Primjena SMED metode kod izmjene alata na CNC strojevima u poduzeću Oprema

Horvat, Vedran

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:403706

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI



Završni rad br. 154/PS/2015

Primjena SMED metode kod izmjene alata na CNC strojevima u poduzeću Oprema uređaji d.d.

Vedran Horvat, 3337/601

Varaždin, rujan 2015. godine

Proizvodno strojarstvo

Završni rad br. 154/PS/2015

Primjena SMED metode kod izmjene alata na CNC strojevima u poduzeću Oprema uređaji d.d.

Student

Vedran Horvat, 3337/601

Mentor

Živko Kondić, dr.sc.prof.

Varaždin, rujan 2015. godine

Sveučilište
Sjever

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Vedran Horvat pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog rada pod naslovom Primjena SMED metode kod izmjene alata na CNC strojevima u poduzeću Oprema uređaji d.d. , te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student:
Vedran Horvat

_____
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Vedran Horvat neopozivo izjavljujem da sam suglasan s javnom objavom završnog rada pod naslovom Primjena SMED metode kod izmjene alata na CNC strojevima u poduzeću Oprema uređaji d.d. čiji sam autor.

Student:
Vedran Horvat

_____
(vlastoručni potpis)

ZAHVALA

Zahvaljujem se svome mentoru prof.dr.sc. Živku Kondiću na pruženoj pomoći i korisnim savjetima tijekom izrade ovog završnog rada.

Također se želim zahvaliti mr.sc. Mariju Piškoru, dipl.ing. Frani Dragojeviću te svim kolegama i suradnicima iz poduzeća Oprema-uređaji d.d. na ustupljenim materijalima i utrošenom vremenu.

Predgovor

Kroz ovaj završni rad obrađena je tema u smislu poboljšanja proizvodnje u poduzeću Oprema uređaji d.d. Analizirano je poboljšanje u vidu izmjene alata na CNC strojevima, na način da se smanje ukupna vremena izrade za gotov proizvod.

Razlog provedbe su sve manje serije naručenih proizvoda. Paralelno sa time, očekuje se i brza transakcija, odnosno promjena alata. Cilj je u kratkom vremenu odgovoriti na sve postavljene zahtjeve od strane kupca.

Sva poboljšanja koja su predložena u zadnjem dijelu ovog rada nastala su kroz promatranje procesa proizvodnje, bilježenjem podataka i usporedbom podataka. Kroz promatranje procesa nailazio sam na dosta poteškoća , jer dosta odluka povlači „jednu za drugom“ (sve je povezano i dosta toga se mijenja kad dođe do određene odluke), pa se na taj način stvaraju nepredviđeni problemi.

Sažetak

Tijekom pisanja ovoga rada analizirana je izmjena alata na CNC strojevima upotrebom SMED metode, koji se koriste za proizvodnju pozicija namijenjenih za rashladne uređaje. Prema trenutnom stanju ocijenjeno je da efikasnost rada stroja nije dovoljno zadovoljavajuća, te se pristupilo poboljšanju parametara proizvodnje na osnovu SMED metode.
U prvom dijelu rada opisane su osnovne informacije o Lean proizvodnji i SMED metodi, te je opisana tvrtka Oprema-uređaji. Drugi dio rada odnosi se na prikaz trenutnog stanja kod izmjene alata u poduzeću Oprema-uređaji, izvršena su mjerenja istih. Nakon toga je provedena analiza izmjerenog stanja. Na kraju je prikazan prijedlog rješenja i poboljšanja vezana za samu izmjenu alata na CNC strojevima , što je i cilj ovog završnog rada. Dakle, potrebno je ostvariti što je moguće bržu izmjenu alata.

Ključne riječi : Lean proizvodnja, SMED metoda, proces proizvodnje

Abstract

In this work tool change on CNC machines are being analysed by using SMED method. These CNC machines are used for making metal parts for beverage cooling units. Current work efficiency of the machines are not adequate and because of that SMED method is being used to shorten the time of tool changes.

In the first part of this work Lean production and SMED method are described together with a brief description of Oprema-uredjaji company. Second part is used to show current state of tool change in Oprema-uredjaji company, time measurements were made. After that, analysis of current state was made. In the last part suggestions for production increase were made concerning tool change on CNC machines which is the goal of this work. The time for tool change has to be shortened as much as posible.

Key words: Lean production, SMED method, production process

Popis korištenih kratica

SMED (single minute exchange of die)- izmjena alata u jednoznamenkastom broju, unutar 10 min.)

OED- vanjske aktivnosti

IED- unutarnje aktivnosti

VAT- gubitak

NVAT- neophodan gubitak

WT- čisti gubitak

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Kratki opis poduzeća Oprema uređaji d.d. i prikaz proizvodnje rashladnih uređaja 2
3. Definiranje Lean proizvodnje 5
   - 3.1. Lean sustav 5
     - 3.1.1. Vrijednost iz perspektive kupca (Vaule) 6
     - 3.1.2. Tok vrijednosti (Value stream) 6
     - 3.1.3. Protočnost (Flow) 7
     - 3.1.4. Povlačenje (Pull) 7
     - 3.1.5. Izvrsnost (Perfection) 8
   - 3.2. Lean vodstvo 8
   - 3.3. Definiranje gubitaka u procesu 9
   - 3.4. Alati za poboljšanje u Lean proizvodnji 11
4. SMED metodologija 13
   - 4.1. Uzroci gubitaka vremena prilikom izmjene alata 14
   - 4.2. Osnovna načela prilikom implementacije SMED metodologije 14
     - 4.2.1. Odvajanje unutarnjih od vanjskih aktivnosti 15
     - 4.2.2. Pretvaranje IED u OED 15
   - 4.3. Provedba SMED metode 16
   - 4.4. Analiza prelaska (izmjene) alata 16
   - 4.5. Bilježenje podataka 16
   - 4.6. Izvođenje detaljnog razumijevanja izmjene alata 17
   - 4.7. Analiza izmjene alata u pripremi za generiranje ideja poboljšanja 22
   - 4.8. Prednosti SMED metode 24
5. Opis predmeta za provođenje SMED metode u poduzeću Oprema uređaji d.o.o. 25
   - 5.1. Snimanje postojećeg procesa 26
6. Praktična primjena SMED-a na CNC štancama 28
   - 6.1. Analiza snimljenog stanja 30
   - 6.2. Prijedlog poboljšanog stanja 36
   - 6.3. Ušteda sa poboljšanim stanjem 36
7. Praktična primjena SMED-a na CNC savijačici lima 39
   - 7.1. Analiza snimljenog stanja 41
   - 7.2. Prijedlog poboljšanog stanja 44
   - 7.3. Ušteda sa poboljšanim stanjem 46
8. Zaključak 49
9. Literatura 50

1. Uvod

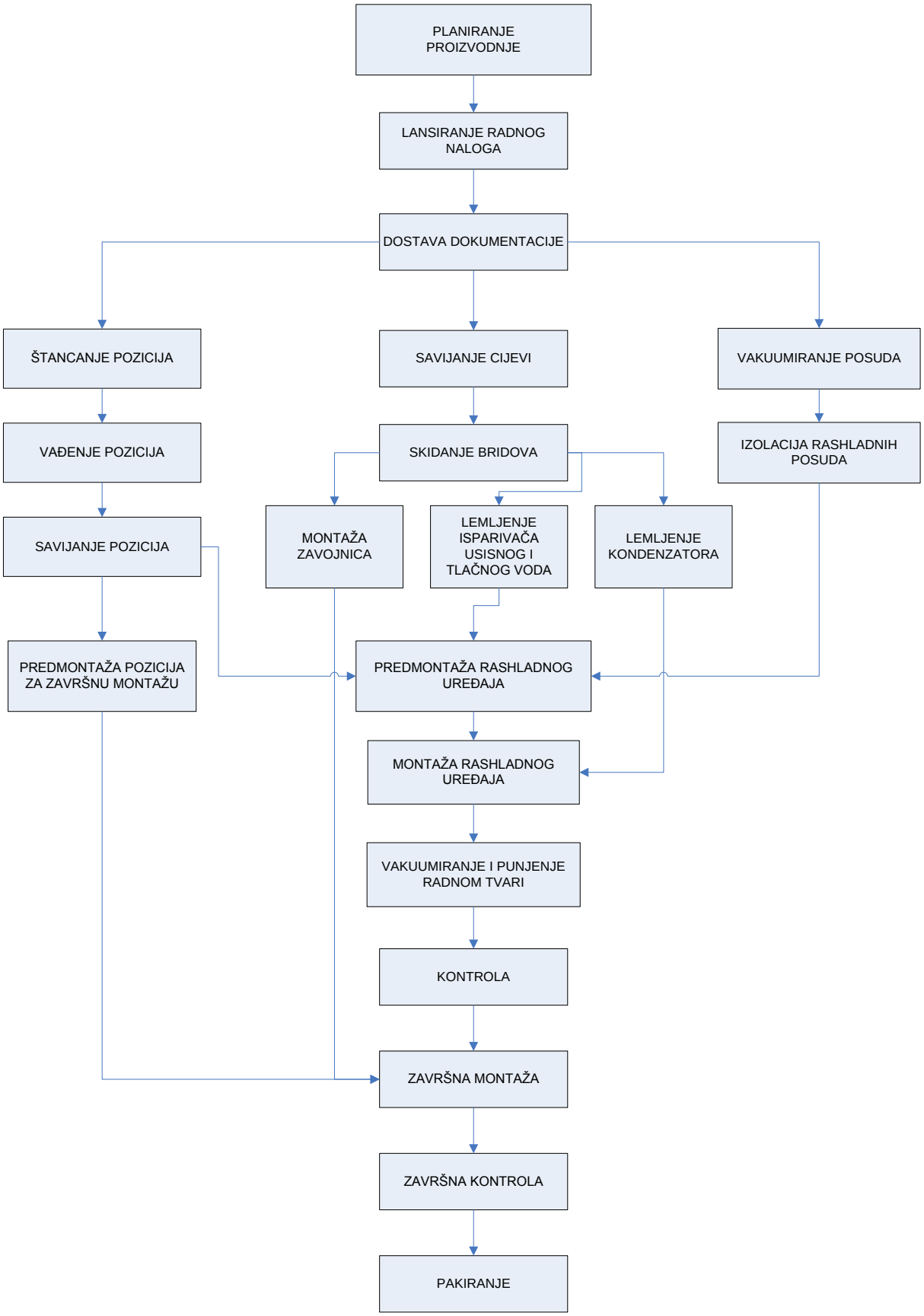
Sve veća potreba za bržom, kvalitetnijom i kompleksnijom proizvodnjom zahtijeva poboljšanje svih mogućih čimbenika koji imaju bilo kakav utjecaj kroz sam proces proizvodnje. Situacija na današnjem tržištu je takva da kupac igra direktnu ulogu u oblikovanju proizvodnje, cilj je da se što brže odgovori na njegove zahtjeve. Da bi se proizvodilo direktno prema potrebi kupca, protočna vremena moraju se drastično smanjiti. Kako bi se to ostvarilo, mora se organizirati proizvodnja u malim serijama. Zahtijeva se uravnoteženje, sinkronizacija operacija i kontinuirani tok. Proizvesti brzo, sa što manjim zalihama jest trend koji je pristan već duže vrijeme. Kako bi to bilo moguće realizirati, potrebno je primijeniti SMED metodu kao jednu od temeljnih alata za daljnje poboljšanje. SMED omogućuje izmjenu alata unutar kratkog vremenskog perioda, te smanjuje troškove u proizvodnom procesu. S obzirom da tvrtka Oprema-uređaji spada u poduzeća svjetske veličine, ova metoda svakako nalazi primjenu za poboljšanu proizvodnju poduzeća.

2. Kratki opis poduzeća Oprema uređaji d.d. i prikaz proizvodnje rashladnih uređaja

„OPREMA-UREĐAJI" d.d. Ludbreg proizvođač je uređaja za hlađenje i točenje piva, karboniziranih i nekarboniziranih napitaka, vina i vode, te tankostjenih cijevi. Okosnicu proizvodnje čine uređaji za hlađenje i točenje piva, odnosno Premix uređaji. Sljedeći dio proizvodnje odnosi se na proizvodnju Postmix uređaja za hlađenje i točenje sokova. S moderno postavljenim i opremljenim informacijskim sustavom, uvođenjem CNC tehnologije u proizvodnji, edukacijom stručnjaka i rukovodećih kadrova, te primjenom svih važnih i suvremenih trendova razvoja, osigurana je uloga vodećeg proizvođača uređaja za hlađenje i istakanje piva u srednjoj Europi.



Slika 2.1 Proizvodni asortiman poduzeća Oprema uređaji



Slika 2.2 Prikaz proizvodnog procesa rashladnih uređaja

Prema gore prikazanoj slici možemo prikazati na koji se princip zasniva proizvodnja rashladnih uređaja u poduzeću Oprema uređaji d.d. Proizvode se tri glavna uređaja: Postmix uređaji (uređaji za hlađenje soda vode te ostalih napitaka), Premix uređaji (uređaji za hlađenje piva) te Juice machine (uređaji za hlađenje i istakanje juica). Sam proces proizvodnje za sva tri uređaja izvodi se na isti način.

Planiranje proizvodnje odrađuje se prema zahtjevima od strane prodaje koja određuje rok isporuke. Nakon planiranja, lansiraju se radni nalozi i priprema potrebna dokumentacija. Dokumentacija se predaje u pismenom obliku i podijeljena je na dokumentaciju za štancanje, dokumentaciju za cijevi i dokumentaciju za kade. Prema tim dokumentima kreče proces proizvodnje rashladnih uređaja. Kada su potrebne pozicije i poluproizvodi gotovi (štancanje, savijanje cijevi i vakumiranje), isti se dalje prosljeđuju na predmontažu i montažu rashladnih uređaja. Važno je spomenuti da predmontaža vrši pripremu za završnu montažu rashladnih uređaja. Na montaži rashladnih uređaja izvršava se sklapanje uređaja. Zatim slijedi vakumiranje i punjenje uređaja sa radnom tvari uz kontrolu istih. Takvi uređaji odlaze na završnu montažu i završnu kontrolu, te na pakiranje.



Slika 2.3 Postmix i Premix uređaji

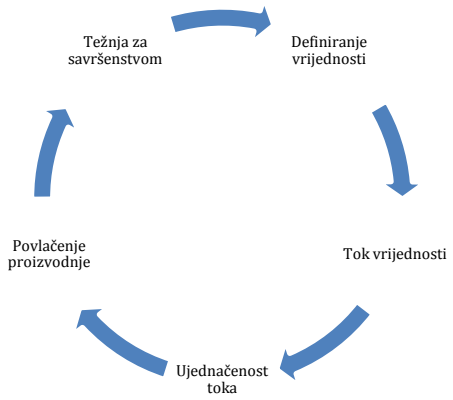
3. Definiranje Lean proizvodnje

Pojam Lean zamjenjuje skup principa i mjera za efektivno i efikasno planiranje, pripremu, izradu i kontrolu u sustavu koji stvara nove vrijednosti u proizvodnji. Lean zahtijeva veliku zainteresiranost i predanost svih zaposlenika. Promjena mora proći kroz sve odjele tvrtke, te mora biti prihvaćena od strane svih zaposlenika koji su dio toga. Dakle, dobra Lean proizvodnja ovisi najviše o ljudima. Za dobro postizanje Lean proizvodnje potrebno je racionalizirati zalihe, trajanje pojedinih operacija, tijek materijala, vrijeme transporta i proces proizvodnje. Nakon što se to provede, postiže se proizvodnja kojoj su smanjeni troškovi, ali i ujedno zadovoljava zahtjeve i potrebe kupca.

3.1. Lean sustav

Lean sustav može se opisati pomoću pet osnovnih karakteristika koje predstavljaju bazu razumijevanja takvog sustava.

1) Definiranje vrijednosti
2) Tok vrijednosti
3) Ujednačenost i kontinuiranost toka proizvodnje (“flow”)
4) Povlačenje proizvodnje (“pull”)
5) Težnja za savršenstvom



Slika 3.1. Lean sustav

3.1.1. Vrijednost iz perspektive kupca (Vaule)

Vrijednost je definirana od strane kupca za određeni proizvod ili uslugu. Ona predstavlja polazišnu točku uspješne proizvodnje i poslovanja. U današnje vrijeme jako je bitno odrediti vrijednost za kupca. Ako proizvod ne posjeduje kvalitete koje kupcu ne predstavljaju dodatnu vrijednost, kupac neće biti zainteresiran za proizvod. Za takav način potrebno je odrediti koji proces u proizvodnji dodaje vrijednost proizvodu, a koji ne. Procesi koji nemaju nikakav utjecaj na dodatnu vrijednost potrebno je dodatno ispitati da li su neophodni. A u slučaju da nisu, treba ih eliminirati.

3.1.2. Tok vrijednosti (Value stream)

Veliku ulogu kod praćenja proizvodnje ima tok vrijednosti. Potrebno je točno prikazati što se događa tijekom proizvodnje, prikazati realno stanje, ne smije se prikazati stanje onako kako bi trebalo izgledati. Za kvalitetni prikaz neophodno je da se on prikaže u samim proizvodnim pogonima. Počevši od prijema robe do izlaska gotovog proizvoda iz tvornice. Što se više podataka zabilježi i upiše u karte to će kasnije biti korisnije za završavanje kompletne karte. Preporučljivo je korištenje štoperice, a ne oslanjanje na standardna vremena, vremena iz priručnika, ili iz nekih starih bilješka. Potrebno je jasno razumjeti što kupac želi. Koju količinu proizvoda, koliko modela, kakav je transport , te koji su rokovi isporuke. Analize poslovanja ukazuje na tri vrste aktivnosti :

- Aktivnosti koje dodaju vrijednosti (**VAT**)- transformira ili oblikuje materijal, informaciju ili ljude, obavlja se bez greške, kupac ju je spreman platit
- Aktivnosti koje ne dodaju vrijednosti (**NVAT**)- NEOPHODAN GUBITAK -aktivnost koja se ne može eliminirati iz procesa , a ne stvara vrijednost (postojeća tehnologija, politika poslovanja, transport)
- Aktivnosti koje ne dodaju vrijednost (**WT**)- ČISTI GUBITAK- aktivnosti koje troše resurse, kupac ih nije spreman platiti (čekanje, zalihe, izmjene).

3.1.3. Protočnost (Flow)

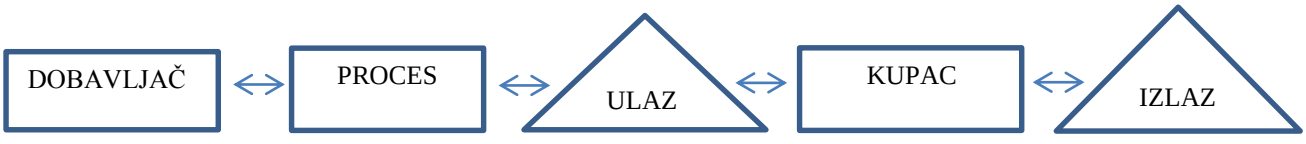
Proizvod ili usluga prolazi kroz sustav u neprekinutom toku pri čemu se eliminiraju sve aktivnosti koje ne dodaju vrijednost. Određuje se takt proizvodnje i na osnovu toga treba projektirati kontinuirani tok. Kontinuirani tok treba u što većoj mjeri zadovoljavati prelazak predmeta rada sa operacije na operaciju, tako da eliminira vrijeme predmeta u procesu rada koje ne dodaje vrijednost proizvodu. Potrebno je projektirati radne jedinice gdje god je to moguće pridržavajući se pravila o toku.

Za kvalitetno postizanje protočnosti potrebno je :

- razumijevanje vrste vremena u procesu
- eliminiranje uskih grla zastoja
- eliminiranje neplanirane dorade

3.1.4. Povlačenje (Pull)

Povlačenje je jedan od temelja Lean proizvodnje i poslovanja. Samo povlačenje počinje od strane kupca i to kupovinom ili narudžbom određene količine nekog proizvoda. Smisao povlačenja je takav da prethodna operacija proizvodi samo ono što sljedeća operacija treba. Nakon što je od strane kupca inicirana potreba za proizvodom, svaki korak u lancu vrijednosti prenosi informaciju o potrebi za količinom materijala, dijelova ili proizvoda. Na takav način stvara se lanac i pokreće proces u kojem se odvijaju sve specifične aktivnosti (koje dodaju vrijednost i koje ne dodaju vrijednost, ali su nužne za odvijanje procesa) potrebne da se od početnog materijala dobije gotov proizvod. Poštivati princip povlačenja znači ne dozvoliti da dođe do prekomjerne proizvodnje.



Slika 3.2 Prikaz Flow-Pull karakteristika

3.1.5. Izvrsnost (Perfection)

Posljednji od temeljnih principa Lean poslovanja je izvrsnost, ili težnja za savršenstvom, koje predstavlja kontinuirano usavršavanje i poboljšavanje svih procesa i aktivnosti u poduzeću. Ova karakteristika ne smije se prestati odvijati jer osigurava dodatnu prednost pred konkurencijom. Odgovornost za izvrsnost tiče se svih zaposlenika, jer se samo na taj način može postići primjetan korak, odnosno poboljšanje u svim segmentima proizvodnje.

3.2. Lean vodstvo

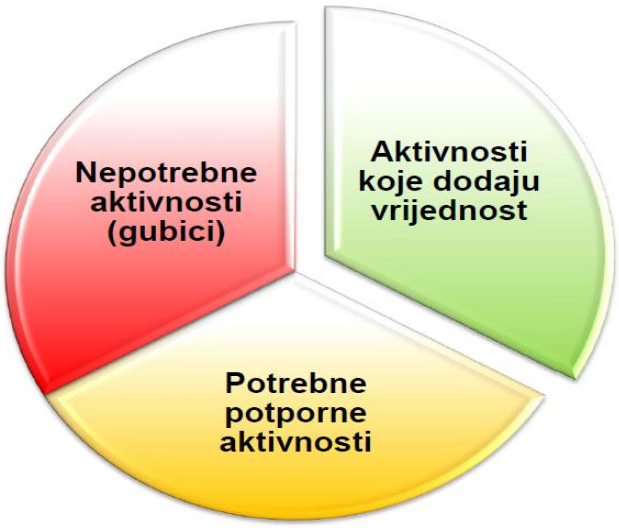
Za kvalitetnu Lean proizvodnju svakako je potrebno kvalitetno lean vodstvo. Lean vodstvo osigurava potpun i cjelovit pristup svakom pojedincu, grupi i organizaciji u poduzeću. Osnovna ideja je konstantno poboljšanje proizvodnje, u kojoj se traži način kako ostvariti dodatnu vrijednost, a istovremeno smanjiti troškove, odnosno eliminirati sve nepotrebne gubitke ili ih svesti na minimum. Smisao takvog poslovanja je osigurati motiviranost radnika, zajedništvo i kompetentnost. Očekuje se spremnost na nepredvidljive izazove i promjene, te brzina djelovanja. Dok menadžment osigurava kvalitetnu organizaciju, viziju te kontrolu i upravljanje , lean vodstvo osigurava brzi odgovor na zahtjeve kupca , motivaciju, te visoku razinu zajedništva za postizanje željenih ciljeva. Lean vođe predstavljaju uspjeh i prosperitet na globalnom tržištu u današnje vrijeme. Stalno ih prate nepredvidljive situacije, promjene i izazovi na koje uspješno reagiraju. Njihova najjača snaga je reakcija, ne dopuštanje da ih neki problem zaustavlja. Glavna odlika im je da omogućuju zaposlenicima da zadovolje sve svoje potrebe za razmišljanjem, kreativnosti, da se mogu isticati kroz projekte i slično.

Tablica 3.1 Odnos Lean i tradicionalnog vodstva

	TRADICIONALNO	LEAN
Ciljevi poduzeća	Pobijediti konkurenciju	Pridobij kupca
Kultura rukovođenja	Riješiti problem	Spriječiti problem
Prioriteti	Rezultati	Rezultati i procesi
Procedure	Statične	Dinamične
Zaposleni	Trošak i nevolja	Potencijal, mogućnost
Strojevi/oprema	Skupa, specijalizirana	Mala i visoko fleksibilna
Rješavanje problema	Tko je kriv ?	Što je rješenje ?

3.3. Definiranje gubitaka u procesu

Gubici (waste) su elementi proizvodnog procesa koji ne sadrže nikakvu vrijednost, tj. aktivnosti koje ne donose direktnu vrijednost proizvodu. Toyota je odredila sedam glavnih tipova gubitaka (nonvalue-added waste) u poslovanju ili u proizvodnom procesu. Ta vrsta gubitaka također nalazi primjenu kod razvoja proizvoda, kod poslova vezanih za logistiku i primanje narudžbi, a ne samo na proces proizvodnje.



Slika 3.3 Prikaz gubitaka u proizvodnom procesu

Vrste gubitaka:

Sedam + 1 glavnih gubitaka u proizvodnji su :

1. Transport

- Nepotrebna kretanja između operacije, nepotrebna komunikacija
- Neučinkovit transport materijala, dijelova i gotovih proizvoda u skladištu ili iz skladišta
- Nepouzdan protok informacija, gubitak podataka, nekompatibilnost…

2.Prekomjerna proizvodnja

- Proizvodnja proizvoda za koje nema narudžbi, rezultat toga je gubitak zbog dodatnog skladištenja i transporta
- Izvode se operacije koje nisu potrebne

- Stvaranje dokumentacije koja ničemu ne koristi, loša procjena prodaje (proizvodnja "za svaki slučaj")

3.Prekomjerne zalihe

- Višak sirovina, pozicija, poluproizvoda koji uzrokuju smanjenje protočnosti, zastarijevanje ili oštećenje robe, transportne troškove, troškove skladištenja i odlaganja
- Nastaju velike zalihe koje prikrivaju problem neuravnoteženosti procesa, uzrokuju dodatna kašnjenja, greške, zastoje na strojevima ili dugo vrijeme zamjene alata.

4.Prekomjerna obrada

- Loša konstrukcija proizvoda, zahtijeva puno koraka obrade
- Kriva ili nedostupna tehnološka oprema
- Problem loših pripremno-završnih vremena

5.Nepotrebni pokreti

- Svaki nepotreban pokret od strane zaposlenika (traženje, saginjanje, slaganje proizvoda)
- Vrijeme promjene alata, nespreman poluproizvod
- Loš raspored strojeva, loša ergonomija radnog mjesta
- Ručni rad kako bi se nadomjestili neki nedostatci u procesu proizvodnje

6.Čekanje

- Vrijeme kad radnici čekaju na radom mjestu
- Čekanje nastalo zbog isporuke materijala
- Čekanje uzrokovano zbog podataka, rezultata ispitivanja, informacija, odluka, odobrenja, potpisa, neopreznosti..

7.Greške

- Proizvodnja sa pojavljivanjem grešaka i njihovo ispravljanje
- Škart, ponovna proizvodnja i naknadna kontrola..

7+1. Nekorištena kreativnost zaposlenika

- Izgubljeno vrijeme, ideje, vještine, poboljšanja i mogućnosti za učenje zbog neuključivanja ili neslušanja zaposlenika.

3.4. Alati za poboljšanje u Lean proizvodnji

Cilj Lean proizvodnje jest otkrivanje svih gubitaka u tijeku proizvodnog procesa te njihovo uklanjanje. U povijesti razvoja i unapređenja Lean pristupa proizvodnji osmišljen je velik broj alata koji ispravno primjenjivani i kombinirani vode ka usavršavanju procesa i proizvoda te konačnoj eliminaciji gubitaka. Na sljedećoj slici prikazani su neki od najznačajnijih alata koji se koriste u Lean proizvodnji.



Slika 3.4 Alati koji se koriste u Lean proizvodnji

5s – organizirani pristup upravljačkim rutinama koji osigurava da alati, dijelovi i ostali predmeti budu na poznatim i optimalnim lokacijama. Izveden je iz japanskih riječi seiri, seiton, seiso, seiketsu i shitsuke što znači :

1. Sort- sortiranje artikala i zadržavanje samo onoga što je potrebno i odbacivanje i zbrinjavanje onoga što nije.

2. Straighten- urednost, „Mjesto za sve i sve na svojem mjestu“.

3. Shine- čistoća, služi kao svojevrsna inspekcija koja identificira neuobičajna stanja (kvar, kvaliteta)

4. Standardize- razviti sustave i procedure koje će sadržavati standarde.

5. Sustain- održavati stabilnu radnu okolinu je neprikladni proces kontinuiranog djelovanja.

Glavnina 5s-a je sortiranjem svih mogućih predmeta, označavanje predmeta i postavljanje na najbolje mjesto. Radno mjesto treba redovito čistiti i održavati, a alati i potreban materijal trebaju biti nadohvat ruke.

Jidoka- dolazi od japanske riječi jido, što znači automatizacija, odnosno pod tim pojmom podrazumijeva se samostalan rad stroja pod nadzorom čovjeka. Alat je nastao 1924. godine, a osmišljen je na način da smanji količinu fizičkog rada. Jidoka predstavlja jedan od stupova proizvodnog procesa.

Just in time- ovaj princip poseban je po tome što uvažava mišljenje radnika na način da mu daje priliku da svojim razmišljanjem poboljša proces. Temelji se na pripremi sirovina, materijala i poluproizvoda tek onda kad za njima postoji potreba na tržištu, tj. nabavlja se samo onoliko koliko je potrebno za proizvodnju, a proizvodi se točno koliko je potrebno za tržište. Neke od osnova ovog alata su povećanje kvalitete proizvoda, povećanje produktivnosti, smanjenje zaliha, te smanjenje troškova i škarta.

Kanban- alat pomoću kojeg se smanjuju zalihe. To je sistem signalizacije, koji koristi kartice da signaliziraju potrebu za materijalom. Kartice ispunjavaju radnici i na njima upisuju podatke o materijalu poluproizvodu koji im je potreban u proizvodnji (zapravo ispunjavaju radne naloge). Cilj je postići „proizvodnju na zahtjev“ što znači izbjegavanje skladištenja robe i mirovanje kapitala.

Poka Yoke-japanski izraz Poka Yoke (sprječavanje slučajnih grešaka) predstavlja princip koji obuhvaća tehničke izvedbe i objekte za brzo otkrivanje grešaka i njihovo sprječavanje. Osnova Poka Yoke metode je u razumijevanju i shvaćanju činjenice da ne postoji čovjek i sistem koji su u stanju u potpunosti spriječiti slučajne pogreške. Sa Poka Yoke metodom, uz primjenu jednostavnih i djelotvorni sistema, sprječava se da greška rada i djelovanja u proizvodnom procesu bude prenesena na krajnji proizvod.

Kako poduzeće Oprema uređaji d.d. koristi veliku većinu ovih alata, odlučio sam predstaviti SMED metodu iz razloga jer nije još provedena kao alat.

4. SMED metodologija

Jedan od značajnih koncepata koji proizlazi iz beskonačne borbe za rafiniranjem i izbacivanjem otpada iz procesa zove se SMED. Ova metodologija se u zapadnim zemljama pojavila 1985. godine, te je uvelike utjecala na poboljšanje efikasnosti i sniženje troškova u proizvodnji. Metodologija nalaže kako treba promatrati proces i znati razlikovati one aktivnosti koje su unutarnje (interne-IED) moraju se odraditi dok stroj stoji, od vanjskih (eksterne-OED) koji se mogu odraditi dok stroj proizvodi. SMED metodu osmislio je Shigeo Shingo, japanski inženjer. Uspio je pronaći način kako smanjiti vrijeme izmjene alata, te je na taj način uvelike pomogao mnogim poduzećima.
Proces promjene alata najčešće se sastoji od četiri faze:

- skidanje postojećeg alata
- zamjena alata
- podešavanje stroja
- probni rad

Krajnji proizvod SMED analize su standardne procedure koje detaljno opisuju svaki potrebni korak, te uključuju potrebne liste s popisom provjera koje je moguće napraviti. Na primjer, ako imamo dva ili više operatera i svakoga snimimo dok radi izmjenu na stroju, sigurno ćemo uočiti kako u nedostatku standardnih procedura svaki od njih obavlja posao na različit način, iako je očigledno da može postojati samo jedan optimalan način izmjene alata. Cilj i svrha SMED metode je pronalaženje tog jednog optimalnog načina. Na taj način moguće je uštedjeti vrijeme izmjene alata i smanjiti ukupne troškove. Fleksibilnost proizvodnih kapaciteta u smjeru skraćivanja pomoćnih vremena osnovni je preduvjet za organiziranje proizvodnje u malim serijama koje omogućavaju da se eliminira proizvodnja sa nastalim zalihama. Kako bi ovo bilo moguće realizirati, potrebno je primijeniti SMED metodu. Na taj način postiže se minimum utroška vremena izrade, oslobađa proizvodni kapacitet i omogućuje proizvodnja šireg asortimana unutar kratkog perioda, odnosno, povećava fleksibilnost i produktivnost.

Primjenom SMED metode moguće je postići sljedeće uštede na način da:

- u proizvodnom procesu nema više specijalista za izmjene alata
- uštađeno vrijeme se može iskoristiti u planiranju o daljnjim poboljšanjima
- zalihe proizvoda su smanjene jer se može znatno brže reagirati na svaku narudžbu
- nekvaliteta proizvodnje se odmah uočava na sljedećoj operaciji

4.1. Uzroci gubitaka vremena prilikom izmjene alata

Kako bi se napravila analiza na osnovi koje se mogu detektirati najčešći uzroci gubitaka vremena , potrebno je izvršiti snimanje od nekoliko izmjena alata. Snimanje se posebno bilježi na liste, te se na osnovu bilješki izrađuje prateća dokumentacija iz koje se analizom utvrđuju koje aktivnosti, odnosno koje se pogreške javljaju tijekom izvođenja pojedine operacije. Najčešće se radi o sljedećim aktivnostima :

- krivi redoslijed zahvata pri izmjeni alata
- pogreške pri postavljanju alata
- nespremno mjesto izmjene alata (zastoji kod same izmjene)
- izmjeni alata pristupa samo jedan operater
- alat je nepripremljen pa se tek pri početku postavke alata uoči nepravilnost

Neke od smjernica za rješavanje gubitka vremena su :

- standardiziranost alata i strojeva kod kojih je potrebno uskladiti sve spojne priključke na alatima i strojevima kako bi se izbjegla dodatna podešavanja i prilagođavanja. Na to se odnose hidraulički i pneumatski priključci, električni priključci
- preduvjeti koji osiguravaju brzu montažu i demontažu. Potrebno je na sve alate staviti pozicionere kako bi samo postavljanje alata bilo što brže. Jednom kada se alat postavi na predviđeno mjesto na stroju, tada to mora biti konačna pozicija
- ostale primarne aktivnosti poput organizacije radnog stola sa svom potrebnom opremom, pravovremen transport alata, urednost. Paziti da svaki alat ima svoje predviđeno mjesto samo za sebe.

4.2. Osnovna načela prilikom implementacije SMED metodologije

Shigeo Shingo je detektirao osam tehnika kojima se treba služiti prilikom implementacije SMED metodologije, a to su :

1. Odvajanje unutarnjih od vanjskih aktivnosti kod izmjene/instalacije alata
2. Pretvaranje unutarnjih aktivnosti (IED) u vanjske (OED) aktivnosti
3. Funkcionalna standardizacija
4. Funkcionalni pribori za stezanje
5. Upotreba prijelaznih sprava

6. Paralelne operacije
7. Eliminiranje podešavanja
8. Mehanizacija

4.2.1. Odvajanje unutarnjih od vanjskih aktivnosti

Dva su osnovna pravila:

- Ako je moguće primijeniti “OED” , primjeni “OED”
- Ako je “IED” neizbježan, primjeni “IED”

Kod metode IED radnik ne bi trebao napuštati stroj. Iz tog razloga neophodno je:
OED (alat, materijal) moraju biti savršeno spremljeni i postavljeni prema pravom redoslijedu pored stroja, potrebno je sve prethodno pripremiti i osigurati.
IED treba svesti na taj način da se odnosi samo na skidanje upotrijebljenog alata i postavljanje novog. Kada se analizira promjena alata uvijek treba krenuti od podjele aktivnosti i potrebnog vremena za ove dvije kategorije. Kroz promjenu redoslijeda aktivnosti tako da se u toku mirovanja stroja odvija samo IED, vrijeme mirovanja stroja skrati se za 30-50 %.

4.2.2. Pretvaranje IED u OED

Ovo je jedno od najefikasnijih pravila za smanjivanje vremena mirovanja.
Pravila:
Dimenzije alata treba standardizirati, tako da se izbjegne podešavanje pribora za stezanje
Implementacija same SMED metodologije trebala bi se odvijati kroz četiri koraka:

a) Osigurati da se vanjske izmjene alata odrade dok je stroj u pogonu
b) Odvojiti vanjske od unutarnjih aktivnosti izmjena alata
c) Pretvoriti unutarnje aktivnosti u vanjske aktivnosti izmjene alata
d) Poboljšati sve izmjene alata

4.3. Provedba SMED metode

Teorijski, svako poduzeće u kojem proizvodnja ovisi o strojevima može zahtijevati SMED metodu. Ali, to ne mora značiti da SMED treba biti među prvim prioritetima u smislu poboljšavanja, odnosno ubrzavanja same proizvodnje. U stvarnom svijetu poduzeća imaju opredijeljenu proizvodnju, i tu proizvodnju treba poboljšati na najbolji mogući način, kako bi se dobio pozitivan rezultat. Što nam je glavni prioritet ? Na to pitanje treba pronaći odgovor, prema tome treba odlučiti što će donijeti pozitivne promjene za proizvodnju.

Rasprava u narednim poglavljima bavi se pitanjima u pripremnoj fazi i fazi provedbe cjelokupne metodologije poboljšanja. Važno je da se uključi inženjersko osoblje kako bi sa svojim razumijevanjem proizvodnog okruženja i strojeva doprinijelo razvoju zadanog poboljšanja.

4.4. Analiza prelaska (izmjene) alata

Potrebno je razumjeti postojeću praksu prelaska, trenutnu situaciju, prije nego se raspravlja o bilo kakvom poboljšanju. Kako bi se to učinilo, mogu se primijeniti različite tehnike analize izmjene alata. Većina autora sa ovog područja znanosti preferira, ako je to moguće učiniti, da se koristi video zapis s tajmerom. Na taj način prelazak je reprezentativan pa se može snimati od početka do kraja. Ova je opcija zanimljiva iz razloga jer se može ponoviti bezbroj puta i na taj način omogućuje široku raspravu o problemu. Video informacije trebaju biti dokumentirane, te na taj način pomažu u analizi ili raspravi. Detaljno snimanje sadašnje prakse potrebno je provesti čak i kada se razumije proces događaja, radi dodatne sigurnosti. Potrebno je i na druge načine pripaziti kako se ne bi unaprijed prosuđivalo o aktivnosti same izmjene. Može se pogrešno vjerovati, na primjer, da nikakav prostor za poboljšanje određenih zadataka nije dostupan.

4.5. Bilježenje podataka

Zadatak bilježenja podataka u načelu je veoma jednostavan. U praksi, ono što je potrebno učiniti može biti znatno složenije.

Potreba za detaljnim bilježenjem događaja prethodno je opisana. Pojedinačne zadatke izmjene treba definirati, kao i vrijeme koje je potrebno da se pojedina stavka izvrši. Ono što se kod svakog koraka izmjene koristi, također treba zabilježiti (npr. podešavanje podataka ili samih

alata). Što se više podataka zabilježi , poboljšanje proizvodnje bit će kvalitetnije i bolje. Dakle, onaj najmanji detalj može doprinijeti ukupnom poboljšanju. Također je važno da osoba koja provodi zabilješke razumije kako se odvija sam proces izmjene, da pokaže da je sposobna izvesti značajne i dugoročne promjene koje će ukazivati na kvalitetniju i bržu proizvodnju.

4.6. Izvođenje detaljnog razumijevanja izmjene alata

Dokumentacija koja je opisana za uporabu tijekom revizije prelaska namijenjen je da se prijeđe na naredan korak cjelokupne metodologije, u kojoj se traže i uspoređuju specifične mogućnosti poboljšanja. Osim pomoći da se identificiraju mogućnosti za poboljšanje, dokumentacija o prelasku dodatno je važna u dopuštanju da se mjeri poboljšanje.

Dolje su navedeni aspekti koji se ispituju za detaljnu provedbu:

1) Koji zadaci izmjene se provode ?
2) Koja su vremena uzeta za te podatke ?
3) Koje su vještine potrebne za provođenje tih zadataka ?
4) U kojem se redoslijedu javljaju zadaci ?
5) Koji se problemi mogu javiti ?
6) Koji se prekidi mogu javiti ?
7) Koji se rezervni dijelovi ili komponente koriste ?
8) Koji se alat koristi ?
9) Koje se informacije traže ?
10) Koje je osoblje uključeno u fazi izmjene
11) Gdje se vrše prilagodbe i zašto ?
12) Kako se rezervni dijelovi premještaju i koriste ?
13) Kako se identificiraju rezervni dijelovi i alati ?
14) Gdje su zadaci izmjene spriječeni lošim pristupom?
15) Gdje je potrebno poduzeti čišćenje?

Neke bilješke koje se tiču tih različitih pitanja navedene su dolje. U većini slučajeva navedeni su kratki komentari u kratkom obliku zbog identifikacije i rasprave specifičnih mogućnosti poboljšanja .

1. Koji zadaci prelaska se provode

Dosta puta se spominje kako traženje prilika za poboljšanje može biti spriječeno ako se prethodno previše razmišlja što zadatak prelaska predstavlja. Isti problem definiranja zadatka također može biti prilikom analiziranja prelaska.
Iz tog razloga radi se evidencija grupe za poboljšanje, te je to ključ da se utvrdi raspon potencijalnih opcija za poboljšanje. Kvalitetnim vođenjem evidencije, postaje jasno što pojedini unosi opisuju i zašto su baš oni odabrani.

2. Vrijeme uzeto za zadatke izmjene alata

Praćenje vremena uzetih za zadatke izmjene alata ne bi trebalo uzrokovati previše problema, ako se svi koji sudjeluju slože oko definicije (izmjena se obavlja na najbolji način, koji je prethodno dogovoren). Kao što je prethodno naglašeno, uporaba video evidencije daje najbolji način mjerenja. Može se naići na poteškoće ako se pojedinačni zadaci provode u intervalima, tamo gdje se zadatak ostavlja djelomično obavljen dok operator privremeno ide raditi nešto drugo, ili ako operator obavlja svoj posao na antipatičan način, radi posao bezvoljno.

3. Potrebne vještine

Neki će zadaci zahtijevati da oni koji ih poduzimaju budu vješti u određenom pogledu. Ta vještina može uključivati nešto kao što je fizička snaga, spretnost, određene ovlasti. Najčešće se pod vještinom smatra povećana sposobnost provođenja zadataka na temelju obuke ili iskustva. Potrebno je obratiti pozornost kako bi se razlikovala vještina od ograničenja (pojedinci su ograničeni od sudjelovanja u određenim aktivnostima ne na temelju svoje sposobnosti).
Važan razlog za bilježenje zahtjeva vještine je da se kasnije u obzir mogu uzeti opcije, kao što je prikladno, kako bi se eliminirala potreba za daljnjom potragom. U protivnom, potrebno je razmišljati o obuci daljnjeg osoblja

4. Slijed u kojem se završavaju zadaci izmjene alata

Slijed u kojem se provode zadaci može biti veoma važan. Postoje dva važna aspekta sekvenciranja zadataka. Kao prvo, u mnogim slučajevima veliki dio zadataka prelaska uglavnom su nezavisni jedan od drugog, te sekvenciranje zadataka može omogućiti bolju raspodjelu zadataka između osoblja koje je dostupno da ih izvrši, na taj način skraćujući proteklo vrijeme prelaska. Drugo, situacije ovisnosti zadataka također se često javljaju, pri čemu se jedan zadatak ne može započeti dok se drugi zadatak ne završi. Kidanje takvih međuovisnosti, tamo gdje je to moguće, može imati značajan utjecaj na izvođenje prelaska.

Slijed u kojem se zadaci prelaska provode automatski se bilježi zapisom koji se zadatak vrši u koje vrijeme, za svaku osobu koja provodi prelazak.

5. Problemi koji se javljaju

Svako „brzinsko“ promatranje može navoditi na krivi trag zato što, možda, različito osoblje različito radi, ili što je možda još važnije, svjedoči se posebnoj vrsti prelaska. Još jedna poteškoća je da se posebni problemi sasvim sigurno povremeno javljaju tijekom prethodnih prelazaka. Neki od tih problema su značajni, no njih se ne bilježi izravno, te stoga, moguće je, neće biti označeni da se na njih obrati pozornost.

Mogu se predložiti dvije mogućnosti za procjenu tog pitanja. Prva i najsveobuhvatnija opcija je zabilježiti što je više prelazaka moguće (kao što to predlaže praksa studije dobrog rada), izvodeći iz tih bilježaka sve primjere problema koji se ne javljaju na redovnoj osnovi. Ipak, to sa sobom nosi svoje vlastite probleme. Naime, sam angažman ljudskog rada za prikupljanje tih podataka vjerojatno je nemoguć. Druga je mogućnost da tim sjedne zajedno i da zasebno zabilježi određene probleme za koje se sjećaju da su se pojavili. Poteškoća te druge mogućnosti može biti prisjećanje do kojih je problema došlo, te koji je njihov učinak. Korisnost trajnog bilježenja brzine linije izuzetno je bitna, što određuje kada dolazi do prelazaka i koliko dugo oni traju. I dok je izuzetno važno procijeniti probleme koji se mogu pojaviti, takvi problemi trebaju se moći razlikovati od loše rutinske prakse. Svaki od njih mora se zasebno procijeniti. Te na kraju, potrebno je voditi računa o mogućim zadacima koji se javljaju samo kada se provode posebne vrste prelaska. Jesu li ti zadaci značajni i vrijedni pažnje u pogledu poboljšanja? Kako će ostala poboljšanja utjecati na te zadatke - ili kako će zadaci utjecati na njih?

6. Prekidi koji se mogu javiti

Posebno je pitanje prekida prilikom izmjene alata. Kategorija “prekida” nema namjeru uključivati primjene kao što je vraćanje alata koji nedostaje, što bi moglo biti zabilježeno kao zadaci (premda neželjeni) tijekom prelaska. Zapravo, namjera je da obuhvati prilike u kojima se oni koji provode prelaske ometaju ili sprečavaju u izvršavanju pravih zadataka prelaska. To može biti, na primjer, za pauze prema volji samog operatera. S druge strane, do prekida može doći tako da ga izazove prelazak prilikom preuzimanja nekog drugog posla. Zasebno bilježenje prekida omogućuje uvid u ometanja samog procesa prelaska. Ukoliko postoji volja da se oni uklone, to se može izvesti na jednostavan način.

7. Komponente prelaska (izmjene alata)

Sve komponente koje je potrebno promijeniti, premjestiti ili prilagoditi trebaju biti poznate. Komponente mogu biti dokumentirane unutar opisa zadataka prijelaza, na taj način bilježeći kada je potrebna pozornost u vezi s tim komponentama. Na primjer, unos opisa zadatka mogao bi biti: „uporaba 13 mm ključa za matice kako bi se uklonili 6 x M8 sigurnosni vijci“.

8. Alati

Isto tako, skoro svaki prelazak zahtijeva uporabu određenih alata. To mogu biti ručni alati pa do specijalizirane opreme kao što su posebno dizajnirani namotaji ili uređaji za podešavanje. Alate koji su potrebni za provođenje prelaska potrebno je snimiti. Neki alati mogu biti nužni dok će drugi će biti samo od koristi.

9. Informacije potrebne za provođenje izmjene

Kao i kod teme alata, tim također treba zabilježiti informacije koje su potrebne za provođenje izmjene, kao što je oprema za postavljanje podataka. U nekim slučajevima nedostupnost takvih informacija spriječit će prelazak. U drugim slučajevima prelazak se jednostavno neće moći obaviti bez njih.
Potrebne informacije vjerojatno će uključivati podatke u vezi s kvalitetom proizvoda, omogućujući onima koji provode izmjenu da provjere jesu li prilagodbe pravilno napravljene te da je novi proizvod proizveden prema prihvatljivom standardu.

10. Osoblje /funkcija podrške

Aspekti koji se tiču osoblja mogu uključivati pitanje “vještine” i edukacije, te broj ljudi dostupnih za provođenje izmjene. Korisno je zabilježiti što svaka osoba zasebno radi tijekom prelaska. Te se informacije zatim mogu skicirati što može biti posebno korisno u određivanju tko je dostupan u različitim fazama tijekom prelaska. Često se može odrediti bolja sekvenca zadataka prelaska koja omogućuje da eventualna razdoblja neaktivnosti budu iskorištena. Veliku ulogu doprinosi i dodatno osoblje. Oni mogu uvelike pomoći ako se problem promatra s aspekta stručnog znanja ili stručnih vještina. U nekim trenutcima jednostavno dolazi do zahtjeva za pomoći od strane dodatnih ljudi. U takvim trenutcima također postoji mogućnost za ukupnim kašnjenjem.

11. Određivanje gdje se vrše izmjene i zašto

Prije svega provjeriti i izmjeriti gdje će se vršiti sama izmjena, a gdje ne. Nema smisla ulagati i gubiti vrijeme kod onih strojeva gdje je nemoguće poboljšati izmjenu. Tu je važan spomenuti

faktor mjerenja vremena trenutnog stanja izmjene. Na temelju tog mjerenja i ostalih faktora odlučujemo gdje se vrši izmjena.

12. Rukovanje predmetima izmjene i skladištenje

Pravilno rukovanje predmetima, odnosno alatima ima vrlo važan utjecaj za cjelokupan proces izmjene. Razumijevanje, održavanje alata prema pravilima daje pozitivne rezultate prilikom izmjene. Pravilnom primjenom može se postići velika ušteda kod izmjene alata. Npr. dovoljno je da su svi alati u blizini stroja. Na taj način radnik ima sve "pri ruci", i ne mora uzalud trošiti vrijeme da pronađe alat.

13. Identifikacija

Pomoću identifikacije može se zabilježiti alat. Ukoliko postoji više vrsta alata koji se koriste za različit proizvod, poželjno je označiti koji alat koristimo za pojedini proizvod. U protivnom, može se dogoditi da operater koristi krivi alat, te na taj način dolazi do pojave problema tokom proizvodnje.

14. Pristup

Neki zadaci kod izmjene zahtijevaju djelomično demontiranje/ponovno slaganje dijelova ili sklopova. Iz tog razloga potrebno je postaviti kvalitetan pristup kod izmjene da se izbjegnu moguće poteškoće koje se mogu pojaviti.

15. Čišćenje

Čišćenje je često potrebno kako bi se omogućila precizna izmjena. Čišćenjem se izbjegava pojava otpada, pogotovo kod strojeva koji mogu ovisiti o tom faktoru.

16. Inspekcija/pokus

Ovaj dio izvršava se mnogo puta. Po dovršetku, često se rade daljnje prilagodbe. Proces se zatim može ponoviti. Svako poboljšanje može ta ponavljanja učiniti kraćim i bržim.

4.7. Analiza izmjene alata u pripremi za generiranje ideja poboljšanja

Kroz ovu analizu opisan je mehanizam bilježenja prilikom izmjene alata. Bilježenje podataka omogućuje da se daljnji koraci u pripremnoj fazi i fazi provedbe cjelokupne metodologije poduzimaju s većom lakoćom. Ova analiza (metoda) omogućuje uporabu modela-listova za reviziju prelaska- koji su namijenjeni kako bi vodili praktičare koji rade na poboljšavanju.

Listovi za bilješku izmjene – stjecanje osnovnih informacija o izmjeni

Prvi dio lista za bilješku koristit ćemo za bilježenje podataka koji će nam koristiti u daljnjem razmatranju, kako i na koji način poboljšati i ubrzati izmjenu alata na CNC strojevima. Kada se kreira lista za bilješke predlaže se uporaba unosa u jednostavne kolone. Te kolone čine dio 1 lista za bilješke. Kolone Dijela 1 mogu se popuniti "uživo" kada se bilježi izmjena alata. Listovi za bilješke sastoje se od naslovne stranice (Tablica 4.1) i nastavka (Tablica 4.3). Tablica 4.1 prikazuje naslovni list kod izmjene alata koji sadrži opće informacije.

Tablica 4.1 Naslovni list za bilježenje podataka

Oprema izmjene: **Snimio:** **Broj dokumenta:**		**Datum/Vrijeme:** **Osoblje izmjene:**
Početak izmjene **Vrijeme:**	**Prva verzija** **Proizvedeno u:**	**Izmjena dovršena** **Dovršeno u:**
IZMJENA od/na:		

Napomene za priloge:

a) Prilikom ručnog mjerenja vremena sa štopericom i/ili kamerom, popuniti samo unose u Dio 1
b) Unosi u Dio 2 popunjavaju se kasnije.
c) Unosi "vrsta aktivnosti" i "prilika za redukciju" mogu se unesti uporabom dolje predstavljenog primjera (vidi tablica 4.2)

Tablica 4.2 Prijedlozi kod unošenja podataka

Ključ vrste aktivnosti (neki prijedlozi)	Klasifikacije "redukcije"
P**rob**-problem **Kret**-kretnja **Osig**-osiguranje **Prek**-prekid **Č**-čišćenje **Ček**-čekanje **VO**-više osoba **Prilag**-prilagodba **KA**-korišten alat **P**-pokus	Vanjske aktivnosti Prilagodba Varijacija Napor

Nadalje, prikazan je drugi dio za bilježenje podataka. Nazvali smo ga Dio 2 (list za reviziju izmjene alata). Možemo ga tumačiti na način da služi za prikupljanje svih glavnih podataka. Svrha ovih bilježaka je da se izvrši poboljšanje na svim mogućim mjestima, nakon što se prikupe i zabilježe podaci.

Treba biti jasno da se stupci u tom dijelu lista kasnije popunjavaju u tri posebne svrhe:

- Kako bi se osiguralo dobro razumijevanje svakog pojedinog zadatka
- Kako bi se označili primijećeni nedostatci u procesu
- Kako bi se pomoglo u prioritiziranju potencijalnih opcija poboljšavanja

Tablica 4.3. List za bilježenje podataka kod izmjene alata

Oznaka dokumenta: **Trajanje:**				Br.lista:	
DIO 1				**DIO 2**	
Zadatak (Detaljno)	**Vrijeme dovršetka**	**Tko?**	**Napomene**	**Aktivnost (vrsta)**	**Prilika za redukciju**

4.8. Prednosti SMED metode

Prednosti za poduzeće:

- smanjenje veličine serije (povećanje fleksibilnosti)
- kraće vrijeme promjene asortimana (brža isporuka)
- smanjenje razina zaliha (smanjenje troškova zaliha)
- više vremena za proizvodnju (povećanje produktivnosti)
- izbjegavanje potreba za prilagodbu (poboljšanje u kvaliteti)

Prednosti za zaposlenike:

- smanjenje broja zadataka kod izmjene alata (pojednostavljenje procesa)
- strukturiran proces izmjene (povećanje efikasnosti i nivoa sigurnosti)
- standardizacija i smanjenje broja alata za izmjenu (jednostavnost pri korištenju alata)

5. Opis predmeta za provođenje SMED metode u poduzeću Oprema uređaji d.o.o.

SMED metodologija izrazito nalazi primjenu kod proizvodnje sa relativno malim serijama, te sa pojavom velikog broja radnih naloga u kratkom vremenu. Upravo ti procesi upravljanja, koji su prethodno spomenuti, odgovaraju u poduzeću Oprema uređaji d.o.o. Potrebno je proizvesti u što kraćem roku bez da se osjete gubici u vremenu prilikom promjene radnje u procesu. Iz tog razloga odlučio sam provesti praktičan dio implementacije SMED metodologije. Samo poboljšanje izmjene alata odlučio sam provesti na strojevima koji su usko povezani sa samom proizvodnjom, odnosno na strojevima koji su glavi dio proizvodnje. Dvije su vrste strojeva koje utječu na proizvodnju rashladnih uređaja, glavnog proizvoda poduzeća Oprema uređaji. To su CNC štance (King 358, King 368 i EM 3612 M2), i savijačica lima SCIHAVI 125. Kako bi došlo do redukcije u vremenu prilikom pripremanja za proizvodnju rashladnih uređaja, koristio sam SMED metodu koja odgovara na problem zbog malih serija koji se kontinuirano povećava . Sam proces izmjene alata na gore navedenim strojevima najčešće se sastoji od ovih faza :

- skidanje postojećeg alata
- zamjena alata
- podešavanje stroja
- izrada “probnog komada”

5.1. Snimanje postojećeg procesa

Svaka ozbiljna metoda vrši se na način da se snimi postojeće stanje te da se postojeće stanje kvalitetno dokumentira, i naravno da se nađu praktična rješenja za rješavanje problema ako je to moguće.

Tablica 5.1 Provođenje SMED-a

SMED
Kod SMED-a razlikujemo dvije vrste aktivnosti : 1. Unutarnje (aktivnosti koje se moraju obavit dok je stroj zaustavljen) 2. Vanjske (aktivnosti koje se mogu obaviti dok je stroj u pogonu) SMED je usredotočen na to da što više elemenata bude vanjskih kako bi cijeli postupak proizvodnje što kraće čekao na zamjenu nekih dijelova
IMPLEMENTACIJA SMEDA
1.PRVI KORAK-identifikacija područja primjene
SMED SE PROVODI: ➢ ako je promjena alata dovoljno duga da postoji prostor za poboljšanje ➢ postoji velika razlika u vremenima u kojem se vrši izmjena alata (npr. između dva i više sati) ➢ ako su zaposlenici upoznati sa opremom (osoblje za održavanje, osiguranje kvalitete, nadzornici) ➢ ako oprema ima određena ograničenja, te će njena poboljšanja donijeti korist U ovome koraku odabire se područje koje će se snimati, te se snima postojeće vrijeme potrebno za promjenu alata. Vrijeme promjene alata treba mjeriti između proizvodnje posljednjeg izratka serije koje zadovoljava sva svojstva i proizvodnje prvog izratka koji će zadovoljiti tražena svojstva, pri punoj brzini.
2.DRUGI KORAK-prepoznavanje aktivnosti
U ovome koraku se snima proces izmjene alata, te se dokumentiraju sve aktivnosti, a to uključuje aktivnosti za koje je zadužen čovjek aktivnosti koje obavlja oprema, no treba imati na umu da se ljudske aktivnosti najlakše mogu optimizirati.

Dokumentacija se vrši :

- OPIS (što se obavlja)
- TROŠKOVI U JEDINICI VREMENA (koliko je vremena i aktivnosti potrebno da bi se promjena izvršila)

Za vrijeme snimanja potrebno je vršiti samo bitne zabilješke.

3.TREĆI KORAK-podjela vanjskih aktivnosti

U ovom koraku potrebno je odrediti optimalan redoslijed vanjskih aktivnosti. Kod primjene ovog korada za svaku unutarnju aktivnost potrebno je postaviti pitanje: "Može li se ta aktivnost, koja se trenutačno izvodi, biti obavljena sa minimalnim promjenama dok oprema još uvijek radi ? Ako je odgovor pozitivan, ta aktivnost se podvrgava prelasku u vanjsku aktivnost. Primjeri aktivnosti za koje to vrijedi:

- Popravljanje dijelova, alata ili materijala
- Inspekcija dijelova, alata ili materijala
- Čišćenje
- Provjera kvalitete zadnje proizvodne serije

4.ČETVRTI KORAK-promjena unutarnjih aktivnosti u vanjske

U ovom koraku potrebno je što više unutarnjih aktivnosti pretvoriti u vanjske. Primjeri tehnika koje se mogu koristiti za pretvaranje unutarnjih aktivnosti su :

- Priprema dijelova unaprijed
- Korištenje alata koji mogu obavljati više stvari istovremeno
- Prilagodljiva oprema

5.PETI KORAK-pojednostavljenje ostalih aktivnosti

Glavni cilj ovog koraka je skraćivanje vremena unutarnjih aktivnosti. Primjeri tehnika koje se mogu koristiti u pojednostavljenju tih aktivnosti su:

- Uklanjanje vijaka (npr. korištenje drugih vrsta stezaljki)
- Eliminacija nepotrebnih pokreta (npr. reorganizacija radnog prostora)
- Standardizacija (koristiti iste alate, što je više moguće)
- Automatizacija
- Izvođenje paralelnih operacija

6. Praktična primjena SMED-a na CNC štancama

Nakon postavljanja "uvjeta" za primjenu SMED metode, krenulo se sa snimanjem procesa. Cijeli proces izmjene alata mjerio se od zadnjeg proizvedenog poluproizvoda/proizvoda na prethodnom alatu do trenutka kada su izbačeni prvi proizvodi zadovoljavajuće kvalitete na novom alatu. Sam proces izmjene alata na stroju KING 358 obuhvaćao je :

- SKIDANJE POSTOJEĆEG ALATA
- POSTAVLJANJE NOVOG ALATA
- PROVJERA PRVOG KOMADA

Proces izmjene alata bilježio se u dolje navedene liste. Prikazano je trenutno stanje tijekom izmjene alata i pripreme stroja.

Tablica 6.1 Naslovna strana izmjene alata

<table>
<tr><td colspan="2">Oprema izmjene:CNC alati za KING 358
Snimio:Vedran Horvat
Broj dokumenta:1</td><td>Datum/Vrijeme:24.8.2015
Osoblje izmjene: Radnik 1</td></tr>
<tr><td>Početak izmjene
Vrijeme početka:11:10</td><td>Prva verzija
Proizvedeno u:22.5 minuta</td><td>Izmjena dovršena
Dovršeno u:11:32.5</td></tr>
<tr><td colspan="3">IZMJENA od/na:

Izmjena alata na stroju KING 358 prema popisu Job liste koju Radnik 1 dobije od CNC programera</td></tr>
</table>

Tablica 6.2 list za bilježenje podataka kod izmjene alata

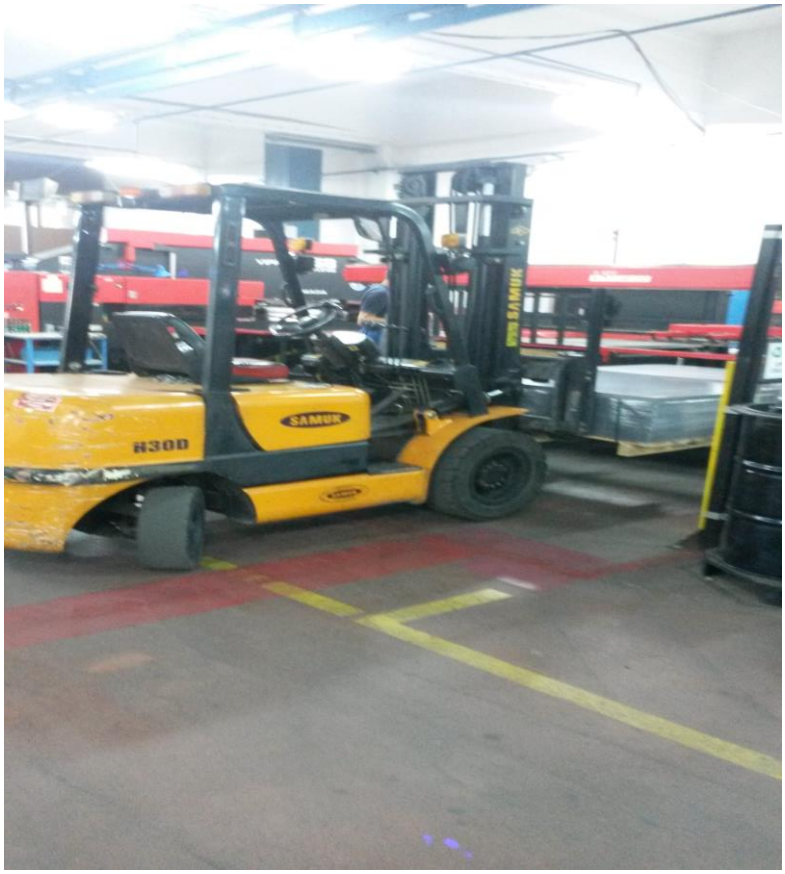
Oznaka dokumenta: Izmjena alata Trajanje:22.5 minuta				Br.lista:1	
DIO 1				DIO 2	
Zadatak (Detaljno)	Vrijeme dovršetka	Tko?	Napomene	Aktivnost (vrsta)	Prilika za redukciju
Odlazak po viličar	1.5 min	R1		Unutarnja	Pripremiti viličar dok stroj radi
Skidanje postojećeg materijala, odvoz na vađenje pozicija	5 min	R1	Skladištar priprema materijal	Unutarnja	Pripremiti materijal koji je potreban za sljedeći nalog
Postavljanje potrebnog materijala	3 min	R1		Unutarnja	
Prijenos programa PC→stroj	1 min	R1		Unutarnja	
Provjera alata u revolveru prema Job listi	12 min	R1		Unutarnja	Usporediti alate na Job listi koja se koristi sa Job listom koja će se koristiti
Početak rada stroja, provjera „prvog komada“	-	R1		Vanjska/ Unutarnja	

6.1. Analiza snimljenog stanja

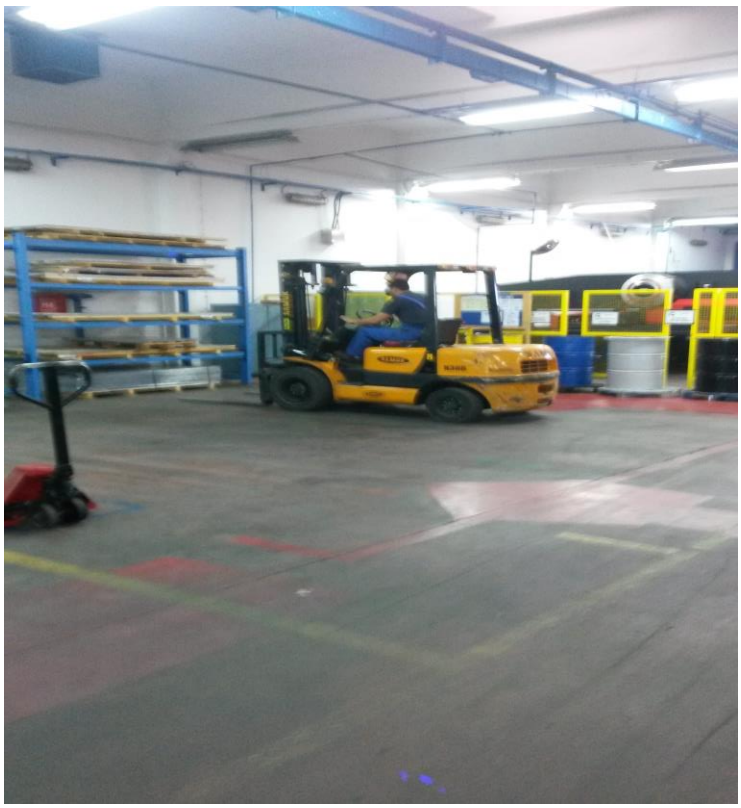
Analizu snimljenog stanja prokomentirao sam zajedno sa zaposlenicima poduzeća Oprema uređaji d.d. kako bi došli do što boljih zaključaka. Svi donijeti prijedlozi zajedno sa vremenima zabilježeni su u listu za bilježenje podataka pod „Dio 2“. Podaci koji su zabilježeni u „Dio 1“ prikazuju trenutno stanje. Problem kod izmjene alata nastaje zbog neodvijanja paralelnih operacija, sve se odvija jedno za drugim i zbog tog nastaje zastoj koji utječe na ukupnu proizvodnju. Proces izmjene alat odvija se na sljedeći način :

1. Priprema

Nakon što je gotov posljednji proizvod operater odvozi table lima na vađenje pozicija (vidi Sliku 6.1, Sliku 6.3). Zatim pomoću viličara postavlja table druge vrste materijala na paletu koja se nalazi uz sam stroj. Materijal se određuje prema nalogu od strane nabave i prodaje. Nakon ovih radnji operater prenosi program sa računala na stroj zbog ne dovoljne memorije u bazi stroja.



Slika 6.1 Odvoz gotovih pozicija



Slika 6.2 Priprema potrebnog materijala



Slika 6.3 Vađenje gotovih pozicija

Tijekom snimanja ovog koraka uočeno je da se viličar može prije pripremiti za odvoz gotovih pozicija, a samim time i za dovoz potrebnog materijala, odnosno tabli koje su potrebne za određene pozicije. Bespotrebno se gubi vrijeme za odlazak po viličar kada stroj stoji. Problem je što se koristi jedan viličar za tri stroja. Iz tog razloga operater nekada mora čekati za viličar.

2. Izmjena alata

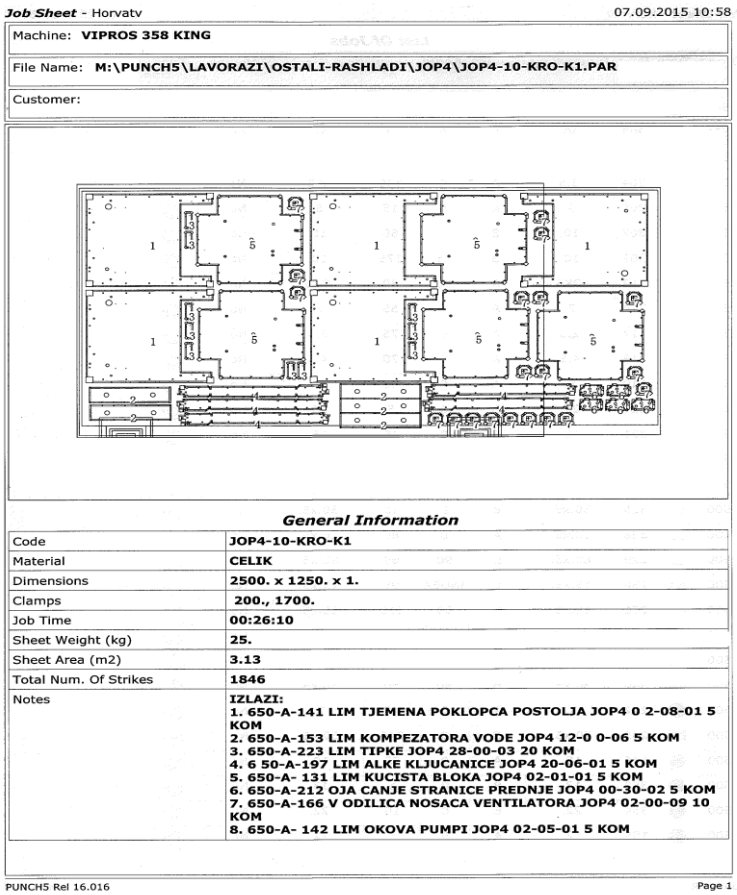
Prema Job listi (vidi Sliku 6.6) dobivenoj od CNC programera vrši se pregled alata. Svi alati koji su upisani na Job listi moraju biti u revolveru (vidi Sliku 6.4) kako bi se pravilno pokrenuo program. Također, osim izmjene alata na stroju, mora se paziti na položaj kliješta za prihvat table lima. Taj dio, odnosno koordinate za položaj kliješta, također se nalaze na Job listi i određuje ih programer. Prilikom izmjene alata operater mora voditi računa o visini alata koja je ovisna o broju brušenja alata i matrica.



Slika 6.4 Revolver od stroja KING 358



Slika 6.5 Izmjena alata



Job Sheet - Horvatv 07.09.2015 10:58

Machine: **VIPROS 358 KING**

File Name: **M:\PUNCH5\LAVORAZI\OSTALI-RASHLADI\JOP4\JOP4-10-KRO-K1.PAR**

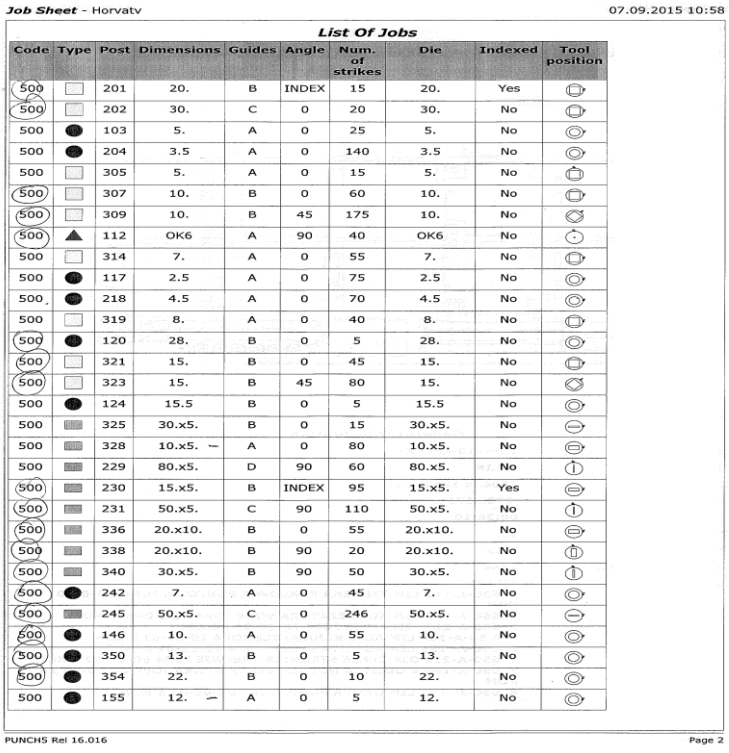
Customer:

General Information

Code	**JOP4-10-KRO-K1**
Material	**CELIK**
Dimensions	**2500. x 1250. x 1.**
Clamps	**200., 1700.**
Job Time	**00:26:10**
Sheet Weight (kg)	**25.**
Sheet Area (m2)	**3.13**
Total Num. Of Strikes	**1846**
Notes	**IZLAZI:** **1. 650-A-141 LIM TJEMENA POKLOPCA POSTOLJA JOP4 0 2-08-01 5 KOM** **2. 650-A-153 LIM KOMPEZATORA VODE JOP4 12-0 0-06 5 KOM** **3. 650-A-223 LIM TIPKE JOP4 28-00-03 20 KOM** **4. 6 50-A-197 LIM ALKE KLJUCANICE JOP4 20-06-01 5 KOM** **5. 650-A- 131 LIM KUCISTA BLOKA JOP4 02-01-01 5 KOM** **6. 650-A-212 OJA CANJE STRANICE PREDNJE JOP4 00-30-02 5 KOM** **7. 650-A-166 V ODILICA NOSACA VENTILATORA JOP4 02-00-09 10 KOM** **8. 650-A- 142 LIM OKOVA PUMPI JOP4 02-05-01 5 KOM**

PUNCH5 Rel 16.016 Page 1

Slika 6.6 Job lista-naslovna



Job Sheet - Horvatv 07.09.2015 10:58

List Of Jobs

Code	Type	Post	Dimensions	Guides	Angle	Num. of strikes	Die	Indexed	Tool position
500		201	20.	B	INDEX	15	20.	Yes	
500		202	30.	C	0	20	30.	No	
500		103	5.	A	0	25	5.	No	
500		204	3.5	A	0	140	3.5	No	
500		305	5.	A	0	15	5.	No	
500		307	10.	B	0	60	10.	No	
500		309	10.	B	45	175	10.	No	
500		112	OK6	A	90	40	OK6	No	
500		314	7.	A	0	55	7.	No	
500		117	2.5	A	0	75	2.5	No	
500		218	4.5	A	0	70	4.5	No	
500		319	8.	A	0	40	8.	No	
500		120	28.	B	0	5	28.	No	
500		321	15.	B	0	45	15.	No	
500		323	15.	B	45	80	15.	No	
500		124	15.5	B	0	5	15.5	No	
500		325	30.x5.	B	0	15	30.x5.	No	
500		328	10.x5.	A	0	80	10.x5.	No	
500		229	80.x5.	D	90	60	80.x5.	No	
500		230	15.x5.	B	INDEX	95	15.x5.	Yes	
500		231	50.x5.	C	90	110	50.x5.	No	
500		336	20.x10.	B	0	55	20.x10.	No	
500		338	20.x10.	B	90	20	20.x10.	No	
500		340	30.x5.	B	90	50	30.x5.	No	
500		242	7.	A	0	45	7.	No	
500		245	50.x5.	C	0	246	50.x5.	No	
500		146	10.	A	0	55	10.	No	
500		350	13.	B	0	5	13.	No	
500		354	22.	B	0	10	22.	No	
500		155	12.	A	0	5	12.	No	

PUNCH5 Rel 16.016 Page 2

Slika 6.7 Job lista-prikaz alata koji su potrebni za pokretanje programa

Tijekom snimanja ovog koraka uočen je problem kod pripreme alata. Tijekom rada stroja operater može usporediti alate na trenutnoj Job listi koja se koristi, te alate na Job listi koja će se slijedeća koristiti i na taj način skratiti vrijeme kod izmjene alata tako da ih prethodno pripremi. Osim toga, u nekim situacijama operater mora ići do drugog stroja po alat, jer svaki stroj nema dovoljno broj alata. Na primjer alat za izradu radijusa R-8 nije zaseban za svaki stroj, nego se koristi na sva tri stroja. To oduzima dodatno vrijeme jer je operater mora ići do drugog stroja po potreban alat. Također, alati nisu postavljeni u blizini revolvera, i taj dio uzima dodatno vrijeme jer operater mora hodati do ormara sa alatima. Ormar sa alatima uredno je posložen po tipu materijala i tu nema mjesta za redukciju. Dolje prikazana slika (Slika 6.8) prikazuje trenutno stanje alata.



Slika 6.8 Prikaz alata

U nekim situacijama potrebno je brušenje alata jer se nakon određenog broja udaraca alat potroši. Iz tog razloga potrebno je alat brusiti na kako bi se izbjegla moguća šteta prilikom izrade pozicija potrebnih za rashladne uređaje. Ako se alat ne izbrusi dolazi do podizanja otpada, lim se ne reže kvalitetno i samim time dolazi do oštećenja na tabli. Uz brušenje alata, također se brusi i matrica alata. Prema analizi, brušenje alata svakako se treba odvijati za vrijeme rada stroja. Tijekom punog kapaciteta rada ova radnja može oduzeti prilično veliko vrijeme za koje stroj ne radi.



Slika 6.9 Brušenje matrice na CNC brusilici

6.2. Prijedlog poboljšanog stanja

Nakon snimljenog postojećeg stanja predlaže se poboljšanje, kako bi se smanjilo ukupno vrijeme tijekom proizvodnje gotovih proizvoda. Kao što je prethodno navedeno vremena bi se mogla reducirati na sljedeći način :

- za vrijeme rada stroja operater može pripremiti viličar (unutarnja aktivnost postaje vanjska)
- za vrijeme rada stroja operater može pripremiti potreban alat za sljedeći nalog tako da napravi usporedbu alata trenutne Job liste sa Job listom koja će se koristiti (unutarnja aktivnost postaje vanjska)
- za vrijeme rada stroja operater treba brusiti alat i matricu ukoliko je to potrebno

6.3. Ušteda sa poboljšanim stanjem

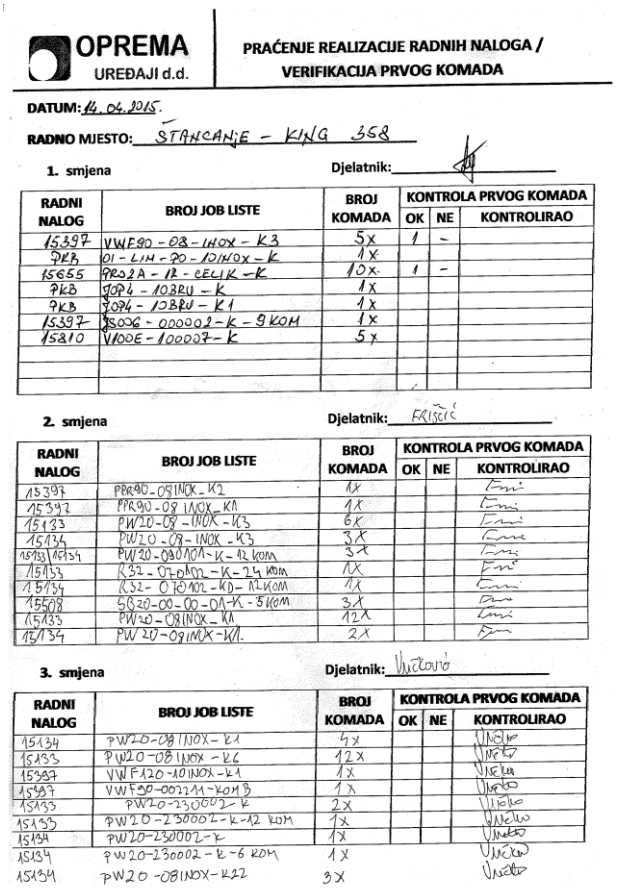
Gledajući sa ekonomske strane ukoliko se vrijeme izmjene alata smanji sa trenutnih 22.5 minuta na poboljšanih 15 minuta, dobiju se sljedeći podaci:

Prema podacima koji su preuzeti iz lista za praćenje realizacije radnih naloga / verifikacija prvog komada otkriveno je da na 1. smjenu u prosjeku imamo četiri izmjene alata. Podaci su preuzeti proračunom srednje vrijednosti, u kvartalu od 4-6 mjeseca. U poduzeću se nalazi 3 CNC stroja, što znači da dnevno u 1 smjeni imamo 12 izmjena alata. Zbog povećanog kapaciteta proizvodnje u razmaku od šest mjeseci strojevi rade u 3 smjene. Za provođenje ove analize uzet je uzorak za 3 mjeseca u vremenu povećanog kapaciteta proizvodnje (od 4-6 mjeseca). Prethodno je navedeno da na dnevnoj bazi imamo dvanaest izmjena alata, pa prema tom navodu dolazimo do podatka da se u tri smjene izvrše 36 izmjena alata. Ako to pomnožimo sa 6 radnih dana u tjednu dolazimo do brojke od 216 izmjena alata u 1 tjednu. To znači da mjesečno imamo 864 izmjene alata. Za uzet uzorak od 3 mjeseca izvrše se u prosjeku 2592 izmjena alata.

U tehnološkoj dokumentaciji propisano je da sat vremena rada CNC štance stoji 300 kuna. Prema izmjerenom podacima trenutno vrijeme izmjene alata iznosi 22.5 minute. Ako pomnožimo broj izmjene alata sa vremenom izmjene saznat ćemo da stroj ne radi 972 sata.

Ukoliko bi reducirali vrijeme prema gore navedenoj tablici i proveli SMED metodu dobili bi sljedeće rezultate. Pretpostavimo da se trenutno vrijeme smanjimo sa trenutnih 22.5 minute, na

poboljšanih 15 minuta. Kod koraka gdje je spomenut viličar i priprema alata definitivno ima prostora za redukciju. Ako pomnožimo broj izmjene alata sa poboljšanih 15 minuta dobijemo iznos od 648 sati. Dakle, sa trenutnih 972 sata dobijemo poboljšanih 648 sati i uštedu od 324 sata. Prema ovim podatcima u uzetom uzorku od 3mjeseca ušteda u financijskom smislu iznosi 97 200 kn.



OPREMA UREĐAJI d.d.

PRAĆENJE REALIZACIJE RADNIH NALOGA / VERIFIKACIJA PRVOG KOMADA

DATUM: 14.04.2015.

RADNO MJESTO: STANCANJE - KING 358

1. smjena Djelatnik:

RADNI NALOG	BROJ JOB LISTE	BROJ KOMADA	KONTROLA PRVOG KOMADA		
			OK	NE	KONTROLIRAO
15397	VWF90 - 08 - INOX - K3	5x	1	-	
PKB	101 - LIM - 90 - 101INOX - K	1x			
15655	PR02A - 12 - CELIK - K	10x	1	-	
PKB	3094 - 103BU - K	1x			
PKB	3094 - 103BU - K1	1x			
15397	3006 - 000002 - K - 9 KOM	1x			
15810	V100E - 100007 - K	5x			

2. smjena Djelatnik: FRIŠČIĆ

RADNI NALOG	BROJ JOB LISTE	BROJ KOMADA	KONTROLA PRVOG KOMADA		
			OK	NE	KONTROLIRAO
15397	PPR90-08INOX-K2	1x			
15397	PPR90-08 INOX-K1	1x			
15133	PW20-08-INOX-K3	6x			
15134	PW20-08-INOX-K3	3x			
15133/15134	PW20-08OINOX-K-12 kom	3x			
15133	K32-OTOMOL-K-24 kom	1x			
15134	K32-OTOMOL-K1-12kom	1x			
15508	SB20-00-00-01-K-5kom	3x			
15133	PW20-08INOX-K1	12x			
15134	PW20-08INOX-K1.	2x			

3. smjena Djelatnik: Vučković

RADNI NALOG	BROJ JOB LISTE	BROJ KOMADA	KONTROLA PRVOG KOMADA		
			OK	NE	KONTROLIRAO
15134	PW20-08INOX-K1	4x			
15133	PW20-08INOX-K6	12x			
15397	VWF120-10INOX-K1	1x			
15397	VWF90-0072M-KOM3	1x			
15133	PW20-230002-K	2x			
15133	PW20-230002-K-12 KOM	1x			
15134	PW20-230002-K	1x			
15134	PW20-230002-K-6 KOM	1x			
15134	PW20-08INOX-K22	3x			

Slika 6.10 Lista za praćenje realizacije radnih naloga/verifikacija prvog komada (štancanje lima)

Izračun:

-potrebno je napomenuti da broj izmjene alata na CNC štancama nije uvijek isti, zbog različitih vrsta naloga, različite vrste lima. Iz tih razloga uzet je proračun srednje vrijednosti iz liste za praćenje realizacije radnih naloga / verifikacija prvog komada (vidi Sliku 6.10), te je na taj način dobiven prosječan broj izmjene alata za uzorak od tri mjeseca.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + \cdots + x_n}{n}$$

- u jednoj smjeni u prosjeku se vrše 4 izmjena alata na 1 stroju.

  $3 stroja = 4 * 3 = 12\ izmjena\ u\ jednoj\ smjeni$
- u tri smjene → $3 * 12 = 36\ izmjena$
- gledano na tjednoj razini → $6\ r\ dana * 36 = 216\ izmjena$
- gledano na mjesečnoj razini → $4\ tj * 216 = 864\ izmjene$
- uzorak od 3 mjeseca → $864 * 3 = 2592\ izmjene$

$\boldsymbol{t = vrijeme}$, $\boldsymbol{x = broj\ izmjene\ alata}$, $\boldsymbol{H = broj\ sati\ kada\ stroj\ ne\ radi}$

$H = x * t = 2592 * 22{,}5 = 58320\ min = 972\ h$ TRENUTNO STANJE

Financijski gledano → $972\ h * 300kn = 291\ 600kn$

$H = x * t = 2592 * 15 = 38880\ min = 648\ h$ POBOLJŠANO STANJE

Financijski gledano → $648h * 300kn = 194\ 400\ kn$

UŠTEDA →$291\ 600kn - 194\ 400kn = 97\ 200kn$

7. Praktična primjena SMED-a na CNC savijačici lima

Proces izmjene alata na CNC savijačici obuhvaća sljedeće korake:

- SKIDANJE POSTOJEĆEG ALATA
- SKIDANJE MATRICE
- POSTAVLJANJE POTREBNOG ALATA
- POSTAVLJANJE POTREBNE MATRICE
- PROVJERA PRVOG KOMADA

Tablica 7.1 Naslovna strana izmjene alata

<table>
<tr><td colspan="2">Oprema izmjene:CNC alati za stroj SCIHAVI 125
Snimio:Vedran Horvat
Broj dokumenta:1</td><td>Datum/Vrijeme:8.9.2015.
Osoblje izmjene: Radnik 2</td></tr>
<tr><td>Početak izmjene
Vrijeme početka:13:00</td><td>Prva verzija
Proizvedeno u:45 minuta</td><td>Izmjena dovršena
Dovršeno u:13:45</td></tr>
<tr><td colspan="3">IZMJENA od/na:

Izmjena alata na stroju SCIHAVI 125</td></tr>
</table>

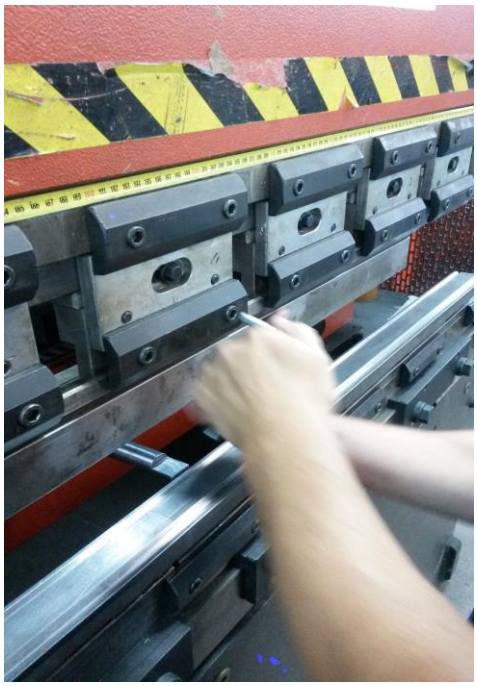
Tablica 7.2 List za bilježenje podataka kod izmjene alata

Oznaka dokumenta: Izmjena alata SCIHAVI 125 Trajanje:45 minuta				Br.lista:1	
DIO 1				DIO 2	
Zadatak (Detaljno)	Vrijeme dovršetka	Tko?	Napomene	Aktivnost (vrsta)	Prilika za redukciju
Odvoz i zbrinjavanje gotovih pozicija	3 min	R2		Unutarnja	Operater ne treba voditi računa o odvozu gotovih pozicija Prihvat sa držačem
Otpuštanje vijaka	2 min	R2		Unutarnja	
Skidanje postojećeg alata	2 min	R2		Unutarnja	Pokretna kolica
Odlazak po potreban alat i sortiranje korištenog alata	3 min	R2		Unutarnja	
Postavljanje potrebnog alata	1 min	R2		Unutarnja	Prihvat sa držačem
Stezanje vijaka	2 min	R2		Unutarnja	Hidraulički prihvat matrice
Otpuštanje vijaka	2 min	R2		Unutarnja	
Skidanje postojeće matrice	2 min	R2		Unutarnja	Pokretna kolica
Odlazak po potrebnu matricu i sortiranje korištene matrice	3 min	R2		Unutarnja	
Postavljanje potrebne matrice	1 min	R2		Unutarnja	Hidraulički prihvat matrice
Stezanje vijaka	2 min	R2		Unutarnja	
Konačno zatezanje alata	1 min	R2		Unutarnja	
Konačno zatezanje matrice	1 min	R2	Postoji nekoliko disketa, ali je to zastarjela tehnologija	Unutarnja	Potrebna novija upravljačka jedinica
Upisivanje programa	20 min	R2		Unutarnja	
Provjera prvog komada, dodatne korekcije	-	R2		Unutarnja/ Vanjska	

7.1. Analiza snimljenog stanja

1.Skidanje i postavljanje alata i matrice

Nakon što je gotov zadnji komad, odnosno zadnja pozicija, operater odvozi gotove pozicije te priprema sljedeći nalog. Zatim kreće sa izmjenom alata. Izmjena se sastoji od skidanja alata koji se nalazi na stroju te postavljanja potrebnog alata. Prije nego što se alat zamjeni potrebno je otpustiti vijke sa imbus ključem (vidi Sliku 7.1) .



Slika 7.1 Otpuštanje vijaka imbus ključem

Kada se vijci otpuste, skida se alat i odnosi do mjesta gdje se nalaze alati. Ostavlja se na mjestu koje je predviđeno za taj alati, te se uzima sljedeći potreban alat (vidi Sliku 7.2).



Slika 7.2 Prikaz alata za stroj

Isti slučaj je sa matricama koje se nalaze ispod alata. Prema zadanom kutu savijanja određuje se matrica koja će se koristit kako bi se dobio potreban kut savijanja. Dakle, kako je opisan postupak sa izmjenom alata, isto to i vrijedi za matrice (vidi Sliku 7.3).



Slika 7.3 Prikaz matrice i alata za savijanje

Tijekom snimanja ovih koraka uočeni su sljedeći nedostatci:

- problem kod skidanja alata
- problem kod skidanja matrice
- udaljenost alata

Operater potroši prilično veliko vrijeme za ovaj korak. Najveći problem je skidanje alata i matrice. Za taj postupak potrebno je otpustiti vijke koji služe za pričvršćivanje alata i matrice. Svaki dio koji drži alat i matricu u pravilu ima dva vijka. Operater mora otpustiti sve vijke kako bi bio u mogućnosti skinuti alat i matricu. Drugi problem koji uzrokuje zastoj tijekom izmjene alata je taj što se alati koji su potrebni za savijanje nalaze iza stroja. Svaki puta kada se mijenja alat operater bespotrebno hoda po alat i po matricu.

2.Upisivanje programa

Nakon što operater obavi posao vezan za alate i matrice kreče sa upisivanjem programa. Ovaj korak također oduzima puno vremena. Problem je što stroj nema dovoljno veliku memoriju za pohranjivanje programa. Iz tih razloga operater mora brisati neke programe i upisivati nove kako bi izvršio potrebno savijanje. Samo upisivanje programa sastoji se od više koraka. Potrebno je upisati vrstu alata, debljinu lima, postaviti graničnike za lim te korigirati x osi. Nakon što upiše program kreče sa proizvodnjom prvog komada te provjerom istog. Ukoliko je potrebno operater vrši dodatne korekcije na programu (vidi Sliku 7.4).



Slika 7.4 Upisivanje programa

7.2. Prijedlog poboljšanog stanja

Nakon snimljenog postojećeg stanja predlaže se poboljšanje, kako bi se smanjilo ukupno vrijeme tijekom proizvodnje gotovih proizvoda. Ukupna vremena mogla bi se reducirati na sljedeći način:

1.Prihvat alata

Umjesto trenutnog prihvata na vijke, bolje je koristiti novije verzije prihvata. Postoje prihvati sa držačem (vidi Sliku 7.5) , odnosno ekscentar, pneumatički prihvati i hidraulički prihvat. Trenutno stanje moglo bi se poboljšati da se umjesto standardnih prihvata koriste prihvati sa držačem. Oni su cjenovno najprihvatljiviji a značajno bi ubrzali proces izmjene alata. Kako postoje prihvati za alat, tako postoje prihvati i za matrice. Koriste se hidraulički prihvati pomoću kojih se izbjegava pritezanje matrice pomoću vijaka. Promjena prihvata matrice bitno bi smanjila vrijeme izmjene. S obzirom da u današnje vrijeme postoje strojevi sa automatskom izmjenom alata, treba uzeti u obzir i promjenu stroja kao dugoročnu i isplativu investiciju.



Slika 7.5 Prihvat sa držačem

2.Alati

Prethodno je navedeno da operater tijekom svake izmjene alata mora bespotrebno hodati po potreban alat, odnosno odložiti alat koji mu više nije potreban. S obzirom da se alati nalaze iza stroja, ovdje postoji mogućnost za redukciju vremena. Zbog ograničenja s prostorom alate nije moguće premjestiti na drugo mjesto. Jedini način je da se na alat postavi na pokretna kolica (vidi Sliku 7.6). Na taj način operater može za vrijeme rada stroja pripremiti alat koji mu je potreban za obavljanje sljedećeg naloga. Dakle potrebno je na trenutna kolica sa alatima ugraditi kotače, kako bi se mogla približiti stroju prilikom izmjene alata.



Slika 7.6 Prikaz pokretnih kolica za alate

3. Upisivanje programa

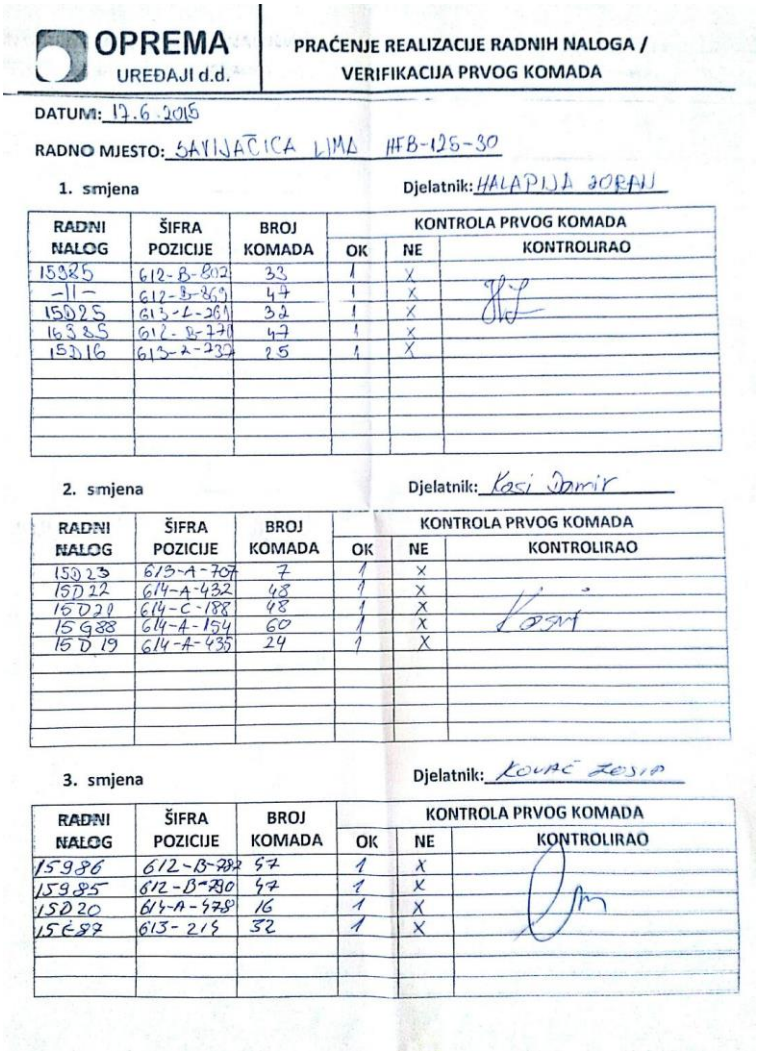
Upisivanje programa definitivno oduzima puno vremena kod izmjene alata. Zbog male memorije stroja operater nije u mogućnosti spremiti program. Iz tog razloga operater je prisiljen brisati programe i upisivati nove. Ovaj korak mogao bi se poboljšati na način da se promjeni upravljačka jedinica koja ima više memorije u odnosu na trenutnu. Na taj način operater ne bi trebao ništa iznova upisivati, već bi „pozvao“ program i mogao bi početi sa savijanjem. S obzirom da na upisivanje programa potroši poprilično vrijeme ovaj bi se prijedlog definitivno isplatio.

7.3. Ušteda sa poboljšanim stanjem

Prema podacima koji su preuzeti iz lista za praćenje realizacije radnih naloga / verifikacija prvog komada otkriveno je da na 1. smjenu u prosjeku imamo tri izmjene alata. Podaci su preuzeti proračunom srednje vrijednosti, u kvartalu od 4-6 mjeseca. Zbog povećanog kapaciteta proizvodnje u razmaku od šest mjeseci stroj radi u 3 smjene. Za provođenje ove analize uzet je uzorak za 3 mjeseca u vremenu povećanog kapaciteta proizvodnje (od 4-6 mjeseca). Prethodno je navedeno da na dnevnoj bazi imamo tri izmjene alata, pa prema tom navodu dolazimo do podatka da se u tri smjene izvrše 9 izmjena alata. Ako to pomnožimo sa 6 radnih dana u tjednu dolazimo do brojke od 54 izmjena alata u 1 tjednu. To znači da mjesečno imamo 216 izmjena alata. Za uzet uzorak od 3 mjeseca izvrše se u prosjeku 648 izmjena alata.

U tehnološkoj dokumentaciji propisano je da sat vremena rada CNC savijačice stoji 180 kuna. Prema izmjerenom podacima trenutno vrijeme izmjene alata iznosi 45 minuta. Ako pomnožimo broj izmjene alata sa vremenom izmjene saznat ćemo da stroj ne radi 486 sati.

Ukoliko bi reducirali vrijeme prema gore navedenoj tablici i proveli SMED metodu dobili bi sljedeće rezultate. Pretpostavimo da se trenutno vrijeme smanjimo sa trenutnih 45 minuta, na poboljšanih 25 minuta. Većina koraka može se reducirati, ponajviše upisivanje programa i postavljanje matrica i alata. Ako pomnožimo broj izmjene alata sa poboljšanih 25 minuta dobijemo iznos od 202.5 sati. Dakle, sa trenutnih 486 sata dobijemo poboljšanih 202.5 sati i uštedu od 283.105 sata. Prema ovim podatcima u uzetom uzorku od 3mjeseca ušteda u financijskom smislu iznosi 51 030 kn.



OPREMA UREĐAJI d.d.

PRAĆENJE REALIZACIJE RADNIH NALOGA / VERIFIKACIJA PRVOG KOMADA

DATUM: 17.6.2015

RADNO MJESTO: SAVIJAČICA LIMA HFB-125-30

1. smjena — Djelatnik: HALAPIJA JORDAN

RADNI NALOG	ŠIFRA POZICIJE	BROJ KOMADA	KONTROLA PRVOG KOMADA		
			OK	NE	KONTROLIRAO
15985	612-B-802	33	1	X	
-11-	612-B-809	47	1	X	
15D25	613-L-261	32	1	X	
16385	612-B-770	47	1	X	
15D16	613-2-232	25	1	X	

2. smjena — Djelatnik: Kasi Damir

RADNI NALOG	ŠIFRA POZICIJE	BROJ KOMADA	KONTROLA PRVOG KOMADA		
			OK	NE	KONTROLIRAO
15D23	613-A-707	7	1	X	
15D22	614-A-432	48	1	X	
15D21	614-C-188	48	1	X	
15G88	614-A-154	60	1	X	
15D19	614-A-435	24	1	X	

3. smjena — Djelatnik: KOVAČ ZDENKO

RADNI NALOG	ŠIFRA POZICIJE	BROJ KOMADA	KONTROLA PRVOG KOMADA		
			OK	NE	KONTROLIRAO
15986	612-B-782	57	1	X	
15985	612-B-780	47	1	X	
15D20	614-A-478	16	1	X	
15E87	613-215	32	1	X	

Slika 7.7 Praćenje realizacije radnih naloga/verifikacija prvog komada (savijanje lima)

Izračun :

-potrebno je napomenuti da broj izmjene alata na CNC štancama nije uvijek isti, zbog različitih vrsta naloga, različite vrste lima. Iz tih razloga uzet je proračun srednje vrijednosti iz liste za praćenje realizacije radnih naloga / verifikacija prvog komada (vidi Sliku 7.7), te je na taj način dobiven prosječan broj izmjene alata za uzorak od tri mjeseca.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + \cdots + x_n}{n}$$

- u jednoj smjeni u prosjeku se vrše 3 izmjena alata na 1 stroju.

  $1\ stroj = 3 * 1 = 3\ izmjena\ u\ jednoj\ smjeni$
- u tri smjene → $3 * 3 = 9\ izmjena$
- gledano na tjednoj razini → $6\ r\ dana * 9 = 54\ izmjena$
- gledano na mjesečnoj razini → $4\ tj * 54 = 216\ izmjene$
- uzorak od 3 mjeseca → $216 * 3 = 648\ izmjene$

$\boldsymbol{t = vrijeme}$, $\boldsymbol{x = broj\ izmjene\ alata}$, $\boldsymbol{H = broj\ sati\ kada\ stroj\ ne\ radi}$

$H = x * t = 648 * 45 = 29160\ min = 486\ h$ TRENUTNO STANJE

Financijski gledano → $486\ h * 180kn = 87\ 480kn$

$H = x * t = 486 * 25 = 12150\ min = 202.5\ h$ POBOLJŠANO STANJE

Financijski gledano → $202.5\ h * 180kn = 36\ 450\ kn$

UŠTEDA →$87\ 480kn - 36\ 450kn = 51\ 030kn$

8. Zaključak

Današnja proizvodnja teži za maksimalnim snižavanjem troškova, a samim time i ostvarivanjem veće dobiti. Temeljni alat za ostvarivanje ovih zamisli je prakticiranje i usvajanje svih metoda unutar LEAN proizvodnje. SMED metodologija je utjecajan alat za ostvarivanje smanjivanja troškova rada. Ako se želi provesti SMED metoda, ostali Lean alati moraju biti dobro provedeni, odnosno trebaju postojati usvojene procedure rada bazirane na 5S metodologiji. To poduzeće Oprema uređaji d.d. ima. SMED nije monotona procedura rada i ne trpi fizičku ili psihičku odsutnost prilikom uvođenja u poduzeće.

Cilj ovog rada bio je provesti SMED metodu na CNC strojevima i ubrzati izmjenu alata što je brže moguće. Kao rješenje predloženo je uvođenje novih prihvata za alate i matrice, obnavljanje upravljačke jedinice te promjena u određenim koracima prilikom izmjene. Svi ti prijedlozi mogu se uzeti za daljnje razmatranje i unaprjeđenje. Detaljno je opisana problematika prilikom izmjene alata. U svrhu boljeg razumijevanja provedena je analiza vremena i upisana u tablice zajedno sa prijedlogom za redukciju, odnosno skraćivanja vremena.

Pregledom izračuna i gubitaka koji se ostvaruju zbog izmjene alata može se zaključiti da SMED metodologiju treba provesti u poduzeću Oprema uređaji d.d. .

U Varaždinu, 30.9.2015.g. Student : Vedran Horvat

(vlastoručni potpis)

9. Literatura

[1] http://www.oprema-uredjaji.com

[2] Shigeo Shingo: Nova japanska proizvodna filozofija, Beograd 1986.

[3] Perinić Mladen, Maričić Sven, Gržinić Elvis: Primjena SMED metode kao jednog od bitnih alata za unaprijeđivanje proizvodnje,Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet

[4] Nedeljko Štefanić, Ivica Veža: Lean menadžment priručnik Proizvodnja i usluge

[5] http://www.rolleri.de

[6] http://www.amada.it

Popis slika

Slika 2.1 Proizvodni asortiman Poduzeća Oprema uređaji 2
Slika 2.2 Prikaz proizvodnog procesa rashladnih uređaja 3
Slika 2.3 Postmix i Premix uređaji 4
Slika 3.1. Lean sustav 5
Slika 3.2 Prikaz Flow-Pull karakteristika 7
Slika 3.3 Prikaz gubitaka u proizvodnom procesu 9
Slika 3.4 Alati koji se koriste u Lean proizvodnji 11
Slika 6.1 Odvoz gotovih pozicija 30
Slika 6.2 Priprema potrebnog materijala 31
Slika 6.3 Vađenje gotovih pozicija 31
Slika 6.4 Revolver od stroja KING 358 32
Slika 6.5 Izmjena alata 32
Slika 6.6 Job lista-naslovna 33
Slika 6.7 Job lista-prikaz alata koji su potrebni za pokretanje programa 33
Slika 6.8 Prikaz alata 34
Slika 6.9 Brušenje matrice na CNC brusilici 35
Slika 6.10 Lista za praćenje realizacije radnih naloga/verifikacija prvog komada (štancanje lima) 37
Slika 7.3 Prikaz matrice i alata sa savijanje 42
Slika 7.4 Upisivanje programa 43
Slika 7.5 Prihvat sa držačem 44
Slika 7.6 Prikaz pokretnih kolica za alate 45
Slika 7.7 Praćenje relaizacije radnih naloga/verifikacija prvog komada (savijanje lima) 47