] Meyers F.E., J.R. Stewart: *Motion and Time Study*, 3rd edition, Prentice Hall, New Jersey/ Columbus / Ohio, 2002, ISBN 0-13-03061670-9
- [14] Dragčević Z., D. Zavec, D. Rogale, J. Geršak: *Workloads and Standard Time Norms in Garment Engineering*, Journal of Textile and Apparel Technology and Management 2 (2002) 2, 1-6
- [15] Rogale D., Z. Dragčević: *Sustav za automatska mjerenja procesnih parametara i struktura tehnoloških operacija u procesima proizvodnje odjeće*, upisan u Registar patenata Državnog zavoda za intelektualno vlasništvo P200110694, 2001., Zagreb
- [16] Dragčević Z., S.: *Firšt Rogale: Metode određivanja vremena strojno-ručnih tehnoloških zahvata šivanja*, Tekstil 51 (2002.) 2, 51-63
- [17] Firšt Rogale S.: *Metode određivanja strojno-ručnih vremena tehnoloških zahvata šivanja*, Magistarski rad, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, ožujak 2002.
- [18] Firšt Rogale S., D. Rogale, Z. Dragčević: *Numeričko određivanje strojno-ručnih vremena tehnoloških operacija šivanja*, Zbornik radova 2. znanstveno-stručnog

- savjetovanja *Tekstilna znanost i gospodarstvo*, Ujević D., Penava Ž., (ur.), 23. siječnja 2009., Zagreb, Hrvatska, 173-178, ISBN 978-953-710-27-3
- [19] Stoffert G.: Analyse und Einstufung von Körperhaltung bei der Arbeit nach der OWAS- Methode, *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 39 (1985) 31-38
- [20] Sušnik J. i sur.: Ocenjevalna analiza delovnega mesta, *Delo-Tozd Gospodarski vestnik*, Ljubljana, 1983
- [21] Kirin S.: Racionalizacija metoda rada u tehnološkom procesu šivanja, Magistarski rad, *Tekstilno-tehnološki fakultet*, Zagreb, 2007.
- [22] Kirin S., Z. Dragčević: Prilog istraživanju opterećenja radnica u tehnološkom procesu šivanja, *Zbornik radova 5. znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo*, Ujević D., Penava Ž., (ur.), 26. siječnja 2012, Zagreb, 2012. 171-174, ISSN 1847-2877
- [23] Dragčević Z., D. Rogale, Lj. Trgovec: Investigation of operative logical movement groups in garment sewing, *International Journal of Clothing Science and Technology* 10 (1998) 3/4, 234-243, ISSN 0955-6222
- [24] Liekweg D., K. Rademacher, A. Deseyve, H. Hopf: Optimale Nähmethoden für die Konfektion von Maschenwaren, *Technischer Beratungsdienst an der Fachhochschule Sigmaringen*, Sigmaringen, 1983

SUMMARY

Workplace redesign in the computer-aided technological sewing process

S. Kirin, Z. Dragčević, S. Firšt Rogale**

In the real manufacturing process the technological operation of sewing trousers side seams was recorded using a video system. Using modern methods of industrial engineering the structure of technological operation, workload (OADM) and share of unsuitable working postures (OWAS) were determined. It was found that at the existing workplace the unfavorable relationship of man-machine-environment leads to a high degree of workload caused by the forced position of spine and head, increased abdominal pressure, and reduction in visual skills and motor skills. Using the ERGOPlan software a redesign of the existing workplace was performed, and according to the anthropometric proportions of workers seating height, height of the machine work surface, working methods were determined, and using the method of predetermined times (MTM) the optimal working method with associated time norms was determined. Dynamic and static simulation of performing the technological operation at the redesigned workplace shows that the work is done in an ergonomically favorable posture with considerably reducing workload, which results in increasing workplace productivity while reducing fatigue.

Key words: technological sewing operation, workplace design, computer-aided analysis of workplace

Karlovac University of Applied Sciences, Textile Department

Karlovac, Croatia

**University of Zagreb, Faculty of Textile Technology, Department of Clothing Technology*

Zagreb, Croatia

e-mail: snjezana.kirin@vuka.hr

Received December 12, 2013

Umgestaltung des Arbeitsplatzes im rechnerunterstützten Nähprozess

Im realen Fertigungsverfahren wurde der technologische Arbeitsgang des Nähens der Hosenseitennaht mit Hilfe eines Videosystems aufgezeichnet. Unter Verwendung der modernen Methoden der Verfahrenstechnik wurden die Struktur des technologischen Arbeitsgangs, die Arbeitsbelastung (OADM) und der Anteil der ungeeigneten Körperhaltung (OWAS) bestimmt. Es wurde festgestellt, dass am bestehenden Arbeitsplatz das ungünstige Verhältnis von Mensch-Maschine-Umgebung zu einem hohen Grad der Arbeitsbelastung durch die Zwangshaltung der Wirbelsäule und des Kopfes, einem erhöhten Druck im Bauchraum, und zur Verringerung der visuellen Wahrnehmung und Bewegungsmotorik führt. Unter Verwendung der ERGOPlan-Software wurde eine Umgestaltung des bestehenden Arbeitsplatzes durchgeführt, und entsprechend den anthropometrischen Massen des Arbeiters wurden die Sitzhöhe, die Höhe der Maschinenarbeitsfläche und Arbeitsmethoden sowie durch die Methode von vorbestimmten Zeiten (MTM) die optimale Arbeitsmethode mit verbundenen Zeitnormen bestimmt. Die dynamische und statische Simulation der Durchführung des technologischen Arbeitsgangs am neu gestalteten Arbeitsplatz zeigt, dass die Arbeit in einer ergonomisch günstigen Haltung mit einer erheblich verringerten Arbeitsbelastung durchgeführt wird, wodurch die Produktivität des Arbeitsplatzes mit Verminderung der Ermüdung erhöht wird.