

GDK 832.14

Prispelo / Received: 16.09.2003

Sprejeto / Accepted: 10.11.2003

Izvorni znanstveni članek

Original scientific paper

SKRAJŠANJE NASTAVITVENEGA ČASA NA ŠTIRISTRANSKEM SKOBELJNEM STROJU Z METODO SMED

Leon OBLAK*, Jože KROPIVŠEK*, Igor LIPUŠČEK*

Izvleček

Zaradi čedalje hitrejšega naraščanja raznolikosti proizvodov in manjšanja velikosti izdelavnih serij je skrajšanje nastavitvenih časov na strojih ključnega pomena za dobičkonosnost podjetja. V članku smo obravnavali problem dolgih nastavitvenih časov na strojih v lesnoindustrijskem podjetju in možnosti za reševanje tega problema z metodo SMED. Kot primer smo analizirali skrajšanje nastavitvenega časa na štiristranskem skobeljnem stroju.

Ključne besede: *lesnoindustrijsko podjetje, štiristranski skobeljni stroj, nastavitveni časi, metoda SMED*

SETUP TIME REDUCTION ON FOUR-SIDE PLANING MACHINE WITH THE SMED METHOD

Abstract

Due to the rapidly increasing diversity of products and smaller batch sizes, the setup time reduction is of crucial importance for the profitability of a company. The article deals with the problem of long setup times in a wood company and possibilities for the solution with the SMED method. On a practical case, the setup time reduction on four-side planing machine was analysed.

Key words: *wood industry company, four-side planing machine, setup times, SMED method*

* Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina c. VIII/34, 1000 Ljubljana, SVN

VSEBINA
CONTENTS

1	UVOD IN OPREDELITEV PROBLEMA	93
	INTRODUCTION AND PROBLEM DEFINITION	
2	METODA	94
	METHODS	
3	ANALIZA STANJA V PODJETJU	97
	COMPANY POSITION ANALYSIS	
4	PREDLOGI IZBOLJŠAV IN UKREPI ZA HITREJŠO NASTAVITEV NA ŠTIRISTRANSKEM SKOBELJNEM STROJU	100
	IMPROVEMENT SUGGESTIONS AND STEPS FOR A FASTER SETUP ON THE MULTIPHASE MOULDER- PLANER	
5	ANALIZA UČINKOV	101
	ANALYSIS OF THE EFFECTS	
6	RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI	101
	DISCUSSION AND CONCLUSIONS	
7	POVZETEK	103
8	SUMMARY	104
9	VIRI	105
	REFERENCES	

1 UVOD IN OPREDELITEV PROBLEMA

INTRODUCTION AND PROBLEM DEFINITION

Med stroške, ki jih je v podjetju mogoče zmanjšati, uvrščamo tudi tiste, ki nastajajo zaradi dolgih nastavitvenih časov. Nastavitve in priprava strojev so strošek za vsako proizvodnjo. S tega vidika je proizvodnja v velikih serijah najbolj učinkovita, saj zmanjšuje delež pripravljajno-zaključnih časov. Takšno proizvodnjo pa običajno spremljajo velike zaloge izdelkov in s tem povezani stroški vezave sredstev. Posledica proizvodnje v velikih serijah so dolgi pretočni časi, s tem pa tudi dolgi dobavni roki, če določenega izdelka ni na zalogi. Prav dobavni roki pa postajajo vedno pomembnejši dejavniki konkurenčnosti podjetja. Posledica tega je zmanjševanje velikosti serij in uvajanje fleksibilne proizvodnje.

Podjetje, ki želi uspešno poslovati, mora proizvajati hitro, racionalno in fleksibilno. Proizvodnih serij ne smemo zmanjšati brez uvedbe dodatnih ukrepov, saj se pri enakih časih nastavitve delež pripravljajno-zaključnih časov tako poveča, da proizvodnja ni več ekonomična. Investicija v nove stroje, ki omogočajo fleksibilno proizvodnjo v majhnih serijah, je običajno zelo visoka in si je mnoga podjetja običajno ne morejo privoščiti. Zato je pomembno razmisliti o tem, kako izboljšati operacije nastavitve na obstoječih strojih.

S krajšimi nastavitvenimi časi bi lahko zmanjšali velikosti serij za polovico (Sitar, 2003), kar bi povečalo ekonomsko učinkovitost podjetja, saj je v manjših serijah vezanih manj sredstev, hkrati pa bi skrajšali pretočni čas v proizvodnji in zaloge na vmesnih in končnem skladišču. Krajši pretočni čas bi zagotovil konkurenčno prednost, ker bi bilo načrtovanje usmerjeno k naročnikom, ki bi jim izdelke napravili v krajšem času.

V raziskavi, ki je bila nadaljevanje diplomskega dela (Sitar, 2003), opravljenega na Katedri za organizacijo in ekonomiko lesarstva na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani, smo preučevali možnost skrajšanja nastavitvenega časa na štiristranskem skobeljnem stroju v manjšem lesnoindustrijskem podjetju z metodo SMED. Analizirali smo porabljeni čas za nastavitve stroja, izračunali delež časa nastavitve stroja ob sedanji velikosti izdelavnih serij in ocenili, za koliko moramo ta čas skrajšati, če želimo serije zmanjšati na polovico, ob tem pa dosegati enake učinke. Raziskava je vključevala tudi določitev ukrepov za skrajšanje nastavitvenega časa in oceno učinkov.

2 METODA METHOD

Nastavitev stroja je postopek priprave stroja ali proizvodne linije za drug proizvodni proces. Veliko nastavitev traja več ur ali celo dni, kar je največja ovira pri fleksibilnosti podjetja. Zaradi trenda hitrega naraščanja raznolikosti proizvodov in manjšanja velikosti serij je skrajšanje nastavitvenih časov ključnega pomena za dobičkonosnost podjetij. Trditev »za nastavitev potrebujemo čas« sicer drži, a z uporabo različnih pristopov je možno nastavitvene čase bistveno skrajšati. Problem dolgih nastavitvenih časov je mogoče učinkovito rešiti s pomočjo metode SMED (Murovec, 1995).

Metodo SMED (Single Minute Exchange of Dies) je v sedemdesetih letih za japonsko industrijo razvil Shigeo Shingo. »Tok se mora nadaljevati«, je bila Shingova reakcija, ko je bil navzoč pri nastavitvi, ki je trajala več kot uro. Na osnovi bogatih izkušenj je razvil metodo za analizo nastavitvenega postopka, ki omogoča zaposlenim v podjetju, da spoznajo, zakaj nastavitve trajajo tako dolgo in kako jih je mogoče skrajšati. V veliko primerih je mogoče nastavitveni čas in čas za fino nastavitev skrajšati na manj kot deset minut. Od tod tudi izvorno ime metode. SMED z drugimi besedami pomeni »hitro prestaviti«. S to metodo je možno nastavitvene čase skrajšati za 75% (Shingo, 1986). Metoda SMED je torej pristop k zmanjšanju proizvodnih in kakovostnih izgub zaradi nastavitev. Znanih je veliko primerov, kjer so podjetja povečala svojo učinkovitost s skrajševanjem nastavitvenih časov iz ur na minute (Starbek, 2001).

Metoda SMED je postopek, razdeljen na sledečih osem korakov (Shingo, 1986):

1. Razdvajanje IED in OED

IED (Inside Exchange of Die) so tiste nastavitvene aktivnosti, ki se lahko opravijo samo takrat, kadar stroj miruje, OED (Outside Exchange of Die) pa so aktivnosti, ki se lahko opravijo med obratovanjem stroja. Če je nastavitev možna med obratovanjem, jo pač opravimo takrat, če pa je nastavitev v mirovanju stroja neizogibna, nastavljammo med mirovanjem.

V času obratovanja stroja je treba k stroju prinesiti vse, kar delavec potrebuje za nastavitev (orodje, šablone, vzorce, material ipd.). Vsi predmeti morajo biti pripravljeni

in v pravilnem vrstnem redu postavljeni poleg stroja. To moramo predhodno preveriti in se prepričati, da bo delo v predpisanem vrstnem redu tudi zares učinkovito.

Čas mirovanja stroja je treba zmanjšati samo na snemanje uporabljenega orodja in nameščanje novega. Z zamenjavo vrstnega reda aktivnosti - tako da se v toku mirovanja stroja opravlja samo IED - je pogosto možno skrajšati čas mirovanja stroja za 30 - 50% (Sitar, 2003, Starbek, 2001).

2. Pretvarjanje IED v OED

To je eden izmed najbolj učinkovitih elementov za skrajšanje časa mirovanja. Dimenzije orodja za privijanje je npr. treba standardizirati, tako da se izognemo uporabi pripomočkov za nastavitve, kalupe za vlivanje pod pritiskom je treba predhodno segreti, s čimer se izognemo poskusnemu vlivanju, ipd.

3. Funkcionalna standardizacija

Če so oblike in dimenzije orodja standardizirane, je možno precej olajšati zamenjavo orodja. Taka standardizacija pa je lahko draga, zato se je treba osredotočiti na standardizacijo samo tistih dimenzij, ki so skupne za vpenjanje orodja. Tako bi npr. vsi distančniki morali imeti enako višino na vseh orodjih. V tem primeru bi lahko povsod uporabljali iste distančnike.

4. Funkcionalni pripomočki za privijanje

Naprave za privijanje morajo biti konstruirane tako, da zahtevajo čim manj časa za pritrjevanje. Večina naprav za pritrjevanje je narejenih na način privijanja. Toda privijanje in odvijanje matice je pogosto težavno in dolgotrajno. Najprej moramo matico centrirati na vijak in jo držati vodoravno glede na navoj vijaka. Potem moramo z matico najti začetek navoja na vijaku in nato še napraviti določeno število krogov. Na koncu moramo matico še zategniti. Dejansko pa je naprava, ki jo pritrjujemo, pripravljena za delo šele po zadnjem krogu privijanja.

5. Uporaba predhodno dogovorjenih gibov

Zamenjava orodja in obdelovanca na nekem rezkalnem stroju za profilno rezkanje zahteva precej časa. Za skrajšanje časa mirovanja stroja lahko naredimo dve popolnoma enaki prijimali. V toku delovanja stroja na obdelavi enega kosa drugi kos postavimo in nastavimo na drugo prijemalo. Ko je prvi kos obdelan, se opravi samo zamenjava

prijemal na stroju. Če zagotovimo, da so prijemala popolnoma enaka, jih je mogoče sneti in pripeti na stroj z minimalnim nastavljanjem. Trdimo lahko, da s pomočjo standardiziranih prijemal v toku OED opravimo dolgotrajno privijanje in nastavljanje, samo pritrjevanje na stroju IED pa znatno skrajšamo.

6. Vzporedne operacije

Če predpostavimo, da se na neki večji stiskalnici orodje namešča tako, da ga je treba priviti s sprednje, zadnje, leve in desne strani, se mora delavec, če je sam, pomikati naprej, nazaj in okrog, da bi opravil delo.

V tem in podobnih primerih je možno čas bistveno skrajšati, če dva delavca delata vzporedno. V primeru, da en delavec potrebuje 30 minut za nameščanje in privijanje orodja, dva delavca to delo opravita v 10 minutah oziroma v manj kot polovici časa. V primerih, ko se delo lahko opravlja vzporedno, se čas za opravljanje dela ne podaljšuje, istočasno pa prihaja do bistvenega skrajšanja časa mirovanja stroja.

Vendar je pogosto zaznati odpor do takšnega načina dela. Kot razlog je običajno navedeno, da je »težko imeti delavca na voljo, kadar je to potrebno«. Razmisliti bi bilo smiselno o tem, da bi v podjetju imeli delavca, katerega glavna naloga bi bila, da pomaga drugim delavcem pri zamenjavi orodja.

7. Izločitev finih nastavitvev

Pri običajnih zamenjavah orodja dosega nastavitvene aktivnosti od 50 do 70% IED. Poenostavljanje nastavitve je zato zelo učinkovito za zmanjšanje IED. Znotraj teh aktivnosti običajno ne opazimo razlike med pozicioniranjem in fino nastavitvijo, ki sta v bistvu dve popolnoma različni funkciji. Mnogi to težko dojamejo, ker fino nastavitvev preprosto jemljejo kot nujo pri zamenjavi orodja. V teh primerih je IED znatno daljši, kot je to potrebno, poleg tega pa se od delavcev zahteva veliko več izkušenj in spretnosti.

8. Mehanizacija

Uporaba hidravlike ali pnevmatike pri privijanju orodja je lahek in udoben način, posebej kadar moramo privijati na več mestih. Kar je prej pomenilo mehanizirano in natančno vodeno nastavljanje višine privijanja v neki stiskalnici, je tako enostavneje. Mnoge tovarne so v zadnjem času začele standardizirati in proizvajati natančne kovinske distančnike za privijanje. Na ustrezno pozicijo se postavi natančno izdelan kovinski distančnik, privijanje pa se opravi na pritisk gumba.

SMED torej ni enak mehanizaciji, ampak prej inteligentnemu razmišljanju. Fleksibilna mehanizacija lahko stane veliko več, kot pa ima podjetje od nje koristi. Najprej se moramo prepričati, kaj je tisto, kar je pomembno, potem analiziramo OED in IED, nazadnje pa napravimo selekcijo prioritet med možnimi rešitvami in določimo vrstni red potrebnih ukrepov.

3 ANALIZA STANJA V PODJETJU COMPANY POSITION ANALYSIS

3.1 VELIKOST IZDELOVALNIH SERIJ LARGENESS OF MANUFACTURING SERIES

V raziskavi smo obravnavali problem dolgih nastavitvenih časov na strojih v manjšem slovenskem lesnoindustrijskem podjetju, ugotavljali pa smo tudi možnosti za reševanje tega problema z metodo SMED. Kot primer smo analizirali skrajšanje nastavitvenega časa na štiristranskem skobeljnem stroju. Najprej smo analizirali trenutno stanje v podjetju. V preglednici 1 so prikazane sedanje velikosti izdelavnih serij za posamezne izdelke in odstotni delež izdelkov glede na letno proizvodnjo.

Preglednica 1: Sedanje velikosti izdelovalnih serij in delež posameznega izdelka glede na letno proizvodnjo

Table 1: *Middle-length of manufacturing series and part of particular product in view of annual output*

Izdelek	Sedanja velikost izdelavnih serij [kos]	Odstotni delež izdelkov glede na letno proizvodnjo [%]
»A«	500	29,4
»B«	350	20,6
»C«	300	17,6
»D«	250	14,7
»E«	200	11,8
»F«	100	5,9
		$\Sigma = 100,0$

3.2 ANALIZA DELEŽA NASTAVITEV ŠTIRISTRANSKEGA SKOBELJNEGA STROJA

ANALYSIS OF THE SETUP PORTION OF THE FOUR-SIDE PLANING MACHINE

Za analizo porabe časa na štiristranskem skobeljnem stroju moramo poznati pripravljajalno- zaključne čase oz. v obravnavanem primeru čas nastavitve in čas dela, ki ju izračunamo iz normativnih časov, ki so vezani na izdelek. V času nastavitve nastajajo samo stroški, saj je treba delavca, ki stroj nastavlja, plačati, upoštevati pa moramo tudi izpad proizvodnje zaradi mirovanja stroja in amortizacijo delovnega sredstva. Prihodki nastajajo le s proizvodnjo in prodajo izdelkov, zato je pomembno, da je delež nastavitvenih časov čim manjši in delež dela čim večji. Za analizo porabe časa smo vzeli skupino izdelkov »A«, ki z 29,4 odstotki predstavlja največji delež letne proizvodnje. V tabeli 2 je prikazana poraba časa za izdelavo serije 500 izdelkov »A« na štiristranskem skobeljnem stroju.

Preglednica 2: Poraba časa za izdelavo delovnega naloga na štiristranskem skobeljnem stroju

Table 2: Time consumption for the preparation of active order on the four-side planing machine

Stroj	Čas nastavitve [min]	Čas dela [min]	Čas operacije [min]	Delež dela [%]	Delež nastavitve [%]	Število delavcev
Štiristranski skobeljni stroj	55	410	465	88,17	11,83	3

3.3 ANALIZA NASTAVITVE NA ŠTIRISTRANSKEM SKOBELJNEM STROJU

ANALYSIS OF THE FOUR-SIDE PLANING MACHINE SETUP

Analizo obstoječega stanja operacij nastavitve na štiristranskem skobeljnem stroju v obravnavanem podjetju smo napravili tako, da smo najprej z digitalno video kamero posneli sedanje stanje oz. potek aktivnosti med nastavitvijo. Počasen posnetek smo analizirali tako, da smo ga razčlenili na gibe in aktivnosti ter jim s kronometrom izmerili čas. Proces nastavitve smo posneli dvakrat, da smo dobili natančnejše podatke o aktivnostih med nastavitvijo in da smo lahko primerjali porabo časov za določene aktivnosti. V analizi smo vse aktivnosti nastavitve razdelili na tiste, ki se lahko opravijo samo takrat, kadar stroj miruje (IED) in tiste, ki se lahko opravijo med delovanjem stroja (OED), kakor to določa metoda SMED.

Med procesom proizvodnje izdelkov s strojem delajo glavni delavec in dva pomožna delavca. Glavni delavec vstavlja obdelovance v stroj ter pri tem pazi na njihovo pravilno orientiranost. Prvi pomožni delavec popravlja manjše napake na elementih ob izhodu iz stroja, tretji pa jih zлага na zložaj. Stroj nastavlja samo glavni delavec, pomožna delavca pa vmesni čas izkoristita za transport elementov – odvoz obdelanih in dovoz novih plošč, čiščenje okolice stroja, ali pa jih mojster za ta čas razporedi na drugo delovno mesto.

Za aktivnosti IED (ki se lahko opravijo le med mirovanjem stroja) je delavec porabil kar 93% časa, le 7% časa pa je porabil za tiste aktivnosti, ki se lahko opravijo med delovanjem stroja (OED). Veliko časa je porabil za čiščenje rezkarjev in skobeljnih glav s komprimiranim zrakom, ki jih je uporabljal za izdelavo predhodnega izdelka in nošenje teh rezkarjev oz. skobeljnih glav v brusilnico. Vsakega je namreč posamično nesel v brusilnico, kjer jih je zamenjal z novimi. Prav tako je veliko časa porabil tudi za pripravo distančnih obročkov ter za odvijanje in privijanje matic na rezkalnih trnih. Vsako matico je moral najprej odviti z imbus ključem, potem z navadnim ključem in nato zaradi dolžine navoja še ročno.

4 PREDLOGI IZBOLJŠAV IN UKREPI ZA HITREJŠO NASTAVITEV NA ŠTIRISTRANSKEM SKOBELJNEM STROJU

IMPROVEMENT SUGGESTIONS AND STEPS FOR A FASTER SETUP ON THE MULTIPHASE MOULDER-PLANER

Delež nastavitve ob sedanjih velikostih izdelavne serije izdelka »A« je dokaj velik, saj dosega 11,83 % časa izdelave. Če želimo zmanjšati velikosti delovnih nalogov in tako skrajšati pretočne čase, moramo skrajšati tudi čase za nastavitev štiristranskega skobeljnega stroja, saj se v nasprotnem primeru delež pripravljamo-zaključnih časov povzpne nad 20% časa izdelave celotne operacije.

Pripravili smo seznam ukrepov, ki bi skrajšali čas nastavitve. Za izvedbo procesa skrajšanja nastavitvenega časa bi bile potrebne določene naložbe v dodelavo strojev in naprav, določene regale pa bi bilo treba prestaviti bliže stroju.

Ukrepi za premik aktivnosti v čas delovanja stroja (OED):

1. Delavec tik pred začetkom menjave orodja s pritiskom na stikalo opozori brusilca orodij na menjavo orodja. Brusilec orodij prinese pripravljeno orodje na mizo ob stroju. Orodje pripravi glede na mojstrov zahtevni list, ki mu ga zjutraj prinese v brusilnico.
2. Delavec orodje odlaga na mizo ob stroju. Po opravljeni menjavi orodja ga brusilec orodij očisti s komprimiranim zrakom in odnese v brusilnico.
3. Delavec ima na mizi razporejeno vse orodje za menjavo, tako da se izogne nepotrebnemu iskanju med menjavo.
4. Izdela se voziček za prevoz težkih skobeljnih glav (okrog 30 kg). Voziček naj bo manjše izvedbe, tako da je z njim možno pripeljati skobeljno glavo do stroja.
5. Na valjčno transportno progo se pritrdi nasadilo, tako da se jo lahko dvigne in mimo zapelje voziček s skobeljno glavo, ali pa se delovno mizo postavi na kolesa in se jo tako umakne s poti.
6. Delavec se izogiba nepotrebnim pogovorom z brusilcem orodij.
7. Izdela se še ena medeninasta letev, da delavcu med nastavitvami ni treba hoditi ponjo k drugemu stroju.
8. Distančni obročki so pripravljene na mizi – s tem se delavec izogne hoji do omare, kjer so shranjeni.

Ukrepi za skrajšanje interne nastavitve:

1. Navoji za matice na vretenih bi bili lahko krajši, tako da matic ne bi bilo treba privijati ročno.
2. Vijake za pritrdjevanje pritisnega elementa z ležajem bi tudi lahko skrajšali in se izognili dolgotrajnemu ročnemu privijanju.
3. Vijake za pritrdjevanje zaščitnih pokrovov bi skrajšali in jih opremili z bunko, s katero bi jih privijali in ne z imbus ključem kot sedaj.

5 ANALIZA UČINKOV **ANALYSIS OF THE EFFECTS**

Pri analizi stanja smo ugotovili, da velikosti izdelovalnih serij niso v skladu s povpraševanjem. Posledica velikih serij so dolgi pretočni časi in dobavni roki. Uvedeni ukrepi za hitrejše nastavitve strojev in menjavo šablon nam omogočajo prehod na izdelovanje polovičnih velikosti serij brez povečanja deleža pripravljajno-zaključnih časov. Predvidena velikosti serije izdelkov »A« je 250 kosov.

Koeficient obračanja zalog v skladišču gotovih izdelkov se bo ob uvedbi polovičnih velikosti izdelavnih serij zvišal, zaradi krajših pretočnih časov pa se bo tudi zmanjšala verjetnost, da določenega izdelka ne bo v skladišču. Z uvedbo predvidenih ukrepov za hitrejšo nastavitve stroja bo podjetje prihranilo tudi stroške plačila delavcev za nastavitve.

6 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI **DISCUSSION AND CONCLUSIONS**

Eden izmed pomembnih dejavnikov, ki vplivajo na stroške, so tudi dolgi nastavitveni časi. Nastavljanje je postopek priprave proizvodne linije za drug proizvodni proces. Veliko nastavitve traja več ur, kar je največja ovira v proizvodjalčevi fleksibilnosti. Nastavitve strojev za vsako proizvodnjo pomenijo stroške, saj je za pripravo stroja treba plačati delavce, zato si moramo prizadevati za čim hitrejše nastavitve strojev. V času hitrega naraščanja raznolikosti proizvodov in manjšanja velikosti serij je skrajšanje nastavitvenih časov ključnega pomena za dobičkonosnost podjetij.

Izdelavne serije v obravnavanem podjetju so za današnje razmere prevelike. Proizvodnja v velikih serijah je sicer najbolj učinkovita, ker zmanjšuje delež pripravljajno-zaključnih časov, vendar pa ima za posledico dolge pretočne čase. S krajšimi nastavitvenimi časi bi lahko uvedli polovične velikosti serij, kar bi povečalo ekonomsko učinkovitost podjetja, saj je v manjših serijah vezanih manj sredstev, hkrati pa bi skrajšali pretočni čas v proizvodnji in zmanjšali vmesna in končno skladišče v podjetju. Krajši pretočni čas bi zagotovil konkurenčno prednost, ker bi bilo planiranje usmerjeno k naročnikom, ki bi jim lahko hitreje izdelali zelene izdelke, če teh izdelkov ne bi bilo na zalogi.

Metoda SMED se je že v mnogih podjetjih izkazala kot učinkovita v smislu skrajševanja nastavitvenih časov (Sitar, 2003, Starbek, 2001). Moč metode je v sistematičnem pristopu k analizi procesa nastavitve stroja in preučitvi porabe časa skozi nastavitvene aktivnosti. Z analizo ugotovimo, kako potekajo določene aktivnosti. Na osnovi izdelane analize se poda predlog ukrepov za zmanjšanje proizvodnih in kakovostnih izgub zaradi nastavitve.

Za uvedbo metode v prakso predlagamo štiri korake. V prvem koraku je treba podrobno analizirati obstoječe stanje. V drugem moramo vse nastavitvene aktivnosti razdeliti na tiste, ki se lahko opravijo samo kadar stroj miruje (IED) in tiste, ki se lahko opravijo med delovanjem stroja (OED). Tretji korak je premik aktivnosti IED v čas delovanja stroja. V četrtem koraku pa preučimo možnosti za skrajševanje aktivnosti IED, tako da izločimo oz. skrajšamo operacije fine nastavitve, privijanja in odvijanja s posebnimi pripomočki.

Pripravili smo seznam ukrepov, ki bi skrajšali čas nastavitve štiristranskega skobeljnega stroja v obravnavanem lesnoindustrijskem podjetju. Za uresničitev procesa skrajšanja nastavitvenega časa bi bile potrebne določene naložbe v dodelavo stroja, ki pa bi se že v krajšem časovnem obdobju povrnila. Podobno analizo bi bilo smiselno narediti tudi za druge stroje v podjetju.

Med analizo smo ugotovili, da delavci veliko časa porabijo za odnašanje izrabljenega orodja v brusilnico in prinašanje novega, prav tako morajo po končani nastavitvi sami poskrbeti za odvoz obdelanih elementov na naslednjo operacijo ali vmesno deponijo in dovoz novih. To še dodatno podaljša čas mirovanja stroja. V okviru raziskave smo pripravili tudi predlog za odpravo teh težav.

7 POVZETEK

Zaradi trenda hitrega naraščanja raznolikosti proizvodov in manjšanja velikosti izdelavnih serij je skrajšanje nastavitvenih časov ključnega pomena za dobičkonosnost podjetij.

Izdelavne serije v obravnavanem podjetju so za današnje razmere prevelike. Posledica poizvodnje v velikih serijah so dolgi pretočni časi in s tem tudi dolgi dobavni roki, ki postajajo vse pomembnejši dejavnik konkurenčnosti podjetja. Izdelavnih serij pa ne moremo kar tako zmanjšati, saj se pri enakih časih za pripravljajalno-zaključna dela in manjših serijah delež pripravljajalno-zaključnih časov tako poveča, da proizvodnja ni več ekonomična. Investicija v nove, fleksibilne stroje je zelo velika, zato je treba razmisliti, kako izboljšati nastavitve na obstoječih strojih. Namen raziskave je bil na izbranem stroju analizirati porabljeni nastavitveni čas in določiti ter oceniti učinke ukrepov za skrajšanje tega časa.

Raziskavo smo napravili s pomočjo metode SMED – Single Minute Exchange of Dies. Metoda, ki jo je za japonsko industrijo razvil Shigeo Shingo, temelji na sistematičnem pristopu k analizi opravljanja nastavitvenih aktivnosti in analizi porabe časa med procesom nastavljanja stroja. Aktivnosti se razdelijo na aktivnosti nastavljanja, ki se lahko opravijo samo kadar stroj miruje (IED – Inside Exchange of Die), in aktivnosti, ki se lahko opravijo med delovanjem stroja (OED – Outside Exchange of Die). Potem se preučijo možnosti, kako aktivnosti, ki se lahko opravijo med delovanjem stroja, prestaviti zunaj časa nastavitve in kako skrajšati čas aktivnostim, ki se morajo opraviti med mirovanjem stroja.

V raziskavi smo se osredotočili samo na en stroj in sicer na štiristranski skobeljnik. Pripravili smo seznam ukrepov, ki bi skrajšal čas nastavitve tega stroja in podjetju omogočil prehod na izdelovanje polovičnih velikosti serij brez povečanja deleža pripravljajalno-zaključnih časov. Z uvedbo polovičnih izdelovalnih serij bi skrajšali pretočni čas in zmanjšali zaloge na vmesnih in končnem skladišču v podjetju, povečali pa bi tudi ekonomsko učinkovitost podjetja.

Ugotovili smo, da so za izvedbo procesa skrajšanja nastavitvenih časov sicer potrebne določene naložbe v dodelavo strojev in naprav ter manjše organizacijske spremembe v proizvodnji, vendar pa so prednosti, ki jih prinese krajši čas nastavitve strojev, tako številne, da bi podjetje moralo razmisliti tudi o tej možnosti optimiranja proizvodnje.

8 SUMMARY

Manufacturing series in the researched company are too big for today's conditions. The consequences of large series production are long periods of elapsed and delivery times, the latter becoming an increasingly important factor for the company's competitiveness. The manufacturing series cannot be reduced without taking additional measures. Namely, with the same period of time spent on preparatory and final work in smaller series, the production is no longer economical, as the share of this work increases exceedingly. The investment in new flexible machines is extensive; therefore, setup improvement of the existing machines needs a great deal of deliberation. The aim of this research was to analyse the time used for the selected machine setup and to determine and estimate the effects of the measures for reducing this time.

The research was carried out by means of the SMED method – the Single Minute Exchange of Dies, developed for the Japanese industry by Shigeo Shingo. It is based on a systematic approach to the analysis of carrying out setup activities and the analysis of time used during the machine setup. The activities are divided into setup activities, which can only be carried out during a standstill (IED – Inside Exchange of Die), and activities that can be carried out during machine operation (OED – Outside Exchange of Die). What follows is an investigation of the possibility for the activities, which can be performed during a standstill, to be transferred outside the setup time, and the possibility to reduce time for the activities that need to be carried out during machine operation.

The research was focused on a single machine, i.e. on the multiphase moulder-planer. We prepared a list of steps that would reduce the setup time of this machine and enable the company transition to manufacturing half-sized series without increasing the share of the preparatory and final work. What would happen with the introduction of half-sized manufacturing series, is a reduction of the setup time and a cut down on the interim and

final storage facilities in the company, and also an increase of the company's economic efficiency.

It was established that certain investments in the completion of machines and devices are needed for the realisation of the setup time reduction process, together with small organisational production changes. However, these advantages, brought about by the reduction of the setup machine time, are so numerous that the company ought to consider this option of production optimising as well.

9 VIRI **REFERENCES**

- MUROVEC, M. 1995. Metode skrajševanja časov. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, 81 str.
- SHINGO, S. 1986. Nova japanska proizvodna filozofija. Beograd, Jugoslovenski zavod za produktivnost rada, 203 str.
- SITAR, G. 2003. Skrajševanje nastavitvenih časov z metodo SMED v podjetju Menina d.d.. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za lesarstvo, 78 str.
- STARBEK, M. 2001. SMED - metoda krajšanja časov zamenjave orodja. Ljubljana, Novice društva za neporušitvene preiskave, 9, 1, str. 27-38.