Implementacija lean i TPS sustava u proizvodnim poduzećima

Martinčević-Mikić, Stjepan

Master's thesis / Diplomski rad

2008

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:807217

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje

DIPLOMSKI RAD

Voditelj rada:
prof.dr.sc. Nedeljko Štefanić

Stjepan Martinčević-Mikić

Zagreb, 2008.
Sveučilište u Zagrebu

Fakultet strojarstva i brodogradnje

DIPLOMSKI RAD

Stjepan Martinčević-Mikić

Zagreb, 2008.

SAŽETAK RADA

U ovom je diplomskom radu, čija je tema implementacija *lean* i TPS sustava, prvo prikazana teoretska osnova ovog modernog proizvodnog sustava. Na temelju tog povijesno-razvojnog prikaza objašnjena su načela i metode primjene navedenog sustava koje služe kao uvod u cjelokupnu problematiku današnjih proizvodnih sustava, prisutnih u poduzećima u našoj okolini i gospodarskom sustavu naše zemlje. Činjenica je da su hrvatska poduzeća, kao i poduzeća u čitavoj Europi, a i šire, suočena ne samo sa rastućom konkurencijom i visokim zahtjevima za kvalitetnom robom i njenom brzom isporukom, već i sa uzdrmanim globalnim stanjem gospodarstva kojemu trenutno prijeti snažna gospodarska i financijska kriza. Takvo stanje zasigurno mora potaknuti vlasnike poduzeća na razmišljanje o načinu na koji će se protiv postojećih i nadolazećih problema boriti. Očigledno je da je danas, u uvjetima ograničenih količina skupih sirovina i jednako tako skupe energije, kao i teško dostupnog obrazovanog i sposobnog kadra, potrebno nastojanja usmjeriti u sređivanje unutrašnjeg stanja u poduzeću te kroz eliminaciju nepotrebno generiranih troškova u poduzeću i kroz podizanje razine kvalitete proizvoda svom poduzeću osigurati traženu konkurentsku prednost. Upravo te mogućnosti pružaju uspješne metode i načela *lean* i TPS sustava. Nadalje, opisana su dva primjera uspješne implementacije spomenutog sustava u dva poduzeća u Americi i njihove probleme i uspjehe u procesu implementacije takvog sveobuhvatnog sustava u postojeću infrastrukturu poduzeća. Uz prvi, teoretski dio, i ovi primjeri predstavljaju okvirni uvod i uvid u stanje i mogućnosti Toyotinog proizvodnog sustava i *lean* proizvodnih principa. Nastavak ovog rada opisuje postupak tijeka implementacije ovakvih sustava u tradicionalno orijentirana poduzeća i definira korake u implementaciji. Uz to je cijelo vrijeme prisutan osvrt na poduzeća u Hrvatskoj i na specifičnosti hrvatskih poduzeća na koje je potrebno obratiti pozornost za vrijeme implementacije sustava te ga, u svrhu što boljeg uklapanja i zadovoljenja potrebnih zahtjeva u postojećoj okolini sa postojećim ograničenjima, preinačiti koliko je to potrebno i moguće. Praktični dio rada obavljen je u punionici vode Gotalovec, čiji je vlasnik Coca-Cola Beverages Hrvatska d.d. Tamo je odrađena *kaizen* radionica kojoj je cilj bio usavršavanje i skraćivanje procesa promjene alata na stroju za punjenje. Uz taj, kroz radionicu su postignuti i brojni drugi ciljevi iz domene TPS i *lean* sustava. Rezultati radionice su u njenom opisu detaljno analizirani i kvantitativno prikazani te su na temelju ove radionice dane smjernice za daljnji proces implementacije u poduzeću.

SADRŽAJ

Uvod ……...…….…….....11

1. Japanska proizvodna filozofija ……..….……14

1.1. Ishodište modernih proizvodnih sustava ...……14

1.2 Osnovni čimbenici japanske proizvodne filozofije ...……15

1.3. Toyota proizvodni sustav ….……..……...27

1.3.1. Kratka povijest Toyote ...……27

1.3.2. Značajke Toyota proizvodnog sustava ...……31

1.3.3. JIT – Filozofija potpunog uklanjanja gubitaka ...……...32

1.3.4. Jidoka – Isticanje i vizualizacija problema ....……...35

1.3.5. Kanban i pull sustav proizvodnje ...…….……...36

1.3.6. Eliminacija rasipanja – srce TPS-a ...……..……...38

1.3.7. TPS ostavština i TPS danas …….……...43

1.4. Vitka (lean) proizvodnja ……...44

2. Analiza uspješnih primjera primjene lean i TPS sustava …….51

2.1. Primjena lean sustava u poduzeću Freudenberg-NOK …….51

2.1.1. O poduzeću Freudenberg-NOK …….51

2.1.2. GROWTTH program poduzeća Freudenberg-NOK ……..52

2.1.3. Primjena lean sustava …….53

2.1.4. Rezultati postignuti uvedenim promjenama ……..54

2.1.5. Analiza vrijednosti/Vrijednosno inženjerstvo (VA/VE) ……...…….57

2.1.6. Zaključak ……57

2.2. Primjer implementacije lean sustava u poduzeću Gelman Sciences ……58

2.2.1. Povijest poduzeća Gelman Sciences ……..58

2.2.2. Osnivanje timova za kontinuirano usavršavanje ……61

2.2.3. Uvođenje lean i TPS metoda ……..63

2.2.4. Zaključak ……70

3. Metoda implementacije lean i TPS sustava u poduzećima ……..71

3.1. Provođenje TPS-a u poduzećima ……..71

3.2. Razvojne faze u procesu implementacije ……..72

3.2.1. Razvoj SMED-a ……72

3.2.2. Rezervno skladište kao prijelazna faza ……..73

3.2.3. Proizvodnja u malim serijama, jednokomadni tok ……74

3.2.4. Razvoj integralnog jednokomadnog toka – NAGARA ……76

3.2.5. Razvoj segmentne i izmješane proizvodnje ……..77

3.2.6. Razvoj ka posluživanju većeg broja strojeva ……77

3.2.7. Proizvodnja bez greške i kanban – završna faza ……...78

3.3. Implementacija TPS-a u odnosu na vrstu proizvodnje ……79

4. Primjer primjene metoda TPS-a u poduzeću ……...81

4.1. Opis poduzeća "Punionica vode Gotalovec" ……81

4.2. Trenutno stanje u poduzeću ……..84

4.2.1. Tok proizvodnog procesa ……...84

4.3. Radionica "Promjena alata na stroju za punjenje" ……90

4.3.1. Pristupanje problemima u radnim grupama ……...90

4.3.2. Ciljevi radionice ……92

4.3.3. Tijek radionice …..……92

4.3.4. Rezultati i zaključak radionice……....106

5. Preinake TPS sustava za primjenu u hrvatskim poduzećima ……107

5.1. Pristup filozofiji ……..107

5.2. Pristup proizvodnom procesu – standardizacija ……108

5.3. Pristup zaposlenicima ……109

6. Zaključak ……110

Popis korištene literature 111

POPIS SLIKA

Slika 1.2.1. *Andon* signalizator

Slika 1.2.2. Model japanske proizvodne filozofije realiziran u tvrtki Toyota

Slika 1.2.3. Primjer *Kanban* dokumenta

Slika 1.2.4. Shema rada *Kanban* sustava

Slika 1.3.1.1. Sakichi Toyoda

Slika 1.3.1.2. Automatski tkalački stan

Slika 1.3.1.3. Kiichiro Toyoda

Slika 1.3.1.4. Eiji Toyoda

Slika 1.3.2.1. 4P model

Slika 1.3.3.1 Usporedba serijske i proizvodnje kontinuiranog toka

Slika 1.3.5.1. Push vs. Pull sustav

Slika 1.3.5.2. Taichii Ohno

Slika 1.3.5.3. Dvije vrste *kanban* dokumenta

Slika 1.3.6.1. Vrijeme obrade u odnosu na ukupno protočno vrijeme

Slika 1.3.6.2. Ćelija jednopredmetnog toka U-oblika

Slika 1.3.6.3. Primjena *heijunka* principa u proizvodnim procesima

Slika 1.3.6.4. SMED postupak kroz faze (korake)

Slika 1.3.7.1. TPS kuća

Slika 1.3.7.2. Toyotin duh proširio se širom svijeta kao "Toyota način"

Slika 1.4.1. Značajke *lean* proizvodnje

Slika 1.4.2. segmenti vitke (*lean*) proizvodnje

Slika 1.4.3. Razine uključenosti *lean-a* u poduzeću

Slika 1.4.4. Taktno vrijeme *lean* proizvodnje

Slika 1.4.5. *Lean* načela na temeljima 5S metode

Slika 2.1.4.1. Produktivnost radnika pod utjecajem *lean*-a

Slika 2.4.1.2. Studija o uljnim brtvama (transformacija na U-oblik ćelija)

Slika 2.2.1.1. Organizacijska shema poduzeća Gelman Sciences 1993. godine

Slika 2.2.3.1. Shematski prikaz proizvodne ćelije U-oblika

Slika 2.2.3.2. Transformacija sa serijskog na sustav ćelija

Slika 2.2.3.3. Organizacijska shema poduzeća 1997. godine

Slika 3.1.1. Početno stanje u procesu implementacije *lean* proizvodnje

Slika 3.2.2.1. Međufaza s korištenjem rezervnog skladišta gotovih proizvoda

Slika 3.2.2.2. Međufaza pull-proizvodnje s montažom prema nalogu

Slika 3.2.3.1. Međufaza tekuće proizvodnje jednokomadnog toka sa izradom po narudžbi

Slika 3.2.4.1. Jednokomadni tok

Slika 3.2.7.1. Završna faza implementacije TPS-a

Slika 3.3.1. Plan za uvođenje Toyota koncepta

Slika 4.1.1. Punionica vode Gotalovec

Slika 4.1.2. Bazen za provjeru kakvoće pročišćenih otpadnih voda

Slika 4.2.1.1. Ulazno skladište punionice

Slika 4.2.1.2. Transporter predformi

Slika 4.2.1.3. Puhalica

Slika 4.2.1.4. Stroj za punjenje (Hansa)

Slika 4.2.1.5. Pakiranje

Slika 4.2.1.6. Paletiziranje

Slika 4.2.1.7. Proces proizvodnje

Slika 4.2.1.8. Prikaz proizvodnog sustava i lanca vrijednosti

Slika 4.3.3.1. Sudionici *kaizen* radionice

Slika 4.3.3.2. Prazan obrazac za mjerenje i zapažanje

Slika 4.3.3.3. Popunjen obrazac za mjerenje i zapažanja

Slika 4.3.3.4. Ormar s alatom i neuredna dokumentacija

Slika 4.3.3.5. Diskusija u sobi za sastanke

Slika 4.3.3.6. Panel s alatom i formatni dijelovi

Slika 4.3.3.7. Podešavanje dizni i postavljanje CIP čašica

POPIS TABLICA

Tablica 1.2.1. Usporedba japanske proizvodne filozofije i zapadne proizvodne filozofije

Tablica 1.4.1. Usporedba tradicionalne i vitke proizvodnje

Tablica 2.2.3.1. Vremenski tok napredovanja *lean* sustava u poduzeću Gelman Sciences

Tablica 2.2.3.2. Rezultati razvoja eksperimentalnih ćelija

Tablica 2.2.3.3. Rezultati postignuti primjenom DCF ćelija

Tablica 4.3.3.1. Plan radionice

Tablica 4.3.3.2. Rezultati – početno stanje

Tablica 4.3.3.3. Rezultati – drugi korak radionice

Tablica 4.3.3.4. Rezultati – treći korak radionice

Tablica 4.3.4.1. Ukupni rezultati radionice

IZJAVA

Diplomski rad sam izradio potpuno samostalno uz pomoć korištene literature i uz konzultacije sa mentorom prof. dr. sc. Nedeljkom Štefanićem, kojemu se ovim putem i zahvaljujem na pruženoj stručnoj pomoći i vođenju za vrijeme izrade diplomskog rada.

Također se ovim putem zahvaljujem i voditelju Coca-Cola Beverages d.d. Punionice Vode u Gotalovcu, gospodinu Renatu Luketinu, kao i cijelom timu zaposlenika na utrošenom vremenu i pomoći pri prikupljanju podataka vezanih uz proizvodni proces i mogućnosti njegovog poboljšanja i usavršavanja te na pomoći pri odrađivanju praktičnog dijela diplomskog rada u punionici vode Gotalovec.

UVOD

U današnje je vrijeme za sva poduzeća, bilo proizvodna ili uslužna, od velike važnosti odabrati konkurentan sustav proizvodnje koji će definirati čitav niz pravila prema kojima će poduzeće poslovati i djelovati. Uspješan sustav funkcioniranja poduzeća nije moguće dobiti ako se prema određenom receptu slijepo prate određeni koraci za postizanje uspješnog i konkurentnog sustava poslovanja. Naime, ovdje su stvari mnogo kompliciranije i zahtjevnije jer se tvrtke nalaze u okolini koja je za svako pojedino poduzeće unikatna, originalna i drugačija. Dakle, svako poduzeće koje teži ka kontinuiranom usavršavanju svog poslovanja mora odabrati neki uspješan proizvodni sustav kao bazu, i na toj osnovi graditi i izgrađivati daljnju proizvodnu strategiju, ali stalno imajući na umu aspekte konkretne okoline određenog, specifičnog poduzeća.

Već postojeća poduzeća u današnje doba teže ka većoj transformaciji ili pak nekim manjim promjenama u poslovanju poduzeća ne bi li se odmakla od tradicionalnog, već ustaljenog načina poslovanja, i nekim novim, u drugim poduzećima već dokazanim načinima i metodama, postigli veću produktivnost, strožu i učinkovitiju kontrolu, konkurentniji proizvod i cijenu itd.

Kao neki od najuspješnijih i najpopularnijih modernih proizvodnih sustava današnjice izdvajaju se *Lean* i *Toyota Production (TPS)* sustavi, kao sustavi koji su predstavljali i još uvijek predstavljaju revoluciju u odnosu na konvencionalne, tradicionalne proizvodne sustave. Ta se dva sustava promatraju i odvojeno, ali najčešće kao dva sustava koja dolaze jedan uz drugi ili još češće kao jedan te isti sustav jer oba svoje korijene imaju u metodama i idejama temeljenima na japanskoj proizvodnoj filozofiji i na samoj proizvodnoj filozofiji poduzeća Toyota. Razvoj i usavršavanje metoda ovih sustava doveo je do toga da je njihova implementacija u poduzeća danas neka vrsta trenda i prestiža, da su poduzećima vrlo zanimljiva i primamljiva te da se metode tih sustava danas često koriste za poboljšanje i povećanje proizvodnje poduzeća. Prava i potpuna implementacija ovakvog sustava u poduzeće dugotrajan je i zahtjevan posao, koji uz mnogo odricanja, kako zaposlenika pojedinačno tako i cjelokupnog poduzeća, na kraju ipak donosi goleme uštede, a samim time i povećan profit i zadovoljstvo. Također, za proces implementacije ovog sustava u poduzeća može se reći da nikad ne završava jer mu je osnovno načelo kontinuirano usavršavanje, a za to postoji neograničen potencijal s obzirom da je savršenstvu moguće samo težiti.

Potrebno je uz sve navedeno i spomenuti kako je TPS ne samo proizvodni sustav nego je to i način života i rada i svojevrsna filozofija s kojom je potrebno saživjeti kako bi se ona shvatila i kako bi ju bilo moguće u potpunosti primijeniti.

Zbog činjenice da se TPS, kao i *lean* sustav smatraju ne samo sustavom nego načinom i filozofijom života i rada, odnosno poslovanja i egzistencije poduzeća koje tu filozofiju "živi", potrebno je u proces transformacije poduzeća, odnosno implementacije tog u sustav prema kojem je poduzeće do sada funkcioniralo, uključiti sve zaposlenike poduzeća. Vrh poduzeća, odnosno zaposlenici na najodgovornijim pozicijama moraju proces započeti i voditi, a ostalim zaposlenicima taj proces predstaviti i približiti kroz organiziranje obuke, edukacije i primjene u samom poduzeću.

Dakle uključenost i prisutnost svih zaposlenika u ovom je procesu vrlo bitna. Pritom je manje važno kako će se zadaci u tom procesu delegirati i taj smjer ne mora nužno biti hijerarhijski, već onakav za kakvog se ocijeni da je najpogodniji za dano poduzeće. Zaposlenici, kao najvažniji dio poduzeća i njegova jedina pokretačka snaga, taj sustav moraju, za vrijeme njegove implementacije, usvojiti i zadobiti uvjerenje da je način na koji ga njihovo poduzeće implementira učinkovit i uspješan te da će donijeti korist kako poduzeću tako i njima samima. U tome se očitava vrijednost zaposlenika u poduzeću, a kroz proces implementacije ovakvog sustava odnos između zaposlenika i poduzeća može se samo još dodatno očvrsnuti kroz stvaranje osjećaja pripadnosti, lojalnosti i sl.

Bitno je napomenuti da je japanska proizvodna filozofija bitno različita od europskih, odnosno zapadnih shvaćanja uspješne proizvodnje i uspješnog poslovanja. Zašto je danas jasno da su japanske proizvodne metode i proizvodni sustav znatno uspješniji od zapadnih? Odgovor na to pitanje vjerojatno je najbolje potražiti u srži poimanja odnosa čovjeka prema poslu i radu kao takvom.

Zapadni način razmišljanja temelji se na ciljevima uspješnog obavljanja posla, kroz precizno određene vremenske rokove za obavljanje tog istog posla. Zbog toga se sve u proizvodnom procesu podređuje tim rokovima. Pritom se teži korištenju najmodernijih strojeva, alata i proizvodnih metoda, ali se vrlo malo važnosti i vremena posvećuje čovjeku, kao nositelju cijelog tog procesa rada. Često je, u okvirima zapadne proizvodne filozofije, čovjek, odnosno zaposlenik nezadovoljan u radnoj okolini u kojoj se nalazi. Naravno da ovaj opis nije zoran prikaz svakog europskog ili američkog proizvodnog poduzeća, ali daje neku općenitu sliku o tome gdje bi

mogao biti najveći izvor problema u radu takvih kompanija. One nipošto nisu neuspješne, ali imaju mnogo prostora da itekako poboljšaju i usavrše svoj cjelokupan proizvodni proces, a sve na višekratnu korist cijelog poduzeća. Ta korist može biti povećanje prometa i dobiti, povećanje zadovoljstva zaposlenika, podizanje imidža i ugleda poduzeća na tržištu i među dobavljačima i sl.

Obzirom da japanska proizvodna filozofija na prvo mjesto stavlja čovjeka tj. pojedinca, bilo u domeni obrazovanja, rada, poslovanja ili proizvodnje, dokaz je da se ona u samoj srži razlikuje od zapadne. To je bitna razlika koja jamči određene prednosti poduzećima koja ju prakticiraju na pravi način. Naime, uz takav odnos prema radu prvenstveno se postiže zadovoljstvo zaposlenika, a to je jedan od glavnih preduvjeta za uspješno poslovanje i pozitivnu atmosferu poduzeća. Uz to danas su gotovo sva svjetska poduzeća, koja misle na svoju budućnost i opstanak na zahtjevnom tržištu, spoznala i shvatila da zaposlenici zaista jesu najvrednije što poduzeće ima i da će se, ako se krene od njih i identificiranja njihove važnosti za poduzeće, kao i njihova zadovoljstva proizišlog iz rada kojeg u poduzeću obavljaju, postići radna okolina u kojoj će problemi biti savladani i rješavani lakše, a postojat će i plodno tlo za kontinuirano usavršavanje procesa i postizanje raznih drugih ušteda i poboljšanja.

1. JAPANSKA PROIZVODNA FILOZOFIJA

1.1. ISHODIŠTE MODERNIH PROIZVODNIH SUSTAVA

Japanska proizvodna filozofija stvarana je kroz godine i godine razvoja japanske industrije i sačinjava ogromnu cjelinu shvaćanja i manifestiranja dobrih koncepata proizvodnje i upravljanja u proizvodnoj praksi. Odnosi se na područje proizvodnje, vođenja poduzeća/industrija i sam filozofski, zdrav odnos prema životu i radu. Neosporna je činjenica da velikim udjelom bit japanske proizvodnje čini i sama Toyotina proizvodna filozofija i ono što je danas poznato kao Toyotin proizvodni sustav. Kako je Toyota rasla i razvijala se tako je imala i sve snažniji utjecaj na cjelokupnu japansku industriju i time je djelomično (sa rastućim postotkom) definirala njen razvoj i stvarala ono što se danas krije iza naziva japanska proizvodna filozofija. Ono što čini tu filozofiju ogromno je i sveobuhvatno područje itekako vidljivo u poduzeću Toyota, a svi se detalji tog područja mogu na neki način iščitati iz proizvodnih i menadžerskih segmenata Toyote.

Kroz povijest, točnije vremenski period u kojem se Toyotin proizvodni sustav (eng. Toyota Production System – TPS) probijao na Zapad i postizao priznanja diljem svijeta, taj je sustav, kao i njegovi protagonisti, pokušao razbiti brojne zablude i pogrešne pretpostavke. Naime, to su zablude kao npr. mišljenje da japansko gospodarsko čudo svoj uspjeh može zahvaliti isključivo mentalitetu društva i prevladavajućoj japanskoj religiji. Zatim, pred argumentima koje pruža jedan takav napredni i sofisticirani sustav tvrdnja da je jedino velikoserijska proizvodnja jeftina, rentabilna i učinkovita gubi svoju snagu i postaje vrlo upitna. Problem koji je tu postojao bio je zapravo taj da se ustaljenim načelima uspješnosti industrije u svijetu bilo vrlo teško suprotstavljati nekim novim, revolucionarnim idejama pristiglima sa Istoka. Postojeći proizvodni sustavi i industrijski divovi koji su u njima stvarali bili su, ali to su i danas, vrlo inertni i zatvoreni za neke značajne organizacijske promjene. Stoga su i napori koje su promicatelji japanske proizvodne filozofije ulagali u širenje tih ideja morali biti ogromni da bi urodili plodom i bili uspješni. Isto tako, japanska je proizvodna filozofija koristila potpuno drugačije sustave kontrole kvalitete proizvoda, i time je rušila, danas se može otvoreno reći, zabludu da je metoda kontrole kvalitete uzorkovanjem najbolja. Kontrola kvalitete kakvu su rabile Toyota i ostale napredne japanske kompanije imale su jasno postavljen cilj – proizvodnja bez škarta ili u

najgorem slučaju neznatna, minimalna razina škarta. Taj je cilj ponukao inovatorsku prirodu japanskih inženjera da se pozabave razvojem metoda, alata i pomagala kojima su naposlijetku dobili sustav kontrole kvalitete pod nazivom "Kontrola na izvoru". Japanska se proizvodna filozofija isto tako nije mirila za zapadnjačkom formulom "troškovi + dobit = prodajna cijena", već kod izračuna cijene proizvoda za krajnjeg korisnika, odnosno klijenta primjenjuje potpuno drugačiju logiku.

Bez previše okolišanja može se reći da japanski proizvodni sustav svoj uspjeh zahvaljuje pristupu proizvodnji s jasnim definiranjem ciljeva, jer se na temelju tih ciljeva angažiralo djelovanje k postizanju tih ciljeva, uz maksimalno korištenje vlastitog i tuđeg znanja.

Potrebno je naglasiti da su se upravo iz japanske proizvodne filozofije stvorila osnovna načela i metode koje sačinjavaju *lean* i Toyota proizvodni sustav, te su korijeni tih, danas najnaprednijih proizvodnih sustava, proizašli upravo iz područja japanske proizvodne filozofije.

1.2. OSNOVNI ČIMBENICI JAPANSKE PROIZVODNE FILOZOFIJE

Pored visokog stupnja automatiziranja proizvodnje s nekoliko rješenja "automatizirane tvornice", u Japanu je paralelno tekao i drugi proces povećanja učinkovitosti proizvodnih sustava, proces racionalizacije, koji je u suštini i pretpostavka i temelj za visoku razinu automatiziranja. Taj proces racionalizacije proizvodnje u svijetu je poznat kao japanska proizvodna filozofija.
Tri su najznačajnija smjera te filozofije, čiji je nositelj Shigeo Shingo:

- racionalizacija proizvodnje,
- proizvodnja bez pogreške,
- proizvodnja bez zaliha, [1].

Tragovi ideje japanske proizvodne filozofije potječu iz japanske brodograđevne industrije. Prvo rješenje JIT (eng. just in time-upravo na vrijeme) planske osnove japanske proizvodne filozofije ostvareno je u "Toyota Motor Company" 1970. godine. Na popularizaciji JIT metode radio je i potpredsjednik Toyote Taiichi Ohno.

Dvije su osnovne pretpostavke za ostvarenje japanske proizvodne filozofije:

- odbojnost prema rasipanju koja je nastala iz duboke svijesti o nedostatku prirodnih resursa,
- razvijene navike i urođeni entuzijazam za kontinuiranim poboljšanjem postojećeg (*Kaizen*).

Temelj japanskog gospodarskog čuda čine racionalizacija proizvodnje, inovacije i unapređenja svih sastavnih elemenata proizvodnje uz maksimalno korištenje vlastitog i tuđeg znanja. Prema podjeli proizvodnje na četiri procesa; tehnološki proces, kontrola, transport i uskladištenje; razlikuju se četiri pravca racionalizacije:

- racionalizacija tehnološkog procesa,
- racionalizacija kontrole kvalitete,
- racionalizacija transporta,
- racionalizacija skladištenja.

Racionalizacija tehnološkog procesa obuhvaća:

- racionalizaciju procesa,
- racionalizaciju operacija.

Racionalizacija procesa sadrži:

- planiranje,
- smanjenje veličina serija i protočnih vremena,
- jednokomadni tok (proizvodnja),
- fleksibilni kapaciteti,
- ujednačavanje proizvodnje,
- izmiješanu proizvodnju,
- *NAGARA* koncept.

Planiranje u ovom sustavu ima dva zadatka: vremenski plan i plan opterećenja. Izrađuju se godišnji, mjesečni i detaljni plan. Temelj plana čini plan montaže koji diktira zahtjeve planovima proizvodnje. Potrebno je ostvariti vezu plana i kontrole. Plan se smatra jednom od najvažnijih funkcija cjelokupne organizacije.

Temelj proizvodnje po narudžbi, koja je prihvaćena sustavom, jesu male serije i kratka protočna vremena. Organizacija proizvodnje u malim serijama, čime se smanjuje potreba za skladištenjem i čekanjem pri operacijama, omogućena je racionalizacijom pripreme operacija, čime se smanjuje vrijeme pripreme stroja za rad. Kratka protočna vremena postižu se uravnoteženjem i sinkronizacijom u cilju izbjegavanja skladišta između procesa (međuskladišta).

”Jednokomadni” tok (one piece flow) ili ”jednokomadna” proizvodnja postiže se premještanjem i rasporedom proizvodne opreme s ciljem smanjenja vremena transporta na minimum. Pri tome su važniji niski troškovi proizvodnje od stupnja iskorištenja kapaciteta. S obzirom na princip proizvodnje po narudžbi, potrebna je fleksibilna proizvodnja koja se brzo prilagođava zahtjevima tržišta. Ujednačavanje proizvodnje ima za cilj da se svaka operacija izvršava na dijelu koji dolazi s najbliže prethodne operacije u proizvodnom procesu. Izmiješana proizvodnja predstavlja proizvodnju s najmanjim skladištem i najbržim protokom. Međutim, taj tip organizacije zahtijeva veliku fleksibilnost. Pretpostavke za uvođenje izmiješane proizvodnje jesu:

- obuka djelatnika za prihvaćanje promjena,
- izbor strojeva, alata i pribora prilagodljivih različitim zahtjevima proizvoda,
- uvođenje kontrole za proizvodnju bez pogrešaka,
- pridržavanje plana i rokova.

Pod *NAGARA* konceptom podrazumijeva se organizacija rada u kojoj se “radi nešto dok se u međuvremenu radi nešto drugo”, tj. organizacija rada pri kojoj izvršitelj obavlja više aktivnosti istovremeno.

Racionalizacija operacija obuhvaća:

- racionalizaciju pripreme opreme za rad,
- racionalizaciju glavne operacije,
- racionalizaciju direktnog rada,
- smanjenje troškova rada.

Racionalizacija pripreme opreme za rad sastoji se u skraćivanju pripremno-završnih vremena. Radne operacije pripreme, koje se obavljaju dok stroj ne radi, predstavljaju unutrašnju zamjenu alata (Inside Exchange of the Die - IED). Drugi tip operacije pripreme može se obavljati dok stroj radi, to je vanjska zamjena alata (Outside Exchange of the Die - OED). Temelj racionalizacije procesa predstavlja zamjena IED poslova OED poslovima. Zamjena IED postupka OED

postupkom temelj je metode trenutne zamjene (Single - Minute Exchange of Die Method - SMED). Njen zadatak je da se vrijeme pripremnih operacija smanji na jednobrojčanu vrijednost (manje od devet minuta). Viša faza razvoja sustava SMED je sustav OTED koji omogućava izmjenu alata pritiskom na dugme (One Touch Exchange of Die - OTED). Vrijeme pripreme metodom SMED smanjuje se ovim postupcima:

- razdvajanje IED i OED,
- pretvaranje IED u OED,
- funkcionalna normizacija,
- funkcionalni pribor za stezanje,
- upotreba prethodno pripremljenih naprava,
- paralelne operacije,
- eliminiranje namještanja,
- mehanizacija.

Glavne koristi primjenom SMED sustava jesu:

- mogućnost organiziranja neprekidne proizvodnje,
- povećanje vremena rada stroja,
- povećanje kvalitete proizvodnje,
- osiguranje pravodobne snabdjevenosti,
- smanjenje broja alata,
- smanjenje ukupnog vremena pripreme, uključujući IED i OED zadatke,
- smanjenje vremena protoka,
- povećanje fleksibilnosti proizvodnje.

Racionalizacija glavne operacije provodi se kroz ove zadatke:

- istovremeno posluživanje više strojeva,
- višeprocesno posluživanje,
- predautomatizacija, [2].

Posluživanje više strojeva ima zadatak iskoristiti vrijeme čekanja operatera na stroju prilikom obavljanja vremenski duge operacije za obavljanje istovremeno ručnog rada na drugim strojevima. O tome se vodi računa i prilikom izrade rasporeda ili novog rasporeda proizvodne opreme. Elementi za proračun broja strojeva koje poslužuje jedan radnik ili poslova koje

paralelno radi, ovise o troškovima rada i troškovima čekanja stroja te o odnosu ručnog i strojnog vremena rada. Višeprocesno posluživanje počiva na istim principima, samo se odnosi na tehnološki proces. Posluživanje više strojeva u praktičnoj je primjeni povećalo proizvodnost 30 do 50 %, a višeprocesno posluživanje 50 do 100 %. Opremanje uređajima predautomatizacije zadatak je rješavanja pripreme stroja (koji ima automatiziran tok obrade) elementima automatizacije pomoću kontrolnih funkcija. Ta automatizacija uglavnom sadrži elemente kontrole operacije.

U japanskoj se proizvodnoj filozofiji veliki značaj pridaje racionalizaciji direktnog rada radnika, naročito fizičkog rada. Prva se poboljšanja ostvaruju u organizaciji radnog mjesta te načinu obavljanja operacija uz pomoć studija rada. Organizacijom toka proizvoda, promjenom mjesta i pribora za odlaganje dijelova i materijala te rasporedom alata i pribora, racionalizira se direktni rad. Ergonomija radnog mjesta iznimno je važna za ove vrste racionalizacija i poboljšanja na području direktnog rada. Temelj te racionalizacije počiva na ovim načelima:

- učinkovit rad usmjeren uštedama u radu,
- najbolje je početi s najmanjim brojem izvršitelja,
- treba stalno provoditi načelo rada s najmanjim brojem izvršitelja,
- besmislena je ušteda u vremenu rada stroja ako to povećava vremena čekanja bez smanjenja troškova, [2].

Smanjenje troškova temelj je svih racionalizacija u proizvodnji i pripremi proizvodnje. Na temelju proizvodnje bez pogrešaka i proizvodnje bez zaliha uz navedene racionalizacije u proizvodnji i pripremi proizvodnje razvijen je NE-troškovni princip. Prema tom principu dobit (D) je razlika prodajne cijene (PC) i troškova (T):

$$D = PC - T \text{ , [2]}$$

Za razliku od troškovnog principa ($PC=T+D$), u kojem se na prodajnu cijenu gleda kao na funkciju troškova, u navedenom NE-troškovnom principu polazi se od tržišne cijene kao konstante utvrđene tržištem, a jedini način da se poveća dobit je smanjenje troškova.

U normiziranoj i uobičajenoj kontroli kvalitete, odstupanje od kvalitete utvrđuje se na kraju proizvodnog procesa ili operacije, čime se daju povratni podaci za promjene u elementima izvršenja proizvodne operacije. Tipičan primjer je statistička kontrola kvalitete koja, nakon što

ispitivanja i mjerenja na određenoj količini uzoraka pokažu odstupanje, djeluje na promjenu elemenata proizvodnog procesa. Na taj se način saznaje o odstupanju kvalitete (škart, pogreška, dorada) nakon završetka operacije ili proizvodnje, pa se to odstupanje može ispraviti tek za sljedeću seriju. U proizvodnji bez pogrešaka odstupanje se kontrolira na izvoru, tj. u toku procesa proizvodnje, tako da povratno djelovanje sprječava odstupanje od kvalitete.

Temeljno načelo tako organizirane kontrole kvalitete jest: "Ne kontroliraj da pronađeš pogrešku, nego da je ispraviš i spriječiš njeno ponavljanje". Cilj tog načela je da ni jedan proizvod ne izađe iz procesa s pogreškom. Sve ostale metode predstavljaju racionalizaciju samog rada na kontroli, ali ne i sigurnost same kvalitete.

Tri su temeljne metode realizacije cilja "proizvodnje bez pogreške":

- neposredna kontrola,
- samokontrola,
- kontrola na izvoru.

Metodom neposredne kontrole organizira se kontrola tako da svaki sljedeći izvršitelj kontrolira prethodne operacije. Na taj se način u sljedećoj operaciji kontrolira svaka prethodna operacija. Primjenom te metode postiže se smanjenje pogrešaka na samo 10 – 20 % ranijih vrijednosti.

Metoda samokontrole (operaciju kontrolira sam izvršitelj) pokazala se nesigurnom. Bolji rezultati u primjeni te metode ostvareni su ugrađivanjem naprava koje neovisno o radniku same signaliziraju pojavu pogreške na dijelovima ili proizvodima. Radi se napravama *andon* sustava. *Andon* je naziv za uređaj ili sustav koji upozorava menadžment, službu održavanja i ostale radnike na nepravilnost u procesu, a s ciljem održavanja kvalitete proizvoda na zadanoj razini i osiguranja proizvodnje bez škarta. Radi se o sustavu koji objedinjuje kontrolne uređaje koji ugrađenim senzorima prepoznaju određeni problem u procesu i obavještavaju svoju okolinu svjetlosnim signalima. Najčešće se radi o svjetlima crvene, narančaste i zelene boje, a značenje im je slično kao i svjetlima na semaforima. Isto tako, radnik ima mogućnost preko *andon* sustava zaustaviti proizvodnu liniju u slučaju da uoči pogrešku.

Andon je jedan od glavnih elemenata *Jidoka* sustava kontrole kvalitete i najveća mu je prednost što daje mogućnost da se pogreške ispravljaju na izvoru njihova nastanka, tako da se sprečava njihova ponovna pojava. Moderni *andon* sustavi imaju više mogućnosti, pa tako

prepoznaju vrstu pogreške na alatima, proizvodima i sl., a obavještavaju vizualnim i audio signalima, pa čak i tekstualnim porukama koje opisuju pogrešku i imaju ponuđena neka od mogućih rješenja. Slika 1.2.1. prikazuje izgled jednog *andon* signalizatora.

Slika 1.2.1. *Andon* signalizator

Metoda kontrole na izvoru znači sprječavanje pogrešaka neprekidnim nadziranjem čimbenika koji je mogu uzrokovati. Iz te metode razvila se metoda *poka-yoke* (sprječavanje pogrešaka) koja počiva na uređajima za sprječavanje pogrešaka. Usvojeno je pet načina realizacije *poka-yoke* metode:

- ako se proizvod obrađuje pogrešno, tada ne može odgovarati steznom alatu,
- ako je proizvod s pogreškom, stroj ne može početi s radom,
- napravom se ispravlja pogrešna obrada i operacija se nastavlja,
- naprava uočava pogreške prethodnog procesa,
- naprava uočava izostavljenu operaciju, [1].

Ta kontrola kvalitete treba osigurati Demingov krug u procesu proizvodnje koji se zasniva na ovih pet pretpostavki:

- netočna je pretpostavka učinjena pri upravljačkom planiranju ili je pogrešno odabran sustav tehnološkog procesa,

- pojedini strojevi uključeni u proces proizvodnje mogu biti neispravni,
- proces je ispravan, ali sirovine (materijal) sadrže skrivene pogreške,
- alat može biti istrošen pa ga treba zamijeniti novim,
- operater ne nadgleda stroj za vrijeme rada, pa je to uzrok odstupanja od kvalitete.

Proizvodnja bez zaliha zasniva se na zakonitosti točnog izvršavanja obveza svih sudionika na zajedničkom proizvodu, a te se obveze odnose na završetak i isporuku proizvoda u točno određenom vremenu kad je potreban za sljedeću, višu razinu proizvodnog procesa (montaža, ispitivanje, puštanje u pogon). To podrazumijeva točnu i kvalitetnu isporuku na vrijeme kad je to potrebno, a ne ni prije ni kasnije. Zato se ta metoda i zove "just in time" (upravo na vrijeme) metoda. Razlozi za takvu organizaciju proizvodnje vidljivi su u činjenici da se implementacijom postiže manje ili uopće nema obrtnih sredstava i kamata, reklamacija i višefazne kontrole, odstupanja od planiranih rokova, praznih hodova i čekanja na obradu u proizvodnji, a vrijeme protoka kroz proizvodnju je kraće. Na taj se način zadovoljavaju zahtjevi suvremenog tržišta kao što su fleksibilnost proizvodnje prema malim ciklusima vijeka proizvoda ili pak proizvodnja bez pogrešaka i rasipanja.

Tri glavne pretpostavke za organizaciju i uvođenje proizvodnje bez zaliha jesu:

- racionalizacija proizvodnje,
- uvođenje proizvodnje bez pogrešaka i uvođenje kontrole na izvoru,
- precizan plan proizvodnje i visoka razina sustava upravljanja, [2].

Proizvodnja bez zaliha predstavlja suprotnost široko prihvaćenoj koncepciji zapadne proizvodnje – velike zalihe na širokom, često otvorenom skladišnom prostoru. Kao ilustracija koncepta sustava "proizvodnje bez zaliha" uzima se Toyota sustav koji se može sažeto prikazati ovim karakteristikama:

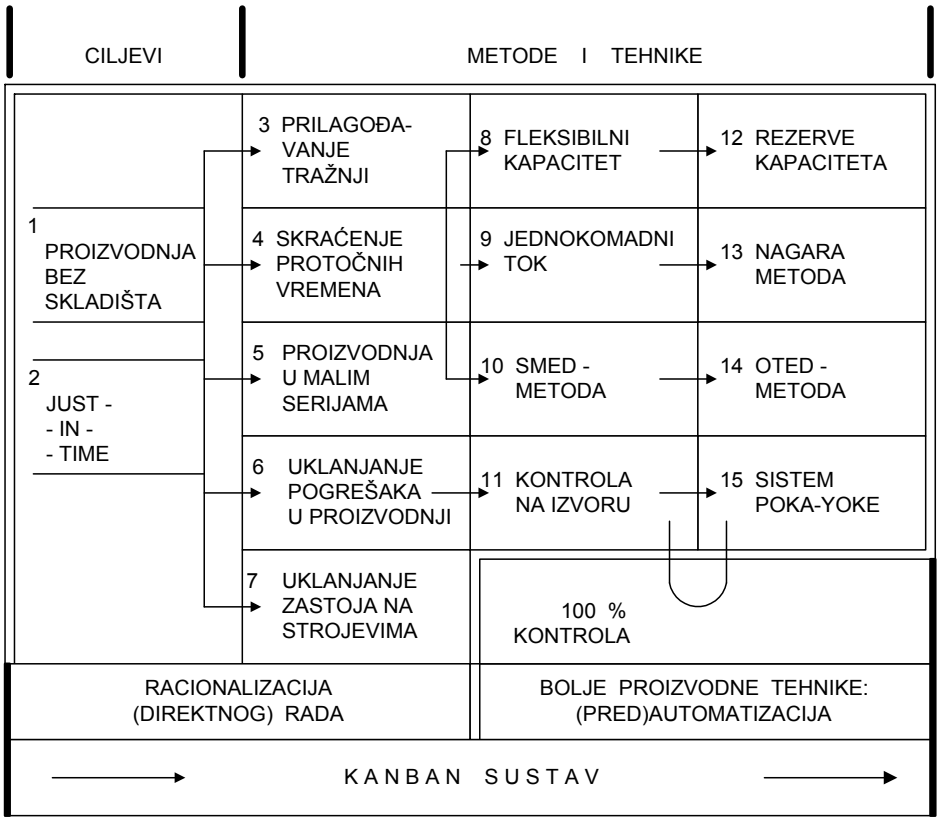
- Smanjenje troškova dosljednim eliminiranjem svih gubitaka. Ovdje se pod gubicima smatra sve što ne povećava upotrebnu vrijednost proizvoda (kontrola, transport, skladištenje),
- Uvođenje proizvodnje u malim serijama, uravnoteživanje i sinkronizacija operacija, uvođenje jednokomadnog toka,
- Skraćenje vremena protoka primjenom sustava za skraćivanje vremena pripreme,

- Proizvodi se samo po narudžbi (za poznatog kupca), ali tako da nema potrebe za skladištem,
- Uz pomoć proizvodnje bez zaliha eliminira se "gubitak ili rasipanje u višku proizvodnje" i smanjuju troškovi proizvodnje.

Na slici 1.2.2. prikazan je model proizvodnje bez zaliha primijenjen u tvrtki Toyota. Na ovoj slici *Kanban* sustav predstavlja organizaciju naručivanja potrebnih dijelova i materijala za proizvodnju i montažu.

Kako bi se stekao osjećaj veličine efekata koji se postižu primjenom navedenih metoda organizacije proizvodnje, navedeni su rezultati koji su ostvareni u jednoj kompaniji u Japanu:

- pripremno vrijeme smanjeno je sa četiri sata na tri minute,
- protočno vrijeme (lead time) smanjeno je sa 47 dana na 3 dana,
- vezanost zaliha je smanjena sa 40 na 3 dana,
- proizvodni škart je smanjen na 1/20 ranijih vrijednosti, [2].

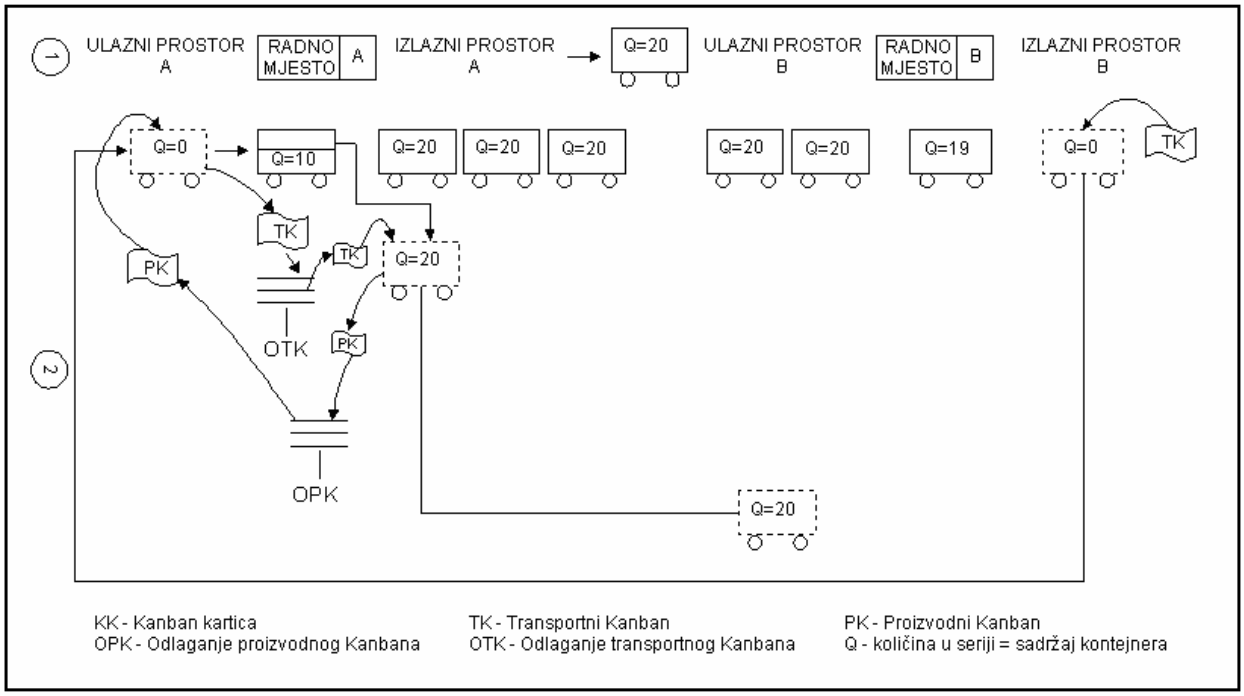


Slika 1.2.2. Model japanske proizvodne filozofije realiziran u tvrtki Toyota

Kanban je metoda određivanja potreba materijala i dijelova po proizvodnim radnim mjestima. Kanban znači kartica ili oznaka. Razlikuju se proizvodne (PK) i transportne (TK) *kanban* kartice. Materijali ili proizvodni dijelovi (s prethodnih operacija) nalaze se u kutijama ili kontejnerima (ovisno o veličini i količini), a količina u spremniku jednaka je veličini proizvodne serije.

POLICA: A BROJ NA STRAŽNJOJ N5E215 STRANI KOMADA A2-15	Prethodni proces:
Broj dijela : 35670507	KOVANJE B-2
Naziv dijela : ZUPČANIK MOTORA	Sljedeći proces:
Model auta: 5 x 50 BC Kapacitet kontejnera: 20 / Tip kontejnera: B / Proces br.: 4/8	OBRADA M-6

Slika 1.2.3. Primjer *Kanban* dokumenta



Slika 1.2.4. Shema rada *Kanban* sustava

Broj kontejnera izračunava se prema sljedećem izrazu:

$$n = \frac{D \cdot T}{C}$$

gdje su:

n - ukupni broj kontejnera (kutija),

D - količina potrošnje sa radnog mjesta,

C - veličina kontejnera (kutije) izražena količinom dijelova,

T - vrijeme potrebno da kontejner izvrši puni ciklus: punjenje, čekanje, premještanje, korištenje i vraćanje na ponovno punjenje.

Svako radno mjesto ima ulazni i izlazni prostor. U ulazni prostor dolaze kontejneri sa proizvodnim *Kanbanom* koji je odložen na odlaganju proizvodnog *Kanbana*. Na radnom mjestu kontejner se puni dijelovima sa operacijom na tom radnom mjestu. Kada je kontejner pun (Q=20 komada u danom primjeru) na njega se stavlja transportni *Kanban* i on se premješta u ulazni prostor drugog radnog mjesta.

Na radnom mjestu B obrađuje se naredna operacija. Kada se obradi svih 20 komada kontejner je prazan, na njega se stavlja transportni *Kanban* (TK) i dolazi prazan u ulazni prostor radnog mjesta A.

U tablici 1.2.1. dane su usporedbe japanske (Toyotine) i zapadne proizvodne filozofije.

Čimbenici	**Toyota *Kanban* filozofija**	Zapadna filozofija
Proizvodni sustav	Narudžbe kupaca "vuku" proizvod kroz proizvodnju (pull sustav)	Sustav "gura" proizvode kroz proizvodnju (push sustav)
Proizvodna količina	Male količine se proizvode sa smanjenim vremenom pripreme	Proizvode se velike količine zbog dugog vremena pripreme
Zalihe	Odgovornost. Svi napori moraju biti usmjereni ka radu s minimalnim zalihama	Zaštita od predviđenih pogrešaka, problema sa strojevima, zakašnjele isporuke. Više zaliha je "sigurnije"
Veličina serije	Samo trenutne potrebe. Minimalna količina, ponovne popune zaliha su poželjne za dijelove koji se kupuju i koji se proizvode	Formula. Uvijek se ponovno razmatra optimalna veličina serije pomoću formula koje uključuju zalihe i cijene pripreme
Priprema	Brza izmjena dozvoljava male količine i dopušta široku raznolikost dijelova	Niski prioritet. Uobičajeni cilj je maksimalni izlaz
Oblikovanje procesa	Istovremeno oblikovanje proizvoda i procesa	Proces se oblikuje nakon oblikovanja proizvoda
Zaposlenici	Višestruko osposobljeni, fleksibilni i dobro rade u timovima	Specijalizirani i sa strogim pravilima rada
Donošenje odluka	Osposobljenost radnika omogućava brzo reagiranje	Centralizirano na razini menadžmenta
Sustav kvalitete	Svi su odgovorni za kvalitetu	Posao kontrolora kvalitete
Sustav poboljšanja	Težište je na malim ali kontinuiranim poboljšanjima	Prevladava stav: "Ako nešto nije upropašteno, to ne treba popravljati".

Tablica 1.2.1. Usporedba japanske proizvodne filozofije i zapadne proizvodne filozofije

U ovom poglavlju prikazane su osnove i neke metode japanske proizvodne filozofije, ogromnog sustava i kulture koji je nastao i izrastao iz posebnog odnosa prema poslu/radu i osjećaju odgovornosti za sebe i suradnike, te snažnom osjećaju odanosti i dužnosti prema poduzeću i vjere u dugoročnu dobrobit i svijetlu budućnost istoga. Uz taj poseban odnos prema radu i godine razvoja i usavršavanja proizvodnih procesa, kao i uz kontinuirano uvođenje modernih metoda rada i modernih tehnologija u procese od samog nastanka japanske industrije, danas je pojam japanske proizvodnje i industrije prepoznat diljem svijeta, a mnogo japanskih poduzeća svjetski su "brandovi" i znak kvalitete. Jedan od jačih aduta japanske proizvodnje je naravno i poduzeće Toyota koja je i sama odigrala snažnu ulogu u razvoju japanske proizvodne filozofije i onoga što ona danas znači.

1.3. TOYOTA PROIZVODNI SUSTAV

1.3.1. KRATKA POVIJEST TOYOTE

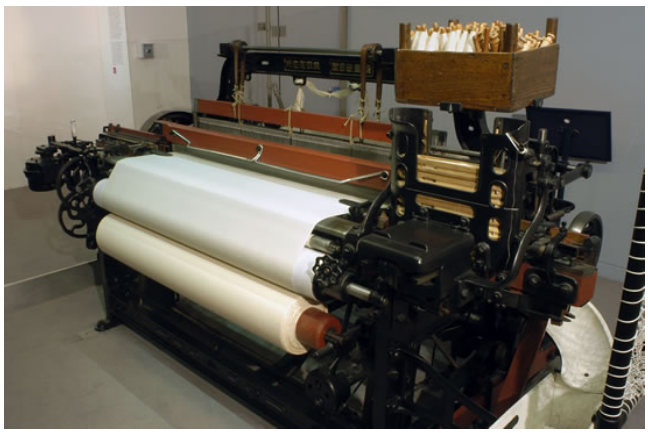
Unatoč činjenici da danas Toyota ima više od 250,000 zaposlenih širom Svijeta, velikim je dijelom prema naravi to još uvijek "obiteljski posao" sa snažnim utjecajem osnivačke obitelji, obitelji Toyoda. Snažno vodstvo i filozofija obitelji Toyoda prožimala je poduzeće Toyota desetljećima od njenog nastanka do danas i ta filozofija i spomenute karakteristike dio su genetskog zapisa poduzeća Toyota. Isto tako, za potpuno i dubinsko shvaćanje TPS-a i pojma vitka (*lean*) proizvodnja potrebno je steći i detaljan uvid u povijest i osobnost članova obitelji Toyoda.

Počeci se vežu uz kraj 19. stoljeća i Sakichi Toyodu (slika 1.3.1.1.), izumitelja koji je 1894. počeo proizvoditi ručne tkalačke stanove, koji su bili jeftiniji, a bolje su radili od postojećih. Zatim je pokušao pokrenuti te tkalačke stanove parnim strojem. Pritom je, u pokušajima pokretanja stanova snagom odvojenog parnog motora koristio metodu pokušaja i pogrešaka – pristupom koji je postao jednom od osnova TPS-a, *genchi genbutsu*. Godine 1926. osnovao je poduzeće Toyoda Automatic Looms Works, roditeljsko poduzeće kasnije osnovanoj Toyota grupi. Obzirom na svoju izumiteljsku narav, usavršio je postojeće tkalačke stanove i izradio koncept automatskog tkalačkog stana (slika 1.3.1.2.), s brojnim prednostima pred postojećima.

Taj je izum kasnije postao standardnim proizvodom Sakichijeva poduzeća. Vrijednost mu nije bila samo u činjenici da radi automatski, već i da posjeduje sposobnost rasuđivanja koja je bila ugrađena u sam stroj. Ta je sposobnost bila ostvarena mehaničkim napravama koje su sprečavale daljnju proizvodnju ukoliko bi bilo detektirano da će proizvedeni proizvodi biti defektni.

Slika 1.3.1.1. Sakichi Toyoda

Jedan od takvih mehanizama bila je kočnica koja bi automatski zaustavila stan kad god bi konac pukao. Taj je izum kasnije evoluirao u opširniji sustav koji je postao jedan od temelja TPS-a, *jidoka* (automatizacija sa "ljudskim dodirom"). Naime, radi se o sustavu ugrađivanja kvalitete za vrijeme prerade i proizvodnje samog proizvoda, nazvanog "otpornost na pogreške". Sakichi Toyoda, koji je kao sjajan inženjer dobio i počasan naziv japanski "Kralj izumitelja" pridonio je razvoju Toyote prakticirajući pristup poslu baziran na načelu kontinuiranog, stalnog poboljšanja.



Slika 1.3.1.2. Automatski tkalački stan

Sin Sakichi Toyode, Kiichiro Toyoda (slika 1.3.1.3.), stečenim kapitalom od 100,000 engleskih funti 1930. godine osnovao je Toyota Motor Company. Osnivanje automobilske industrije nije bio slučajan potez, već je ta zadaća Kiichiri bila zadana sa razlogom. Naime, Sakichi je pretpostavio i znao kako je automobilska industrija posao budućnosti, i stoga je bilo potrebno s istim započeti na vrijeme. Kiichiro je studirao strojarstvo na prestižnom Tokyo Imperial University-u i fokusirao se na tehnologiju motora. Unatoč stečenom formalnom inženjerskom znanju, koristio je efikasnu metodu svoga oca da uči na način da radi, odnosno pokušava. Njegovo je poduzeće nakon Drugog svjetskog rata palo u tešku krizu, kao i ostatak industrije. Unatoč strahovanju vodstva poduzeća, potreba američkih okupacijskih snaga za vozilima dovela je do revitalizacije industrije, pa tako i Toyote. Unatoč aktivnoj proizvodnji, inflacija i općenito loše političko i gospodarsko stanje Toyotu je dovelo gotovo do bankrota.

Krizna politika koju je Toyota bila primorana uvesti odnosila se na drastično smanjivanje troškova, a sastojala se od niza mjera kao što je bilo 10 postotno smanjenje plaća, a na kraju je dovela čak i do "dobrovoljnog" umirovljenja 1,600 zaposlenika. Bili su umirovljeni kako bi bila ispoštovana Kiichirina politika protiv otpuštanja radnika. Sam je prihvatio odgovornost za pad poduzeća i dao ostavku na mjesto predsjednika, čime je napravio ogromnu žrtvu za poduzeće i tako ga spasio s obzirom da je smirio nemirne duhove radnika spremnih na proteste i štrajk. Isto tako, veličina njegove žrtve vidljiva je u činjenici da je u duhu istinske Toyotine filozofije, prešao preko osobnih briga i zadovoljstava, čak i preko vlastite časti i ponosa, kako bi osigurao dugoročan boljitak poduzeću na način da je preuzeo odgovornost za nastale probleme, iako su bili uzrokom djelovanja više sile.

Slika 1.3.1.3. Kiichiro Toyoda

Čovjek koji je tada preuzeo tvrtku bio je Sakichiev nećak i Kiichirin mlađi bratić Eiji Toyoda (slika 1.3.1.4.). On je također studirao, kao i Kiichiro, na Tokyo Imperial University-u, te je nakon što je diplomirao 1933. dobio zadatak od Kiichira da organizira istraživački laboratorij u Shibauri. Počeo je radeći svakojakve poslove: od pregledavanja defektnih vozila, istraživanja svojstava strojnih alata i istraživanja koja bi poduzeća mogla proizvoditi dijelove za Toyotu do pronalaska dobavljača dijelova za Toyotinu tvornicu u predjelu Tokya. Također je odgajan i odrastao u filozofiji i uvjerenju da se moraš osloniti na sebe i "uprljati ruke" da bi napravio željeni posao. Ako je izazov bio veći, odgovor je bio pokušavati – učiti radeći. Tako su vrijednosti poduzeća oblikovali razvoj i izbor svake generacije onih koji su poduzeće vodili. On je inzistirao na kontinuiranoj implementaciji JIT i *jidoka* metoda u poduzeće i na taj je način podizao produktivnost radnika u onom dijelu rada koji povećava vrijednost proizvodu. Na taj je način omogućio Toyoti da stane rame uz rame s američkom i europskom konkurencijom.

Slika 1.3.1.4. Eiji Toyoda

Na kraju je Eiji postao predsjednikom tvrtke, i vodio ju kroz njeno razdoblje snažnog rasta nakon Drugog svjetskog rata sve do vremena kad je postala snažna globalna kompanija. Vodio je tvrtku poštujući temeljna načela vlastite proizvodne filozofije, koja su se odnosila prvenstveno na kompletno uklanjanje svih vrsta rasipanja u poduzeću. Odigrao je ključnu ulogu u odabiru i osnaživanju vodstva tvrtke, koje je kroz godine oblikovalo TPS u ono što danas jest. Sve navedeno neprocijenjivo je nasljeđe obitelji Toyoda.

1.3.2. ZNAČAJKE TOYOTA PROIZVODNOG SUSTAVA

"Toyota Motor Corporation" i proizvodni sustav tog poduzeća način je obavljanja posla i proizvodnje motornih vozila koji se ponekad poistovjećuje sa "*Lean* sustavom proizvodnje" ili "Just-in-time (JIT) sustavom", a postao je poznat i proučavan širom svijeta.

Taj je proizvodni sustav temeljen na dugogodišnjem prakticiranju filozofije kontinuiranih poboljšanja i usavršavanja sa ciljem proizvodnje onakvih vozila kakve kupci žele i to na najbrži i najučinkovitiji način. Sam Toyota proizvodni sustav (TPS) baziran je na dva koncepta. Prvi je među njima *jidoka*, a to je ukratko sustav automatskog zaustavljanja strojeva ili postrojenja u slučaju kada se dogodi neki problem, bez obzira na uzrok tog problema, kako bi se izbjegla daljnja proizvodnja defektnih, škart dijelova ili proizvoda.

Drugi je koncept "Just-in-time" (upravo na vrijeme), a odnosi se na uspostavljanje kontinuiranog toka između pojedinih procesa u proizvodnji. Dakle, u prethodnom se procesu proizvodi samo ono što zahtjeva sljedeći proces, a cjelokupnu proizvodnju definiraju vremenski rokovi isporuke, koji su rezultat zahtjeva klijenata i tehničkih mogućnosti proizvodnog pogona.

Baziran na ova dva koncepta, TPS je u mogućnosti proizvoditi motorna vozila svjetski priznate kvalitete, brzo i učinkovito i uz to zadovoljiti sve zahtjeve klijenata.

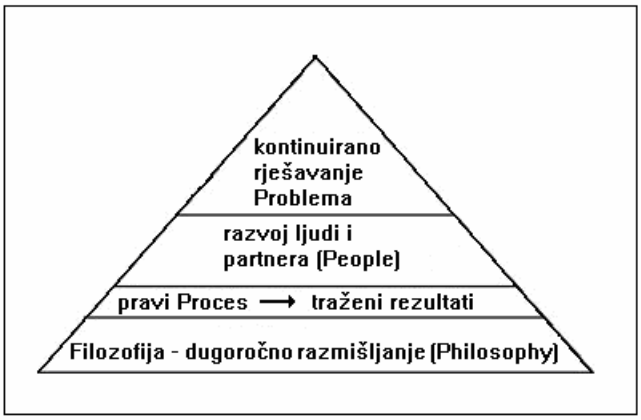
Može se reći da ključ uspjeha TPS-a leži u menadžerskoj vještini uspješnog balansiranja uloge ljudi (zaposlenika) u organizacijskoj kulturi koja očekuje i cijeni neprestani razvoj, sa tehničkim sustavom baziranim na protoku sa dodavanjem vrijednosti proizvodu ("adding value flow") sa svakim korakom u procesu.

TPS je nadalje koncipiran na 14 menadžerskih principa svrstanih u 4 gupe/razreda, što se naziva "4P modelom" (slika 1.3.2.1.). Te četiri grupe obuhvaćaju:

1. Filozofija dugoročnosti (long term Philosophy)
2. Izbor pravog procesa za postizanje pravih/traženih rezultata (Process)
3. Razvoj zaposlenih i partnera (People)
4. Rješavanje korjenskih problema i njihova prevencija (Problem solving) → dovodi do efekta učenja organizacije (organizational learning), [1]

Dakle, 4P model odnosi se na 4 ključne riječi koje se susreću u svakom poduzeću i kojima se menadžeri bave na ovaj ili onaj način. One mogu definirati viziju ili misiju poduzeća ili pak

davati smjernice njegova razvoja, a mogu i načelno definirati načine kojima se poduzeće nosi s problemima, neovisno o tome kakva im je priroda. U te četiri skupine TPS svrstava svojih 14 menadžerskih principa, a već ovisno o tome na koje se područje od četiri spomenuta odnose. Taj je model okosnica TPS-a, a u savršenom je suglasju s već spomenutim iskonskim konceptima sustava (*jidoka* i JIT). Ova piramida nema hijerarhijsku podjelu već promatra filozofiju kao bazu koja sačinjava sve što se tiče imena Toyota, a stvaralo se od njena nastanka do danas. Nadalje, "pod kapom" kontinuiranih poboljšanja i rješavanja problema te filozofije koja prožima svaki dio poduzeća Toyota, nalaze se jednakovrijedni elementi razvoja ljudi i partnera, primjerice dobavljača, kao i odabir i usavršavanje proizvodnog procesa.



Slika 1.3.2.1. 4P model, [1]

Koncepti TPS-a čine kostur ogromnog, složenog sustava i cijele filozofije koja iza njega stoji, Toyotine proizvodne filozofije. Način na koji se ti koncepti u praksi ostvaruju sačinjava čitav niz, kroz vrijeme usvojenih i standardiziranih proizvodnih postupaka i metoda, koje će biti pobliže prikazane i objašnjene u sljedećim poglavljima.

1.3.3. JIT – FILOZOFIJA POTPUNOG UKLANJANJA GUBITAKA

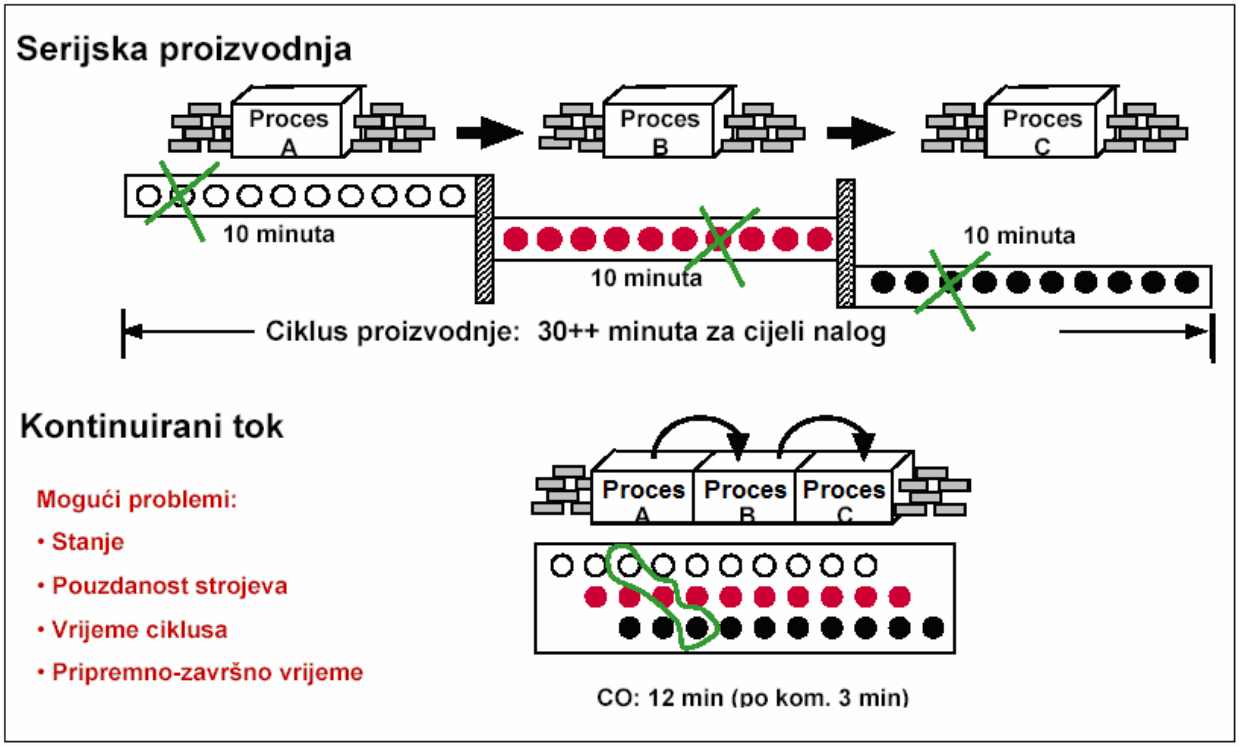
"Just-in-time" metoda ili koncept odnosi se općenito na proizvodnju količine proizvoda upravo tolike kolika je potrebna. Daljnja razrada tog koncepta može se promatrati u okvirima potrebne količine proizvoda za koga ili za što. Ako poduzeće promatramo u okvirima njegove

vanjske okoline (tržište, konkurencija, kupci...) potrebnu količinu određuje nitko drugi nego sam klijent ili kupac, odnosno tržište. S druge strane, unutar poduzeća, potrebnu količinu određuje proces, koji se opet postavlja tako da proizvodi količinu naručenu od klijenta. Unutar samog poduzeća, JIT funkcionira tako da svaki naredni proces određuje količinu prerađenog ili proizvedenog proizvoda na prethodnom. Na taj se način poduzeće rješava gubitaka uzrokovanih postojanjem međuskladišta, odnosno čekanjem između pojedinih operacija u proizvodnom procesu. Da bi se izbjegla velika skladišta gotovih proizvoda i sirovina, potrebno je stvoriti kvalitetnu i učinkovitu mrežu klijenata, s kojima treba imati strogo poslovno uređene odnose, ali temeljene na suradnji i obostranom zadovoljstvu. Isto tako, za nabavu sirovina za potrebe vlastitog poduzeća potrebno je organizirati uspješan sustav upravljanja lancem dobave (supply chain management).

Drugim riječima, JIT se odnosi na proizvodnju onoga što je potrebno, kada je potrebno i koliko je potrebno. Da bi to bilo moguće postići, pogotovo u industriji kao što je automobilska industrija u kojoj se gotov proizvod sastoji od oko 30,000 dijelova, potrebno je načiniti detaljan proizvodni plan. Takvi planovi osiguravaju učinkovito odvijanje i funkcioniranje JIT metoda u poduzeću, a sadrže informacije dobavljanja sirovina i dijelova, termine proizvodnje i sl. Dobava dijelova i sirovina u pravoj količini i u pravo vrijeme uklanja većinu izvora gubitaka, nepravilnosti i nerazumnih potreba, te rezultira povećanom produktivnošću.

Na slici 1.3.3.1. vidljiva je usporedba serijske i proizvodnje kontinuiranog toka. Ova potonja upravo je onakva kakvu propisuju značajke JIT proizvodnje. Takav jednokomadni kontinuirani tok ("one-piece-flow") suprotan je serijskoj proizvodnji. Ovdje se, umjesto obrađivanja većeg broja istih proizvoda, koji nakon obrade čekaju sljedeću operaciju, obrađuje svaki proizvod pojedinačno, ali bez prekidanja toka. Pojedinačna kontinuirana proizvodnja povećava kvalitetu i smanjuje troškove. Na slici se vidi koje su prednosti takve proizvodnje (smanjeno ukupno protočno vrijeme i dr.), ali da proces kojim bismo takvo stanje postigli nije jednostavan, dokazuju brojni problemi koji se ovdje mogu pojaviti. Ti problemi mogu primjerice biti pouzdanost strojeva, općenito stanje proizvodne opreme i infrastrukture, trajanje pripremno-završnih vremena i drugi problemi koji bi mogli otežavati postizanje željenog stanja. Drugim riječima, za postizanje takve proizvodnje, potrebno je, osim ulaganja napora u uspješnu reorganizaciju sustava, posjedovati moderne strojeve, alate i naprave na zavidnoj tehničkoj razini. Dakle, potrebno je biti opremljen proizvodnom opremom koja će zaista moći pouzdano obavljati zadaću

za koju je namijenjena i to u uvjetima rada sustava s kontinuiranom, JIT proizvodnjom. Tek će se zadovoljenjem više različitih kriterija postići zajednička harmonija. Stoga je prvenstveno potrebno da promjena bude pokrenuta od strane sposobnog i ambicioznog menadžmenta. Zatim, potrebno je da te ideje i njihovu korist za poduzeće članovi menadžmenta prenesu ostatku zaposlenka na način da ih uvjere da su promjene u poduzeću potrebne i da je to što se u poduzeću događa promjena na bolje. Na kraju je potrebno provesti te dobre zamisli u djelo, odnosno primijeniti te promjene na rad i poslovanje poduzeća. Za to je, između ostalog, potrebna i kvalitetna i pouzdana proizvodna oprema, kao i kvalificirani i vrijedni zaposlenici.



Slika 1.3.3.1 Usporedba serijske i proizvodnje kontinuiranog toka, [3]

U slučaju poduzeća Toyota cilj koji se postavlja u skladu s opisanom JIT metodom jest isporučiti vozilo specificiranih karakteristika i naručeno od strane klijenta i to najbrže moguće. Taj proces od narudžbe do isporuke izgleda ovako:

1. Nakon zaprimanja narudžbe za novo vozilo, naputak za proizvodnju mora biti izdan što je prije moguće, kako bi započeo proces pripreme proizvodnje,

2. Montažna linija mora biti opskrbljena malom (ali dostatnom) količinom svih vrsta dijelova kako bi mogla biti sastavljena bilo koja vrsta naručenog vozila (osiguravanje fleksibilnosti proizvodnje),
3. Dijelovi utrošeni na montažnoj liniji moraju biti nadoknađeni istim brojem novih dijelova iz procesa proizvodnje dijelova (odnosno iz prethodnog procesa),
4. Prethodni proces mora biti opskrbljen malom količinom svih vrsta dijelova, a proizvoditi samo dijelove koji su bili upotrijebljeni ili iskorišteni u narednom procesu/operaciji, [2].

1.3.4. JIDOKA – ISTICANJE I VIZUALIZACIJA PROBLEMA

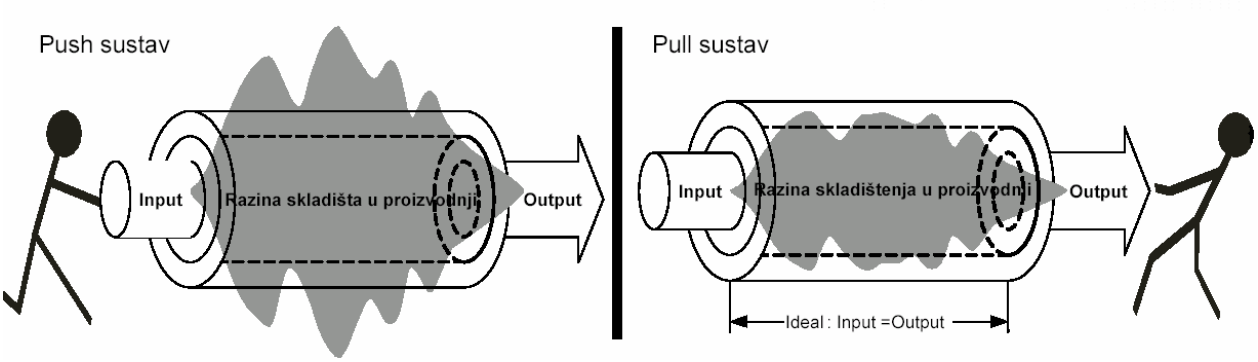
Jidoka metoda kreće od potrebe, odnosno inzistiranja na tome da kvaliteta mora u proizvode biti "ugrađena" za vrijeme proizvodnog procesa. Općenito, *jidoka* sustav se odnosi na automatsko zaustavljanje stroja na kojem je detektirana pogreška ili kvar na samom stroju ili pak defektan proizvod ili pogrešno obrađen dio. Sljedeća faza, koja je sastavni dio *jidoka* metode, odnosi se na zaustavljanje preostalog rada i otklanjanja problema od strane operatera ili tima održavanja u najkraćem vremenskom razdoblju.

Ono što osigurava nesmetano odvijanje proizvodnje prema JIT principima upravo je *jidoka* sustav ugrađen u cjelokupno proizvodno postrojenje. Stroj se zaustavlja u normalnim uvjetima kada završi obrada dijela (pozicije). Isto tako, ako se pojavi problem s kvalitetom pozicija ili problem s opremom (samim strojem), stroj se i u tom slučaju zaustavlja kako bi se izbjegla proizvodnja defektnih ili proizvoda s greškom. Takav sustav sprečavanja da škart dijelovi uopće budu proizvedeni zadovoljava propisane standarde u pogledu kvalitete i osigurava da će na sljedeći proces biti proslijeđene samo ispravne pozicije.

Vizualni sustav za predočavanje tih, u procesu nastalih problema, jest već spominjani *andon* signalizator. Oni pomažu da se locira mjesto i vrsta pogreške, te da se kvar što prije otkloni, a ujedno pružaju i informaciju o alternativnom stroju na kojem se rad može nastaviti. To ujedno implicira i mogućnost da jedan operater bude zadužen za više strojeva te da poznaje način rada na svakom od njih, a to vodi do više razine produktivnosti. Uz kontinuirano usavršavanje takvog stanja u poduzeću moguće je postizati sve veće proizvodne kapacitete.

1.3.5. KANBAN I PULL SUSTAV PROIZVODNJE

Pull proizvodnja je suprotna od push. To znači da se proizvodi izrađujue samo onda kada to zahtjeva kupac ili ga povuče ("pulled“), a ne ranije. U skladu s tim nema proizvodnje bez zahtjeva ili narudžbe kupaca. Nakon uvođenja taktne proizvodnje, jednopredmetnog toka materijala i pouzdanih strojeva poduzeće može uvesti pull proizvodnju, osiguravajući proizvode u trenutku kada ih kupac treba.



Slika 1.3.5.1. Push vs. Pull sustav, [3]

Jedinstveni sustav kontrole, unutar Toyota proizvodnog sustava, jest “*kanban* sustav“. Taj se sustav također naziva “Supermarket metoda“ jer sama ideja potječe upravo iz velikih supermarketa. Naime, supermarketi i veliki dućani robe široke potrošnje koriste kontrolne kartice proizvoda koje sadrže informacije kao što su ime proizvoda, njegova šifra i lokacija u skladištu. Toyota je takav sustav prilagodila svojim potrebama te je umjesto upotrebe kartica uvela *kanban* znakove i ploče. Ti su znakovi u slučaju proizvodnog procesa sredstvo komunikacije između prethodne i naredne operacije određenog procesa.

Razlog posudbe kontrolnog alata rabljenog upravo u supermarketima je taj da se u supermarketima police pune onim proizvodima koje kupci žele, i to u količini u kojoj ga žele s tim da su im dostupni u svakom trenutku.

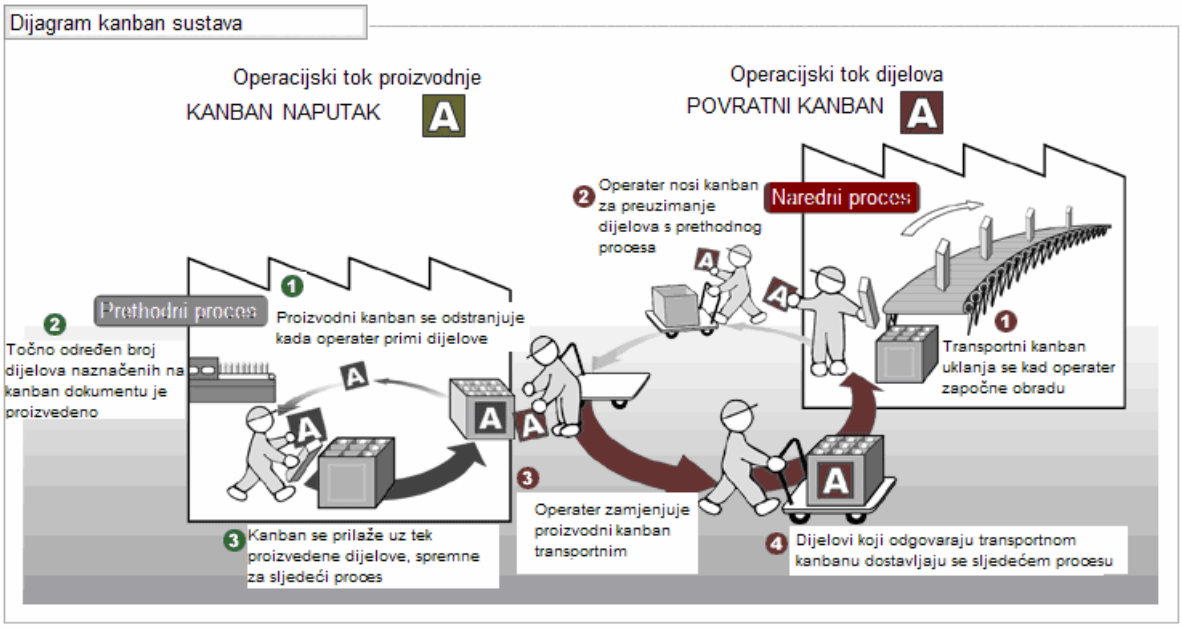
Taichii Ohno (bivši potpredsjednik Toyote, slika 1.3.5.2.), koji je snažno zagovarao JIT ideju, primijenio je *kanban* koncept, izjednačavajući supermarket i kupca s procesima u proizvodnji. Kupac je predstavljao naredni proces koji odlazi u supermarket (odnosno prethodni proces) po

potrebne dijelove u željenoj količini i u željeno vrijeme. Ovdje je postojala mogućnost optimizacije i poboljšanja postojećeg stanja u kojem je prethodni proces proizvodio/obrađivao veliku količinu (seriju) dijelova te ih tek po završetku obrade proslijeđivao narednom procesu.

Slika 1.3.5.2. Taichii Ohno

Kanban sustav je kroz procese kontinuiranog usavršavanja evoluirao u "e-kanban" sustav. Ovdje je riječ o upravljanju i manipuliranju kanban dokumentima preko IT alata i tehnologija što je učinkovitije, preciznije i brže, pa podiže razinu produktivnosti još više.

Na slici 1.3.5.3. vidljivo je da postoje dvije vrste *kanban* dokumenta te kako se odvija kontrola proizvodnje putem *kanban* dokumenata između dvije, međusobno povezane operacije.

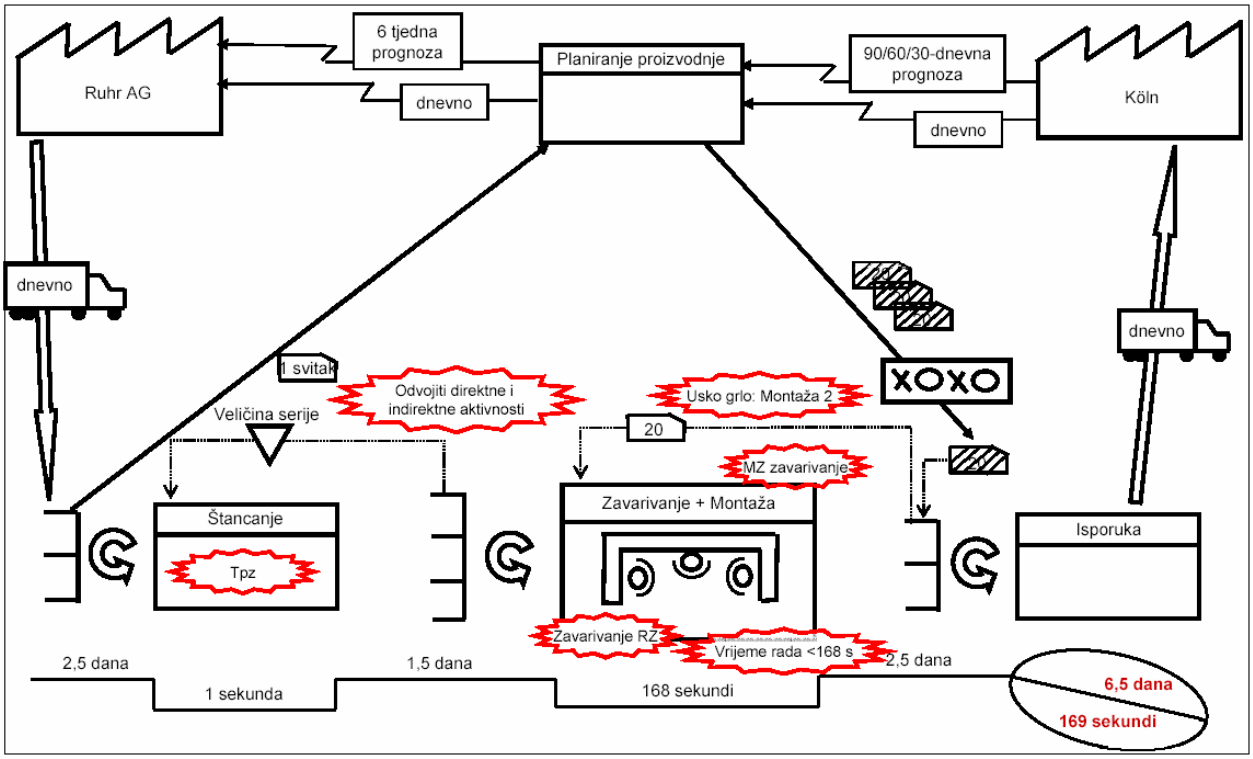


Slika 1.3.5.3. Dvije vrste *kanban* dokumenta, [3]

1.3.6. ELIMINACIJA RASIPANJA – SRCE TPS-a

Srce Toyotina proizvodnog sustava eliminacija je gubitaka (*muda*), a da je to središnji problem oko kojeg se menadžeri i svi ostali radnici Toyote toliko trude, dokazuje činjenica da svi potezi i metode koje poboljšavaju proizvodne procese Toyote u osnovi imaju za zadaću otklanjanje suvišnih i nekorisnih poteza i koraka iz proizvodnog procesa.

Na slici 1.3.6.1. vidljivo je koliko vremena u proizvodnom procesu otpada na čekanje, a koliko je vremena uistinu utrošeno da samu obradu proizvoda. Potrebno je naglasiti kako se samo za vrijeme obrade proizvodu dodaje vrijednost. Sve ostalo kao što je čekanje na (među)skladištima i sl. predstavlja rasipanje i gubitak je za poduzeće.



Slika 1.3.6.1. Vrijeme obrade u odnosu na ukupno protočno vrijeme, [3]

Dakle, rasipanjem se smatra svaki dio proizvodnog procesa koji ne sadrži ili ne stvara nikakvu dodatnu vrijednost. Ono znači samo gubitak, odnosno trošak vremena i novca.

Pravilnom analizom i utvrđivanjem kritičnih mjesta te djelovanjem na uzroke rasipanja postižu se brojne uštede i poboljšanja procesa.

Postavljanjem kontrole kvalitete ispred same proizvodnje (kontrola na izvoru), otklanja se gotovo u potpunosti mogućnost pojave pogreške ili nekorisnog, defektnog komada, i za razliku od tradicionalne kontrole kvalitete koja kontrolira proizvode na kraju proizvodnje, postiže brojne uštede i izbacuje nekorisne korake (nepotrebne, otpadne procese). Zato se kvaliteta Toyotinih proizvoda često navodi kao u proizvode ”ugrađena” (”built-in”) kvaliteta i smatra se korakom koji dodaje vrijednost gotovom proizvodu. Kontrola ispred same proizvodnje u skladu je s načelom Demingova kruga (PDCA cycle Plan-Do-Check-Act); planiraj – izrađuj – kontroliraj – djeluj!

Jedan od naizgled najbanalnijih primjera eliminacije rasipanja, uklanjanje je nepotrebnog hoda i pokreta radnika, smanjivanjem putova između radnih mjesta, mjesta posluživanja i odlaganja, (djelomičnog) automatiziranja radnih mjesta (sprečavanje radnika da sam odlazi po dijelove ili da ih odnosi na sljedeće radno mjesto ili sl.), usavršavanje ergonomije radnih mjesta (sve je logično raspoređeno i na dohvat ruke radnika) itd. Koliko god ovo jednostavno zvučalo, u proizvodnoj su praksi to svakodnevni i česti problemi koje je potrebno detaljno razmotriti i efikasno riješiti; nakon toga uštede su izvanredne, što su pokazali brojni primjeri iz proizvodne prakse.

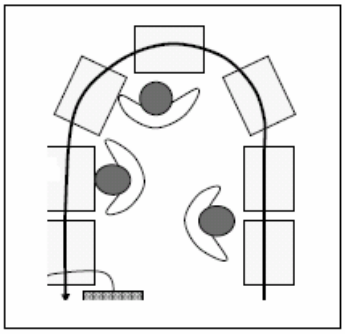
Toyota je do svih ovih korisnih metoda i poboljšanja, koliko god neka od njih bila mala, došla kroz pažljivo opažanje i snimanje situacije u proizvodnji, svih procesa koji u toj proizvodnji sudjeluju kako bi pronašli uzroke rasipanja (waste, *muda*). Tako je definirano osam glavnih tipova (vrsta) pojava u procesu koji su nekorisni (ne stvaraju dodanu vrijednost, *muda*):

1. Preprodukcija (overproduction)
2. Čekanje
3. Nepotreban transport
4. Netočno (iz)vođenje procesa
5. Prekoračenje kapaciteta inventara (skladišta i sl.)/zalihe
6. Nepotrebno gibanje, pokreti
7. Škart
8. Neiskorištena kreativnost i inventivnost radnika, [1]

Taichii Ohno je smatrao da je preprodukcija osnovni izvor gubitaka jer sama preprodukcija uzrokuje većinu ostalih izvora troškova. Najveći su dakle napori tada bili usmjereni prema tome da se preprodukcija izbjegne i to je činilo veliku razliku od američke auto industrije tog razdoblja. Dakle, Toyotin je odnos prema proizvodnji bio, za razliku od onog amerčkih proizvođača, proizvoditi prema narudžbama kupaca i koliko je potrebno, a ne masovno kako bi se postigla manja jedinična cijena. Isto tako, masovna proizvodnja uzrokuje veliku količinu proizvoda na skladištu, smanjenu kvalitetu proizvoda i još niz negativnosti u proizvodnji. JIT proizvodnja suprotnost je masovnoj i na JIT proizvodnji temeljio se TPS u pogledu količine i kvalitete proizvedenih dobara.

Kroz dugogodišnji proces eliminacije rasipanja i gubitaka u poduzeću Toyota s vremenom su se isprofilirali određeni postupci koji su kasnije postali standardne metode i zaštitni znaci TPS-a.

Pojam koji u procesu pretvorbe poduzeća u vitko (*lean*) skraćuje vrijeme izrade i drastično smanjuje vremena koja ne dodaju vrijednost proizvodu, a opet su potrebna za normalan tok proizvodnje, jest formiranje ”ćelija jednokomadnog toka” (one-piece-flow cell, slika 1.3.6.2.) i vrhunac je vitke proizvodnje. Ćelija, kao proizvodna jedinica u toku izrade i obrade proizvoda može biti koncipirana kao ćelija za obradu odvajanjem čestica, ćelija za montažu, kontrolu kvalitete, zavarivanje itd.



Slika 1.3.6.2. Ćelija jednopredmetnog toka U-oblika

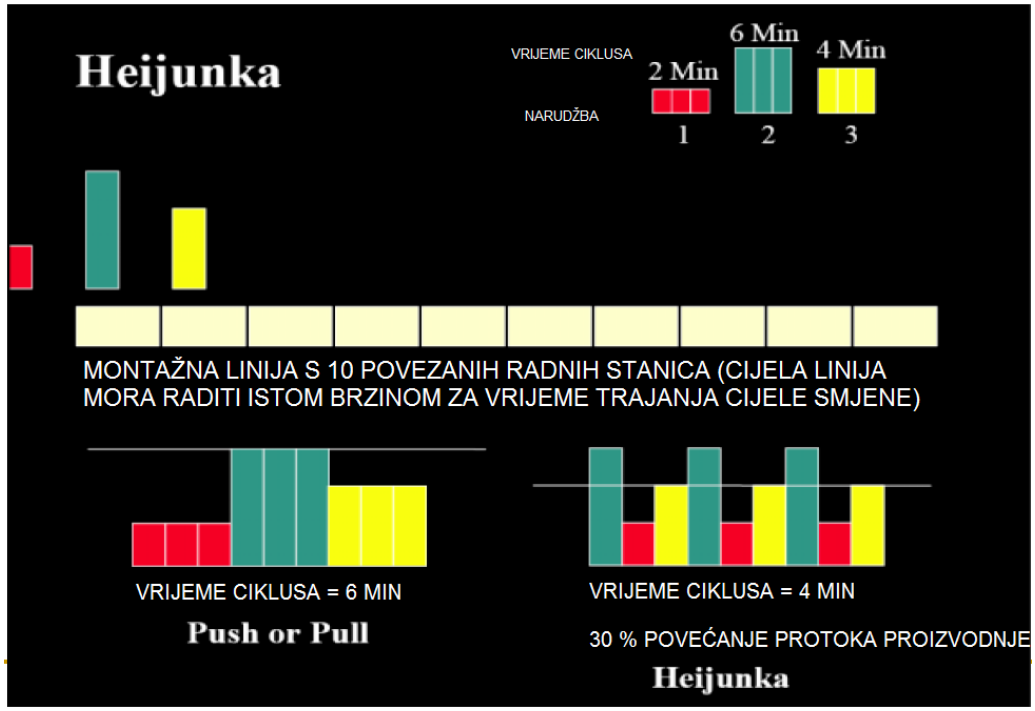
Ćelije se pri planiranju i projektiranju proizvodnog sustava (ili pri bilo kakvoj promjeni istoga) raspoređuju i postavljaju tako da izbace nepotrebna gibanja, osiguraju neprekinut tok i učinkovito održavanje, da budu na raspolaganju sa svim svojim funkcijama operateru, odnosno

radnicima, te da bude osigurana rezervna alternativa za slučaj zastoja stroja (ili sličnog problema) u glavnom toku. Sustav ćelija u Toyotinom je slučaju uspio ukloniti ili dovesti na zanemarivu razinu većinu od osam Toyotinih glavnih uzroka pojava u procesu koji su nekorisni.

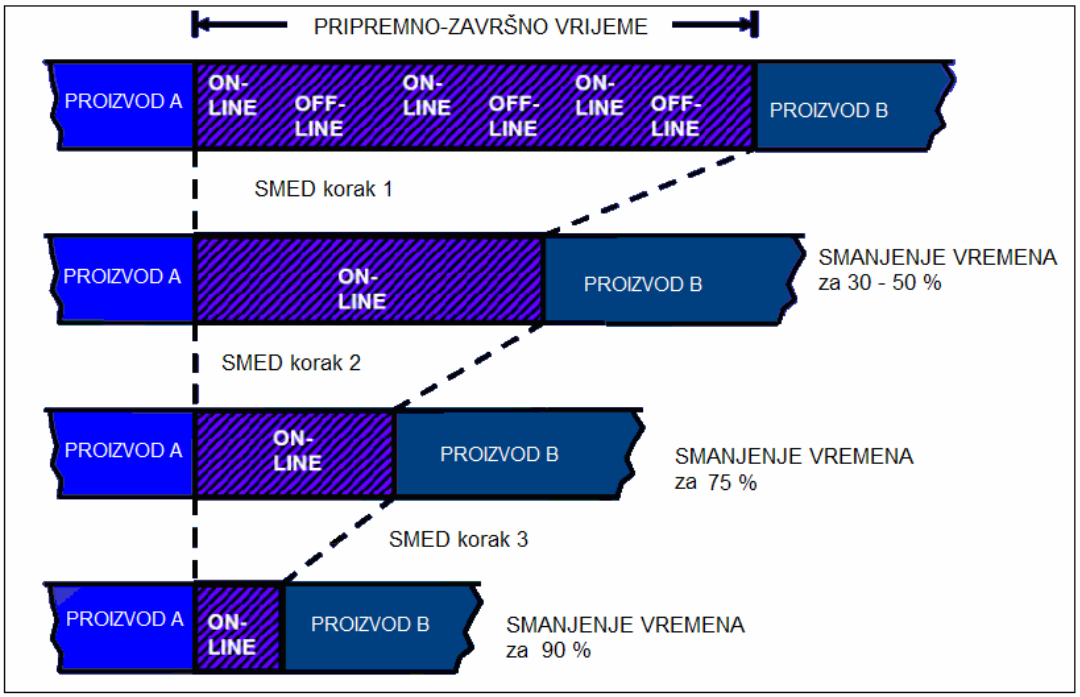
Pritom je važna napomena i smjernica da se sa raspoređivanjem i uspostavljanjem ćelija u proizvodom sustavu ne pretjeruje. Naime, kada se shvati da je uvođenje ćelija, uz jednopredmetni tok i ostale napredne metode učinkovito i da donosi brojne uštede i velike napretke u poduzeću, ne smije se pretjerati na način da se ćelije apliciraju na svaku sitnicu (svaki alat, proces) i to kako u proizvodnji tako i u svim ostalim funkcijama poduzeća (administrativnim, financijskim, marketinškim...), već se taj proces, kako je već više puta spominjano, mora izvesti racionalno i s izvođenjem simulacija kako će nakon uvođenja funkcionirati, pazeći pritom na sve parametre proizvodnje (kako će to utjecati na uštedu vremena, novca, koliko će opteretiti/rasteretiti strojeve, kako će utjecati na zadovoljstvo i moral radnika, kvalitetu gotovih proizvoda...) i opću dobrobit poduzeća.

Heijunka (slika 1.3.6.3.) ili uravnoteženje (balansiranje) opterećenja proizvodnje postupak je koji se temelji na polaganom, ali sigurnom radu. Eliminacija gubitaka samo je jedna trećina jednadžbe (formule) za postizanje uspjeha i prave *lean* proizvodnje. Eliminacija preopterećenja nad ljudima i opremom jednako su važni – to općenito još nije prihvaćeno kod poduzeća koja su danas u procesu implementacije TPS i *lean* sustava. Ipak, neophodno je i samo neuravnoteženo opterećenje shvatiti kao jednu vrstu rasipanja koja u krajnjoj liniji ipak predstavlja gubitak poduzeću.

SMED (Single - Minute Exchange of Die Method) je metoda trenutne automatske zamjene alata na stroju. Taj se postupak pokazao kao neminovan za skraćivanje pripremno-završnih vremena, i u potpunosti je bio u duhu politike eliminacije rasipanja. Razvoj SMED transformacije (slika 1.3.6.4.) započinje 1955. godine kada je početno stanje vremena potrebnog za izmjenu alata na strojevima za prešanje iznosilo 2 do 3 sata. Godine 1962. to je vrijeme, upotrebom raznih metoda, naprava i pomagala, skraćeno na 15 minuta. Daljnjom evolucijom SMED procesa godine 1971. vrijeme izmjene alata iznosilo je samo 3 minute. Svrha metode bila je što kraća izmjena alata i to za vrijeme dok stroj radi, a na taj se način postizalo veliko skraćenje pripremno-završnog vremena stroja (eng. changeover ili set-up time).



Slika 1.3.6.3. Primjena *heijunka* principa u proizvodnim procesima, [3]

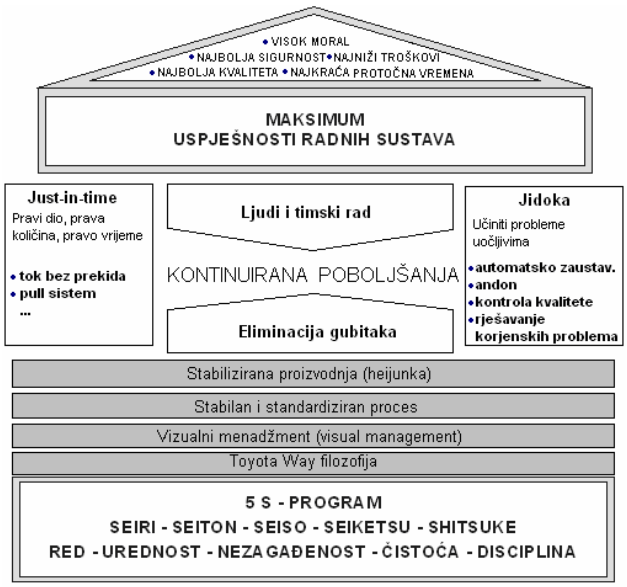


Slika 1.3.6.4. SMED postupak kroz faze (korake), [3]

1.3.7. TPS OSTAVŠTINA I TPS DANAS

Kako je praksa izvođenja posla, vođenja cjelokupnog poslovanja i politika stalnih promjena na svim područjima poduzeća u Toyoti sazrijevala, bivalo je sve očiglednije da za sve veći broj ljudi u poduzeću učenje tog specifičnog proizvodnog sustava (TPS) neće biti moguće samo kroz rad i međusobnu komunikaciju, već će to znanje i teoriju (i naravno primjere iz prakse) biti potrebno dokumentirati, zapisati i od postojećeg, ali ipak krhkog (tihog, implicitnog) znanja napraviti eksplicitno (trajno) kako bi se moglo jednostavnije i sistematičnije prenositi novim generacijama.

Taj je proces započeo izradom jednostavnog grafičkog prikaza u obliku kuće, poznatog kao TPS kuća (”Toyota Production System House”) dijagram kojeg je razvio Fujio Cho, učenik Taiichi Ohna. Prikaz u obliku kuće ima i simbolično značenje, jer kuća će biti snažna i izdržljiva samo ako su joj sastavni dijelovi (temelji, zidovi, krov) dovoljno snažni jer najslabije mjesto definira snagu čitavog sustava. Isto tako veze između dijelova koji kuću čine moraju biti snažne i bez nagativnih međusobnih utjecaja koji ih mogu oslabiti. Kao što je vidljivo na slici 1.3.7.1. Dijagram TPS kuće sastoji se od temelja u kojima se nalazi Toyotina filozofija, 5 S – program, stabilnost procesa i proizvodnje. Krov, koji predstavlja ciljeve takve proizvodnje, podržavaju stupovi (JIT, *jidoka*, timski rad (ljudi) i u centru eliminacija gubitaka i kontinuirana poboljšanja).



Slika 1.3.7.1. TPS kuća, [1]

Danas se može reći da je jedna od mnogih, ali najefektivnijih tajni uspjeha Toyote operacijska izvrsnost i ona čini glavno strateško oružje i osigurava konkurentsku prednost. Sve metode za unapređenje kvalitete koje Toyota prakticira usmjerene su upravo prema postizanju operacijske izvrsnosti.

Kroz svakodnevnu primjenu filozofije kontinuiranih poboljšanja TPS je evoluirao u svjetski poznat proizvodni sustav. Uz to, Toyotini proizvodni odjeli i dalje danonoćno usavršavaju TPS kako bi osigurali njegovu daljnju evoluciju. To je princip od kojeg Toyota ne odustaje.

Danas se TPS i njena specifična proizvodna filozofija prepoznaje kao "Toyota način" ("The Toyota way"). Usvajaju je i prilagođavaju ne samo poduzeća u Japanu ili ona koja pripadaju automobilskoj industriji, već se primjenjuje u svakoj vrsti proizvodne i uslužne aktivnosti diljem svijeta. Na slici 1.3.7.2. vidljivo je gdje je sve danas prisutan "Toyota način".

Slika 1.3.7.2. Toyotin duh proširio se širom svijeta kao "Toyota način", [8]

1.4. VITKA (*LEAN*) PROIZVODNJA

Lean je područje vrlo širokog spektra razmišljanja i sveobuhvatnog sagledavanja problema i načina na koji će se riješiti bilo problemi, bilo pojedine situacije u proizvodnom lancu. Taj način djelovanja sadrži set alata i pravila po kojima se implementira, primjenjuje i prakticira.

TPS se usko veže uz pojam vitke proizvodnje koja se na neki način može i poistovjetiti sa TPS-om. Naime, početni i najraniji oblici *lean* proizvodnje potječu iz Japana, odnosno iz Toyote i to je u biti sustav koji se iz Toyotinog proizvodnog sustava razvio u SAD-u, kao rezultat analize provedene na institutu Massachusetts Institute of Technology (MIT). Ta je analiza izvršena za američku automobilsku industriju, u cilju pronalaženja ključa uspjeha japanskih proizvođača, odnosno pronalaženja najučinkovitijih načina za uklanjanje svih suvišnih aktivnosti iz procesa, bilo da se radi o aktivnostima koje ne povećavaju vrijednost proizvoda ili o aktivnostima koje kupac ne želi platiti. Ciljevi koje je ta analiza željela postići, a kroz objedinjavanje tehničko-ekonomskih funkcija su sljedeći:

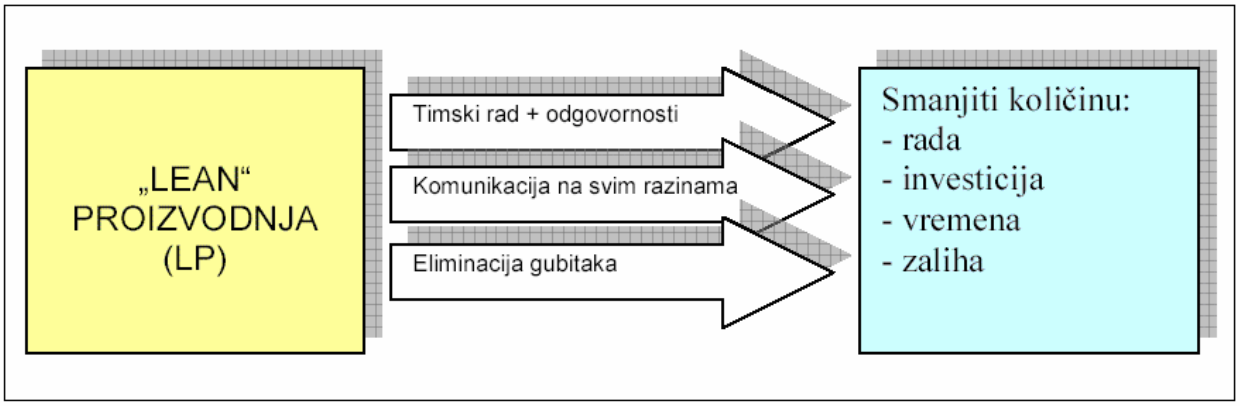
- Smanjenje vremena vezivanja kapitala,
- Poboljšanje korištenja kapaciteta i radnika,
- Skraćenje ciklusa pripreme i proizvodnje,
- Smanjenje troškove,
- Povećanje fleksibilnosti,
- Povećanje ukupnog profita,
- Pravovremena isporuka proizvoda, [5].

Dugo je *lean* proizvodnja značila tipičan oblik japanske proizvodnje, sa svim specifičnostima tog podneblja i mislilo se da se odnosi na transformaciju masovne proizvodnje i isključivo na proizvodne procese. Međutim, bila je to zabluda, *lean* se odnosio i na procese oblikovanja i razvoja, te na sve druge preostale procese. Metodologija se zasniva na ideji da se svaki industrijski proces sastoji od korisnih i nekorisnih aktivnosti, da se treba usmjeriti na eliminaciju nekorisnih aktivnosti, te omogućiti nesmetan tijek procesa i posvetiti pozornost zahtjevima kupaca. Koristeći *lean* proizvodnju smanjuju se gubici zbog nepotrebnog transporta materijala, suvišnih aktivnosti zaposlenika, čekanja na alate i materijale, pogrešaka u preradi i dr.

Lean proizvodnja znači:

- Manje rada i napora,
- Manje proizvodnog prostora,
- Manje investicija,
- Manje vremena,
- Manje alata i zaliha, [5].

Značajke *lean* proizvodnje prikazane su na slici 1.4.1.



Slika 1.4.1. Značajke *lean* proizvodnje

Segmenti vitke proizvodnje dani su na slici 1.4.2.

Slika 1.4.2. segmenti vitke (*lean*) proizvodnje, [5]

Najvažnije karakteristike vitke proizvodnje su:

- Više kooperanata nego vlastite proizvodnje,
- uključivanje kooperanata u fazama razvoja proizvoda i proizvodnje,
- primjena JIT principa za dio proizvoda skupine A (po ABC analizi),
- samokontrola umjesto kontrole.

Naime, *lean* proizvodnja ima veze sa pojmom “outsorcing“ (izmještanje iz proizvodnje funkcija koje nisu bitne za proizvodnju) kojemu je cilj sav napor i mogućnosti poduzeća, u vidu radne snage, inovacija, optimizacija, resursa i dr., usmjeriti na ono što je srž proizvodnje ili onoga

čime se poduzeće bavi (npr. da se neka tvornica obuće bavi isključivo proizvodnjom obuće, a ostale, popratne i manje bitne aktivnosti ostavi kooperantima, vanjskim poduzećima).

Glavna područja u kojima se ostvaruju ciljevi vitke proizvodnje su:

- poboljšanje proizvodnog procesa,
- poboljšanje proizvodnih operacija,
- poboljšanje iskorištenja radnog vremena,
- organiziranje proizvodnje prema zahtjevima kupca.

Poboljšanje proizvodnog procesa odvija se putem:

- smanjenja odstupanja od kvalitete (određivanje radnih parametara opreme, samokontrola, automatska kontrola, sprječavanje pogrešaka – Poka-Yoke itd.),
- smanjenje vremena i troškova transporta (raspored kapaciteta prema procesu proizvodnje, automatizacija rukovanja itd.),
- smanjenje prostora za skladištenje (bilanciranje operacija da se izbjegnu međuskladištenja, ujednačavanje proizvodnje na tekućoj i potreba na narednoj operaciji).

Poboljšanje proizvodnih operacija obavlja se kroz:

- smanjenje pripremno-završnih vremena (interne i eksterne operacije pripreme, automatsko pozicioniranje alata, prebacivanje internih elemenata pripreme u eksterne),
- uklanjanje zastoja opreme korištenjem Totalnog proizvodnog održavanja TPM (Total Productive Maintenance), smanjenje škarta i dorade (traženjem i otklanjanjem uzroka odstupanja od kvalitete).

Poboljšanje iskorištenja radnog vremena ostvaruje se sljedećim pristupima:

- radnici poslužuju više strojeva,
- poslovi su standardizirani (svi radnici rade istu operaciju na isti način),
- automatizacijom opreme povećava se korištenje radnog vremena radnika,
- radnik sudjeluje i u procesu održavanja kapaciteta na kojima radi.

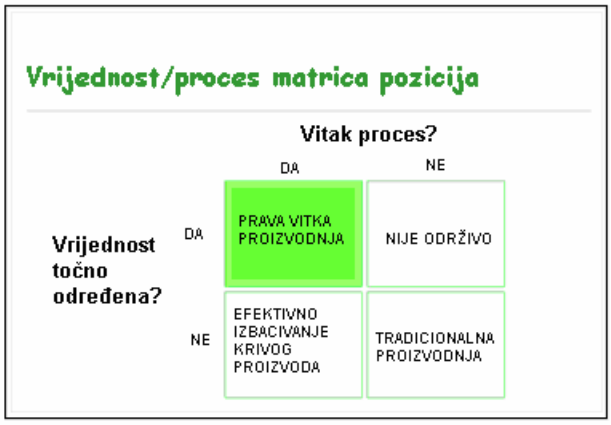
Proizvodnja prema zahtjevima kupca postiže se primjenom novih metoda raspoređivanja i prenošenja proizvodnih operacija (*Kanban*), te visoke razine discipline i odgovornosti u praćenju i izvršenju plana.

Usporedba tradicionalne i vitke proizvodnje prikazana je u tablici 1.4.1.

KARAKTERISTIKA	ORGANIZACIJA PROIZVODNJE	
	TRADICIONALNA	**VITKA**
Poslovni ciljevi	Biti bolji od konkurencije	Proizlaze iz zahtjeva kupaca i poslovne strategije
Usmjerenost upravljanja	Na rješavanje problema	Na preventivno djelovanje
Terminiranje	Predviđanje	Narudžbe kupaca
Proizvodnja	Za zalihe	Za kupca
Vrijeme uvođenja	Dugo	Kratko
Veličina serije	Velike	Male
Kontrola	Uzorak	100% kontrola
Raspored kapaciteta	Funkcionalan	Prema procesu
Gledanje na zaposlenike	Kao trošak	Kao najveće bogatstvo – izvor potencijala
Obrtaj zaliha	Nizak	Visok
Fleksibilnost	Niska	Visoka
Procedure rada u procesima	Statične	Dinamične
Pristup rješavanju problema	Tko je kriv?	Kako ga riješiti i spriječiti njegovo ponavljanje?

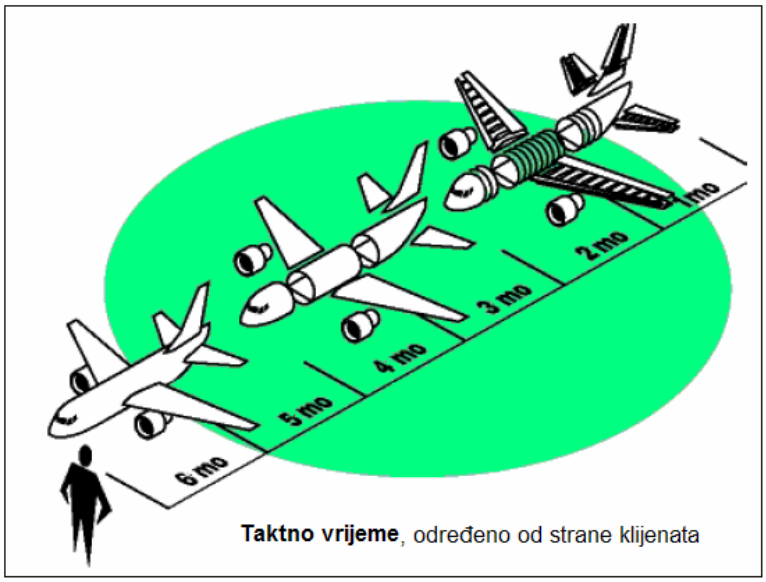
Tablica 1.4.1. Usporedba tradicionalne i vitke proizvodnje

Kako je pravu vitku proizvodnju moguće postići ako je uključena u sve segmente poslovanja (proizvodnju, procese, točno definiranje vrijednosti...) onda postoje i neki drugi međuslučajevi kada je vitka proizvodnja samo djelomično funkcionalna u poduzeću. Moguće situacije prikazane su na slici 1.4.3. u matrici vrijednost/proces. Ipak, daleko najbolji rezultati postižu se uz realnu, razumnu i cjelovitu primjenu takvog sustava. Ti se rezultati mogu primijetiti mjerenjima ključnih momenata u radu nekog poduzeća kao što su povećavnje operacijske izvrsnosti, podizanje razine kvalitete proizvodnje, podizanje morala i zadovoljstva zaposlenika itd.



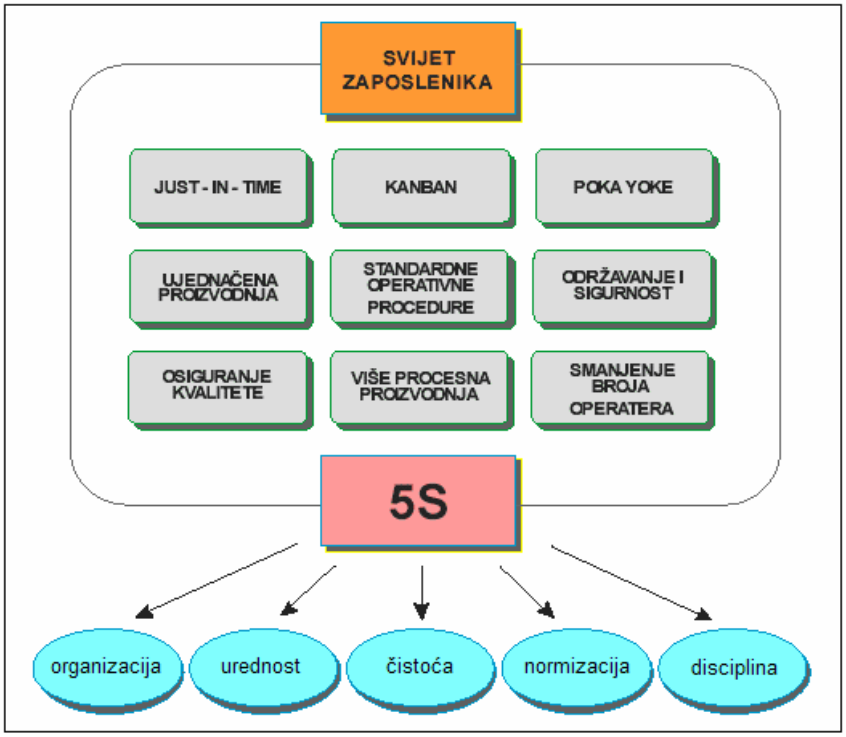
Slika 1.4.3. Razine uključenosti *lean-a* u poduzeću, [5]

Neke bitne postavke rada i proizvodnje, koje pojam *lean* ili vitak podrazumijeva su od strane klijenta/kupca određeno taktno vrijeme (slika 1.4.4.). Takt je u proizvodnji pojam koji obuhvaća točno određeno vrijeme rezervirano za neki postupak, dio, odnosno cijelu proizvodnju. Taj se takt mora poštivati jer je njegovim poštivanjem olakšan čitav niz ostalih pratećih postupaka. I upravo zbog toga potrebno je uložiti napor, a ovdje se misli na napor zaposlenika, pa čak i njihova osobna odricanja, kako bi se sve podredilo tome da se taktna vremena ispoštuju, te da proizvod bude isporučen na vrijeme. Za to je potrebno ukloniti svo moguće kamenje spoticanja i osigurati nesmetano odvijanje operacija, a shodno tome i čitave proizvodnje.



Slika 1.4.4. Taktno vrijeme *lean* proizvodnje, [3]

Lean proizvodnja je skup pojedinačnih cjelina, načela i mjera koje tek objedinjene daju djelotvoran oblik neprekinutog lanca u stvaranju nove vrijednosti. Na slici 1.4.5. je uz načela vitke proizvodnje prikazano i to da je iz TPS-a preuzeta učinkovita 5S metoda (**S**eiri – organizacija, **S**eiton – urednost, **S**eiso – čistoća, **S**eiketsu – normizacija, **S**hitsuke – disciplina). 5S metoda je dio elementarne radne kulture bez koje se ne može ni pomišljati o kvalitetnom odvijanju procesa, a kamoli o revolucionarnim poboljšanjima postojeće proizvodnje.



Slika 1.4.5. *Lean* načela na temeljima 5S metode

Može se zaključiti da su uz dosljednu primjenu načela vitke proizvodnje, prilagođenih specifičnom poduzeću, poboljšanja u poduzeću neminovna. Potrebno je ipak u tom procesu biti iznimno uporan i strpljiv, jer su najveće uštede i uspjesi u pravilu vidljivi tek nakon dužeg vremena. Razlog tome leži u činjenici da su takvi procesi temeljite reorganizacije dugoročno orjentirani, a između ostalog i nemoguće je postići rapidni odziv rezultata implementiranih promjena i poboljšanja. Kroz *lean* transformaciju poduzeće mora živjeti, a tada će pozitivni rezultati stizati jedan za drugim.

2. ANALIZA USPJEŠNIH PRIMJERA PRIMJENE *LEAN* I TPS SUSTAVA

2.1. PRIMJENA *LEAN* SUSTAVA U PODUZEĆU FREUDENBERG-NOK

2.1.1. O PODUZEĆU FREUDENBERG-NOK

Freudenberg-NOK partnersvo je između njemačkog poduzeća Freudenberg i japanske korporacije NOK. Danas je to jedan od najvećih svjetskih proizvođača dijelova i komponenata za brtvljenje i to pretežito za auto-industriju i kombinirana vozila.

Proces kontinuiranog poboljšanja prema načelima TPS-a i *lean* proizvodnje, u poduzeću Freudenberg-NOK vodio je izvršni direktor Josheph Day. Nakon nekoliko pogrešnih pokušaja na samim počecima, počela je primjena opetovanih *kaizen* postupaka na dio po dio u proizvodnom procesu. Ta je primjena naposlijetku dovela do transformacije većeg dijela poduzeća. 1992. godine Freudenberg-NOK je lansirao nov program *lean* proizvodnje nazvan GROWTTH, akronim za **Get Rid of Waste Through Team Harmony** (riješiti se ili odbaciti gubitke kroz timsku harmoniju). Do 1996. godine dolazi do dramatičnog povećanja razine kvalitete, smanjenja troškova i povećanja prodaje sa 200 na 600 milijuna $. Day pripisuje ova poboljšanja primjeni 2500 *kaizen* postupaka u 15 tvornica, u koje je bilo uključeno 90 % od njihovih 3500 zaposlenika. Velik je utjecaj na uspješnost cjelokupnog postupka imala i potpuna predanost poslu svih članova *kaizen* timova.

Poznato je da su *lean* sustav, kao i TPS, najbolji konkurentski alati današnjice. Ukoliko proizvođači i dobavljači žele odgovoriti na zahtjeve klijenata, i pritom zadržati troškove na istoj razini, ili ih čak i smanjiti, moraju primijeniti dugoročna rješenja koja će funkcionirati i koja će biti usmjerena upravo na ono što im je potrebno – visok stupanj kvalitete, kontrolirani troškovi itd. *Lean* sustav, kako pokazuje primjer Freudenberg-NOK, daje itekako dobra dugoročna rješenja.

Jedan od najiscrpnijih resursa na koji je poduzeće naišlo bila su rješenja radnika iz proizvodnje, jer oni su u neposrednom kontaktu sa proizvodom i procesom, pa stoga i najbolje znaju koji su dijelovi procesa najproblematičniji, a isto tako oni su i neiscrpan izvor rješenja kako tim problemima doskočiti. Poticanje znanja i kreativnosti radnika, kroz *lean* metode, dovelo je u

konačnici do primjene rješenja koja su dovela do brojnih ušteda i poboljšanja procesa proizvodnje.

2.1.2. GROWTTH PROGRAM PODUZEĆA FREUDENBERG-NOK

U rujnu 1992. godine Freudenberg-NOK je lansirao nov program GROWTTH, program *lean* proizvodnje. Korijeni ovog programa bili su na konceptima TPS-a, a naglašavao je timski rad i komunikaciju zaposlenika kako bi se eliminirale neučinkovite upotrebe vremena, rada, materijala i prostora. Uz sve to naglasak je bio stavljen i na istovremeno kontinuirano poboljšavanje i usavršavanje procesa. GROWTTH je bio proširen diljem cijelog poduzeća i uključivao je svakog zaposlenika u procesu *kaizena*, kontinuiranog tijeka poboljšavanja i optimizacije. To je promijenilo pristup i orjentiranost poduzeća sa masovne proizvodnje prema *lean* proizvodnji, gdje zaposlenik/radnik izvodi više vrsta operacija uz mnogo komunikacije i stalno nadgleda/kontrolira kvalitetu. Od vremena kad je program aktiviran svih 3600 zaposlenih u poduzeću sudjelovalo je na treninzima i obukama *lean* sustava, a više od dvije trećine zaposlenih sudjelovalo je u nekima od brojnih *kaizen* timova.

Unatoč tome što je danas GROWTTH program pokazatelj uspješnosti *lean* sustava za automobilsku industriju Sjeverne Amerike, na njegovim samim počecima bilo je mnogo zabrinutosti od strane menadžmenta, obzirom da je zaposlenicima prva asocijacija na riječ "*lean*" bila rezanje troškova, otkaz višku radnika i sl. Zbog toga je menadžerski tim razvio strategiju za lansiranje potpune kulturološke promjene unutar poduzeća i to kroz edukaciju zaposlenika o načinima na koji će *lean* njima i cjelokupnom poduzeću otvoriti nove mogućnosti za povećanje poslovnog uspjeha. Namjera je ujedno bila i objasniti zaposlenima zašto se prelazi na drugačiji način rada i poslovanja umjesto da im se naredbom naloži što i kako da rade, bez ikakvog objašnjenja. Pokazalo se kako je edukacija sastavni dio procesa implementacije *lean* sustava u poduzeće i kako taj proces nose na vlastitim leđima ljudi koji u poduzeću rade. U poduzeću Freudenberg-NOK itekako su vodili računa o radnicima kao o vrijednosti kompanije, a to je vidljivo i iz činjenice da je GROWTTH bio zamišljen da pruži okolinu za primjenu i kultivaciju ideja zaposlenika, te im na taj način pruži osjećaj sudjelovanja i vlastitog pridonošenja procesu u kojem se nalaze.

2.1.3. PRIMJENA LEAN SUSTAVA

1989. godine kad je Freudenberg-NOK organiziran, proizvodio je uljne brtve i veliku količinu ostalih gumenih i plastičnih dijelova klasičnom šaržnom (serijskom) proizvodnjom. Godine 1991. pojavila se potreba za novim i boljim načinima proizvodnje. Javili su se neki ozbiljni problemi, u vidu povećanih troškova i gubitaka pa je bilo potrebno donijeti odluke za poboljšanje proizvodnih procesa i eliminiranje spomenutih gubitaka. Prvo su primijenjene klasične, već poznate metode racionalizacije – otpuštanje radnika, smanjivanje prekovremenih sati itd. Rezultati su bili pozitivni ali nedovoljni.

Bilo je jasno da metode klasične proizvodnje nisu rješenje problemima troškova koje je poduzeće imalo i prva ideja koja je povela implementaciju *lean* sustava u poduzeće bila je posjet poduzeću "Wiremold Company in West Hartford", u Connecticut-u.

Art Byrne tada je bio izabran za novog predsjednika Wiremold-a, a sam je bio velik zagovornik *lean* sustava. Njegov je prioritet u Wiremold-u bio organiziranje i lansiranje vlastitog programa *lean* proizvodnje. Njegov je program u Wiremold-u postigao zapanjujuće uštede i bio je znak Josephu Dayu i poduzeću Freudenberg-NOK da je i njima potreban sličan program. Tako je 1992. godine stvoren GROWTTH program, kao najviši prioritet kompanije, a s vrlo jednostavnim ciljevima osiguravanja i usavršavanja kvalitete, smanjivanja troškova i vremena isporuke klijentima kroz eliminaciju svih mogućih gubitaka.

Ovakva je predanost značila zajedničko sudjelovanje na treninzima i obukama kako menadžmenta i izvršnih direktora, tako i radnika iz proizvodnog odjela.

Unatoč dokazanim poboljšanjima, mnogi izvršni menadžeri promjenu poduzeća iz masovnog u vitko (*lean*) vide kao luksuz koji si poduzeće jednostavno ne može priuštiti. Kako bi se razvoj *lean* sustava u poduzeću ostvarivao efikasno, bilo je potrebno postići situaciju u kojoj su članovi višeg menadžmenta uvjereni u ispravnost i učinkovitost jednokomadnog toka (one-piece flow) i kontinuiranog usavršavanja (*kaizen*), kao i u cjelokupnu *lean* filozofiju rada i proizvodnje. Naime, velika je razlika između naredbe da se nešto odradi i želje da se to da se taj posao obavi s voljom.

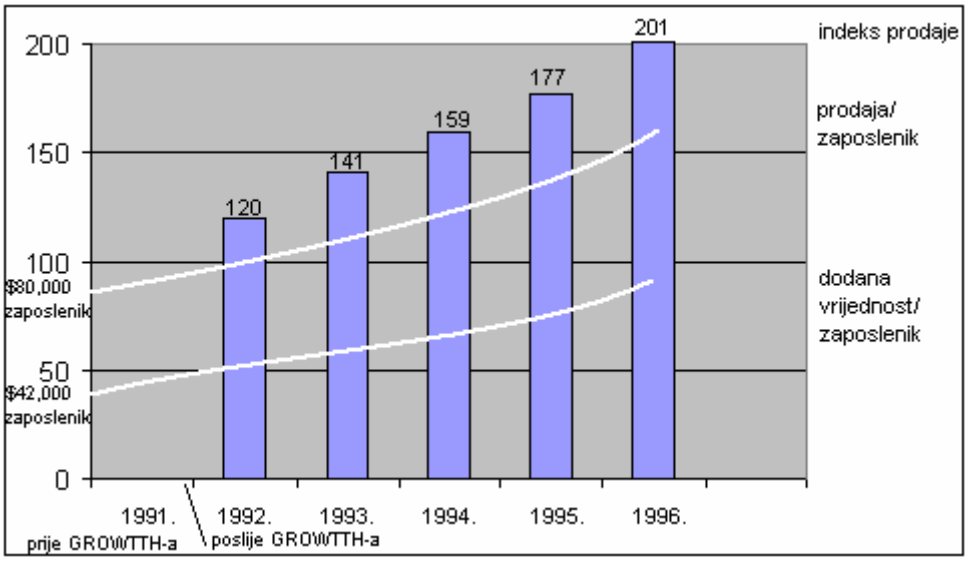
Početak edukacije kojoj je cilj bio da od menadžera stvori i odlične učitelje, sudionike i promicatelje procesa pretvorbe poduzeća, bio je slanje osoblja u poduzeće Wiremold, kako bi kroz sudjelovanje u *kaizen* timovima prikupljali znanja i usvajali filozofiju *lean*-a.

Najveći problem i kamen spoticanja unutar pojma i značenja vodstva (eng. leadership) zasigurno je preusmjeravanje svih zaposlenih na *lean* način razmišljanja. U poduzeću Freudenberg-NOK pokazalo se da su srednji slojevi menadžmenta najmanje spremni na takvu vrstu pretvorbe na drugačiju vrstu razmišljanja i poslovanja i to zbog autokratskog stila koji prožima sustave masovne proizvodnje. Rješenje koje je bilo primijenjeno kako bi se doskočilo tom problemu bilo je organiziranje brojnih interesantnih i poučnih treninga upravo za te slojeve menadžmenta.

Iskustvo Josepha Daya pokazalo je kako je potrebno oko 30% radnog vremena svakog proizvodnog menadžera u prvoj godini implementacije *lean* sustava kako bi naučio i usvojio *lean* način razmišljanja i stvorio temelje za daljni razvoj i prihvaćanje procesa implementacije.

2.1.4. REZULTATI POSTIGNUTI UVEDENIM PROMJENAMA

Prednost koja se ostvaruje uvođenjem toka jedinke proizvoda jest kontinuirana evaluacija ili vrednovanje proizvoda. Učinci svih *kaizen* projekata se 90 dana nakon dovršenja projekta kontroliraju kako bi se osiguralo da su pozitivna ostvarenja ujedno i održiva, te isto tako i dugoročna. Neki od podataka o povećanju produktivnosti radnika, kao i o smanjenju troškova prikazani su na slici 2.1.4.1.



Slika 2.1.4.1. Produktivnost radnika pod utjecajem *lean*-a, [6]

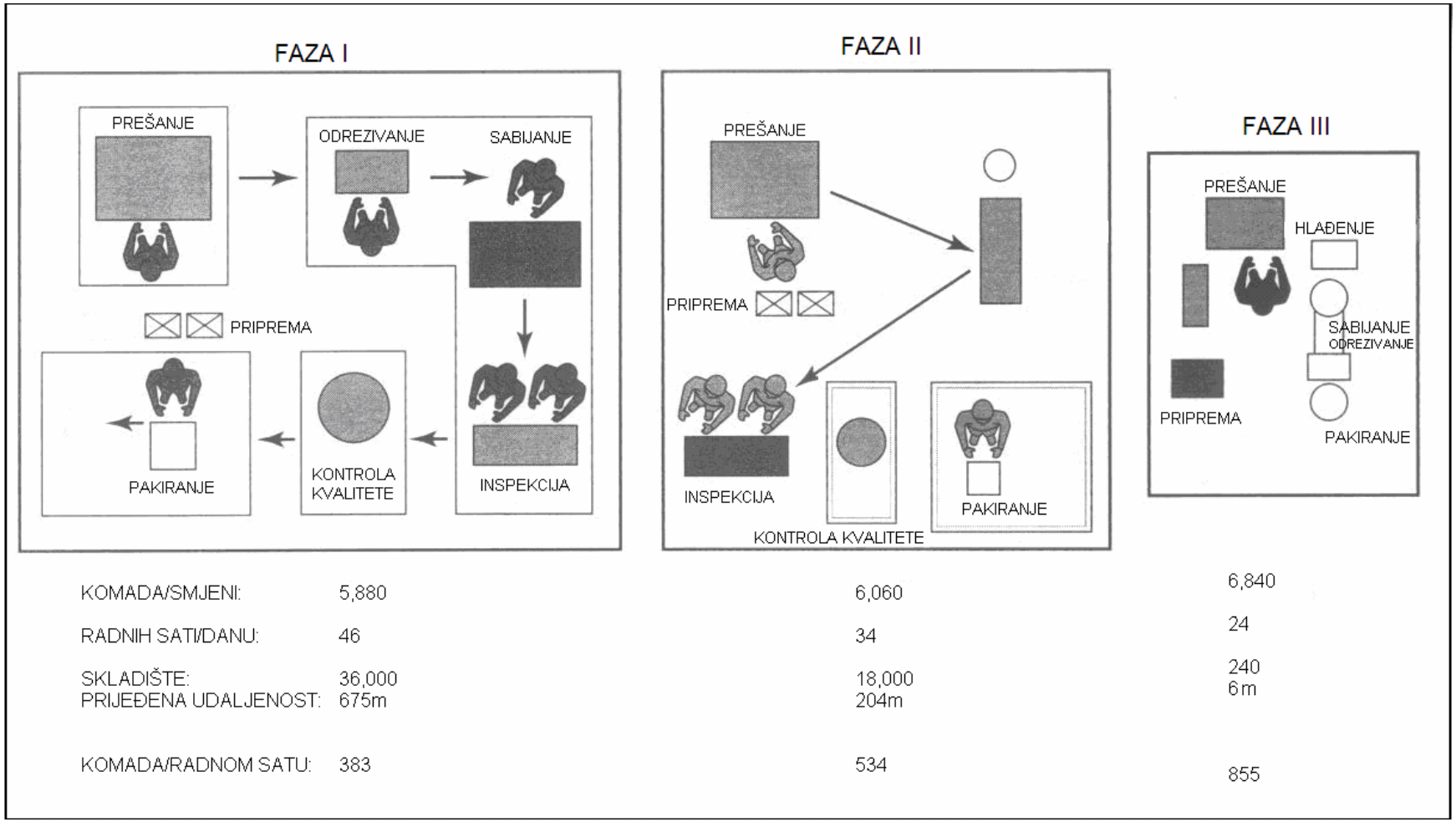
Potrebno je navesti kako je i broj ozljeda po radniku pao sa 0.14 na 0.05 ozljeda po radniku u vremenskom intervalu od 4 godine (1991.-1995.). Mnogo je ozljeda, u razdoblju prije *lean*-a, bilo uzrokovano premiještanjem proizvoda u velikim količinama. Taj je problem s prelaskom na *lean* sustav riješen smanjenim udaljenostima na kojima se premiještaju proizvodi unutar pogona (ergonomija, formiranje manjih ćelija U-oblika, izbjegavanje međuskladišta i sl.) i manjim brojem sredstava za prijenos i premiještanje proizvoda velikih gabarita.

Obzirom da prema GROWTTH programu jedan radnik može obavljati sve operacije u procesu proizvodnje, a kako bi se pospješila komunikacija, udobnost i učinkovitost, strojevi i operateri postavljeni su u ćelije U-oblika. Tako se radnik giba između strojeva u prostoru u kojima može optimalno spajati mentalne i fizičke vještine. S primjenom jednokomadnog toka potreba za radnom površinom i (među)skladištima smanjuje se, a produktivnost i prodaja rastu.

Dovoljan je pogled na treću fazu studije o uljnim brtvama koja pokazuje ćeliju U-oblika na slici 2.1.4.2., a tom je studijom proizvodna ćelija rekonfigurirana u pravu operaciju toka jedinke proizvoda. Svi rezultati vezani uz ovaj razvoj, odnosno pretvorbu prikazani su ispod slike pojedinih faza.

Unatoč striktnim pravilima *lean* i TPS sustava, neke su stvari u poduzeću Freudenberg-NOK organizirane ne slijedeći ta pravila u potpunosti, ali to je bila isključivo posljedica specifične situacije i dokaz nije potrebno slijediti sva pravila slijepo. Naime, prema TPS načelima rad u U-ćeliji trebao bi se odvijati u smjeru suprotnom od kazaljke na satu. Ipak, ograničeni opremom koja im je bila na raspolaganju, menadžeri u poduzeću Freudenberg-NOK proizvodnju u ćeliji su postavili u smjeru kazaljke na satu. Drugim riječima, uz sve ono što nalažu *lean* i TPS proizvodna načela, potrebno je balansirati onime što u tvornici već postoji, jer ne radi se o stvaranju nove, nego o preobrazbi već postojeće tvornice, što predstavlja stanovita ograničenja u procesu implementacije. Ipak, uz dovoljnu količinu alternativnih, ali originalnih ideja i malo inovatorske improvizacije ovakva ograničenja ne moraju predstavljati veći problem.

Kako se proizvedena dobra ne bi gomilala na skladištu, potrebna je fleksibilna proizvodna ćelija s mogućnošću brzih izmjena alata, koja će uz raznolike proizvode osigurati i maksimalnu upotrebu sve postojeće opreme. Zbog toga je menadžment poduzeća uspostavio načelno pravilo da izmjena alata, kao i pripremno-završno vrijeme stroja ne smije biti duže od trostrukog prosječnog vremena trajanja jednog ciklusa.



Slika 2.1.4.2. Studija o uljnim brtvama (transformacija na U-oblik ćelija), [6]

2.1.5. ANALIZA VRIJEDNOSTI/VRIJEDNOSNO INŽENJERSTVO (VA/VE)

Vrijednosna analiza jest sistematičan, multifunkcionalan timski pristup ka maksimiziranju vrijednosti procesa/proizvoda kroz identifikaciju funkcija i njima povezanih troškova. Ona ispituje trenutan/postojeći proizvod u pokušaju detekcije i korekcije problema vrijednosti i smanjenja troškova. Vrijednosno se pak inženjerstvo usmjerava na novi proizvod u pokušaju da identificira i spriječi probleme vrijednosti i prije same proizvodnje. VA/VE (eng. value analysis/value engineering) timovi su strukturirani vrlo slično *kaizen* timovima. S obzirom na njihovu multifunkcionalnost, zahtijevaju i uključivanje strane potrošača. Statistike za poduzeće Freudenberg-NOK pokazuju da su od 1995. godine otkrivene mogućnosti uštede za čak 7.6 milijuna američkih dolara u okviru VA/VE programa.

2.1.6. ZAKLJUČAK

Temelji GROWTTH programa tehnike su i alati TPS-a. Dakle, to je stadnardiziran proces eliminacije gubitaka i kotinuiranog, stalnog usavršavanja. Naime, bez standarda nema ni *kaizena*, obzirom da ciljevi standardne operacije znače uspostavljanje vodiča za proizvodnju, a bitna im je karakteristika to da su mjerljivi jer je tako izmjerene procese vrlo lako uspoređivati.

Također je iznimno važno posvetiti svoje vrijeme procesu transformacije i to mora biti odgovornost upravo najviše pozicioniranih ljudi u poduzeću, kako bi se preslikalo i na sve ostale zaposlenike. Naime, bez potpunog posvećivanja filozofiji *lean* sustava i načelima TPS-a neće ni biti željenih rezultata. Čak štoviše, polovičnim posvećivanjem i djelomičnim primjenama rezultati gotovo da se i neće uočavati ili će im efekt biti vrlo kratkotrajan.

2.2. PRIMJER IMPLEMENTACIJE *LEAN* SUSTAVA U PODUZEĆU GELMAN-SCIENCES

2.2.1. POVIJEST PODUZEĆA GELMAN-SCIENCES

Povijest ovog poduzeća proteže se unazad pet proteklih desetljeća, obzirom da je utemeljeno davne 1959. godine. Ovo se poduzeće postepeno razvijalo, od male tvrtke za razvoj i proizvodnju proizvoda za (mikro)filtraciju i membransku separaciju do ogromnog poduzeća koje je do devedesetih godina doseglo godišnju prodaju od čak 112 milijuna $ (od čega je 40 % bila međunarodna prodaja). Danas to poduzeće, sa sjedištem u Ann Arboru (Michigan) i tri tvornice, ima ogroman spektar proizvoda od kapsula i kućišta filtara do oftalmičkih i intravenoznih filtara. Proizvodi poduzeća Gelman Sciences koriste se u laboratorijskim istraživanjima, proizvodnji visoke tehnologije i u sofisticiranim medicinskim aplikacijama. Godine 1997. poduzeće Gelman Sciences preuzeto je od strane Pall Corporation.

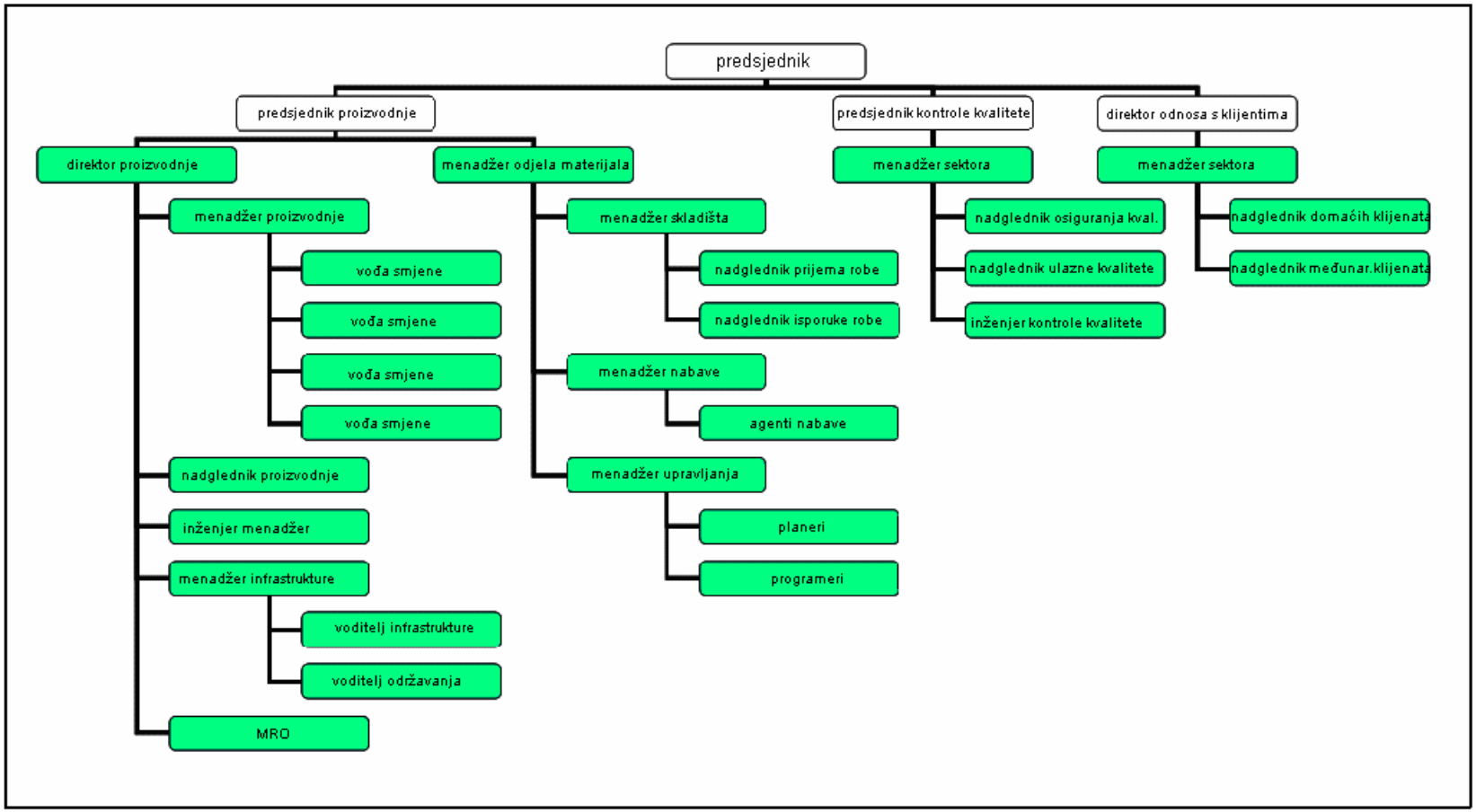
Obzirom da su neke tehnike *lean* proizvodnje uvedene već 1993. godine u proizvodnji su korištene neke hibridne metode raspoređivanja i planiranja proizvodnje. Naime, one su bile spoj nekih *lean* metoda i tada još uvijek snažno prisutnog mentaliteta masovne proizvodnje. Proizvodna postrojenja bila su raznovrsna, od potpuno novih i tehnički najnaprednijih do zastarjelih i s malim kapacitetima. Radnu je snagu u to vrijeme sačinjavala većinom nekvalificirana ženska populacija.

S tog starog i relativno zamršenog sustava proizvodnje težilo se prelasku na noviji, moderniji i savršeniji sustav proizvodnje. Vizija za poduzeće postala je postizanje minimalno 95-postotne pravovremene isporuke klijentima, smanjenje vremena isporuke i eliminacija škarta. Situacija koja je u poduzeću vladala do tada bila je obilježena velikim stupnjem segregacije između slojeva menadžmenta i običnih radnika, a sam je menadžment mnogo više vremena i truda ulagao u postizanje kratkoročnih rezultata i ciljeva, nego u dugoročno planiranje i upravljanje.

Gregory Scheessele, kojeg je poduzeće 1993. godine zaposlilo kao menadžera proizvodnje, donio je začetke kulturoloških promjena u poduzeću Gelman Sciences. On je uočio mnogobrojne sličnosti između tadašnje situacije u poduzeću Gelman Sciences i one u mnogobrojnim američkim proizvođačima iz domene automobilske industrije i sličnosti u razvoju te grane kroz desetljeća.

Tadašnja je proizvodnja u Gelman-u bila obilježena sljedećim karakteristikama:

- Produžena vremena isporuke
- Nepotpuna i nedovoljna kontrola kvalitete
- Velika količina škarta
- Velika količina proizvoda u (među)skladištima
- Ciklusi velikih serija
- Dugačka vremena pripreme
- Netočne procjene troškova proizvoda, [6]



Slika 2.2.1.1. Organizacijska shema poduzeća Gelman Sciences 1993. godine, [6]

Ovakav sustav nije nimalo pomagao ionako već dugotrajnim razvojnim ciklusima. Uz sve to poduzeće Gelman mučila je i činjenica da su njihovi glavni konkurenti rasli mnogo brže i bivali sve veći, čime je pritisak konkurencije postajao sve veći.

Organizacijska shema iz tog razdoblja bila je pomalo zastarjela te je i organizacijski i administracijski aspekt također zahtijevao izmjene kako bi se povećala ukupna učinkovitost poslovanja. Kako je izgledala organizacijska shema 1993. godine vidljivo je na slici 2.2.1.1.

Bilo je jasno da je za uspješno usmjeravanje tvrtke ka *lean* konceptima potrebno odrediti mjerljive ključne pokazatelje učinkovitost. Pokazatelji koji su se do tada mjerili bili se usmjereni isključivo na iskorištenje kapaciteta ili produktivnost po satu, a isti su bili direktno povezani sa financijskim pokazateljima. Da bi se mjerila učinkovitost, u poduzeću Gelman odlučili su postaviti ne-financijske ciljeve, te su ih mjerili kroz protok zadataka, razinu kvalitete i rokove isporuke.

2.2.2. OSNIVANJE TIMOVA ZA KONTINUIRANO USAVRŠAVANJE (CI)

Uvidjevši da je potreba za takvim timovima u tadašnjem trenutku velika i uvjerivši upravu kako je to pravi način da svim slojevima menadžmenta pruži uvid u *lean* način razmišljanja, Gregory Scheessele je sa vanjskom suradnicom i savjetnicom Susan Heathfield započeo edukaciju i treninge za menadžment koji su sadržavali sljedeća područja i obrađivala sljedeću tematiku:

- Proces kontinuiranog poboljšavanja
- 10 koraka kako bi se CI uspješno implementirao u timove
- Formiranje timova
- Vodstvo za promjene
- Prepoznavanje vrijednosti zaposlenika
- Promjena uloge i zadataka menadžera/nadglednika
- Motivacija, [6]

Formirano je 15 CI timova od tri do petnaest osoba koji su se bazirali uglavnom oko jednog odjela ili dijela proizvodnje (pr. jedan tim bio je sačinjen od zaposlenika iz odjela testiranja), a

sam trening je bio organiziran kroz punih 12 mjeseci, dva sata tjedno. Treninge je vodila Susan Heathfield.

Mjesečni raspored za CI timove izgledao je otprilike ovako:

I. Stvaranje tima:

A: "Izgradnja" tima

B: Određivanje termina treninga i sastanaka

II. Organiziranje metoda procesa usavršavanja i načina rješavanja problema:

A: Plan-Do-Study-Act (PDSA) ciklus kontinuiranog usavršavanja

B: Rješavanje problema

C: Kontinuirano usavršavanje i poboljšavanje procesa

D: Alati za rješavanje problema

E: Vježbanje rješavanja problema – praktični dio

F: Eliminacija gubitaka

III. Usavršavanje međuljudskih odnosa:

A: Međuljudski odnosi

B: Izgradnja povjerenja i osiguravanje povratnih informacija (eng. feedback)

C: Rješavanje i reguliranje sukoba i donošenje odluka

D: Pregled vještina

Unatoč malom stupnju negodovanja zbog pokretanja ovih treninga, većina zaposlenika, njih čak 80 % je prihvatilo koncept CI timova i treninga te je sustav tako funkcionirao. Pritom je imao i otvorenu podršku od 10 % zaposlenih, dok je samo ostatak zaposlenika pokazivao sumnju prema dugoročnoj uspješnosti ovog koncepta.

Timovi su se isprva bavili manjim poboljšanjima i rješavanjima manjih problema i promjene koje su nastale kao posljedica takvog djelovanja nisu ni u kojem smislu utjecale na povećanje profita. No, to nije ni bio cilj. Povećanje profita tek je dugoročan cilj i on se očekuje tek naknadno i s vremenskim odmakom od implementacije svih željenih promjena. Ono što je postignuto bilo je poboljšanje komunikacije između pojedinih smjena, pojednostavnjenje operacijskih postupaka i procedura i osiguravanje dovoljnih količina ispravnih sirovina za proizvodnju. Sve je to podiglo razinu povezanosti timova i zaposlenika uopće, ali je i dalo novu dimenziju CI sustavu. Naime, on je zbog pozitivnih rezultata počeo biti smatran procesom koji

pomaže poslovanju. Kako se program kontinuiranog usavršavanja razvijao, tako su timovi počeli rješavati zahtjevnije i kompleksnije probleme kao što su reduciranje vremena promjene postavki stroja (changeover i set-up time), minimizacija škarta ili poboljšanje iskorištenja radnog vremena.

Uz pozitivne aspekte ovakvog sustava uočeni su i nedostaci koji su se najviše očitovali u činjenici da su timovi bili formirani u skladu sa proizvodnim procesom koji su pojedini zaposlenici obavljali pa je izostala dimenzija multidisciplinarnosti, odnosno mogućnosti da zaposlenici dobiju uvid u stanje u drugim odjelima ili timovima što je donekle ograničavalo prave mogućnosti koncepta kontinuiranog usavršavanja kroz timove. Isto tako, vođe pojedinih timova nisu posjedovali dostatnu tehničku stručnost i iskustvo kao ni potrebno znanje koje bi im omogućilo kvalitetno vodstvo na područjima kojima su se timovi bavili (reduciranje vremena promjene postavki stroja itd.)

Ovom su procesu uslijedile brojne promjene i usavršavanja te je naposlijetku bio jedan od najvažnijih alata *lean* koncepcije i filozofije u poduzeću Gelman Sciences. Bitno je uočiti kako je osnova promjene u ovim timovima čovjek, odnosno zaposlenik te kako se ugrađivanjem načina razmišljanja i specifičnog načina rada u zaposlenike (kako one "obične" tako i najviše rukovoditelje) dobiva u konačnici, dugoročno gledano, zdrava proizvodna filozofija i uspješno poduzeće.

2.2.3. UVOĐENJE LEAN I TPS METODA

Ovaj se proces odvijao usporedno sa procesom formiranja CI timova. Naime, za ovaj je posao poduzeće dovelo profesora Walton Hancocka, savjetnika na području *lean* proizvodnje i polju osiguranja kvalitete. Glavni problem, kojeg je profesor Hancock imao zadatak proučiti i pronaći mu rješenja, bio je visoka razina škart-pozicija u proizvodnji. Već je bilo poznato da poduzeće može podići razinu svoje učinkovitosti i kvalitete kroz upotrebu modernih metoda kvalitete i modernih proizvodnih metoda i profesor Hancock je bio tu upravo da se podrobnije pozabavi tim idejama i mogućnostima kako bi pronašao optimalno rješenje za tadašnje stanje u poduzeću Gelman Sciences. U tablici 2.2.3.1. detaljno je prikazan vremenski tok implementacije *lean* sustava i koncepata u poduzeće Gelman Sciences od početaka transformacije pa sve do 1997. Tada poduzeće, na ostvarenim rezultatima, planira daljnje usavršavanje i širenje *lean* sustava.

VREMENSKI TOK NAPREDOVANJA LEAN SUSTAVA PROIZVODNJE	
Siječanj 1993	Serijska proizvodnja u poduzeću Gelman Sciences; proizvodnja filtara u obliku spremnika/kućišta i kapsula
Veljača 1993	Greg Scheessele postavljen za direktora proizvodnje
Ožujak 1993	Doveden vanjski konzultant, Susan Heathfield, kako bi pomogla organizirati inicijativu kontinuiranog usavršavanja (CI inicijativu)
Svibanj 1993	Start CI treninga za nadglednike i menadžere (6 mjeseci)
Lipanj 1993	Doug Broughman zaposlen kao menadžer proizvodnje
Studeni 1993	Koncept CI timova primjenjen na obične radnike, timovi formirani prema načelu procesa kojemu radnik pripada
Prosinac 1993	Walt Hancock sa Sveučilišta Michigan doveden kako bi proučio uzroke visokog stupnja škart-proizvoda
Veljača 1994	Počinju predavanja o *lean* konceptima u proizvodnji za inženjere, nadglednike i menadžere (14 tjedana)
Rujan 1994	Uvođenje menadžmenta lanca nabave
Prosinac 1994	Ideja za osnivanje upravljačkog odbora CI procesa
Siječanj 1995	CI timovi usredotočuju se na poboljšanja na područjima njima specifičnih procesa
Lipanj 1995	Upravljački odbor CI sastaje se po prvi put
Kolovoz 1995	Završeno je istraživanje kontrole procesa na 5 različitih procesa u poduzeću
Siječanj 1996	Postavljena je eksperimentalna proizvodna ćelija sa smanjenim ograničenjima rada-u-procesu (WIP)
Siječanj 1996	Grupa lean proizvodnje je započinje djelovanje, a uključuje službe održavanja, proizvodnje i inženjere (tjedni sastanci)
Ožujak 1996	Poboljšanja na radu ćelije
Lipanj 1996	Najviši menadžment poduzeća pohađa seminar o planiranju ćelija (SME - Society of Manufacturing Engineers)
Lipanj 1996	Reorganizacija CI timova u proizvodno-orjentirane ćelije
Lipanj 1996	Počinju predavanja za područje ćelija prvom od 8 timova zaduženih za formiranje ćelija
Srpanj 1996	Proučena uloga lidera grupe
Rujan 1996	Zavšena predavanja za sve timove zadužene za formiranje ćelija
Rujan 1996	Ćelije počinju djelovati na standardnim radnim procedurama, pločama s alatima i daljnjem usavršavanju kroz interdisciplinarne treninge
Rujan 1996	Razvija se novi raspored tvornice (baziran na ćelijama)
Listopad 1996	DCF proizvodna ćelija (ćelija jednokratnog kapsula-filtra)
Studeni 1996	Mjerljivi pokazatelji uspješnosti pokazuju poboljšanje i pružaju kvalitetnije informacije od uvođenja "ćelijskog" načina razmišljanja
Prosinac 1996	Opis posla osoblja u proizvodnji poprima formu standardiziranih *lean* naputaka
Siječanj 1997	Novi raspored tvornice (baziran na ćelijama) dovršen
Veljača 1997	Dovršeno pripajanje Pall Corporation-u
Veljača 1997	Poboljšanja na formi ćelije - oprema je smještena bliže
Ožujak 1997	Ostatak promjena započinje sa implementacijom proizvodnje bazirane u potpunosti na ćelijama
Lipanj 1997	Procjena završetka procesa rekonfiguracije na proizvodnju baziranu na ćelijama
Srpanj 1997	Širenje *lean* sustava širom cijele korporacije

Tablica 2.2.3.1. Vremenski tok napredovanja *lean* sustava u poduzeću Gelman Sciences, [6]

Ipak, stvorio se početni otpor za uvođenje *lean* metoda. Taj otpor prema promjenama uopće došao je iz dva smjera. Prvo, skeptični su prema implementaciji metoda bili zaposlenici iz odjela kontrole kvalitete, obzirom da su zahtijevi postavljeni pred njih bili temeljita promjena dotadašnjeg načina rada. Naime, za odjel kontrole kvalitete *lean* sustav je podrazumijevao da uz dotadašnji posao prijavljivanja kvalitativnih nedostataka i pogrešaka na proizvodima isto tako osiguraju i vodstvo i podršku u procesu ispravljanja tih istih nedostataka i pogrešaka. Ti zahtjevi od strane zaposlenika nisu bili dočekani s oduševljenjem.

S druge strane, nezadovoljni su najavljenim promjenama bili i proizvodni inženjeri, koji su najviše prioritete postavljali uz razvoj novih procesa. Smatrali su da "kvaliteta od izvora" (eng. *root-cause quality*) i svakodnevni proizvodni problemi zauzimaju tek drugo mjesto u proizvodnom procesu. Kroz edukaciju njima se pokušalo pokazati i naglasiti da svi ti problemi ili skupine problema zahtijevaju istu pozornost i pažnju jer rješavanjem istih poduzeće i zaposlenici pridonose unapređenju i usavršavanju proizvodnih procesa i proizvodnje općenito.

Koncept *lean* edukacije bio je zamišljen tako da se formiraju skupine kojima će *lean* koncepti biti predstavljeni te kroz uspješne primjere iz prakse i kroz domaću zadaću u vlastitoj tvornici biti ugrađeni u način razmišljanja svakog zaposlenika. Predavanja su se vršila dva puta tjedno, a domaća se zadaća zadavala svaki tjedan kroz razdoblje od 14 tjedana. Pritom je velika pozornost bila usmjerena na osiguravanje takvog sustava edukacije u kojemu su najviši rukovoditelji, menadžeri i inženjeri svijetli primjer ostalima (podređenima) i to na način da baš oni redovito pohađaju predavanja i izvršavaju obveze (domaća zadaća, razni zadaci...). Predavanja su se bazirala na glavnim područjima rasipanja u poduzeću, njihovom osviješćivanju i težnji da se pronađu načini za uklanjanje, djelomično ili potpuno, svih izvora gubitaka.

Izvori gubitaka u poduzeću Gelman Sciences bili su:

- Proizvodnja preko razine potreba (eng. overproduction)
- Manjak standardiziranog rada
- Vrijeme čekanja (eng. queue time)
- Transportiranje (rukovanje jedinkama proizvoda)
- Skladišta i međuskladišta
- Nepotrebno gibanje i kretnje
- Defektni proizvodi (škart)
- Nedovoljno korištene vještine i mogućnosti (djelatnika i opreme), [6]

U ovom je stadiju razvoja postalo jasno kako će biti potrebno usredotočiti se upravo na problem škarta, koji je tada bio izrazito visok. Naime, 8-22% od ukupno proizvedenih filtara (ili proizvoda uopće) bili su škart proizvodi. Škart pozicije i proizvode najteže je bilo reducirati zbog nemogućnosti da se uđe u trag uzrocima škarta i mjestima na kojima defektni proizvodi nastaju. Zbog toga je i trošak testiranja, za koji se procjenjuje da je iznosio otprilike 50% u udjelu cjelokupnog rada, također mogao biti promatran kao jedan od gubitaka. *Lean* timovi usmjerili su se na proučavanje izvještaja o škart dijelovima kako bi došli do potrebnih informacija. Pritom je zaključeno da su dobavljači u cjelokupnoj brojci škart proizvoda bili "krivi" za samo 5% istih, dok je za preostalih 95% odgovorna vlastita proizvodnja. Zaključeno je da je potrebno reducirati svo vrijeme kada se na proizvodu ništa ne radi (WIP – eng. work-in-progress), dakle mimimizirati vrijeme između pojedinih procesa kako bi se izbacila i glavnina onog vremena u kojemu nastaju greške na proizvodima. Za taj proces prethodno je trebalo osigurati standardizaciju procesa i pripreme proizvodne linije u pogon kao i uklanjanje nepotrebnog gibanja ili transporta. Sve je to učinjeno na način da su se postavili jasni ciljevi koji su dali osnovu i referencu radnicima što je potrebno postići i na koji način. Osim vlastitih, *lean* timovi pozabavili su se i problemom škarta poteklog od dobavljača.

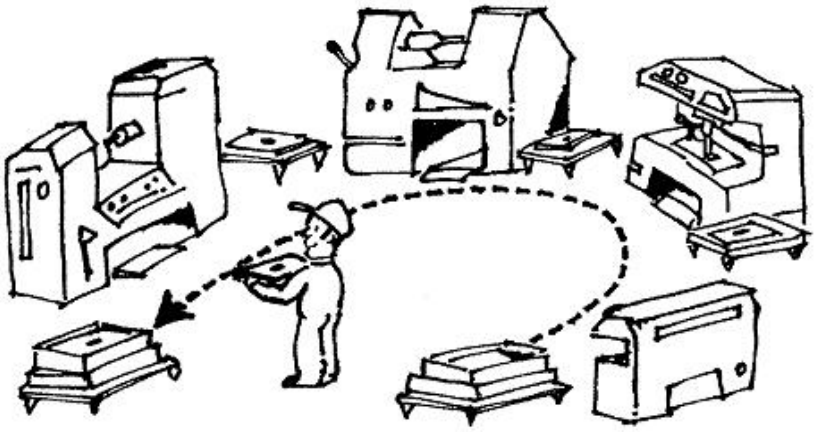
Daljnji procesi i područja kojima su se u procesu *lean* transformacije bavili *lean* timovi bili su uspostavljanje standardiziranog rada kroz izradu specificiranih procedura svakog procesa, koji su uvelike utjecali na ujednačenost kvalitete i mjera izlaznog (polu)proizvoda, smanjeno vrijeme pripreme i bitno manje kontaminata u filtrima. Zatim se uspostavio kavalitetan sustav menadžmenta lanca nabave i proizvodnja temeljena na proizvodnim ćelijama, koja se razvijala od eksperimentalne verzije, pa sve do uspostave ćelija na razini čitave tvornice i dok takav način rada nije postao standardan.

Rezultati takve eksperimentalne ćelije prikazani su u tablici 2.2.3.2.

	Ožujak 1996.	Lipanj 1996.	Studeni 1996.
Obrtaj skladišta	20	30	57
Vrijednost robe na skladištu ($)	86.000	67.000	33.000
Normalno vrijeme isporuke	3-4 tjedana	1-3 dana	1-3 dana
Ubrzano vrijeme isporuke	1-3 dana	isti dan	isti dan

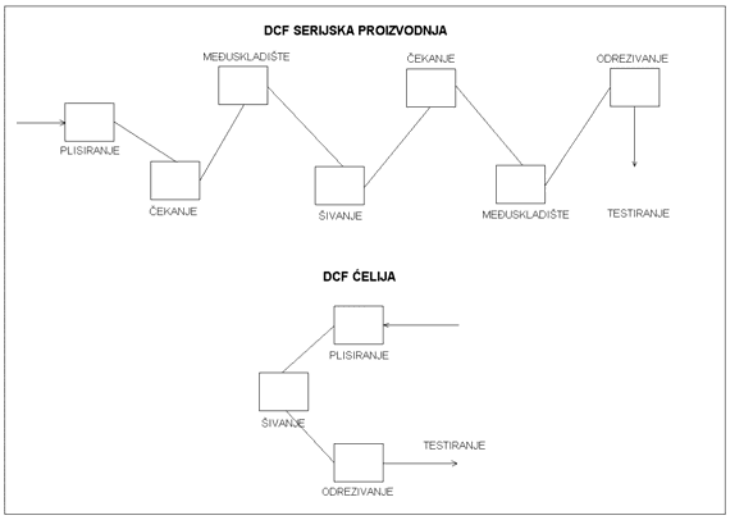
Tablica 2.2.3.2. Rezultati razvoja eksperimentalnih ćelija, [6]

Na slici 2.2.3.1. prikazan je shematski prikaz proizvodne ćelije U-oblika. Tako formiranim radnim mjetstima omogućuje se istodobno ostvarivanje većeg broja *lean* i TPS načela i popstupaka. Naime, ostvaruje se neprekidni jednokomadni tok materijala, odnosno proizvoda unutar ćelije, a postavljanjem strojeva za obradu jednog do drugog izbjegava se potreba za međuskladišima. Isto tako cjelokupna radna površina, u slučaju ovako organizirane proizvodnje manja je i na taj način operater/radnik kreće se manje te je time nepotreban hod/gibanje sveden na bitno manju količinu. Osim toga, ovakav raspored puža mogućnosti da se ergonomično rasporede potrebni alati i naprave na za to predviđene panele ili funkcionalne kutije s alatom koji je tada lako uočljiv i lako dostupan unutar prostora same ćelije. Od još nekih bitnijih prednosti ovakvih U-ćelija potrebno je izdvojiti mogućnost i potrebu da operater jedne ćelije upravlja većim brojem različitih strojeva što podiže razinu neovisnosti sustava i sposobnosti zaposlenika.



Slika 2.2.3.1. Shematski prikaz proizvodne ćelije U-oblika

Kroz svoj razvoj, sustav proizvodnih ćelija je donio brojne prednosti i zavidne rezultate. Transformacija iz starog sustava na sustav ćelija vidljiva je na slici 2.2.3.2. Naime, takav je sustav proizvodnih ćelija počeo s razvojem i napretkom djelovati na razini cjelokupne proizvodnje i tek su tada rezultati bili nevjerojatni jer su se benefiti koje je moguće postići sa jednom, eksperimentalnom ćelijom zbrojili i dali rezultate koji su revolucionarni za bilo koje poduzeće. Tako su na primjer za DCF (jednokratni kapsula-filtar) ćeliju postignuti sljedeći rezultati vidljivi u tablici 2.2.3.3. Naime, DCF ćelije bile su u konačnici brojne, a kroz vrijeme su se usavršavale i zato navedeni rezultati pokazuju tako nagao napredak.

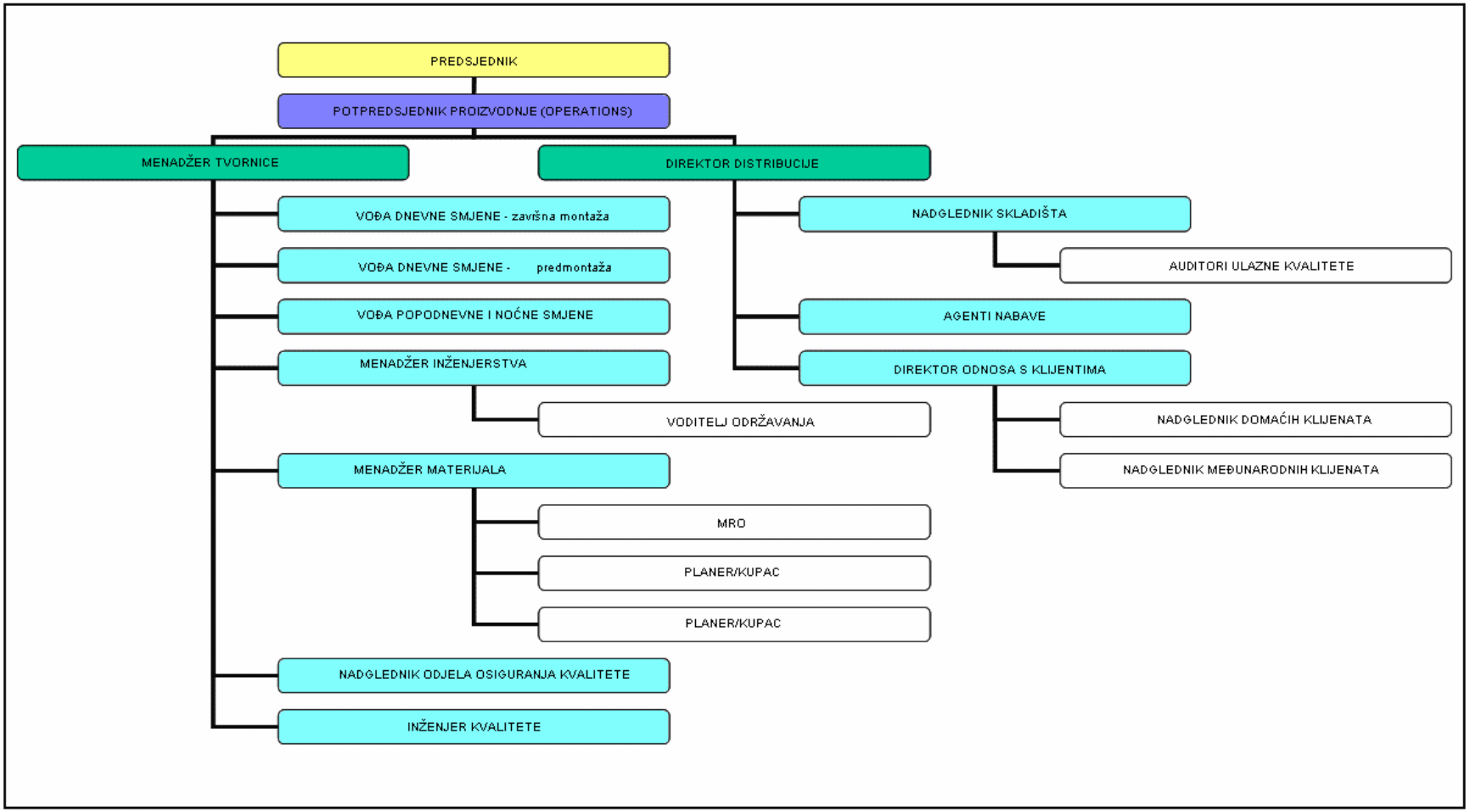


Slika 2.2.3.2. Transformacija sa serijskog na sustav ćelija, [6]

DCF ćelija	Ožujak 1996.	Lipanj 1996.	Studeni 1996.
WIP između strojeva u procesu	1600 komada	400 komada	0 komada
Vrijeme izrade prvog komada	>3 dana	6 sati	>4 minute
Vrijeme izrade 500 komada	>3.25 dana	10 sati	5 sati
Udaljenost prevaljena pješke (m)	>77.5	39.36	5.58

Tablica 2.2.3.3. Rezultati postignuti primjenom DCF ćelija, [6]

Isto tako, kroz svo razdoblje *lean* transformacije, i organizacijska struktura je prolazila kroz svoju transformaciju, kako bi bila bolje prilagođena i lakše odgovarala svim potrebama novog načina rada i poslovanja. Tako je godine 1997. organizacijska struktura izgledala kao što je prikazano na slici 2.2.3.3.



Slika 2.2.3.3. Organizacijska shema poduzeća 1997. godine, [6]

2.2.4. ZAKLJUČAK

Ovdje je naveden tek jedan dio onoga što je poduzeće Gelman Sciences poduzelo kako bi podiglo razinu kvalitete proizvoda, zadovoljstvo klijenata i na kraju vlastiti profit i imidž na tržištu i održavalo korak sa konkurentima.

Ono što je u prethodnim poglavljima detaljnije opisano bili su procesi uklanjanja škarta i ostalih izvora gubitaka i rasipanja u poduzeću, a zatim i formiranje *kaizen* (CI) timova kojima se u središtu promjene nalazi čovjek, a cilj im je općenito usavršavanje procesa i proizvodnje te očvršćivanje međuljudskih odnosa i poticanje timskog rada. Upravo je teorija da sve promjene kreću od ljudi osnovna postavka *lean* koncepta, ali potrebno ju je zaista primjenjivati u praksi i svakodnevici poduzeća. Ukoliko se na taj način i ispravnim vodstvom i izvođenjem kontinuiranog procesa promjene ka boljem zaposlenike navede da uvide koristi takvog koncepta i da sami budu uvjereni u pozitivne aspekte takvog djelovanja te da su rezultati uočljivi tek ako se problematika promatra dugoročno, tada je uspjeh nezaobilazan. Da bi se takvo stanje i zadržalo bilo je potrebno kroz organiziranje daljnje edukacije zaposlenika i ulaganje napora u stvaranje vođa od istaknutih pojedinaca poduzeća (i onih koji su se liderima pokazali tijekom pretvorbe poduzeća u *lean* poduzeće) osigurati budući razvoj poduzeća stopama kojima je već krenulo.

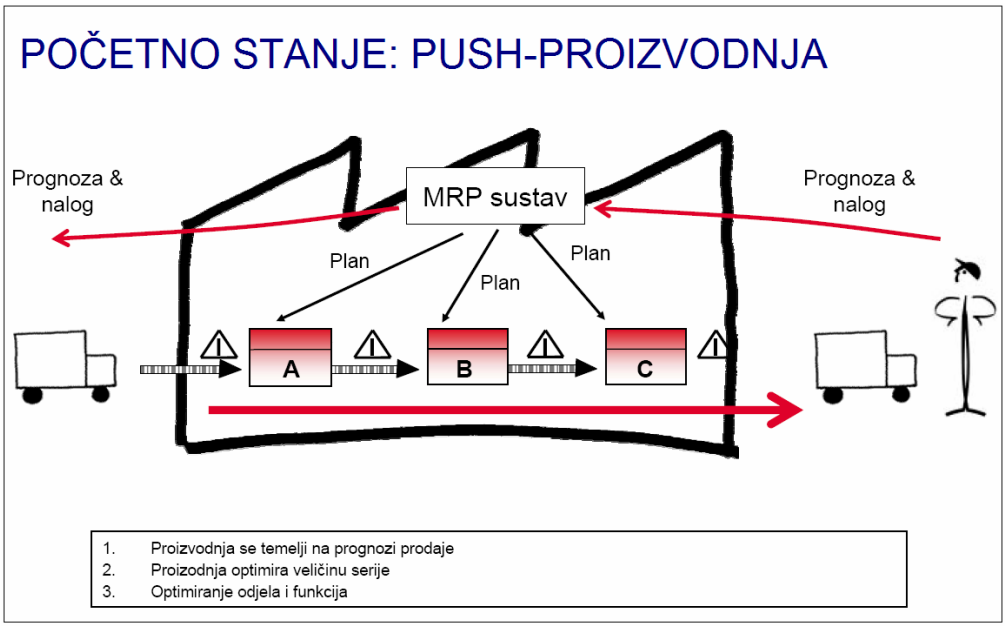
Uspjeh na kraju pokazuju brojke, a samo neke od njih koje pokazuju impresivnost uspjeha u slučaju poduzeća Gelman Sciences su: srezani kapaciteti skladišta za gotovo dvije trećine (JIT), smanjivanje vremena isporuke za pola i podizanje količine robe koja je prošla kroz skladište (obrtaj skladišta) za 185%.

3. METODA IMPLEMENTACIJE *LEAN* I TPS SUSTAVA U PODUZEĆIMA

3.1. PROVOĐENJE TPS-a U PODUZEĆIMA

Toyoti je trebalo gotovo stoljeće da razvije svoj vlastiti napredni proizvodni sustav od skromnih, ali inovativnih začetaka do onoga što u svijetu predstavlja danas. Sasvim prirodno, nije potrebno toliko vremena za poduzeća koja žele implementirati takav sustav upravljanja proizvodnjom danas. Preduvjet za uspješan početak tog procesa je odlučnost i strpljenje rukovodstva, kao i svih zaposlenih kojima treba pružiti mogućnost da razumiju i sudjeluju u svemu tome. Pritom nije dovoljno samo razumijevanje svakog pojedinog elementa, već se mora razumijeti i sinergija i sklad u kojima svi elementi zajedno doprinose.

Plan uvođenja TPS ili *lean* proizvodnje u poduzeća uglavnom se razrađuje kao opći plan, ali kada se plan odnosi na specifično poduzeće, potrebno je prilagoditi se stvarnim potrebama, mogućnostima i ograničenjima, o čemu je već bilo pisano u ovom radu. Samo vremensko planiranje u velikoj mjeri ovisi o mogućnostima i željama poduzeća, kao i o stupnju kontrole koji poduzeće posjeduje nad svojim operacijama. Dakle, vremenski planovi uvelike ovise o početnom stanju u kojem se poduzeće u određenom trenutku zatekne.



Slika 3.1.1. Početno stanje u procesu implementacije *lean* proizvodnje, [3]

Početno stanje u većini slučajeva izgleda kao što je prikazano na slici 3.1.1. Taj se oblik "push proizvodnje" ustalio u većini poduzeća koja danas nailaze na probleme nesigurne poslovne okoline, jake konkurencije i sličnih pojava te žude za promjenama koje će im omogućiti poslovanje na višoj razini i sofisticiraniju proizvodnju, "otpornu" na manjkavosti u pogledu kvalitete, prevelikih nekontroliranih troškova koji ju prate i čitavog niza ostalih rasipanja koja se pojavljuju kao nuspojave postojanja i funkcioniranja velikih sustava.

3.2. RAZVOJNE FAZE U PROCESU IMPLEMENTACIJE

Daljnji proces implementacije, nakon utvrđivanja početnog stanja u poduzeću, odnosi se različite elemente ili korake procesa i redoslijedu njihovog izvršavanja i primjene, ovisno o tome kakav je utvrđeni plan implementacije.

3.2.1. RAZVOJ SMED-a

Proizvodnja u malim serijama preduvjet je za TPS. Stoga se u najranijem stadiju počinje sa razvojem i primjenom SMED-a. Prvi problem koji se ovdje pojavljuje je psihološke naravi. Primjerice, kada se zaposlenicima naviklim na uobičajene uvjete rada predstavi skup postupaka kojima je moguće vrijeme za promjenu alata i podešavanje sa dva sata manjiti na šest minuta, velika većina zaposlenika zasigurno će pokazati otvorenu nevjericu. Česta je pogrešna pretpostavka da je, kako bi se takvo što postiglo, neophodna nabavka novih uređaja i strojeva, a prema tome i velike investicije. Takav negativan stav može se otkloniti samo pomoću očigledne demonstracije. Tek kada vide vlastitim očima što je sve moguće postići, zaposlenici će postepeno bivati uvjereni da je proces, unatoč tome što iziskuje ulaganje napora i velika odricanja, zapravo temeljen na jednostavnim stvarima koje je moguće ostvariti. Ponekad je takve stvari teško uočiti zbog navike i tzv. industrijskog sljepila. Za većinu zaposlenika takve demonstracije predstavljaju očit dokaz koji im potpuno mijenja stav.

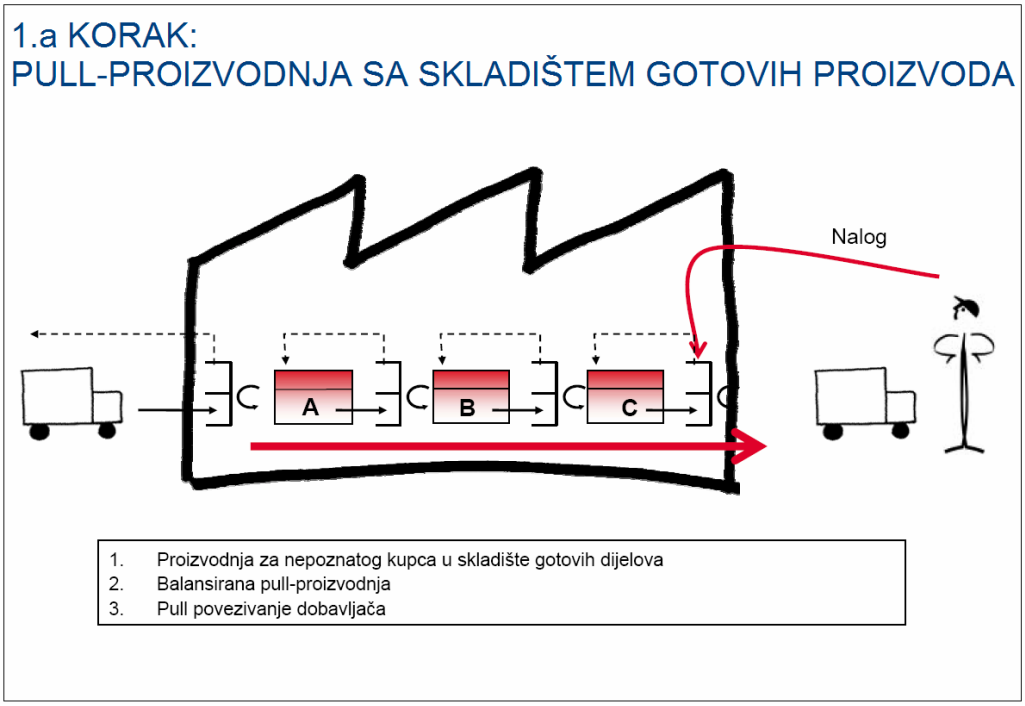
U početnoj fazi implementacije nije rijetkost pozivanje iskusnih savjetnika u poduzeće, kako bi svoje bogato iskustvo prenijeli na zaposlenike i omogućili njima samima da počnu otvoreno

razmišljati o problemima i načinima na koje bi se mogli učinkovito rješavati. Isto tako, nije rijetko da se menadžment poduzeća u ovoj fazi implementacije šalje na treninge i edukacije, često i u poduzeća već afirmirana u pogledu uspješne primjene TPS-a.

3.2.2. REZERVNO SKLADIŠTE KAO PRIJELAZNA FAZA

Dostići razinu proizvodnje bez skladišta predstavlja vrlo oštar zahtjev. Skladište ima ulogu zaštite od mogućih problema kao što su kvarovi strojeva, proizvodnja sa greškama, zakašnjenja sa isporukama, promjenjivi zahtjevi kupaca itd. Skladište se nikako ne može ukinuti odjednom ili smanjiti prebrzo kako to ne bi dovelo do nenadanih problema i stanja zbunjenosti kod poslovođa i zaposlenika.

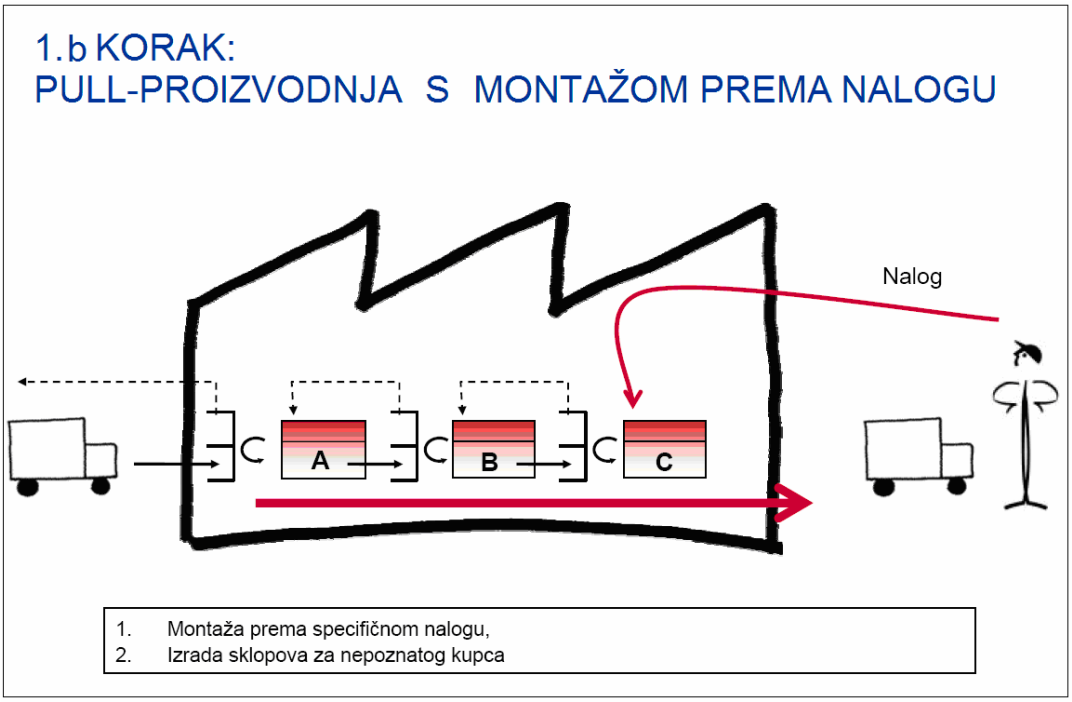
Zbog toga je preporučljivo da se na početku koristi metoda rezervnog skladišta. Takva je situacija prikazana na slici 3.2.2.1. Metoda rezervnog skladišta podrazumijeva što manju uporabu skladišta, odnosno uporabu skladišta samo u slučaju nužde. Ovdje postoji i mogućnost korištenja samo skladišta gotovih proizvoda što još uvijek podrazumijeva proizvodnju za nepoznatog kupca.



Slika 3.2.2.1. Međufaza s korištenjem rezervnog skladišta gotovih proizvoda, [3]

Prijelaznom fazom se pokušava potaknuti način proizvodnje u kojem kao da ne postoji skladište, a istovremeno se izbjegava mentalni stres zaposlenih i rizik od ozbiljnih posljedica. Ovo znači elastičniji prijelaz na TPS, no pritom je ipak potrebno strogo se držati određenih pravila i ne dopustiti da rezervno skladište bude previše "dostupno".

Još jedna od međufaza može biti pull-proizvodnja sa montažom prema nalogu (slika 3.2.2.2). Ovdje se radi o tome da se proizvodnja u svojoj posljednjoj fazi, dakle montaži i sklapanju proizvoda, prilagođava kupcu i njegovim željama. Dakle, sklopovi se montiraju prema specifičnim nalozima ili narudžbama, dok se ostatak proizvodnje odvija na "stari", već ustaljeni način.



Slika 3.2.2.2. Međufaza pull-proizvodnje s montažom prema nalogu, [3]

3.2.3. PROIZVODNJA U MALIM SERIJAMA, JEDNOKOMADNI TOK

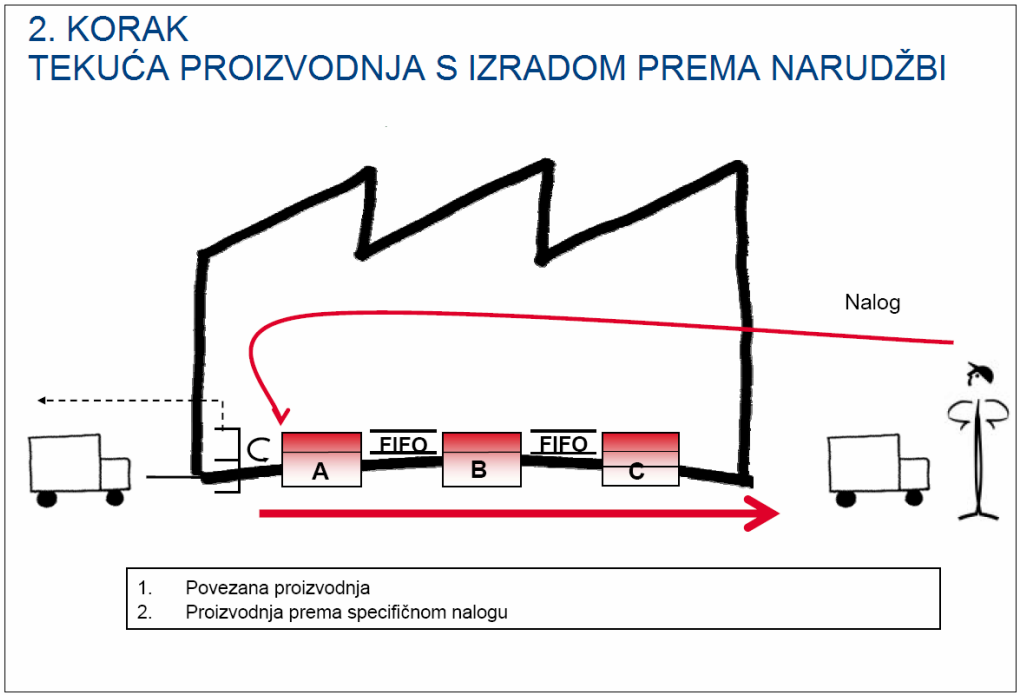
Da bi se skladište uklonilo u potpunosti i da bi se poizvodilo direktno prema narudžbi naručitelja, potrebno je drastično smanjiti protočna vremena. Da bi to bilo moguće, mora se organizirati proizvodnja u malim serijama, čija učinkovitost podrazumijeva već proveden SMED.

Dalje se zahtijeva uravnoteženje i balansiranje proizvodnog opterećenja (*heijunka*), sinkronizacija i usklađivanje operacija i jednokomadni tok.

Unatoč prednostima, jednokomadni tok ipak povećava broj potrebnih transportera između operacija. Zbog toga je u ovoj fazi implementacije potrebno optimizirati i poboljšati raspored tvornice ili postrojenja (layout) i to na način da se potreba za transportom eliminira na najmanju moguću mjeru. Tek tada, u ovoj fazi, na red dolazi razmatranje drugih uređaja, primjerice transportnih cijevi. Shema prvog stupnja proizvodnje prema načelima jednokomadnog toka prikazana je na slici 3.2.3.1.

Sve ovo pruža nam sljedeće prednosti:

1. Transportni rad između procesa se smanjuje i dolazi do racionalizacije prostora
2. Uklanjaju se međuskladišta između pojedinih operacija, a ujedno se pojednostavljuje i rukovođenje
3. Potreba za skladištem gotovih proizvoda, zbog za to ispunjenih preduvjeta, se smanjuje
4. Skraćuju se protočna vremena, [2]



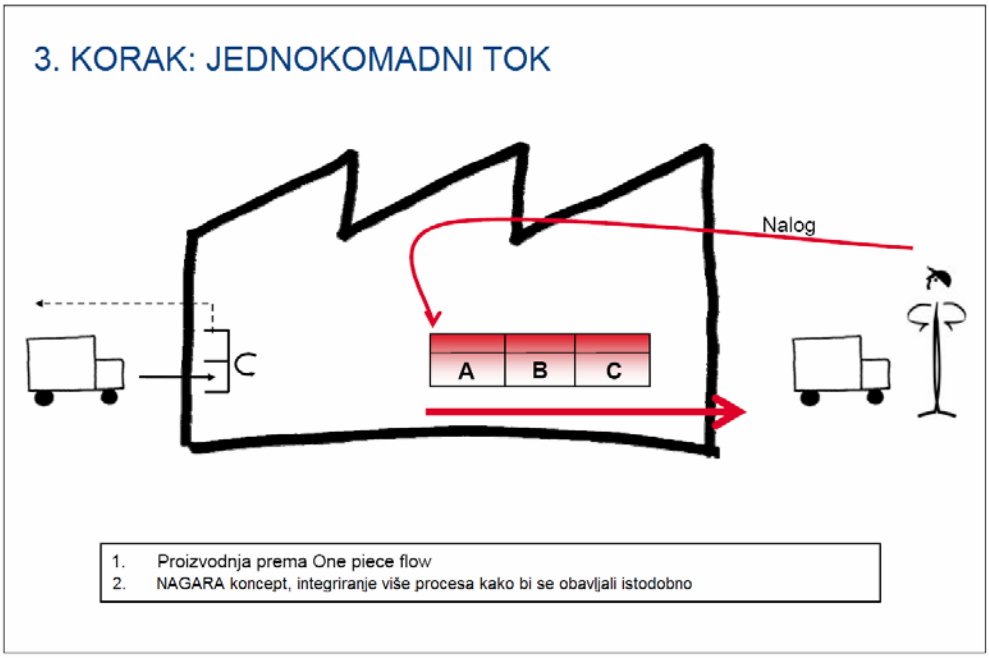
Slika 3.2.3.1. Međufaza tekuće proizvodnje jednokomadnog toka sa izradom po narudžbi, [3]

3.2.4. RAZVOJ INTEGRALNOG JEDNOKOMADNOG TOKA – NAGARA

Za vrijeme implementacije jednokomadnog toka, rukovoditelji i nadglednici moraju biti upućeni u to da oči drže širom otvorene kako bi uočili bilo kakav potencijal integracije svih postojećih proizvodnih tokova u poduzeću. U kontekstu *lean* proizvodnje te su mogućnosti mnogo veće nego što je slučaj kod tradicionalne proizvodnje.

U ovoj se fazi principi jednokomadnog toka podjednako primjenjuju na svim proizvodnim procesima i operacijama u poduzeću, a ne isključivo na procesima montaže. Jednokomadni tok je sada tok koji integrira primjerice prešanje, strojnu obradu, zavarivanje itd.

I ovu fazu (prikazanu na slici 3.2.4.1.) prate brojne mentalne blokade, koje je potrebno otkloniti. I ovdje se moguće poslužiti demonstracijom ili pokusom koji će zaposlenima pokazati na koje je sve načine moguće organizirati proizvodnju i koji su benefiti raznih alternativa. Zanimljivi pokusi i edukacijske radionice razbit će monotoniju svakodnevnog rada, a istodobno zaposlenicima približiti ovu specifičnu proizvodnu filozofiju. To će im razumijevanje biti još jedan dodatni impuls u razbijanju postojećih mentalnih blokadi, a ujedno će ih potaknuti na razmišljanje o problematici koja može dovesti do generiranja i razvoja izvrsnih ideja.



Slika 3.2.4.1. Jednokomadni tok, [3]

3.2.5. RAZVOJ SEGMENTNE I IZMIJEŠANE PROIZVODNJE

TPS svojim postepenim uvođenjem implicira i izradu planova proizvodnje za kraće periode (segmente) kako bi se na kraju postigla izmiješana proizvodnja.

Jednomjesečni segment planiranja trebao bi biti uobičajen. Svaki detalj i komponenta se prema takvom planu proizvodi jednom mjesečno, a ako se segment smanji na deset dana, to će značiti da se svakih deset dana proizvoditi svi detalji i proizvodi iz asortimana poduzeća. Time je omogućena bolja prilagodba proizvodnje potrebama klijenata i samim time fleksibilnost proizvodnje.

Izmiješana proizvodnja predstavlja svođenje segmentne proizvodnje na period od jednog dana kada je postignuto stanje u kojem se svaki proizvod svakodnevno proizvodi. Preduvjeti za takvo stanje su smanjenje pripremno-završnih vremena (vremena podešavanja ili changeover time) i sprečavanje proizvodnje sa greškama.

3.2.6. RAZVOJ KA POSLUŽIVANJU VEĆEG BROJA STROJEVA

Kada je u pitanju smanjenje rada čovjeka, odnosno povećanje udjela čovjekova rada koje pridonosi dodavanju vrijednosti proizvodu uglavnom se koriste tri metode:

- poboljšati modele pokreta izvršitelja u radu,
- iskoristiti vremena čekanja za posluživanje različitih strojeva i upotrijebiti "najmanje moguće posluživanje",
- pretvoriti rad na posluživanju u rad stroja, [2].

Ove mjere otvaraju put prema posluživanju većeg broja strojeva. Budući da su troškovi čovjek/stroj uglavnom u odnosu pet naprema jedan, vrijeme kada stroj stoji isplati se samo ako se na taj način bolje iskoristi vrijeme izvršitelja.

Posluživanje većeg broja strojeva može biti dvojako:

1. **"Obično" posluživanje većeg broja strojeva**, kada strojevi izvršavaju operacije na različitim radnim predmetima. Prednosti ovakvog rada su korištenje vremena čekanja kod jednog stroja za posluživanje drugog. Ovim se putem može očekivati povećanje produktivnosti za 30-50%.

2. **Višeprocesno posluživanje**, kada isti izvršitelj poslužuje veći broj strojeva u proizvodnom nizu u kojem se obrađuje isti radni komad. Ovdje se nailazi i na nove mogućnosti i dodatne dobiti time što izvršitelj ne mora manipulirati radnim komadom, već ga prenosi direktno s jedne na sljedeću operaciju. Uz to, vešeprocesno posluživanje često otkriva potencijale za uravnoteženjem procesnih vremena strojeva. Višeprocesno posluživanje također dozvoljava elastično prilagođavanje promjenjivim zahtjevima, s obzirom da je moguće mijenjati broj strojnih cjelina po izvršitelju. Kod višeprocesnog posluživanja očekivano povećanje produktivnosti iznosi 50-100%, [2].

Predautomatizacija je sljedeća razina ovog procesa. Ona predstavlja prenošenje tipičnih ručnih pokreta i poslova i izvjesne mentalne funkcije na stroj. Predautomatizacija izvršitelju omogućava da napusti stroj u toku normalnog odvijanja rada, a ako se nešto nepredviđeno dogodi, stroj staje i alarmira izvršitelja, koji tada ispravlja pogrešku.

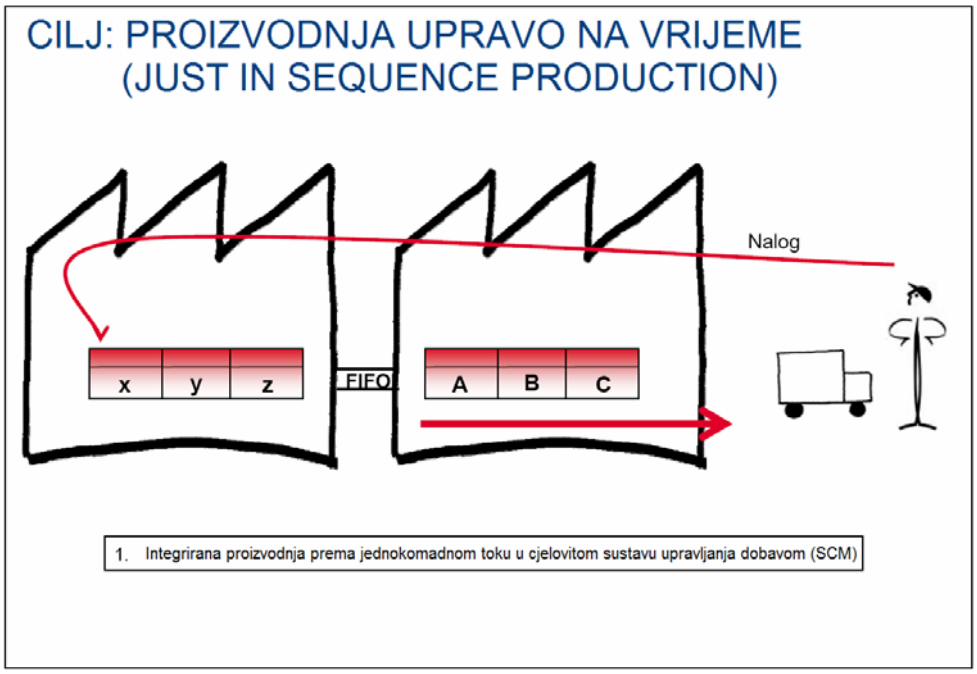
Ako se pri svakom zaustavljanju otkloni osnovni razlog nastanka pogreške, postepeno se smanjuje broj ponavljanja grešaka i ostvaruje se sve stabilnija proizvodnja. Predautomatizacija predstavlja i elastično prilagođavanje promjenjivoj potražnji i zahtjevima kupaca**.**

3.2.7. PROIZVODNJA BEZ GREŠKE I KANBAN – ZAVRŠNA FAZA

Završne faze implementacije TPS-a podrazumijevaju završno osiguravanje proizvodnje bez greške kroz već spomenute metode i tehnike stopostotne kontrole na izvoru, samokontrole i korištenja *poka-yoke* metode onoliko koliko je moguće. Rad na ostvarenju tog cilja proizvodnje s nula grešaka mora početi što ranije.

Kanban je, s druge strane, preporučljivo uvoditi tek nakon što se prvo na sveobuhvatan način usavrši proizvodni sustav. Najveća prednost *kanban* sustava je to što on omogućava upravljanje količinom robe u tokovima procesa proizvodnje pomoću jednostavne regulacije broja *kanban* kartica koje cirkuliraju. Osim toga, dolazi i do ponovnog korištenja istih kartica, što predstavlja značajno reduciranje količine administrativnih rutinskih poslova. *Kanban* sustav dovodi do smanjenja skladišta, pomaže pri detekciji uskih grla u proizvodnji i osigurava vizualnu kontrolu u funkciji toga da skladište ne prelazi nivo koji odgovara broju *kanban* kartica.

Nakon svega, ciljano stanje je prikazano na slici 3.2.7.1. Ipak potrebno je napomenuti da proces promjene s time ne prestaje. Naime, poduzeće je stalno u procesu promjene, a potrebno je težiti promjeni ka boljem i kroz sveprisutan proces kontinuiranog usavršavanja usmjeravati poduzeće ka kontinuiranom rastu i razvoju.



Slika 3.2.7.1. Završna faza implementacije TPS-a, [3]

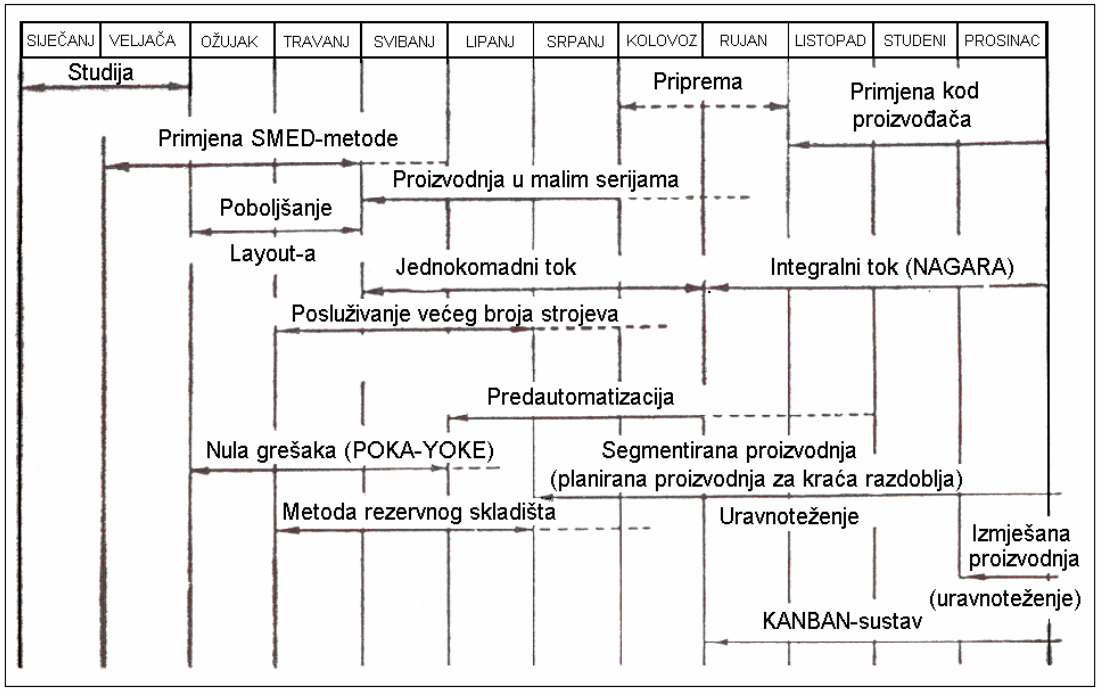
3.3. IMPLEMENTACIJA TPS-a U ODNOSU NA VRSTU PROIZVODNJE

Poznato je kako je TPS moguće prilagoditi svakom postojećem proizvodnom sustavu, bio on proizvodni ili uslužni. Pritom postoje neke bitne razlike između procesa implementacije za jedan, odnosno drugi tip poslovanja. U ovom se radu naglasak stavlja na proizvodna poduzeća i prethodno opisan opći postupak implementacije odgovara upravo proizvodnim poduzećima.

Ipak, *lean* metode i cjelokupan sustav moguće je smiještati i u uslužna poduzeća, ako se usluge promatraju kao proizvodi u proizvodnim poduzećima, te se uslužna djelatnost počne organizirati tako da se ukloni svaka popratna i nepotrebna aktivnost koja toj usluzi, usmjerenoj na želje i potrebe krajnjeg korisnika, ne dodaje novu vrijednost. Dakle, i ovdje je potrebna detaljna

analiza početnog stanja, a zatim i djelovanje i kontinuirano usavršavanje. Postoje brojni primjeri uspješne implementacije *lean* sustava u financijske kuće i banke, bolnice i sl.

No ovo nije jedini kriterij koji utječe na promjenjivost pristupa implementaciji ovakvog sustava u posuzeće. Unutar pojedine grupe, proizvodnih ili uslužnih poduzeća, možemo prema početnom stanju razlikovati postojeći tip proizvodnog sustava i u daljnjoj analizi ustvrditi što je sve potrebno učiniti kako bi se taj postojeći sustav optimalno transformirao i usvojio promjene, poštujući postojeća ograničenja i maksimalno koristeći mogućnosti na raspolaganju. S druge strane, poduzeća možemo razlikovati i po vrsti proizvoda koji proizvode i na temelju toga ponovno definirati, prema iskustvu i specifičnoj situaciji u danom poduzeću, optimalne korake implementacije, poštujući pritom opći plan implementacije opisan u prethodnom poglavlju čiji je terminski plan za razdoblje od, primjerice jedne godine prikazan na slici 3.3.1.



Slika 3.3.1. Plan za uvođenje Toyota koncepta, [2]

4. PRIMJER PRIMJENE METODA TPS-a U PODUZEĆU

4.1. OPIS PODUZEĆA "PUNIONICA VODE GOTALOVEC"

Coca-Cola Beverages Hrvatska d.d. vlasnik je punionice vode u Gotalovcu (slika 4.1.1.) gdje se puni Bistra. Coca-Cola Beverages d.d. Punionica Vode kao osnovnu sirovinu koristi termalnu izvorsku vodu iz izvora G-3, za koji je korisnik koncesije.

Slika 4.1.1. Punionica vode Gotalovec

Voda se crpi iz dubine od 450 m, te se pomoću pumpe prepumpava u punionicu. Bunar G3 dovršen je u travnju 2005. godine te je nakon mikrobioloških ispitivanja od strane HZZJZ, Instituta Fresenius te TCCC laboratorija u Bruxelessu dobio dozvolu za ekspoalataciju. Na samom bunaru mjeri se mutnoća, provodljivost te temperatura vode. Također se dva puta dnevno provode mikrobiološka ispitivanja za kakvoću vode. Putem podzemnog cijevovoda u dužini od 150 m voda se prepumpava u punionicu. Nakon prolaska kroz prvi filter voda se hladi u cijevnom

hladnjaku na temperaturu od 15ºC te nastavlja kroz drugi filter u spremnik vode od 5 m³. U slučaju da je spremnik vode pun voda se pomoću pneumatskih ventila preusmjerava u potok. Voda za ispiranje se odvaja te se ozonizira u tanku za impregnaciju i nakon toga obogaćena ozonom odlazi do ispiračice gdje se vrši ispiranje boca prije punjenja. Voda za sanitarne potrebe prolazi kroz određene filtere te se nakon toga klorira na max. 0,6 mg/l, dok se voda za potrebe CIP-a omekšava te dodatno klorira do max 2 mg/l.

Za proizvodnju gazirane izvorske vode dodaje se u procesu deaeracije i karbonizacije CO2, a za proizvodnju vode s okusima voda se obogaćuje sirupima u određenim omjerima, a to se odvija u uređajima nazvanima flavorizatori. U punionici vode kao ambalaža koriste se PET i staklene boce. Proizvodnja PET boca radi se na strojevima "Sidel" i "Chumpower". Boce se proizvode sustavom grijanja predformi u za to namijenjenim pećima te se formiraju u bocu pomoću visokog tlaka. Boce se nakon proizvodnje putem transportera vode prema prostoriji za punjenje koja je posebno ventilirana zrakom, koji se prije ulaska u prostor za punjenje filtrira pomoću serije filtera, a završni je EU 13 filter koji osigurava 99,97% čistoću zraka. Zrak se također svakodnevno kontrolira u laboratoriju. Prije samog punjenja boce se ispiru O3 vodom od 1,0 mg/l, zatim se pune i odmah zatvaraju. Zatvarači se nakon usipavanja također tretiraju sa O3 vodom. Nakon što se boce napune i datumiraju odgovarajućim transporterima odvode se u zonu pakiranja gdje se na kraju paletiziraju i spremaju u skladište. Staklene boce tretiraju se na jednak način kao i PET boce samo što se depaletiziraju te se odvode na ispiranje i punjenje.

Sustav za unutarnje pranje i dezinfekciju opreme (CIP stanica, *cleaning in place*) zatvoren je recirkulacijski sustav kojim se vrši dnevno pranje pomoću vruće vode (85ºC), tjedno pranje pomoću blagih kiselih sredstava te mjesečno pranje pomoću blagih lužnatih sredstava. Vanjsko pranje (COP, *cleaning out of place*) i održavanje radnog prostora i opreme (podmazivanje transportera, kompresorska i toplinska stanica) vrši se ekološkim biorazgradivim sredstvima. Osnovna svrha čišćenja opreme (vanjski i unutarnji dijelovi) je odstranjivanje vidljive nečistoće. Na taj način se mogućnost kontaminacije unutarnjih dijelova opreme svodi na minimum. Čiste proizvodne prostorije i čisti vanjski dijelovi (površine) opreme omogućavaju održavanje higijene u vremenu između dviju sanitacija. Intenzitet čišćenja i sanitacije određuje se po vremenskim razdobljima. Najčešće se intenzitet dijeli na dnevni, tjedni, mjesečni, kvartalni i godišnji. Osim nabrojenih čišćenja po razdobljima postoje i čišćenja prilikom zamjene finalnih proizvoda i čišćenja po potrebi. Kad se navode postupci čišćenja i sanitacije za tjedno ili mjesečno razdoblje,

u tjedno čišćenje su automatski uključene sve operacije dnevnog čišćenja, a u mjesečno sve operacije tjednog čišćenja.

Otpadne se vode nastale na ispiranju PET i staklene ambalaže nakon skupljanja u zajednički rezervoar preko UV lampe, koja razgrađuje ozon, ispuštaju u potok Topličicu zajedno sa krovnim oborinskim vodama. Sve ostale tehnološke vode, uključujući i sanitarne, odvojenim kanalizacijskim sustavom odvode se prema sustavu za obradu otpadnih voda "Cuss". Nakon što se fekalne vode staložе, sustavom samopreljeva miješaju se sa tehnološkim vodama te se zajedno slijevaju u bazen za neutralizaciju. Otpadne vode se neutraliziraju pomoću NaOH ili HCl, te se nakon automatske pH kontrole pumpaju pomoću pumpi od 3,5 m^3 preko biodiskova na kojima se nalaze mikroorganizmi za pročišćavanje vode do laminarnog separatora. U laminarnom separatoru vrši se bistrenje vode na način da se lomi put prolaska vode te sve nečistoće padaju ili zaostaju na stijenkama separatora. Nečistoće i talog također se pomoću pumpe prepumpavaju u taložnik.

Prije ispuštanja pročišćene otpadne vode još se jednom kontrolira pH, mjeri se ukupan i trenutni protok te prolazi kroz UV-lampu u kojoj se vrši završna dezinfekcija. Sam rad postrojenja je automatski te je vizualiziran za potrebe kontrole. Za potvrdu kakvoće otpadne vode izgrađen je bazen koji se puni pročišćenom otpadnom vodom (slika 4.1.2.) u kojem žive ribe gdje se također prate dnevni, tjedni te kvartalni parametri od strane HZZJZ.

Slika 4.1.2. Bazen za provjeru kakvoće pročišćenih otpadnih voda

4.2. TRENUTNO STANJE U PODUZEĆU

Punionica vode Gotalovec radi u tri smjene i to od 6 do 14 h (1. smjena), od 14 do 22 h (2. smjena) i od 22 do 6 h (3. smjena). U punionici je ukupno zaposleno 33 ljudi. Po jednoj smjeni, gledano isključivo samo za potrebe proizvodnje, radi 5 zaposlenika i to:

- smjenovođa,
- 1 operater za proizvodnju plastičnih boca – Sidel puhalica,
- 1 operater za punjenje, ispiranje, začepljivanje i etiketiranje,
- 2 operatera za pakiranje i paletiziranje.

Dakle, kada se analizira samo proizvodnju (bez skladišta), zaključuje se da 5 zaposlenika sudjeluje u cijeni jednog fizičkog pakiranja. Fizičko pakiranje je termin koji se koristi u punionici vode i označava točno određen broj boca određene vrste proizvoda koji se pakira. Pa tako fizički paket može imati 6, 12 ili 24 boce ovisno o vrsti proizvoda (odnosno obliku boce). Cilj optimizacije proizvodnje je, između ostaloga, smanjiti potreban broj operatera po jednoj smjeni kako bi se smanjila u konačnici i cijena fizičkog paketa. To je moguće postići tek kroz postepene faze u procesu optimizacije i racionalizacije proizvodnog procesa.

4.2.1. TOK PROIZVODNOG PROCESA

Početak cjelokupnog procesa proizvodnje obilježen je nabavom sirovina i (repro)materijala potrebnih za proizvodnju koje zaprima ulazno skladište punionice (slika 4.2.1.1.). Materijali za proizvodnju su:

- etikete,
- ljepilo,
- podložni kartoni (za stabilnost palete),
- čepovi,
- predforme ili predoblici (za boce od 0,5 litara, 1,0 litara i 1,5 litara),
- termo folije za boce (za pakete),
- folije za palete, [7].

Slika 4.2.1.1. Ulazno skladište punionice

Sam proizvodni proces počinje predformama ili predoblicima koji se stavljaju u čelični sanduk iz kojeg se posebnim mehanizmom usmjeravaju i transporterom (slika 4.2.1.2.) prenose prema puhalici.

Slika 4.2.1.2. Transporter predformi, [7]

Puhalica (slika 4.2.1.3.) proizvodi 11 000 bph (eng. bottle per hour), a njeno pripremno-završno vrijeme (changeover time) iznosi 1 h. Prije samog puhanja, predforme prolaze kroz peć integriranu u puhalici i griju se na 80°C. Nakon grijanja boce se pod utjecajem visokog tlaka oblikuju unutar određenih kalupa. Na početku svake serije određeni broj boca koje prođu proces puhanja odlaze na ispitivanje i to vizualnom kontrolom, kontrolom na volumen i kontrolom na pritisak. U ovom djelu procesa nalaze se jedan operater.

Slika 4.2.1.3. Puhalica, [7]

Nakon puhanja boce transporterom putuju do ispiračice gdje se ispiru prije samog procesa punjenja vode. Brzina ispiračice jednaka je brzini punjača (slika 4.2.1.4.). Nakon ispiračice, boce se dopremaju do punjača čiji se raspon brzina kreće od min 5 000 bph do max 18 000 bph.

Slika 4.2.1.4. Stroj za punjenje (Hansa)

Prosječna brzina punjača iznosi otprilike 12 000 bph. Nakon punjača, boce se začepljuju na čepilici čija je brzina također jednaka brzini punjača. Treba napomenuti da se u samom procesu proizvodnje 1 operater nalazi kod ispiračice, punjača i čepilice, dok se kod pripremno-završnog vremena tamo nalaze 2 operatera, ukoliko je to moguće, u cilju brže promjene alata (changeover). Najčešće ulogu drugog operatera za vrijeme promjene alata na stroju preuzima smjenovođa. Pripremno-završno vrijeme za tu procesnu cjelinu iznosi otprilike 2 h. Dakle, ispiračicu, punjač i čepilicu treba promatrati kao jednu procesnu cjelinu jer je ovdje prisutan jednokomadni protok (one-piece-flow), a ispiračica i čepilica rade istom brzinom kao i punjač.

Nakon ispiračice, punjača i čepilice boce se transportiraju do stroja za etiketiranje. Etikerka je, kao i puhalica, opremljena foto-ćelijama koje služe kao senzori i prema količini boca na transporteru prilagođava se brzina rada stroja. Moguća je i ručna prilagodba brzine etiketiranja. Nakon etiketiranja boce transporterom odlaze na pakiranje (slika 4.2.1.5.) te naposlijetku na paletiziranje (slika 4.2.1.6.). Paletiziranje se vrši strojem koji u poduzeću ima najviši stupanj automatizacije. Naime, radi se o stroju koji vrši paletizaciju gotovih zapakiranih fizičkih pakiranja, a ima pohranjene modele rada za svaki pojedini proizvod, odnosno fizičko pakiranje. Stoga je pripremno-završno vrijeme ovog stroja vrlo kratko, odnosno obavlja se pritiskom na gumb (OTED). Palete gotovog proizvoda viličarima se prevoze u skladište gotovih proizvoda.

Slika 4.2.1.5. Pakiranje, [7]

Slika 4.2.1.6. Paletiziranje, [7]

Ukupan lanac dodavanja vrijednosti i cjelokupan proces proizvodnje jednog komada proizvoda prikazan je na slici 4.2.1.7.

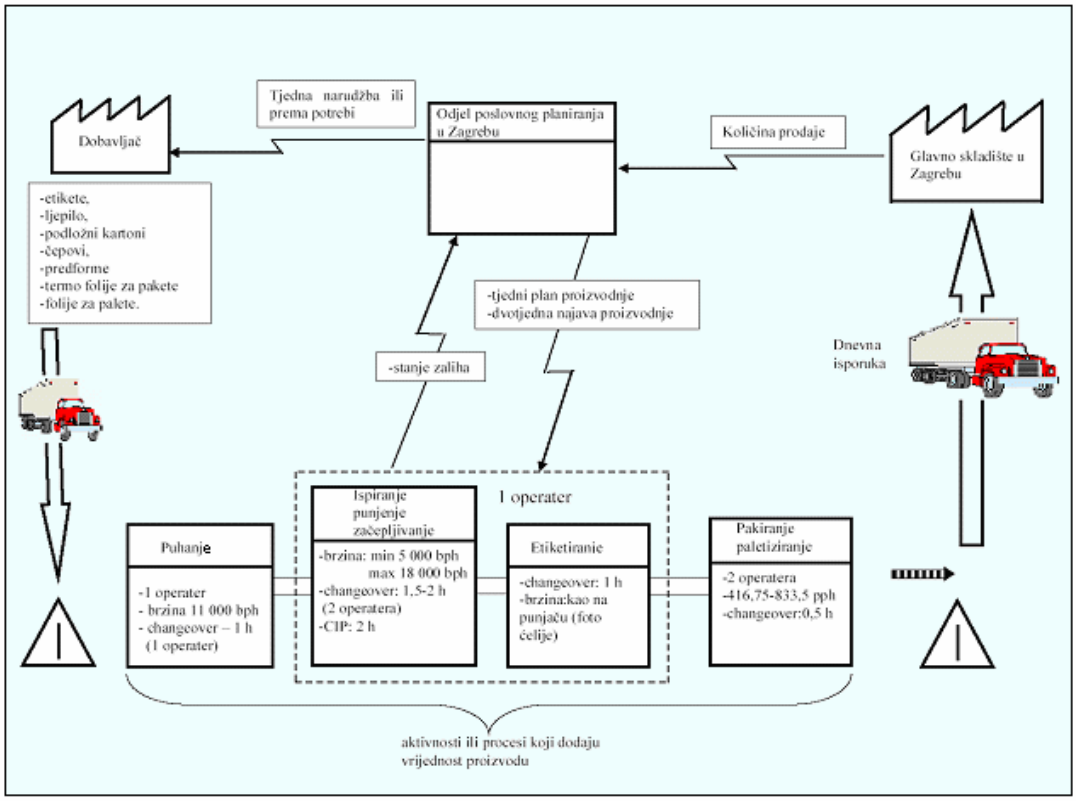
- Nabava sirovina + skladištenje
- Proizvodnja plastičnih boca - puhanje
- Ispiranje boca
- Punjenje boca
- Začepljivanje boca
- Etiketiranje boca
- Pakiranje boca
- Paletiziranje boca
- Isporuka gotovih proizvoda

Slika 4.2.1.7. Proces proizvodnje, [7]

Nakon što je jedna serija proizvedena treba provesti kompletnu promjenu alata na opremi (changeover), unutarnje čišćenje i prilagođavanje transportera drugom obliku boce. Kompletna promjena alata u proizvodnom pogonu na strojevima najveći je gubitak vremena. Prije svega, voditelj smjene priprema sustav za CIP koji je obavezan poslije svake i najmanje promijene alata na stroju za punjenje, čepilici i stroju za ispiranje. Dakle, da bi se CIP obavio mora se prije toga provesti promjena alata na spomenutim strojevima i ta promjena alata predstavlja prioritet. Zatim dolazi na red proces čišćenja i sanitacije CIP koji traje 2-6 h, ovisno o vrsti proizvoda koji se u

prethodnoj seriji proizvodio. Simultano se odvijaju i procesi promjene alata na drugim strojevima odnosno radnim mjestima. Ipak, oni se ne smatraju kritičnima zbog toga što oduzimaju puno manje vremena, a uz to se nakon promjene alata na njima ne provodi CIP. Stoga se praktični dio ovog diplomskog rada, opisan u sljedećem poglavlju, prvenstveno odnosio na jedan od najkritičnijih dijelova i uskih grla procesa proizvodnje, promjenu alata na stroju za punjenje i čepljenje. Naime, kroz radionicu provedenu u poduzeću, čiji je glavni cilj bio smanjiti vrijeme promjene alata, postignut je i čitav niz ostalih poboljšanja te je otvoren prostor velikom broju mogućnosti za usavršavanjem procesa proizvodnje, čijom bi se realizacijom neminovno podigla razina kvalitete proizvoda.

Ono što u cjelokupnom dosadašnjem prikazu nedosataje jest podrška odjela poslovnog planiranja, čija je zadaća izrada tjednih planova i najavu koja se odnosi na vremensko razdoblje od dva tjedna unaprijed, a temelji se na trenutnoj potražnji i prodaji kao i na kratkoročnim predviđanjima. Sam odjel je smješten u Zagrebu, kao što je prikazano na slici 4.2.1.8. koja prikazuje cjelokupan proizvodni proces sa integriranim svim sastavnim dijelovima koji ga čine.



Slika 4.2.1.8. Prikaz proizvodnog sustava i lanca vrijednosti, [7]

4.3. RADIONICA "PROMJENA ALATA NA STROJU ZA PUNJENJE"

4.3.1. PRISTUPANJE PROBLEMIMA U RADNIM GRUPAMA

Svi zaposlenici tvrtke moraju biti izravno uključeni u *kaizen* proces, kojemu je osnova timski rad, odnosno radne grupe koje provode *kaizen* proces. Jedna je od zadaća zaposlenika da dijelom radnog vremena svoj trud i angažman posvete provedbi tog načela. Na taj način različite skupine zaposlenika izvršavaju i različite zadatke unutar *kaizena*. Zadatak top-menažmenta je uvođenje *kaizena* kao temeljnog načela, prednjačenje u njegovu ostvarivanju, te praćenje. On stvara poticajne uvjete u tvrtki. Srednji menadžment ostvaruje obrasce top-menadžmenta i odgovoran je za provedbu standarda. Isto tako potiče način razmišljanja kroz odgovarajuće seminare. Voditelji timova podržavaju zaposlenike pri razvoju ideja i primjeni. Oni su zaduženi za praćenje uspjeha. Radnici na operativnoj razini izrađuju konkretne prijedloge za poboljšanje koje potom i ostvaruju. To se može odvijati i u manjim grupama. Oni unapređuju svoje stručno znanje i iskustvo sudjelovanjem na seminarima.

Proces kontinuiranog poboljšanja temelji se na konceptu koji je 50-tih godina prošlog stoljeća razvio američki stručnjak za kvalitetu William Deming. Deming-krug poznat je kao model kontinuiranog usavršavanja. Upravo su u Japanu njegovi koncepti i metode naišli na veliki odjek. Tamo su se tijekom godina dalje razvijali i usavršavali. Deming koncept može se predočiti jednostavnom slikom – u takozvanom Deming-krugu. Deming-krug opisuje četiri zadatka koji se uvijek iznova javljaju i koji se odvijaju u beskonačnom procesu, potičući time kontinuirano poboljšanje. Pojednostavljeno rečeno, upravljati sigurnosnim rizicima u organizaciji prema Demingovu upravljačkom krugu znači:

1. Identificirati izvore mogućih rizika, procijeniti potencijalne učinke tih ugrožavanja i planirati adekvatne mjere i aktivnosti za njihovo smanjivanje i/ili eliminiranje
2. Planove primijeniti u praksi i dokumentirati
3. Kontrolirati učinkovitost i primjerenost planova, vizualizirati rezultate poduzetih mjera
4. Poboljšavati praksu i postojeća planska rješenja, tj. još otvorene ili novonastale probleme identificirati i opisati, po potrebi definirati standarde za stabilizaciju procesa, [9]

Upravljanje je prema Demingovu krugu trajna aktivnost koja rezultira stalnim poboljšanjima stanja sigurnosti tj. suzbijanjem i sprečavanjem izvorišta rizika koja izravno i neizravno djeluju na kvalitetu proizvoda i usluga, odnosno poslovnih procesa u kojima se one stvaraju. Ne postoji organizacija koja ne može poboljšati svoj uspjeh u pogledu na kvalitetu prema kupcu, proizvodu, usluzi ili procesu. U praksi to iziskuje otvorenost menadžmenta i zaposlenika prema promjenama i kulturu organizacije koja potiče promjene. Različite metode i alati kojima se u radnoj svakodnevici provode aktivnosti neprestanog usavršavanja iza kojih slijedi ostvarivanje rezultirajućih uspjeha su brojne. Te metode i alati općenito pomažu pronaći uzroke grešaka ili rasipanja svake vrste. Druge su metode korisne pri analizi i prikazivanju procesa i njihovih obilježja uspješnosti; one dakle pridonose transparentnosti. Mnoge su se od metoda tijekom godina razvijale i usavršavale u Japanu u okviru menadžmenta kvalitete. Njihova najveća prednost je njihova jednostavnost primjene i činjenica da se njima jednostavno mogu postići zapanjujući efekti. Unatoč njihovoj jednostavnosti bitno je da su metode i alati poznati zaposlenicima i da se redovito primjenjuju.

Radionice su dobre prigode za razmjenu mogućih načina usavršavanja. Zaposlenici jednog odjela redovito sjedaju za stol zajedno sa svojim nadređenim i tom prilikom raspravljaju o problemima na koje su naišli, te o mjerama koje se mogu poduzeti za poboljšanje stanja. Takav je način komunikacije i rješavanja problema kroz međusobnu otvorenu komunikaciju nazvan *obeya* (japanska riječ kojoj je doslovno značenje velika soba u kojoj se sastaju multifunkcionalni timovi i radne grupe s ciljem rasprave i rješavanja postojećih problema). Važne teme rasprave mogu biti:

- problemi s kakvoćom,
- organizacija radnog mjesta,
- problemi s terminima kod isporuke robe i usluga,
- preventivno održavanje,
- problemi sa sredstvima za rad i alatima,
- potencijali racionalizacije,
- mogućnosti uštede,
- logistika,
- poboljšanje urednosti i čistoće,
- poboljšanje razmjene informacija,
- obuka i uhodavanje novog zaposlenika, [9].

4.3.2. CILJEVI RADIONICE

Radionica provedena u punionici vode Gotalovec zamišljena je tako se da kroz njezinu provedbu, temeljenu na načelima *lean* i TPS proizvodnje, stekne uvid u propuste i rasipanja koja postoje u poduzeću, ali i još više od toga. Glavni cilj ove radionice bio je razmatranje svih raspoloživih mogućnosti za otklanjanje postojećih nedostataka i rasipanja, koja su se ticala promjene alata (changeover) na stroju za punjenje kako bi se otklonili svi nepotrebno generirani troškovi, smanjilo vrijeme proizvodnje, eliminiralo nepotrebno čekanje itd.

Uz to, cilj radionice bio je i probno, a zatim i dugoročno usvajanje svih promjena koje pokažu dobre rezultate za vrijeme provođenja. Bitno je napomenuti i to da je cjelokupna radionica provedena tako da se poticao otvoren pristup prema svim pristiglim idejama, i svaka se pomno razmatrala. Ciljevi radionice određeni na njenom samom početku bili su sljedeći:

- skratiti vrijeme promjene alata (stroj za punjenje),
- podići razinu osviještenosti zaposlenika o korisnim aspektima promjena (pružiti odgovor na pitanje zašto se teži ovakvim radionicama i promjenama ka boljem),
- otvoriti i proširiti vidike zaposlenika i menadžera (izliječiti industrijsku sljepoću),
- standardizacija postojećih procesa (u ovom slučaju načiniti listu propisanih koraka za vršenje promjene alata na stroju),
- obuka/edukacija zaposlenika (operatera) za rad na različitim strojevima (univerzalnost radnika),
- poticanje timskog rada i zajedništva.

4.3.3. TIJEK RADIONICE

Radionica provedena u punionici vode u Gotalovcu odvijala se kroz tri radna dana kada nije bilo proizvodnje vode, što je bilo i potrebno, obzirom da se nesmetano moglo raditi na stroju za punjenje i pritom iskušavati potencijalna rješenja za uočene i već otprije poznate probleme. Na radionici su sudjelovali zaposlenici poduzeća, točnije voditelj punionice, analitičarka proizvodnje, ekipa održavanja i sami operateri, dakle svi oni koji su svakodnevno u dodiru sa strojevima i cjelokupnim proizvodnim sustavom i koji njime upravljaju. U radionicu sam bio

uključen i ja kao promatrač i aktivni sudionik svih događanja i aktivnosti koje je radionica obuhvaćala i od kojih se sastojala. Na slici 4.3.3.1. nalaze se sudionici *kaizen* radionice.

Slika 4.3.3.1. Sudionici *kaizen* radionice

Sam raspored događanja po danima tekao je kao što je prikazano na tablici 4.3.3.1. Plan radionice bio je oblikovan tako da se dovoljno vremena osigura upravo za provođenje zamišljenih ideja u praksu kroz opetovano obavljanje radnji promjene alata na punjaču, ali svaki put sa promijenjenim parametrima, odnosno primjenom drugačijih načina rada od dosad uobičajenih, uz praćenje njihovih učinaka. Drugi dio se odnosio na procese razmišljanja i međusobne otvorene komunikacije kroz koju se odabiralo što će i kako biti učinjeno u sljedećem pokušaju.

PLAN RADIONICE			
Vrijeme	1. dan	2. dan	3. dan
9:30-10:00	Uvod	Pogled na 1. dan	Pogled na 2. dan
10:00-11:00	Prezentacija	Brainstorming	Brainstorming
11:00-12:00	Igra	Brainstorming	Brainstorming
12:00-13:00	Opis procesa	Changeover na punjaču	Changeover na punjaču
13:00-14:00	Changeover na punjaču	Changeover na punjaču	Changeover na punjaču
14:00-15:00	Changeover na punjaču	Changeover na punjaču	Changeover na punjaču
15:00-16:00	Changeover na punjaču	Brainstorming	Razmatranje rezultata i zaključak

Tablica 4.3.3.1. Plan radionice

Početak prvog dana radionice bio je svojevrstan uvod u cjelokupnu problematiku te je bio obilježen kratkim uvodom na samom početku, nakon kojeg je slijedila prezentacija o *lean* proizvodnji i TPS načelima koja je sadržavala i primjere uspješnih *kaizen* radionica i okvirnih smjernica po kojima su se odvijale i bitne elemente sustava na koje su se usredotočavale. Ovaj je dio radionice njenim sudionicima predočio osnovna načela i metode koje moderni sustavi upravljanja proizvodnjom koriste za njezino usavršavanje i unapređivanje. Ujedno je potaknula i na uvodne rasprave o vlastitim problemima i potencijalnim rješenjima u vlastitom poduzeću.

Ono što je slijedilo bila je igra koja je na zanimljiv način potakla natjecateljski duh pojedinaca kao i rad u grupama/timovima, a ujedno je i razbila početnu nervozu sudionika te je omogućila opušteniji nastavak konkretnog rada.

Nakon odmora započelo se sa konkretnim zadacima i prvi je bio precizno utvrditi koje su sve aktivnosti pripremno-završnog vremena promjene alata (changeover time) stroja za punjenje. Zajednički je utvrđen sljedeći tijek procesa izmjene alata i formatnih dijelova, a odnosi se na sve aktivnosti od izlaska zadnje boce do ulaska nove:

1. Zaključivanje proizvodnje
2. Pražnjenje čepilice
3. Priprema punjača za dizanje i spuštanje
4. Podešavanje visine punjača
5. Podešavanje volumena dizni
6. Postavljanje CIP-čašica na dizne
7. Pražnjenje punjača
8. Priprema za CIP
9. Promjena formatnih dijelova i podešavanje čepilice
10. CIP

Nakon toga, provedena je promjena alata na punjaču prema navedenim aktivnostima, dakle odrađujući jednu po jednu točno prema navedenom redoslijedu. Sve je to obavljao jedan operater, kao što je u poduzeću uobičajeno (to je najčešći slučaj), kako bi se mjerenjima dobilo stvarno početno stanje. Mjereno je bilo vrijeme svake aktivnosti, kao i koraci koje je pritom operater učinio, kako bi se izračunalo koliku je udaljenost prevalio za vrijeme obavljanja posla. Pritom je uzeto da dva koraka odgovaraju otprilike jednom prevaljenom metru. Mjerile su se sve aktivnosti osim posljednje, odnosno završnog koraka unutrašnjeg čišćenja (CIP), za koji nije bilo potrebe da

se provodi, obzirom da mu je trajanje točno definirano za pojedine slučajeve prijelaza sa proizvodnje jednog na drugu vrstu proizvoda. Ipak, i taj je dio posla smatran uključenim u proces poboljšavanja i usavršavanja. Naime, trenutno se u poduzeću priprema potpuna automatizacija CIP sustava koja će smanjiti trajanje tog procesa i pojednostaviti ga.

Prilikom obavljanja promjene alata svi sudionici radionice, koji nisu bili uključeni u aktivnosti promjene alata, promatrali su te aktivnosti i imali zadatak zabilježiti svaki nedostatak i nepotreban rad ili gibanje koje uoče. Dio njih bio je zadužen za mjerenja. Za tu svrhu izrađeni su obrasci za mjerenje i zapažanje koje su sudionici ispunjavali. Ti su obrasci, prikazani na slikama 4.3.3.2. i 4.3.3.3 služili su za izmjeru trajanja pojedine aktivnosti, ali i za iznošenje ideja svakog zaposlenika uključenog u ovu radionicu. Na prvoj slici je prazan obrazac, a na drugoj primjer popunjenog obrasca kojeg je popunjavao jedan od sudionika radionice.

OPIS PROCESA CHO PUNJAČA O+H			
		VRIJEME	KORACI
1.	ZAKLJUČIVANJE PROIZVODNJE		
2.	PRAŽNJENJE ČEPILICE		
3.	PRIPREMA PUNJAČA ZA DIZANJE I SPUŠTANJE		
4.	VISINA PUNJAČA		
5.	VOLUMEN DIZNE		
6.	CIP-ČUP		
7	PRAŽNJE PUNJAČA		
8.	PRIPREMA ZA CIP		
9.	PROMJENA FORMATA,PODEŠAVANJE ČEPILICE		
10.	CIP		
	TOTAL		
ZAPAŽANJA:			

Slika 4.3.3.2. Prazan obrazac za mjerenje i zapažanje

OPIS PROCESA CHO PUNJAČA O+H			
		VRIJEME	KORACI
1.	ZAKLJUČIVANJE PROIZVODNJE	10	250
2.	PRAŽNJENJE ČEPILICE	4	112
3.	PRIPREMA PUNJAČA ZA DIZANJE I SPUŠTANJE	5,5	93
4.	VISINA PUNJAČA	7,5	130
5.	VOLUMEN DIZNE	25	285
6.	CIP-CUP	9,5	200
7.	PRAŽNJE PUNJAČA	3	25
8.	PRIPREMA ZA CIP	12,5	135
9.	PROMJENA FORMATA,PODEŠAVANJE ČEPILICE	60	300
10.	CIP	-	-
	TOTAL	**137**	**1530**
ZAPAŽANJA:			
Teško je pronaći potreban alat			
Potreba istodobnog obavljanja nekih aktivnosti – korak 5. i 6.			
Ne postoje upravljački uređaji za pokretanje i zaustavljanje stroja (na mjestima gdje se rad obavlja) – postoji samo jedno centralno mjesto upravljanja strojem			
Nedovoljna količina određenih naprava (poseban alat za podešavanje dizni)			
Problemi se pražnjenjem čepova iz čepilice (čepovi zapinju)			
Operater mnogo vremena troši na kretanje od stroja do polica sa formatnim dijelovima (i obrnuto)			

Slika 4.3.3.3. Popunjen obrazac za mjerenje i zapažanja

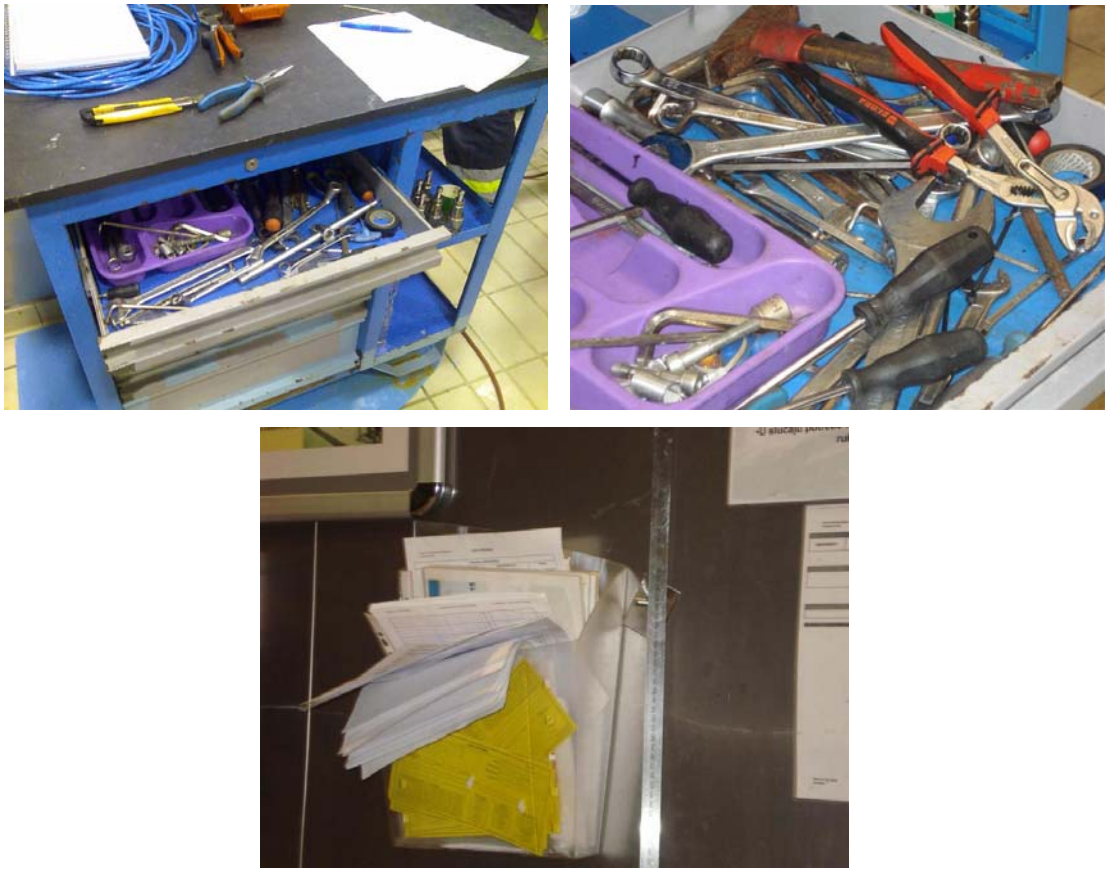
Rezultati mjerenja prve promjene alata i formatnih dijelova, koji su nam pružili uvid u početno stanje, ali i u mogućnosti i potencijalne smjerove optimizacije, prikazani su u tablici 4.3.3.2. Potrebno je naglasiti da više od dva sata za ovakav proces u kojemu se ne proizvodi ništa predstavlja ozbiljan izvor troškova za poduzeće. Pridoda li se tome još otprilike toliko vremena potrebnog za CIP proces, dade se zaključiti da se na promjeni alata punjača uistinu stvaraju velika rasipanja i gubici. Uz to, težnja da ova aktivnost traje što kraće proizlazi i iz činjenice da je sa kraćim pripremno-završnim vremenom moguća i veća fleksibilnost proizvodne linije u kontekstu mogućnosti brzog prijelaza na proizvodnju različitih vrsta proizvoda iz proizvodnog asortimana poduzeća. S obzirom na ograničene kapacitete skladišta, s većom fleksibilnošću i puno kraćim pripremno-završnim vremenom podešavanja proizvodne linije postići će se veća

neovisnost poduzeća o velikim količinama robe na skladištu, posebice u doba ljetne sezone kada je potražnja za ovom vrstom proizvoda najveća. Tako će biti moguće točnije procijenjivati i određivati planove proizvodnje i biti će olakšan posao odjela poslovnog planiranja, dok će proizvodnja ujedno biti puno ujednačenija.

OPIS PROCESA CHO PUNJAČA - 1. faza (početno stanje)			
		VRIJEME (min)	KORACI
1.	ZAKLJUČIVANJE PROIZVODNJE	10	250
2.	PRAŽNJENJE ČEPILICE	4	112
3.	PRIPREMA PUNJAČA ZA DIZANJE I SPUŠTANJE	5,5	93
4.	VISINA PUNJAČA	7,5	130
5.	VOLUMEN DIZNE	25	285
6.	CIP-CUP	9,5	200
7.	PRAŽNJE PUNJAČA	3	25
8.	PRIPREMA ZA CIP	12,5	135
9.	PROMJENA FORMATA, PODEŠAVANJE ČEPILICE	60	300
10.	CIP	-	-
	TOTAL	**137**	**1530**

Tablica 4.3.3.2. Rezultati – početno stanje

Nepovoljan je podatak i taj da je operater prilikom aktivnosti izmjene alata na stroju prehodao približno 765 m što predstavlja velik gubitak vremena. Svemu je tome uzrok loša ergonomija radnog mjesta i nepostojanje upravljačkih uređaja na svim pozicijama na kojima operater obavlja promjenu alata i formatnih dijelova, tako da se više puta mora vraćati do upravljačke ploče kako bi, primjerice, stroj doveo u položaj u kojemu može nastaviti rad. Neki od uočenih nedostataka, a koji se uglavnom odnose na nepoštivanje 5S pravila o čistoći i urednosti radnog mjesta, kao i na nedovoljnu ergonomiju radnog mjesta prikazani su na slici 4.3.3.4.



Slika 4.3.3.4. Ormar s alatom (gore) i neuredna dokumentacija (dolje)

Naposlijetku, s izmjerenim vremenima i podacima koji su zorno ocrtavali kakvo je početno stanje i s velikom količinom nerazvrstanih ideja za poboljšanja prvi dan radionice završio je uz kratko okupljanje u sobi za sastanke i prijedlog da se svaki član radionice osobno pozabavi razmišljanjem o tome koje bi korake trebalo poduzeti i koliko su takve promjene realne i moguće u danim okolnostima i ograničenjima vlastitog proizvodnog sustava. To je ujedno bila i podloga za drugi dan radionice.

Drugi dan radionice započeo je u sobi za sastanke (slika 4.3.3.5.) s otvorenom raspravom o mogućnostima i idejama koje su se generirale nakon prvog dana radionice. Neke od njih postojale su i prije pa je ova radionica bila idealna prilika da dođu na svjetlo dana i promotre se kao moguća rješenja postojećih problema te da se njihovom primjenom pokuša skratiti pripremno-završno vrijeme na punjaču i olakša posao operaterima. Realizacija tih ideja bila je i svojevrstan izazov članovima i voditeljima radionice da se pokušaju što bolje izvesti i primijeniti te da se naposlijetku uoče stvarne mogućnosti i učinci tih ideja u praksi, odnosno u stvarnom sustavu.

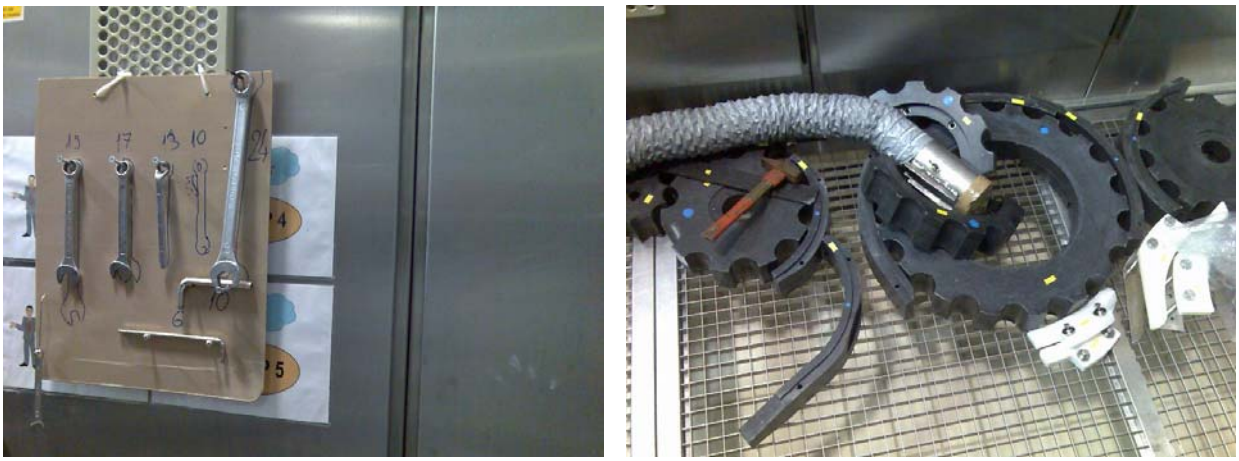
Slika 4.3.3.5. Diskusija u sobi za sastanke

Ustanovljeni problemi i njihova moguća rješenja bila su sljedeća:

- slabo organizirana ergonomija radnog mjesta (teško je u ormaru za alat pronaći potreban alat) – poželjna izrada panela s obilježenim mjestima za alate koji se koriste upravo na dotičnom stroju za aktivnosti changeover-a,
- nepostojanje dovoljne količine alata i radnih sredstava – potrebno nabaviti naprave za podešavanje dizni, alate i ostala radna sredstva,
- upravljački uređaji nedostupni na pozicijama gdje se obavlja rad (generira nepotrebno gibanje) – poželjna nabava bežičnih upravljačkih uređaja ili izmještanje upravljačkih jedinica na nekoliko pozicija oko stroja,
- poželjno uključivanje drugih zaposlenika u proces izmjene alata i njihova rotacija jer promjena alata na punjaču predstavlja najdulju aktivnost u procesu promjene cjelokupne proizvodne linije, tako da postoji mogućnost uključivanja drugih operatera u ove aktivnosti na stroju za punjenje; s druge strane ovime se omogućava obuka operatera s drugih strojeva načinu i proceduri rada na punjaču (i obrnuto),
- formatni dijelovi predaleko su od stroja i stoga ponovno, zbog velike količine gibanja, uzrokuju mnogo nepotrebno utrošenog vremena – moguće rješenje je nabava mreža za slaganje grupa formatnih dijelova,

- spajanje nekih aktivnosti kako bi se mogle obavljati istodobno – ovo će omogućiti neka već prethodno navedena potencijalna rješenja (veći broj zaposlenika koji obavljaju promjenu alata),
- usavršavanje naprave za pražnjenje čepova preostalih u čepilici od prethodne proizvodnje jer u postojećoj čepovi ponekad zapinju.

Nakon ustanovljenih problema i mogućih rješenja odmah se prionulo pripremi ponovnog pokušaja promjene alata na stroju, ali ovaj put uz korištenje nekih rješenja za koje je smatrano da će postići željene efekte. Bila je to izrada, za sada improviziranih panela za alat na kojima su se operaterima pri ruci nalazili svi potrebni alati. Formatni dijelovi približili su se radnom mjestu i bili odloženi uz sam stroj, a uz to se odmah razmotrila mogućnost nabave mreža-polica za formatne dijelove koje se mogu montirati i postaviti uz sam stroj i provjereno je što se trenutno od takve robe nudi na tržištu. Na slici 4.3.3.6. prikazani su premješteni formatni dijelovi i izrađeni improvizirani paneli za alat potreban za izvršavanje aktivnosti promjene alata. Za rješenja koja se nisu mogla odmah ostvariti započete su aktivnosti za njihovu realizaciju. Tako su primjerice već drugi dan naručeni alati i posebne naprave za podešavanje dizni i tražene ponude za nove upravljačke jedinice na stroju. Za potrebe sljedećeg pokušaja promjene alata na stroju sastavljen je nov popis aktivnosti, prema kojemu su sada pojedine bile spojene i predviđeno je da se iste obavljaju istodobno. Za tu su potrebu na radna mjesta sada bila raspoređena čak tri zaposlenika. Jedan u ulozi smjenovođe i dvojica u ulozi operatera, pri čemu je jedan bio upravo sa stroja za punjenje, a drugi je bio "gost" operater, odnosno operater sa nekog drugog stroja.



Slika 4.3.3.6. Panel s alatom (lijevo) i formatni dijelovi (desno)

Nakon dogovora i dodijeljivanja uloga članovima radionice obavljen je i drugi pokušaj cjelokupne promjene alata, koji je simulirao završetak proizvodnje jedne vrste proizvoda i sve aktivnosti do CIP procesa, odnosno početka proizvodnje druge vrste proizvoda. Postignuti rezultati izmjereni su i prikazani u tablici 4.3.3.3.

Rezultati su pokazali da su mogućnosti poboljšanja i uklanjanja različitih vrsta rasipanja ogromne. Vrijeme promjene alata smanjeno je sa više od dva na manje od jednog sata. Unatoč činjenici da je u aktivnostima sada sudjelovalo čak troje zaposlenika, smanjeno je čak i ukupno prevaljeno gibanje na otprilike 250 m jer su svi radnici koji su sudjelovali u ovom pokušaju izmjene alata bili fokusirani na jedno mjesto u blizini stroja gdje su odrađivali svoj dio posla i nije bilo potrebe da nekoliko puta obilaze oko stroja. I tokom ovog procesa iskristalizirale su se nove mogućnosti i potencijalna rješenja za još bolje funkcioniranje procesa. Najveći je dio ideja došao upravo od strane zaposlenika koji su svakodnevno u dodiru sa strojevima i radnom opremom. I drugi dan radionice završio je razgovorom u sobi za sastanke, gdje su prokomentirani svi postignuti rezultati, ali i nedostaci koji su se pojavili tokom drugog pokušaja promjene alata na stroju za punjenje. Dogovorene su neke preinake, dodatno precizirane i utvrđene trećeg dana radionice, koje su poslužile kao osnova trećem i u okviru ove faze radionice posljednjem pokušaju promjene alata na stroju za punjenje vode.

Već je u drugom pokušaju promjene alata bilo jasno da postoji potreba i potencijal za racionalno usklađivanje postupaka promjene alata na različitim strojevima u proizvodnom lancu kao i za koordinaciju operatera za obavljanje tog posla te da će to predstavljati sljedeću stepenicu razvoja *lean* procesa u poduzeću. Naime, ovaj bi se proces mogao zaokružiti upravo kada bi se postiglo skraćenje pripremno-završnog vremena cjelokupne proizvodne linije, a predispozicije za to jesu skraćenje pripremno-završnog vremena svakog stroja posebno, pri čemu stroj za punjenje predstavlja centralno i najvažnije mjesto jer je najdugotrajniji, a uz to se jedino na njemu nakon promjene alata provodi CIP postupak.

OPIS PROCESA CHO PUNJAČA - 2. faza											
			TKO								
		VRIJEME (min)	VS	KORACI	OP-1	KORACI	OP- 2	KORACI	OP- 3	KORACI
1.	ZAKLJUČIVANJE PROIZVODNJE	3	*	14	*	16				
2.	PRAŽNJENJE ČEPILICE, PRIPREMA PUNJAČA ZA DIZANJE I SPUŠTANJE	3			*	23	*	20		
3.	VOLUMEN DIZNE I CIP-CUP, SKIDANJE FORMATA I POSTAVLJANJE DRUGIH	36	*	82	*	93	*	112		
4.	PRAŽNJE PUNJAČA I PRIPREMA ZA CIP	10			*	27	*	40		
5.	PODEŠAVANJE ČEPILICE	6			*	22	*	16		
6.	CIP	-	*	-						
7.										
8.										
9.										
10.										
	TOTAL	58		96		181		188		

Tablica 4.3.3.3. Rezultati – drugi korak radionice

Treći dan radionice bio je organiziran tako da se osvrtom na drugi dan radionice razmotrilo koji su novi elementi za potencijalna poboljšanja. Zaključeno je da se iz sigurnosnih razloga, a i zbog toga što se sada u procesu promjene alata nalazi više osoba, ugradi zvučni signal koji će prethoditi pokretanju stroja i na taj način zaposlenike upozoriti i signalizirati im da se odmaknu od radnog djelokruga stroja, kako bi izbjegli ozljede ili oštećenja. Osim toga, zaključeno je da se stroj za vrijeme prvih triju faza ili koraka promjene alata ne mora pokretati više nego jedan put, jer se sve dizne i CIP-čašice mogu podesiti i postaviti u samo jednom okretanju stroja (od ukupno 72 dizne smještene po obodu stroja 36 se može podesiti odjednom). To je primijenjeno već u sljedećem, trećem pokušaju promjene alata. Promjene koje nisu mogle biti primijenjene odmah, ali je ustanovljena potreba za njihovom implementacijom bile su potreba instalacije brze spojke na stroj za čepljenje i nabava posebnog alata za čepilicu (tzv. "gedora"). Pokazalo se potrebnim da se preinače i faze obavljanja procesa pa je tako razdvojena aktivnost skidanja i postavljanja formatnih dijelova i one su svrstane u dvije različite faze. Na slici 4.3.3.7. prikazno je kako se vrši podešavanje dizni i postavljanje CIP-čašica. U trećem pokušaju promjene alata na punjaču taj su posao obavljala dvojica operatera.

Slika 4.3.3.7. Podešavanje dizni i postavljanje CIP čašica

Postignuti rezultati izmjereni su i prikazani u tablici 4.3.3.4.

OPIS PROCESA CHO PUNJAČA - 3. faza								
			TKO					
		VRIJEME (min)	VS	KORACI	OP-1	KORACI	OP- 2	KORACI
1.	ZAKLJUČIVANJE PROIZVODNJE	2	*	15	*	20		
2.	PRAŽNJENJE ČEPILICE,PRIPREMA PUNJAČA ZA DIZANJE I SPUŠTANJE	3			*	17		28
3.	PODEŠAVNJE VOLUMEN DIZNE I CIP-CUP TE SKIDANJE I POSPREMANJE FORMATNIH DIJELOVA	14	*	60	*	89	*	76
4.	POSTAVLJANJE DRUGIH FORMATNIH DIJELOVA I PODEŠAVANJE ČEPILICE	15			*	36		
5.	PRAŽNJE PUNJAČA I PRIPREMA ZA CIP	11	*	17	*	18		
6.	CIP	-	*	-				
7.								
8.								
9.								
10.								
	TOTAL	**45**		**92**		**180**		**104**

Tablica 4.3.3.4. Rezultati – treći korak radionice

Treći pokušaj promjene alata i postignuti rezultati u ovom, završnom koraku prve faze radionice pokazali su da su temelji TPS sustava upravo kontinuirano poboljšanje, odnosno da se sa svakim korakom u tom procesu promjene može naići na nove mogućnosti eliminacije postojećih rasipanja i realizacijom tih mogućnosti postići pozitivne rezultate. Kao što je vidljivo u tablici 4.3.3.4. vrijeme promjene alata na stroju za punjenje dodatno je smanjeno na 45 minuta, a ukupna prevaljena udaljenost operatera uključenih u proces svedena je na otprilike 200 m. Dakle, postignuti su rezultati još bolji nego u prethodnom pokušaju. Dodatni učinak trećeg pokušaja bila je detekcija daljnjih koraka i mogućnosti u procesu, kao i puno jasnija slika o tome kako bi trebao izgledati proces usklađivanja cjelokupnog procesa promjene alata, odnosno promjene cjelovite proizvodne linije u kojoj promjena alata na punjaču predstavlja najsloženiju i trenutno najdulju operaciju, ali to je još uvijek samo jedan od strojeva na kojima je potrebno izvršiti promjenu kako bi proizvodnja druge vrste proizvoda mogla započeti.

U tom smjeru razmišljanja pokazalo se kako bi bilo najbolje za operatera koji je inače dodijeljen stroju puhalice boca (ili pakiranja), a koji je ovdje predstavljao operatera "gosta", nakon što obavi svoj dio posla (skidanje i pospremnje formanih dijelova sa stroja) u trećoj fazi promjene alata na punjaču ("podešavanje volumen dizne i postavljanje CIP-čašica te skidanje i pospremnje formanih dijelova") krene na skidanje i pospremanje formatnih dijelova sa strojeva za ispiranje i etiketiranje, koji s punjačem čine jednu zaokruženu cjelinu. Dodatna aktivnost koja prati promjenu alata za ovu cjelinu jest podešavanje transportera za različite dimenzije boca koje se njime transportiraju. Ti transporteri povezuju radno mjesto punjača i puhalice s jedne te punjača i pakiranja s druge strane. Ideja koja se pojavila u ovom stadiju procesa bila je da se toj aktivnosti dodijele vođa smjene koji ima vremena do uključivanja CIP postupka i jedan, opet "posuđen" operater sa stroja pakiranja (ili puhalice boca). Oni bi se nakon odrađenog posla na radnoj cjelini punjača vraćali svojim strojevima, čije je pripremno-završno vrijeme puno kraće, a za tu bi aktivnost tada imali na raspolaganju pomoć od kolega sa punjača koji bi bili slobodni za vrijeme kada se odvija CIP proces. Naravno, to je bila tek gruba ideja koja se još mora dodatno usavršiti u narednim fazama radionice, kako bi s vremenom mogla postati uobičajena radna praksa u poduzeću.

4.3.4. REZULTATI I ZAKLJUČAK RADIONICE

Činjenica je da je iz svega navedenog u opisu tijeka ove radionice evidentno kako je njen učinak velik te kako se primjenom rješenja za uočene probleme uspješno doskočilo gotovo svima od 8 najvećih uzroka rasipanja u poduzećima. Isto tako bitno je ovaj rad nastaviti prema svima predloženim postupcima za daljnji razvoj *kaizen* procesa u poduzeću.

Ukupni rezultati prikazani su u tablici 4.3.4.1. i prikazuju skraćenje pripremno-završnog vremena i učinjenog gibanja u postocima.

REZULTATI PO KORACIMA RADIONICE			
KORAK	1	2	3
VRIJEME (min)	137	58	45
SKRAĆENJE VREMENA U ODNOSU NA PRETHODNI POKUŠAJ	-	136%	28%
PREVALJENA UDALJENOST (m)	765	232.5	188
SMANJENJE GIBANJA U ODNOSU NA PRETHODNI POKUŠAJ	-	229%	24%
BROJ OPERATERA	1	3	3

Tablica 4.3.4.1. Ukupni rezultati radionice

Od svih učinaka istaknut je povoljan odziv od strane zaposlenika kojima je ovom radionicom pokazano koliko se drži do njihovog mišljenja i koliko se cijene i prihvaćaju njihove ideje. Na taj je način i za budućnost potaknuta inventivnost zaposlenika i njihova otvorenost u predlaganju ideja za usavršavanje procesa i rješavanje problema jer kroz taj proces zaposlenici shvaćaju da sami kroje procese i kontroliraju sve aktivnosti proizvodnje u njihovom poduzeću. Isto tako ova je radionica bila idealan način za poticanje timskog rada i zajedništva među zaposlenicima.

5. PREINAKE TPS SUSTAVA ZA PRIMJENU U HRVATSKIM PODUZEĆIMA

5.1. PRISTUP FILOZOFIJI

Za primjenu TPS ili *lean* sustava u poduzećima u Hrvatskoj može se govoriti o mogućim preinakama ili specifičnom pristupu tom procesu implementacije kako bi učinci i rezultati primjene bili što bolji.

Prvenstveno je potrebno prepoznati volju unutar poduzeća da se takva promjena odradi ili način na koji će se ta volja među zaposlenicima potaknuti. Radionica, kao što je ona opisana u četvrtom poglavlju ovog rada može biti jedan od načina za motiviranje zaposlenika i davanje impulsa koji će ih potaknuti da osjete mogućnosti takvog opširnog sustava kojemu je cilj da posao naposlijetku učini izazovnijim, ali i zanimljivijim, a svakako i lakšim i naprednijim. Obzirom da radna snaga u Hrvatskoj općenito nije dostatno informirana o ovakvim, za ovo podneblje još uvijek vrlo modernim i apstraktnim proizvodnim sustavima, najveći bi poticaj trebao doći upravo od obrazovanijeg i informiranijeg menadžmenta poduzeća. Kako se *lean* sustavi kontinuiranog usavršavanja, uz jednostavne preinake temelje i na inovativnim poboljšanjima tehničkih sustava i infrastrukture poduzeća, u proces implementacije ovakvog sustava u hrvatska poduzeća od samog bi početka trebao biti uključen upravo inženjerski menadžment, koji bi trebao voditi čitav proces, temeljen na edukaciji, primjeni, evaluaciji i raekciji.

S obzirom na apstraktnost istočnjačke proizvodne filozofije, koja u sebi ima usađen i poseban odnos prema radu kao takvom, kao i specifičan osjećaj pripadanja sustavu u kojem osoba radi, potrebno je kroz edukativne radionice i obrazovanje zaposlenicima približiti pojmove i načela TPS i *lean* sustava. Punionica vode u Gotalovcu je, što se tiče prihvaćanja ovakvih pothvata i promjena od strane zaposlenika, plodno tlo zbog opće otvorene orijentacije poduzeća prema pozitivnoj stalnoj promjeni i neprekinutom učenju, dakle aspektu kontinuiranog usavršavanja.

Tek kada se postigne takav pozitivan odziv i jedinstvenost ukupnog kolektiva i svih, odnosno većine zaposlenika, već je odrađena velika količina posla. Ali to je tek priprema i pravi posao tek slijedi.

Za poduzeća u Hrvatskoj potreban je snažan početni impuls i ogromna količina ulazne energije usmjerene u uspostavljanje modernih proizvodnih koncepata zbog inertnosti postojećih sustava i poduzeća za bilo kakve velike promjene. Uz prisutnost velikog broja već spomenutih obrazovnih aktivnosti i radionica, za implementaciju ovih sustava u hrvatska poduzeća neophodna je i prisutnost vanjskih konzultanata s velikim znanjem i iskustvom na sličnim pothvatima ponajviše zbog niskog stupnja obrazovanja, ali i iskustva rukovoditelja i menadžera hrvatskih poduzeća na spomenutom području. Vanjski konzultanti upravo bi trebali biti voditelji ovih procesa u hrvatskim poduzećima, ali i prenositi ogromno znanje i iskustvo domaćim menadžerima kako bi ga oni mogli dalje primjenjivati na operativnoj razini i prenositi nižim slojevima u hijerarhijskoj ljestvici.

5.2. PRISTUP PROIZVODNOM PROCESU – STANDARDIZACIJA

Nakon postizanja plodnog tla i postignutih eksperimentalnih rezultata kroz različite radionice ili pokusne probe potrebno je započeti s uvođenjem promjena koje su rezultirale uspjehom u svakodnevnu rutinu poduzeća. Potrebno je učiniti od eksperimentalnih pothvata standardne operacije koje predstavljanju dio standardiziranog procesa. Ovdje se često pojavljuju problemi uzrokovani dugogodišnjom navikom odvijanja procesa i načina rada koji je teško promijeniti. Zbog mentalne ograde lakše je postići odlične rezultate za vrijeme provođenja eksperimentalne radionice, kada se nju shvaća ničim drugim nego eksperimentom i odvaja od načina na koji se taj posao obavlja inače. Na tu mentalnu ogradu nailaze i zaposlenici i vodstvo poduzeća. Ipak, veći dio tih zapreka mogu se ukloniti ako se za ovu fazu procesa zaposlenici prethodno dobro pripreme.

Hrvatskim poduzećima ovdje veću prepreku može predstavljati zastarjela oprema i strojevi koji ne mogu pratiti zahtjeve i mogućnosti samih zaposlenika da se prilagode novim uvjetima rada. Ipak, to nije dovoljno da se odustane od implementacije. Potrebno je izvući maksimum iz postojeće infrastrukture, a tada bi postignuti rezultati trebali biti poticaj i razlog da se postojeći sustavi moderniziraju tehnički i tehnološki.

5.3. PRISTUP ZAPOSLENICIMA

Ono što filozofija TPS i *lean* sustava postavlja na prvo mjesto jest čovjek u središtu promjene, ali i postojanja samog poduzeća. Takvo je razmišljanje duboko usađeno u specifičnu istočnjačku proizvodnu filozofiju.

S obzirom na činjenicu da je u Hrvatskoj stanje puno drugačije i da je odnos prema zaposlenicima daleko od toga da se smatraju najvećom vrijednošću poduzeća, potrebno je djelovati i na tome području kako bi implementacija bila uspješna. I ovaj dio procesa implementacije mora krenuti od voditelja implementacije, odnosno vanjskih konzultanata i menadžera dotičnog poduzeća, najbolje upućenih u prilike u poduzeću, tj. onih koji najbolje poznaju zaposlenike. Naravno, ovdje se očekuje intenzivna aktivnost sektora ljudskih resursa koji itekako mora doprinijeti procesu implementacije TPS i *lean* sustava u poduzeće. Taj sektor i njegovi zaposlenici trebali bi predložiti i koordinirati proces edukacije i treninga za zaposlenike, te evaluirati njegove učinke, a sve u suradnji i koordinaciji sa ostalim sektorima poduzeća. Isto bi tako trebali i ukazivati na važnost uvažavanja mišljenja baš svakog radnika u poduzeću.

Uz sve navedene prijedloge i uz pridržavanje općeg plana implementacije sustava opisanog u trećem poglavlju ovog rada i uz pretpostavku primjene sustava i njegovih načela na sveobuhvatnoj razini, nema uopće razloga sumnjati u pozitivne rezultate i usavršavanje zaposlenika, kao i cjelokupnog proizvodnog sustava poduzeća.

6. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj diplomski rad težilo se prikazati sve aspekte i mogućnosti *lean* i TPS sustava kao i optimalan način njegove implementacije u poduzeća. Taj proces primjene ovisan je o varijablama kao što su vrsta proizvodnje ili usluge koju poduzeće pruža, okolina i pravni sustav u kojemu poduzeće funkcionira, "sastav" radne snage koja poduzeće čini i sl. Kao što je pokazano u primjerima uspješne implementacije u poduzeća u Americi, ovi napredni sustavi daju u konačnici vrhunske rezultate, ali isto je tako važno imati na umu da trajanje njihovog "ugrađivanja" u bit samog poduzeća nikada ne prestaje. Ukratko, može se reći da je najveći značaj prisutnosti TPS sustava u poduzećima povezanost njegovih različitih elemenata u skladnu harmoniju i bez košenja sa htijenjima zaposlenika i mogućnostima postojeće opreme. Tada se postiže najveći učinak. Harmonija se odnosi i na uspostavljanje sklada kako u procesu, tako i u operacijama, primjenjujući pritom TPS metode i načela na ispravan, ali i inovativan način. Nije na odmet ponovno naglasiti koliko je velik značaj zaposlenika u poduzeću, pogotovo ako se govori o poduzeću u kontekstu *lean* i TPS sustava. Na kraju krajeva zaposlenici su nosioci cijelog tog procesa transformacije poduzeća. Činjenica je da imaju svo znanje poduzeća, kako ono teoretsko, tako i ono praktično koje su stekli radeći i zbog toga su oni najveća vrijednost poduzeća. Ako se poslodavac/vlasnik poduzeća s takvim stavom postavi prema svojim zaposlenicima, stvorit će sebi i svojim zaposlenicima vrlo plodno tlo i odlične preduvjete za uspješnu implementaciju *lean* i TPS sustava u vlastito poduzeće.

Ovaj rad je okrenut prema poduzećima općenito, ali s posebnim, naglašenim pristupom prema proizvodnim poduzećima u Hrvatskoj. Stoga je praktični dio ovog rada primjer i pokušaj primjene načela i metoda iz širokog područja *lean* i TPS sustava. Rezultati tog praktičnog dijela rada su pokazali da je proces kontinuiranog poboljšanja u punionici vode Gotalovec moguć, te da svaka promjena prema boljem, pa bila ona i vrlo mala i gotovo neuočljiva, sudjeluje u ukupnom učinku velikog broja takvih promjena. Rezultati i mjerenja na konkretnom primjeru pokazali su da je taj ukupni učinak velik i značajan, a potencijal za nastavak i napredak započetog procesa ogroman.

POPIS KORIŠTENE LITERATURE

[1]. Jeffrey K. Liker: “The Toyota Way“, New York: McGraw-Hill, 2004.

[2]. Shigeo Shingo: “Nova japanska proizvodna filozofija“, Beograd: PIS, 1985.

[3]. Prof. dr. sc. Ivica Veža: Prezentacija o japanskoj proizvodnoj filozofiji i TPS-u

[4]. Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić: Predavanja iz kolegija “Strateški menadžment”, “Proizvodni menadžment”, “Menadžment ljudskih potencijala”

[5]. James P. Womack, Daniel T. Jones: “Lean Thinking“, 1996.

[6]. Jeffrey K. Liker: “Becoming lean: Inside stories of U.S. manufacturers“, New York: Productivity Press, 1998.

[7]. Ivan Šmit: Diplomski rad: “Implementacija Lean sustava u proizvodnim poduzećima“

[8]. Internetska stranica: http://www.toyota.co.jp/en

[9]. Internetska stranica: http://www.poslovnamreza.hr/teme/13/

[10]. Internetska stranica: http://www.cbc.ca/money/story/2007/04/24/toyota-gm.html

[11]. Internetska stranica: http://www.fthm.hr/e-student/files/teab/tematska_jedinica_4.pdf