

UDK: 658.5

Skrajševanje nastavitvenih časov v podjetju

Reducing of setup times in the company

avtorja **Gašper SITAR**, Menina d.d., Trg padlih borcev 3, Šmarca, Kamnik
Leon OBLAK, BF, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina, C.VIII/34, Ljubljana

izvleček/Abstract

Zaradi trenda hitrega porasta raznolikosti proizvodov in manjšanja velikosti izdelovalnih serij je skrajšanje nastavitvenih časov ključnega pomena za dobičkonosnost podjetja. V članku je obravnavan problem dolgih nastavitvenih časov v podjetju in možnosti za reševanje tega problema z metodo SMED.

Because of the trend of rapidly increasing diversity of products and smaller batch sizes, the setup time reduction is of crucial importance for the profitability. In the article, a problem of long setup times in the company and a possibilities for the solution with SMED method was treated.

Ključne besede: nastavitveni časi, podjetje, metoda SMED

Keywords: setup times, company, SMED method

1. Uvod in opredelitev problema

Osnovni cilj vsakega podjetja je, da organizira proizvodnjo tako, da bo prinašala dobiček, to pa pomeni čim večji prihodek in čim manjše stroške. Ker je prihodek odvisen od tržnega deleža oz. od količine prodaje in prodajne cene, ga je zelo težko povečati. Podjetja se zaradi tega raje odločajo za drugo možnost maksimiranja dobička - za zniževanje stroškov.

Med stroške, ki jih je mogoče zmanjšati, uvrščamo tudi stroške, ki nastajajo zaradi dolgih nastavitvenih časov. Nastavitve in priprava strojev pomenijo strošek za vsako proizvodnjo. S tega vidika je proizvodnja v velikih serijah najbolj učinkovita, saj zmanjšuje delež pripravljalo - zaključnih časov. Tako proizvodnjo pa običajno spremljajo velika skladišča in ozka grla v toku izdelave. Proizvodnja v velikih serijah ima za posledico dolge pretočne čase, s tem pa tudi dolge dobavne roke. Prav dobavni roki pa postajajo vedno bolj pomemben dejavnik konkurenčnosti podjetja.

Posledica tega je, da se serije zmanjšujejo. Podjetje, ki želi uspešno poslovati, mora proizvajati hitro, racionalno in fleksibilno. Proizvodnih serij pa ne moremo kar tako zmanjšati, saj se pri

enakih časih za pripravljalo - zaključna dela in manjših serijah, delež pripravljalo - zaključnih časov lahko tako poveča, da proizvodnja ni več racionalna. Investicija v nove stroje, ki omogočajo fleksibilno proizvodnjo v majhnih serijah, je zelo velika in si jo marsikatero podjetje ne more privoščiti. Zato je pomembno razmisliti o tem, kako izboljšati operacije nastavitve na obstoječih strojih. Problem in možna rešitev sta predstavljena na sliki 1.

V članku je prikazana možnosti skrajšanja nastavitvenih časov na strojih v proizvodnem podjetju z metodo SMED. 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 skladiščenje 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 jih ne bi bilo na zalogi.

2. Nastavitev strojev

Nastavitev je postopek priprave stroja ali proizvodne linije za drug proces ali izdelek. Veliko nastavitev traja več ur ali celo dni, kar je največja bariera v proizvajalčevi fleksibilnosti. Zaradi trenda hitrega porasta raznolikosti proizvodov in manjšanja velikosti serij je skrajšanje nastavitvenih časov ključnega pomena za dobičkonosnost podjetij. "Za nastavitev potrebujemo čas". Ta trditev sicer drži, verjeti pa moramo, da je možno nastavitvene čase drastično skrajšati.

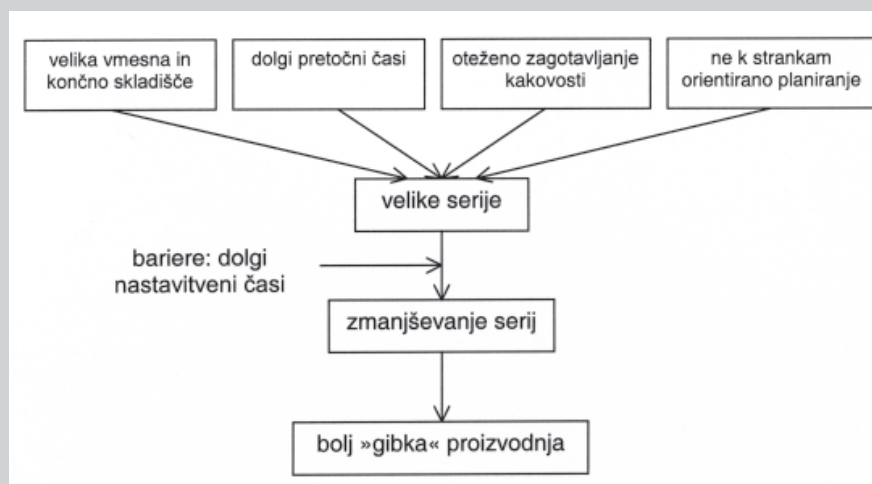
Ko je narejen zadnji kos v izdelovalni seriji, se menjava orodja opravi na način, ki ga prikazuje slika 2.

Pogosto ni definirane standardne metode, prav tako pa ne obstajajo postopki in kontrolni sezname menjav orodja. Pogosto tudi ni timskega dela, pri katerem bi si različni delavci razdelili te operacije.

3. Skrajševanje nastavitvenih časov z metodo SMED

Metodo SMED (Single-digit Minute Exchange of Die) je v sedemdesetih letih za japonsko industrijo razvil Shigeo Shingo. "Tok se mora nadaljevati", je bila Shingova reakcija, ko je prisostvoval nastavitvi, ki je trajala več kot eno 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 tu tudi izvira 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 način zmanjšanja proizvodnih in kako-



□ Slika 1. Prikaz problema in možne rešitve (Sitar, 2003)



□ Slika 2. Razčlemba trajanja menjave orodja (Sitar, 2003)

vostnih izgub zaradi nastavitev. Znanih je veliko primerov, kjer so podjetja povečala svojo učinkovitost s skrajševanjem nastavitvenih časov iz ur na minute.

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

3.1. Razdvajanje IED in OED

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

V času obratovanja stroja je potrebno k stroju prinesiti vse, kar delavec potrebuje za nastavitev (orodje, rezkarji, žagini listi, šablone, vzorci, ma-

terial ...). Vsi predmeti morajo biti pripravljene in v pravilnem vrstnem redu postavljene poleg stroja. To moramo predhodno preveriti in se prepričati, da je delo v predpisanem vrstnem redu tudi zares učinkovito.

Čas mirovanja stroja je treba zmanjšati samo za snemanje uporabljenega orodja in nameščanje novega. Kadar analiziramo zamenjavo orodja, moramo vedno začeti z delitvijo aktivnosti in porabljenega časa glede na ti dve kategoriji. 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 %.

3.2. Pretvarjanje IED v OED

To je eden od najbolj učinkovitih elementov za skrajšanje časa mirovanja. Primera:

- dimenzije orodja za privijanje moramo standardizirati tako, da se izognemo nastavljanju pripo-

močkov za nastavitve;

- kalupe za vlivanje pod pritiskom je treba predhodno segreti, s čimer se izognemo poskusnemu vlivanju.

3.3. Funkcionalna standardizacija

Če so oblike in dimenzije orodja standardizirane, je možno precej olajšati zamenjavo orodja. Taka standardizacija pa je lahko draga, zato se moramo 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.

Ta način dela lahko zelo poenostavimo. Primer:

Namesto tega, da moramo za dvig pokrova odviti vse vijake, lahko na pokrovu spremenimo obliko izvrtin iz okroglih v podolgovate in uporabimo U-oblikovane podložke. Za odpiranje pokrova je sedaj treba samo sprostiti matico z manjšim zasukom, odstraniti podložke ter pokrov zavrteti v smeri urinega kazalca proti večji odprtini in

dvigniti pokrov brez odvijanja vijakov (slika 3).

3.4. 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 matic 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 zavrteti določeno število krogov. Na koncu moramo matico še zategniti. Dejansko pa je naprava, ki jo privijamo, šele po zadnjem krogu pritrjevanja pripravljena za delo.

3.5. Uporaba predhodno dogovorjenih gibov

Tudi ta problem lahko prikažemo na primeru:

Zamenjava orodja in obdelovanca na nekem rezkalnem stroju za profilno rezkanje zahteva precej časa. Za skrajšanje časa mirovanja stroja lahko naredimo dve popolnoma enaki prijemali. Med delovanjem stroja pri obdelavi

enega kosa drugi kos postavimo in nastavimo na drugo prijemalo. Ko je prvi kos gotov z obdelavo, izvršimo samo zamenjavo 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 standardiziranimi prijemali v toku OED naredimo dolgotrajno privijanje in nastavljanje, samo privijanje na stroju, IED pa znatno skrajšamo.

3.6. Vzoredne operacije

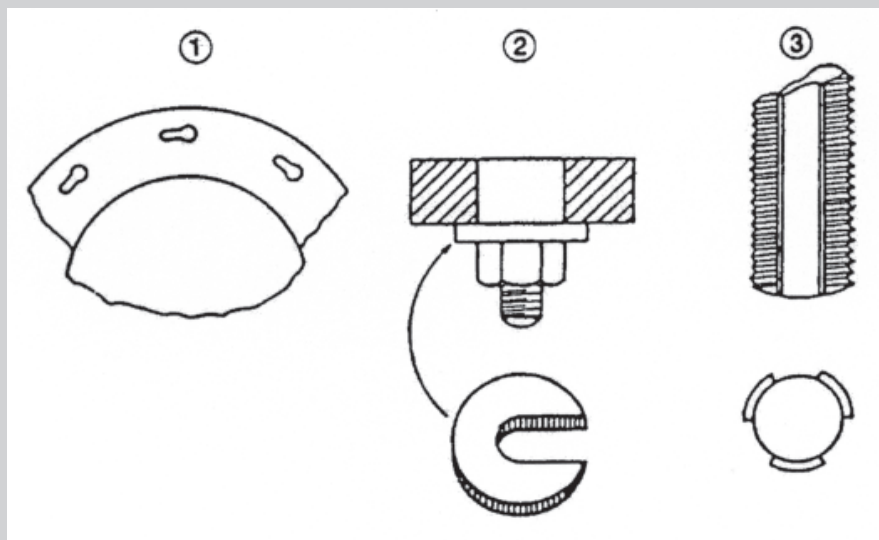
Če predpostavimo, da na neki večji stiskalnici orodje nameščamo tako, da ga je treba priviti s sprednje, zadnje, leve in desne strani, mora delavec, v kolikor je sam, iti naprej, nazaj in okrog, da bi opravil delo.

V tem in podobnih primerih je možno bistveno skrajšati čas, 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, hkrati pa dosežemo bistveno skrajšanje časa mirovanja stroja.

Vendar pogosto naletimo na odpor pri delu na ta način. Kot razlog običajno navajajo, da je "težko imeti delavca na razpolago, kadar je to potrebno". Že zato je koristno, da imamo v tovarni delavca, katerega glavna naloga je, da pomaga drugim delavcem pri zamenjavi orodja.

3.7. Izločitev finih nastavitvev

Pri običajnih zamenjavah orodja so aktivnosti nastavitve od 50 do 70 % IED. Poenostavljanje nastavitve je zato zelo učinkovito za zmanjšanje IED. Običajno znotraj teh aktivnosti ne opazimo razlike med pozicioniranjem



□ Slika 3. Primer hitrega privijanja vijaka (Shingo, 1986)

in fino nastavitvijo, ki sta v bistvu dve popolnoma različni funkciji. To lahko pokažemo na naslednjem primeru:

- pozicioniranje – prestavljanje mejnega stikala s 150 na 200 mm,
- fina nastavitvev – premikanje naprej in nazaj znotraj majhnega področja, dokler ne dosežemo želenega položaja.

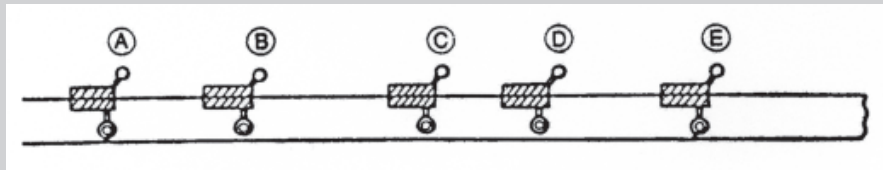
Če sedaj uporabimo zatiče in distančnike, smo za vse čase nastavili položaj orodja, njegova zamenjava pa bo zahtevala samo pozicioniranje, fina nastavitvev pa nikoli več ne bo potrebna.

Mnogi to težko dojamejo, ker imajo fino nastavitvev enostavno za 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.

Seveda obstajajo tudi take zamenjave orodja, pri katerih so majhne zahteve glede natančnosti in kjer so nastavitveni časi brez pomena, vendar je tudi v teh primerih treba najti metodo, ki omogoča pozicioniranje s tako natančnostjo, da fina nastavitvev ni več potrebna. V določenih primerih si lahko delo olajšamo z uporabo merilnih skal in digitalnih inštrumentov za odčitavanje. Pogosto se položaj orodja pozicionira z napravo z navojem. Če se npr. nek premik s pozicije 50 mm na pozicijo 60 mm opravi postopno: 50,1 – 50,2 – 50,3 ... do 60 mm, zakaj se ne bi mogel izvršiti direktno s 50 na 60 mm?

V nekem Japonskem podjetju so enostavno ostružili navoj na tistem mestu navojnice, po kateri so prej premikali matico s podložko v napravi. Sedaj se stranica naprave, namesto vijachenja, samo porine do natančno pozicionirane "U" podložke, matica pa se enostavno privijači z roko. To poteka zelo hitro in dobro funkcionira.

Najučinkovitejše je, da nastavitvev sploh ne opravljamo. Način, da to dosežemo,



□ Slika 4. Primer najmanjšega skupnega mnogokratnika (Shingo, 1986)

je uporaba sistema "najmanjši skupni mnogokratnik" (least common multiple – LCM). Ta sistem je narejen na predpostavki, da potreba pozicioniranja v praksi ni kontinuirana, ampak je omejena na določeno število natančno omejenih možnosti. To je prikazano s primerom na sliki 4.

Če je potrebno, da mejno stikalo predstavimo na pet različnih pozicij, od A do E, lahko namesto tega, da predstavljamo stikalo, postavimo in vnaprej natančno namestimo pet stikal na vseh pet pozicij. Potem je zelo enostavno, da z električnim stikalom aktiviramo tisto mejno stikalo, ki ga želimo. Na ta način se lahko izognemo vsem mehanskim pogojem v sistemu zamenjave kot tudi izgubam časa in materiala (nastavitvev in izdelava poskusnega kosa). S tem načinom reševanja problemov lahko storimo še en korak od SMED do OTED – zamenjava orodja na pritisk gumba. OTED-LCM, "kasetni sistem", in še drugi principi in metode imajo en skupen cilj: zamenjavo orodja brez nastavitvev.

3.8. 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 pločevinaste distančnike za privijanje. Na ustrezno pozicijo postavijo natančno

no izdelan pločevinasti distančnik, privijanje pa se opravi na pritisk gumba.

Če se nastavitveni čas lahko skrajša za 2/3 do 9/10 in če se po korakih od 1 do 7 SMED metode čas nastavitvev skrajšuje od ene ure na tri minute, potem je mogoče s temi natančno narejenimi distančniki za privijanje ta čas skrajšati še za kakšno minuto.

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

4. Povzetek

Namen članka je predstaviti možnosti skrajšanja nastavitvenih časov na strojih v podjetju. Prednosti, ki jih prinaša skrajšanje časa nastavitvev, so:

- zmanjšanje stroškov za nastavitvev,
- proizvodnja manjših izdelavnih serij, kombinirana z večjim številom prestavljanj,
- poskusne izdelave so minimizirane ali celo nepotrebne,
- nujna naročila so lahko hitro izdelana,
- izboljšana produktivnost (povečana učinkovitost, manj izgub, manj strojelomov),
- nastavitvev postane enostavna, ne

potrebujemo specialnih spretnosti,

- zmanjševanje ali izločanje vmesnih skladišč (med stroji),
- izboljšana fleksibilnost,
- zmanjšanje obratnih sredstev.

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

literatura

1. **Shingo, S. 1986.** Nova japonska proizvodna filozofija. 2. izdaja. Beograd, Jugoslovanski zavod za produktivnost rada: 203 str.
2. **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.
3. **SMED: Gesteigerte Produktivität an der Maschine selbst (23. jul. 2002)**, http://www.aimingbetter.nl/de/AB_nieuw_de_smed.html
4. **SMED, Single Minute Exchange of Dies (23. jul. 2002)**, <http://www.smed.info/SMED.html>
5. **SMED, the technique for Quick change-overs and less downtimes (02. dec. 2002)**, http://members.lycos.fr/hconline/smed_us.htm
6. **Štankovič Elesini U. 2002.** Študij dela in časa. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Naravoslovno-tehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo: 209 str.
7. **Takeda H. 2002.** Sinhroni proizvodni sistem. Bochum, SPS/Management Consultants GmbH: 77 str.



VABILO k sodelovanju pri PHARE projektu RAZVOJ ČLOVEŠKIH VIROV V LESNI INDUSTRIJI V MANJ RAZVITIH OBČINAH VZHODNE SLOVENIJE

“Human resource development in wood processing industry in the underdeveloped municipalities of Eastern Slovenia”

Spoštovani!

Zveza lesarjev Slovenije je v okviru svojih prizadevanj po vzpostavitvi celostnega sistema izobraževanj in usposabljanj zaposlenih v lesarstvu s kandidaturo na javnem razpisu pridobila Pharova finančna sredstva za projekt **“Human resource development in wood processing industry in the underdeveloped municipalities of Eastern Slovenia”**, katerega krovni naročnik je **Ministrstvo za delo družino in socialne zadeve** v sodelovanju z **Ministrstvom za šolstvo, znanost in šport**.

Projekt, ki ga bomo od novembra 2003 do novembra 2004 izvajali skupaj s še dvema partnerjema, **Centrom za mednarodno konkurenčnost (CIC)** in **Lesarsko šolo Maribor**, bo namenjen izobraževanju in usposabljanju zaposlenih v lesni industriji v vzhodni Sloveniji.

Leto dni trajajoče projektne aktivnosti bodo tako orientirane v dve ciljni skupini:

- Center za mednarodno konkurenčnost (CIC) bo izvedel raziskave stanja ter pripravil in izpeljal specializirana izobraževanja v podjetjih za **management s poudarkom na trženjskem managementu** (vodje, srednji management, tržniki, kadrovniki). Usposabljanje bo posebej prilagojeno potrebam in željam podjetja.
- Lesarska šola Maribor bo v letu dni izšolala **60 nekvificiranih proizvodnih delavcev** za poklic **OBDELOVALEC LESA**.

Projekt zavezuje izvajalce, da v okviru izobraževanja in usposabljanja pritegnejo k sodelovanju omejeno število zaposlenih, zato vabimo vse tiste, ki jih ta možnost brezplačnega izobraževanja in usposabljanja zanima, da to sporočijo na Zvezo lesarjev najpozneje do **15. januarja 2004**.

Sanja PIRC,

koordinatorka projekta

- ☐ tel: 01/421-46-60
- ☐ faks: 01/421.46-64
- ☐ el. pošta: revija.les@siol.net