Primjena SMED metode pri izmjeni alata

Lekšić, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2014

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:235:486246

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-23**

Repository / Repozitorij:

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

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Ivan Lekšić

Zagreb, 2014. godina.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:
Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić, dipl. ing.

Student:
Ivan Lekšić

Zagreb, 2014. godina.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se cijenjenom mentoru prof. dr. sc. Nedeljku Štefaniću, koji me vodio i davao mi smjernice tokom izrade ovog rada, te mi omogućio izvanrednu literaturu koja je bila neophodna za pisanje ovog rada.

Ivan Lekšić

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE
Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **IVAN LEKŠIĆ** Mat. br.: 0035175062

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **PRIMJENA SMED METODE PRI IZMJENI ALATA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **APLICATION OF SMED METHOD FOR TOOLS CHANGE OVER PROCESS**

Opis zadatka:

Alati Vitkog menadžmenta pokazali su se vrlo uspješni pri unapređenju proizvodnih i uslužnih procesa. Kod pojedinih vrsta proizvodnji, između 10% i 20% trajanja ciklusa proizvodnje otpada na izmjenu alata. Pri tome se značajna skraćenja vremena proizvodnje pri izmjeni alata mogu postići primjenom alata Vitkog menadžmenta poput Kaizena i SMED-a. SMED alat i metodologija razvijeni su u Japanu od strane Shingao Shinga i od tada je svoju učinkovitost pokazala u velikom broju poznatih svjetskih poduzeća. Primjena je pokazala da se vremena izmjene alata mogu smanjiti sa jednog sata na nekoliko minuta.

U radu je potrebno:

- detaljno objasniti procesni pristup proizvodnji
- opisati osnovne principe i alate Vitkog menadžmenta te navesti područja primjene
- detaljno opisati SMED alat Vitkog menadžmenta
- na proizvoljno odabranom realnom primjeru iz prakse primijeniti SMED alat
- sistematizirati sve vrste ušteda koje se postignute
- postaviti mjerljivu metriku odabranih procesa
- razviti programsku podršku
- razraditi algoritam i metodologiju primjene SMED-a u proizvodnji
- sistematizirati programska rješenja koja se koriste pri izmjeni alata.

Zadatak zadan: 8. svibnja 2014.

Rok predaje rada: 10. srpnja 2014.

Predviđeni datum obrane: 16., 17. i 18. srpnja 2014.

Zadatak zadao:

Prof.dr.sc. Nedeljko Štefanić

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Franjo Cajner

SADRŽAJ

SADRŽAJ 5
POPIS SLIKA 8
POPIS TABLICA 9
POPIS OZNAKA 10
SAŽETAK 11
SUMMARY 12
1. UVOD 13
2. LEAN PROIZVODNJA 14
2.1. Lean vodstvo 15
2.2. Definiranje gubitaka u procesu 16
2.3. Kaizen metodologija 17
2.3.1. Principi Kaizen metodologije 18
2.4. 5S metodologija 20
2.4.1. Implementacija 5S metodologije 21
2.5. SMED metodologija 21
2.5.1. Uzroci gubitka vremena prilikom izmjene alata 22
2.5.2. Osnovna načela prilikom implementacije SMED metodologije 23
3. UVOĐENJE SMED METODOLOGIJE U PODUZEĆE [7] 25
3.1. Složenost inicijative za poboljšanje u proizvodnji 25
3.2. Specifični problemi koji se javljalu kod reorganizacije proizvodnje 28
3.2.1. Uključenost osoblja tvornice: usavršavanje, vještine i primjena u praksi 29
3.2.2. Prenošenje znanja 32
3.2.3. Gubitak entuzijazma 33
3.2.4. Održavanje onoga što je postignuto poboljšanjem u proizvodnji 35
3.2.5. Mjerenje poboljšanja u proizvodnji 38
3.2.6. Sigurnost 42
3.2.7. Poboljšanje posla kao sama bit organizacije 42
3.2.8. Specificiranje ograničenja za opremu 43
3.2.9. Vrste izmjene alata koje se provode: ovisne / neovisne o redoslijedu 43
3.2.10. Opcije rasporeda 45
3.2.11. Dominantna uporaba SMED metode 49
3.2.12. Uloga savjetnika za poboljšanje proizvodnje 49

3.2.13. Komunikacija 50
3.2.14. Analiza financijskih pogodnosti 51
3.2.15. Kvaliteta predmeta za izmjenu alata 51
3.2.16. Sposobnost tima iz radionice da ostvari promjenu 55
4. IMPLEMENTACIJA SMED METODOLOGIJE [7] 56
4.1. Sastavljanje tima za poboljšanje 56
4.2. Analiza prelaska (izmjene alata) 57
4.3. Bilježenje podataka 58
4.4. Izvođenje detaljnog razumijevanja izmjene alata 59
4.5. Analiza izmjene alata u pripremi za generiranje ideja poboljšanja 65
4.5.1. Listovi za reviziju prelaska - Dio 1: stjecanje osnovnih informacija o prelasku 66
4.5.2. Listovi za reviziju prelaska - Dio 2: daljnji podaci kako bi se pomoglo odlučiti o opcijama poboljšanja 68
5. RAZVIJANJE OPERATIVNE STRATEGIJE KOD SMED METODE (provedba i praćenje) [7] 69
5.1. Metodologija matrice 71
5.2. Tri osi metodologije matrice 73
5.3. Koncepti i tehnike metodologije matrice 75
5.3.1. Sažeto objašnjenje redukcije online aktivnosti 77
5.3.2. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na organizaciju matrice: koncept online aktivnosti 78
5.3.3. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na dizajn matrice: koncept online aktivnosti 79
5.3.4. Sažeto objašnjenje redukcije u prilagodbi 80
5.3.5. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na organizaciju matrice: koncept prilagodbe 80
5.3.6. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na dizajn matrice: koncept prilagodbe 81
5.3.7. Sažeto objašnjenje redukcije u raznolikosti 82
5.3.8. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na organizaciju matrice: koncept raznolikosti 83
5.3.9. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na dizajn matrice: koncept raznolikosti 83
5.3.10. Sažeto objašnjenje redukcije u naporu 84
5.3.11. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na organizaciju matrice: koncept napora 84
5.3.12. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na dizajn matrice: koncept napora 86
5.4. Uporaba metodologije matrice 88
5.5. Model referentnog prelaska 90
5.5.1. Korištenje modela referentnog prelaska 92
5.5.2. Odlučivanje o tome koje je opcije poboljšanja potrebno usvojiti 93
6. Provođenje SMED-a u Dalekovod proizvodnji d.o.o. 98
6.1. Snimanje postojećeg procesa i formiranje tima 102

6.2. Analiza snimljenog stanja 109
6.3. Analiza lijevanja sa novom kokilom 115
6.4. Novi proces izmjene alata (kokile) 117
7. ZAKLJUČAK 123
8. LITERATURA 124

POPIS SLIKA

Slika 1. "Vitka" proizvodnja 14
Slika 2. Implementacija SMED metodologije 24
Slika 3. Komponente uspješne inicijative za poboljšanje. 26
Slika 4. Analogija kotrljajuće lopte 34
Slika 5. Preoblikovana analogija kotrljajuće lopte 35
Slika 6. Učinkovitost poboljšanja izmjene alata, te problem održivosti 36
Slika 7. Poboljšanje izmjene alata, te očekivano pogoršanje u budućnosti 38
Slika 8. Izmjena alata u proizvodnoj liniji, poteškoća u procjeni početng rada 40
Slika 9. Linijska izmjena alata, teškoće u dostizanju radnog optimuma 40
Slika 10. Varijacije vremena izmjene alata, uvelike ovisi o vrsti prelaska 44
Slika 11. Kategorije u kojima loša kvaliteta predmeta može utjecati na izmjenu 52
Slika 12. Dvije faze opće metodologije poboljšanja prelaska 70
Slika 13. Hijerarhija koncepata prelaska, tehnike i primjeri 73
Slika 14. Format matrice na tri razine, s osam odgovarajućih pozicija matrice na svakoj razini 74
Slika 15. Preostale dvije osi matrice 75
Slika 16. Koraci uključeni u odabir povoljnog rješenja 75
Slika 17. Koncepti poboljšanja matrice 77
Slika 18. Uporaba PCDA tablice 97
Slika 19. Prigušivači titraja spremni za otpremu 98
Slika 20. Sklopni crtež prigušivača titraja 99
Slika 21. Tijelo prigušivača 100
Slika 22. Hvataljka Prigušivača titraja 101
Slika 23. Spajanje kokile na mostnu dizalicu 109
Slika 24. Demontaža postojeće kokile 110
Slika 25. Pretovar kokile sa viličara na mostnu dizalicu 110
Slika 26. Transport nove kokile mostnom dizalicom 110
Slika 27. Pozicioniranje nove kokile 111
Slika 28. Zatezanje nove kokile vijčanim spojem 111
Slika 29. Odspajanje nove kokile sa mostne dizalice 111
Slika 30. Probni rad nove kokile (provjeravanje centriranosti) 112
Slika 31. Montiranje plinskog brenera na nosač 112
Slika 32. Početak zagrijavanja alata 113
Slika 33. Čišćenje taline aluminija 113
Slika 34. Čišćenje taline aluminija 113
Slika 35. Zagrijavanje alata (kokile) 114
Slika 36. Špricanje kokile tekućinom 114
Slika 37. Lijevanje hvataljke sa užetom u kokili 114
Slika 38. Otvaranje kokile i hlađenje poluproizvoda na zraku 115
Slika 39. Provjeravanje odljevka 115
Slika 40. Hlađenje odljevka na zraku 116
Slika 41. Ispravan (lijevo) i neispravan (desno) utor kod odljevaka 117

POPIS TABLICA

Tablica 1. Razlika između tradicionalnog i LEAN poduzeća 15
Tablica 2. Značajke pet proizvoda koji se proizvode na istoj proizvodnoj liniji 46
Tablica 3. Mogući zadaci izmjena za proizvode iz tablice 2. 46
Tablica 4. Prijedlozi kod unošenja podataka u prilog 2. 67
Tablica 5. Tehnike poboljšanja matrice (sažetak) 89
Tablica 6. Kratke upute o SMED metodologji 102
Tablica 7. Naslovna strana lista za reviziju (snimljeno početno stanje) 104
Tablica 8. List za reviziju izmjene alata (snimljeno početno stanje) 105
Tablica 9. Naslovna strana lista za reviziju (novo stanje) 119
Tablica 10. List za reviziju izmjene alata (novo stanje) 120

POPIS OZNAKA

JIT	Just In Time
SMED	Single-Minute Exchange of Dies
TQM	Total Quality Management

SAŽETAK

Single-Minute Exchange of Die (SMED) je jedna od mnogih metoda lean proizvodnje za smanjenje troškova u proizvodnom procesu. SMED metodolgija je vjerojatno najefikasniji alat za smanjenje vremena potrebnog za izmjenu alata. Sama bit SMED metodologije je pretvorba što više aktivnosti tijekom izmjene alata u "vanjske" (one koje se odvijaju dok stroj radi), te pojednostavljenje "unutarnjih" aktivnosti (one koje se odvijaju dok stroj stoji). Samo ime ove metode Single-Minute Exchange of Dies dolazi od zamisli da svaka izmjena alata u proizvodnji bi se trebala obaviti unutar deset minuta. Ovaj rad se sastoji od dva dijela. Prva poglavlja se bave problemima i ilustriraju ideje što se može postići primjenom ove metode, dok se druga poglavlja bave opisivanjem SMED alata, te kako ih pravilno koristiti.

Ključne riječi: lean, SMED, izmjena alata.

SUMMARY

Single-Minute Exchange of Die (SMED) is one of the many lean production methods for reducing waste in a manufacturing process. SMED methodology is probably the most efficient way to reduce set-up time. The essence of the SMED methodology is to convert as many changeover steps as possible to “external” (performed while the equipment is running), and to simplify the “internal” steps (performed while the equipment is not running). The name Single-Minute Exchange of Dies comes from the goal of reducing changeover times to the “single” digits (less than 10 minutes). This thesis is composed of two sections. First chapters discuss and illustrate the ideas and logic of what we are trying to accomplish by adopting SMED method, whereas second chapters illustrate some of the tools of SMED and how to put them in good use.

Keywords: lean, SMED, changeover.

1. UVOD

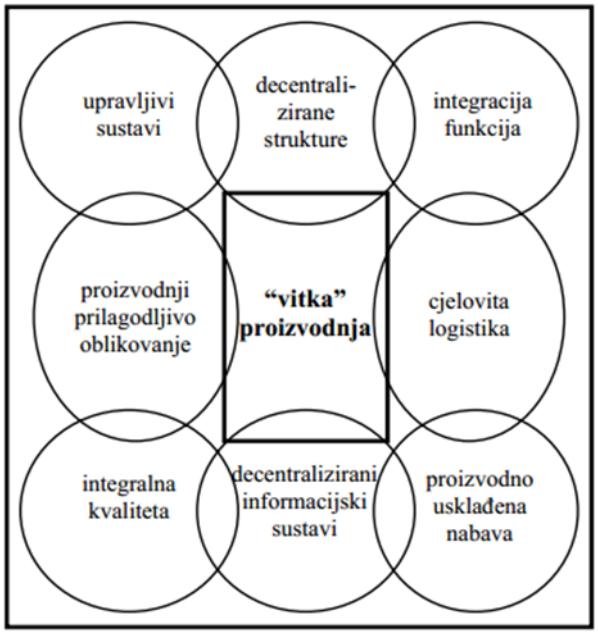
Kada bismo nekog pitali: *Koji je najvažniji resurs u poslu?* Većina ljudi bi odgovorila da je to novac, no ljudi poput Shigeo Shinga koji se smatra jednim od utemeljitelja suvremene proizvodnje bi odgovorili da je to ipak vrijeme. *Zašto je to tako*? Vrijeme je jedini resurs u poslovanju kojega svi na tržištu imaju jednako (svima dan traje 24 sata), te je to jedini resurs koji ne možemo vratiti (novac je resurs kojega možemo povratiti). Upravo iz tog razloga odlučio sam napisati ovaj rad kako bih ukazao na neke metodologije za skraćenje vremena kao što je to SMED metodologija. Single-Minute Exchange of Die (SMED) je jedna od mnogih LEAN metoda za smanjenje nepotrebnih vremena u proizvodnom procesu. SMED omogućuje brz i učinkovit način prebacivanja procesa proizvodnje sa jednog proizvoda na sljedeći proizvod. Ova brza promjena je ključ za smanjenje proizvodnih zemljišta (tvornica), te poboljšanje toka proizvoda. Izraz Single-Minute ne znači da sve promjenje izmjene alata bi trebale trajati samo jednu minutu, već znači da bi izmjena alata trebala trajati manje od deset minuta. „Die“ prevedeno sa engleskog znači alat, no SMED nije ograničen samo na industrijsku proizvodnju.

2. LEAN PROIZVODNJA

Termin LEAN su definirala dva profesora sa M.I.T.-a (Massachusetts Institute of Technology) James P. Womack i Daniel T. Jones 1992. godine u knjizi „The Machine That Changed the World“. Pojam LEAN zamjenjuje skup principa i mjera za efektivno i efikasno planiranje, pripremu, izradu i kontrolu u lancu koji sudjeluje u stvaranju novih vrijednosti u industrijskim sustavima.

Glavne značajke LEAN proizvodnje su:

- težnja k neprestanom poboljšanju,
- decentralizirane strukture,
- decentralizirani informacijski sustavi,
- upravljanje kvalitetom u funkciji potrebe potrošača,
- cjelovita logistika,
- proizvodno usklađena nabava,
- humanizacija rada i upravljanja,
- orijentirano upravljanje tehnologijama u funkciji zahtjeva procesa poslovanja i
- regionalizacija, internacionalizacija i mobilnost.



Slika 1. "Vitka" proizvodnja

Sustav upravljanja “vitkom” prozvodnjom jest prijelaz s proizvodne filozofije Sjedinjenjih Američkih Država, odnosno MRP (Material Requirements Planning) sustava, u kojem su dopuštene zalihe, pogreške i

stvaranje određene sigurnosti pomoću sigurnosnih zaliha određenog materijala, na Japansku proizvodnu filozofiju JIT (Just In Time). “Vitka” proizvodnja je filozofije koja se temelji na racionalizaciji proizvodnje. Potrebno je racionalizirati zalihe, trajanje pojedinih operacija, tijek materijala, vrijeme transporta i proces proizvodnje. Na taj se način postiže “vitka” proizvodnja, odnosno prozvodnja kojoj su smanjeni troškovi, a koja ujedno zadovoljava potrebe i zahtjeve kupaca. Takva proizvodnja zahtjeva isključivo rad po narudžbi za poznatog kupca, pouzdanog dobavljača i prilagodljivu proizvodnju s visokorazvijenom tehnologijom.[1]

Tablica 1. Razlika između tradicionalnog i LEAN poduzeća

ELEMENTI	**TRADICIONALO**	**LEAN**
Ciljevi poduzeća	Pobijediti konkurenciju	Pridobij kupca
Kultura rukovođenja	Riješi probleme	Spriječi probleme
Prioriteti	Rezultati	Rezultati i procesi
Procedure	Statične	Dinamične
Zaposleni	Trošak i nevolja	Potencijal i mogućnosti
Strojevi/oprema	Skupa, specijalizirana	Mala i visoko fleksibilna
Riješavanje problema	Tko je kriv? Krize.	Što je riješenje? Izvor problema.

2.1. Lean vodstvo

Lean vodstvo, kao pojam, u najužoj je vezi s lean menadžmentom. To je najprimjerenije djelotvorno i uspješno vodstvo za velike turbulencije i neizvjesnosti. Lean vodstvo, kako ističe W. Lareau, osigurava potpun i cjelovit pristup svakom pojedincu, grupi i organizaciji. Osnovna karakteristika takvog vodstva je poboljšanje proizvodnje, u kojoj se traže svi oni mehanizmi koji pridonose stvaranju dodane vrijednosti, a istodobno se minimaliziraju i eliminiraju svi nepotrebni gubitci. Takva vrsta optimizacije nije moguća bez efikasnog i efektivnog vodstva. Lean vodstvo osigurava svakoj organizaciji potrebnu transformaciju te kreativno, inovativno i sustavno mišljenje kao i pozitvnu poslovnu kulturu. Dok vrhovni menadžment osigurava viziju, organizaciju, kontrolu i upravljanje, dotle lean vodstvo osigurava potrebnu kompetentnost, tj. visoku razinu zajedništva i motivaciju za postizanje zajedničkih ciljeva. Lean vođe nisu sposobne samo preživjeti, već su sposobni biti uspješni i prosperitetni u nemilosrdnoj globalnoj poslovnoj okolini na početku 21. stoljeća. Lean vođe su stalno u nepredvidljivim izazovima i promjenama što jača njihove vještine te su uvijek spremni na nove bitke. Oni ne gube vrijeme na nepotrebne rituale i njhovo najjače oružje je brzina. Obogaćuju se radeći u pozitivnom ozračju sa svojim kolegama. Oni se ne koriste bičem da bi pridobili sljedbenike. Lean vođe omogućuju svojim sljedbenicima prilike kako bi i oni zadovoljili svoje

potrebe za razmišljanjem, kreativnošću, isticanjem kroz akcije i slično. Zato sljedbenici u ovom tipu vodstva ne mogu ne slijediti vođu. To je jedno od najučinkovitijh vodstava za današnju poslovnu okolinu ako se želi opstati.[2]

2.2. Definiranje gubitaka u procesu

Lean proizvodnjom se često naziva TPS (Toyota Production System). Odlike TPS-a su velika vrijabilnost proizvoda, male serije, male količine zaliha, fleksibilna proizvodnja i visoka kvaliteta. Upravo je Toyota identificirala sedam glavnih tipova gubitaka u poslovanju ili proizvodnom procesu. Te gubitke možemo primjeniti na razvoj proizvoda, primanje narudžbi, te na ostale logističke poslove, a ne samo na proces proizvodnje.[3]

Sedam glavnih gubitaka u proizvodnji su:

1. Transport

- Kretanje dijelova ili materijala u procesu na velike daljine,
- neučinkovit transport materijala, dijelova ili gotovih proizvoda u skladištima ili iz skladišta,
- neučinkovit protok informacija, gubitak podataka ili jednostavno nepouzdanost informacija.

2. Prekomjerna proizvodnja

- Proizvodnja proizvoda za koje nema narudžbi, što rezultira gubicima zbog previše zaposlenih, te dodatne troškove skladištenja i troškove transporta zbog prevelikih skladišta,
- izvođenje operacija koje nisu neophodne,
- stvaranje dokumetacije koja nije trenutno potrebna.

3. Prekomjerne zalihe

- Višak sirovina, poluproizvoda ili gotovih proizvoda koji uzrokuju smanjenje protočnosti, zastarijevanje ili oštečenje robe, transportne troškove i troškove skladištenja i odlaganja,
- velike količine zaliha koje prikrivaju probleme neuravnoteženosti procesa, kašnjenja dostave, greške, zastoje na strojevima ili dugo vrijeme zamjene alata.

4. Prekomjerna ili nepotrebna obrada

- Izvode se prekomjerni koraci u obradi proizvoda (loša konstrukcija),
- kriva ili nedostajuća tehnološka oprema,
- problem loših pripremno završnih vremena.

5. Nepotrebni pokreti

- Svaki nepotreban pokret koji u radu napravi zaposlenik (traženje, saginjanje, slaganje proizvoda i alata),
- vrijeme promjene alata, prazne zalihe, nespreman poluproizvod,
- loš raspored strojeva i loša ergonomija radnog mjesta.

6. Čekanje

- Odnosi se na vrijeme kad radnici čekaju na radnom mjestu,
- čekanje na podatke, rezultate ispitivanja, informacije, odluke, odobrenja,
- čekanje na isporuku materijala i sl.

7. Greške

- Proizvodnja s greškama i njihovo popravljanje,
- otklanjanje grešaka na proizvodu ili poluproizvodu,
- škart, ponovna proizvodnja i naknadna kontrola,
- nepotpune, netočne i nepravodobne informacije.

2.3. Kaizen metodologija

Jedan od važnih segmenata prilikom transformacije proizvodnje prema LEAN načelima je uvođenje Kaizen metodologije. Kaizen je inkrementalno kontinuirano unapređenje procesa u cilju eliminiranja gubitaka u poduzeću. Kaizen riječ je sastavljena od dvije japanske riječi: „kai“- izdvojiti, i „zen“- popraviti. Kako i same riječi objašnjavaju, potrebno je izolirati problem, analizirati ga, riješiti problem, te zatim implementirati rješenje. Kaizen svoje temelje zasniva na učenjima Edwardsa Deminga i njegovog kruga kvalitete PDCA (Plan, Do, Check, Act). Kaizen ne cilja na fundamentalna unapređenja procesa, jer je njih jako teško postići, nego na mala, ali konstantna unapređenja. Mala konstantna unapređenja, kada se gledaju iz dužeg vremenskog aspekta postižu velike uštede i velika poboljšanja u svim procesima u poduzeću.

Postoji nekoliko različitih kaizen događaja, svi u osnovi imaju isti cilj – eliminiranje gubitaka, ali se razlikuju po sudionicima i mjestu odvijanja, te dužini:

a) KAIZEN DOGAĐAJ – je planirana aktivnost gdje tim pokušava unaprijediti neki aspekt svojeg poduzeća. Prije same aktivnosti potrebno je izolirati problem, odrediti tim i vođu tima, odrediti cilj

unapređenja, mjere koje će se koristiti i vrijeme trajanja. Kaizen događaj ima za cilj brzo otkrivanje korijena uzroka problema i brzu fokusiranu implementaciju rješenja.

b) "GEMBA" KAIZEN – "gemba" se sa japanskog jezika prevodi kao pravo mjesto. U proizvodnom poduzeću "gemba" označava sam proizvodni pogon. "Gemba" kaizen je zapravo kaizen aktivnost koja se odvija u proizvodnji.

c) SISTEM KAIZEN – je kaizen koji se odnosi na radikalno unapređenje procesa kako bi se eliminirali gubici koji ne dodaju vrijednost proizvodu.

d) KAIZEN BLIC – je planirani kaizen događaj koji traje 3 do 5 dana. Osnovni cilj je brzina unapređenja.

e) KAIZEN SUPER BLIC – je događaj koji traje svega nekoliko sati i sprovodi se odmah po identifikaciji problema u procesu, ili na samom stroju.

Kaizen je metoda kontinuiranog unapređenja koju moraju svi prakticirati u poduzeću. POKA YOKE, JIDOKA, SMED, uravnoteženje procesa proizvodnje itd. su zapravo produkti kaizen aktivnosti. Svaki poka yoke uređaj nastaje provođenjem kaizen aktivnosti tj. rješavanjem korijena nekog problema u proizvodnji. Kaizen mora biti pažljivo pripremljen, efikasno vođen i implementiran ako se žele optimalni rezultati. Bez obzira koja vrsta kaizen aktivnosti se sprovodi, potrebno je pridržavati se standardiziranog redoslijeda aktivnosti. Ako se aktivnosti ne provedu po standardnom odgovarajućem redoslijedu, dolazi do konfuzije i loših rezultata. Vrijeme Kaizen događaja se može podijeliti u 3 velike cjeline:

- 40 % vremena bi trebalo potrošiti na pripremu (detekcija problema, upotreba statističkih aktivnosti),
- 40 % vremena bi trebalo potrošiti na pronalaženje rješenja i
- 20 % vremena bi trebalo potrošiti na implementaciju rješenja.[4]

2.3.1. Principi Kaizen metodologije

Principi Kaizena su:

- Glavna prednost poduzeća su njeni radnici,
- unapređenje procesa će se prije dogoditi, ako se unapređuje po malo, nego mnogo odjednom,
- unapređenja treba implementirati čim se ukaže mogućnost za to i

- preporuke za unapređenje moraju biti bazirane na kvantitativnim i statističkim metodama evaluacije procesa.

Tim koji provodi Kaizen mora biti pravilno odabran. Tim trebaju sačinjavati radnici koji su upoznati sa procesom gdje je problem detektiran. Tim je potrebno educirati o statističkim i kvantitativnim metodama koje će biti korištene za opisivanje problema i metodama koje će se koristiti za rješavanje problema. Također, potrebno je educirati tim kako pravilno napisati izvještaj i na koja pitanja treba odgovoriti u izvještaju. Standardna je praksa u LEAN poduzećima da osobe koje sudjeluju u kaizen aktivnostima treba osloboditi njihovih redovnih aktivnosti (kao vrsta godišnjeg odmora sa njihovog redovnog radnog mjesta), jer se na taj način radnici fokusiraju na problem i rad u grupi. Kaizen aktivnost se bazira na Demingovom krugu kvalitete sa četiri osnovne aktivnosti koje treba provesti:

1. **PLANIRANJE (Plan)**

2. **PROVOĐENJE (Do)**

3. **PROVJERA (Check)**

4. **DJELOVANJE (Act)**

U slučaju uspješne kaizen aktivnosti brzina je ključan faktor. LEAN poduzeća su prepoznatljiva po brzini implementacije inovacija i unapređenja proizvodnje. U zavisnosti od vrste unapređenja u kaizen aktivnostima potrebno je što prije proizvesti i priključiti POKA YOKE ili JIDOKA uređaje. U slučaju da je unapređenje u samom proizvodnom procesu, potrebno je što prije standardizirati unaprijeđene aktivnosti, kako bi proces bio neprekidan i efikasniji. Standardizacija usvojenih unapređenja i njihovo konstantno provođenje eliminiraju mogućnost ponavljanja grešaka i smanjuju varijacije u svim procesima, što je ključan aspekt u kontroli kvalitete. Kaizen aktivnosti su svakodnevne aktivnosti u poduzeću. Cilj Kaizena je unapređenje cijelog poduzeća i svih procesa u poduzeću. Za kaizen su odgovorni svi zaposleni u poduzeću, od upravnog odbora do radnika u proizvodnji i održavanju. Od ključnog je značaja da svi zaposleni u poduzeću shvate filozofiju kaizena i kontinuiranog unapređenja i svakodnevno rade na eliminiranju gubitaka i unapređenju svih procesa u poduzeću.

Kaizen unapređuje procese u poduzeću postupno, te povećava kontinuirano efikanost samih proizvodnih sustava. Dobar primjer je robotizacija proizvodnih postrojenja u auto industriji. U Toyoti je robotizacija određenih proizvodnih aktivnosti implementirana postepeno, pronalaženjem rješenja u otkrivenim

problemima u proizvodnji. Istraživanjem uzroka problema i njihovim eliminiranjem kroz kaizen aktivnosti, sudionici su shvatili na kojim mjestima je potrebna robotizacija i gdje bi istraživačko-razvojni dio poduzeća trebao usmjeriti svoje aktivnosti. S vremenom se sve veći broj operacija obavljao robotima, ali samo ako se utvrdilo da tako obavljane operacije ubrzavaju proces i eliminiraju gubitke.

General Motors (GM) je pokušavajući imitirati Toyotu tijekom 80-ih i 90-ih godina prošlog stoljeća, uložio gotovo 80 milijardi dolara u robotizaciju proizvodnih postrojenja. Rezultati su bili ponižavajući, a gubici ogromni. Bez kaizen kontinuiranog unapređenja, zaposleni u GM-u nisu razumijevali stvarne probleme i način kako ih eliminirati. Bez kaizen metodologije došlo je do rasipanja sredstava, gubitka efikasnosti i racionalnosti.[4]

2.4. 5S metodologija

Jedan od važnih segmenata prilikom transformacije proizvodnje prema LEAN načelima je isto tako i uvođenje 5S metodologije. 5S metoda je dobila ime od pet japanskih riječi koje, prevedene na engleski, počinju sa slovom S i čine ime same metodologije. Ova metodologija se često banalizira i prevodi kao „standardizirano čišćenje“, no ona je u svakom slučaju mnogo više od toga. 5S je filozofija i način organizacije i vođenja radnog prostora i radnih zadataka sa ciljem poboljšanja efektivnosti eliminacijom gubitaka, poboljšanja rasta i redukcije složenih procesa.

5S je metoda organizranja radnog prostora. Ključne mete 5S metode su moral radnog prostora i efektivnost. Afirmacija 5S podrazumijeva određivanje/postavljanje zadataka u lokaciji i eliminacija vremena potrebnog za traženje stvari. Također, brzo je uočljivo, ako nešto nedostaje u radnom prostoru. 5S pobornici vjeruju da prednosti ove metode dolaze iz odlučivanja šta treba biti sačuvano, gdje treba biti sačuvano i kako treba biti sačuvano. Ovaj proces donošenja odluka uglavnom dolazi iz razgovora o standardizaciji koji stvara jasno razumijevanje između zaposlenika na to kako bi se posao trebao odraditi, te također usađuje osjećaj pripadnosti svakom zaposleniku. Isto tako značajna razlika između 5S metode i “čišćenja” je efikasna organizacija alata unutar radnog mjesta, ovdje je ključni koncept položaj stvari ili aktivnosti koje se tiču povećanja radnog protoka, npr. dodaci/alati se trebaju nalaziti tamo gdje se koriste, te radnici ne smiju tražiti alate neophodne za obavljanje posla.[5]

2.4.1. Implementacija 5S metodologije

Sama implementacija i riješavanje problema putem ove metodologije se odvija ovim redosljedom:

1. faza – Seiri – sortiranje – provjera svih alata, materijala .itd, u prostorima za planiranje i rad držati samo osnovne stvari, a sve ostalo čuvati na određenim mjestima.

2. faza - Seiton – stavljanje u red – fokusiranje na efikasnosti u procesu. Kad se ovo prevede na stavljanje u red, to zvuči kao čišćenje ili sortiranje ali poanta je u stavljanju u red, spremanju alata, pomagala, dijelova i sl. na način koji rezultira rast/uspjeh posla, na primjer alatke i pomagala se trebaju nalaziti na mjestima na kojima će biti korišteni, te bi proces trebao biti takav da povećava efikasnost.

3. faza – Seiso – čišćenje – sistematsko čišćenje ili potreba da radni prostor bude čist i vizualno prihvatljiv. Dnevne aktivnosti na kraju svake smjene, radni prostor se čisti, sve se nalazi na svom mjestu. Ključna stavka je da čišćenje mora biti dio dnevnih obaveza, ne samo nešto što se radi povremeno.

4. faza – Seiketsu – standardizacija – standardizirane poslovne procedure. Svi točno znaju šta se od njih očekuje, te koji su njihovi zadaci.

5. faza – Shitsuke – kontinuitet – odnosi se na održavanje i analiziranje standarda. Kada se prethodna 4S stave u upotrebu oni postaju novi način rada. Održavanje se fokusira na ovaj novi način rada i ne dozvoljava povratak starom načinu rada. Međutim, ukoliko dođe do napretka i prijedloga za korištenjem novih alata ili novog načina rada onda je analiziranje prvih 4S moguće.[5]

2.5. SMED metodologija

Jedan od značajnih koncepata koji proizlazi iz beskonačne borbe za rafiniranjem i izbacivanjem otpada iz procesa zove se SMED. Ova metodologija se u zapadnim zemljama pojavila 1985. godine, te je uvelike utjecala na poboljšanje efikasnosti i sniženje troškova u proizvodnji. Metodologija kaže kako treba promatrati proces i razlikovati one aktivnosti koje su unutarnje (interne) i moraju se odraditi dok stroj stoji, od vanjskih (eksterne) koji se mogu napraviti dok stroj proizvodi. Sama metoda se sastoji od četiri konceptualne faze, koje su u sljedećem potpoglavlju navedene, a temelje se na logici vremenskog smanjenja unutarnjih aktivnosti izmjena alata, te pretvorbi mogućih unutarnjih aktivnosti u vanjske aktivnosti prilikom izmjene alata, pritom optimizirajući postojeće vanjske aktivnosti. U modernim SMED analizama koriste se najčešće video kamere sa tajmerom koje bilježe sve korake koje zaposleni mora napraviti kako bi obavio

novu postavku stroja, te se ti koraci potom evidentiraju i analiziraju da bi se nepotrebni koraci izbacili van, a potrebni koraci se optimiziraju kako bi se ukupno vrijeme promjene alata smanjilo na najmanju moguću mjeru. Proces promjene alata najčešće se sastoji od četiri faze:

- skidanje postojećeg alata,
- zamjena alata,
- podešavanje stroja i
- probni rad.

Krajnji proizvod SMED analize su standardne procedure koje detaljno opisuju svaki potrebni korak, te uključuju kontrolne liste s popisom provjera koje je potrebno napraviti. Ako imamo stroj s dva operatera i svakoga snimimo dok radi izmjenu s jedne na drugu postavku stroja sasvim sigurno ćemo uočiti kako u nedostatku standardnih procedura svaki od njih posao obavlja na drugčiji način, iako je očigledno da može postojati samo jedan optimalan način izmjene alata. Cilj SMED-a je pronalaženje tog jednog, optimalnog načina. Očigledno je kako sam koncept ne donosi nikakve revolucionarne zaključke, ali je u realnim slučajevima moguće uštedjeti vrijeme izmjene alata, pritom smanjujući troškove proizvodnje

Za razvoj ove metodologije je ponajviše zaslušan Shigeo Shingo, te je utjecaj njegovog rada toliko velik da se pojam „SMED“ redovito koristi u akademskoj i industrijskoj zajednici do te mjere da je skoro pa sinonim za „poboljšanje izmjene alata u proizvodnji“. Shingov je rad nesumnjivo imao veliki utjecaj, ali mora se naglasiti da je „SMED“ metoda namijenjena isključivo za razinu radionice, te se treba tako i koristiti.

2.5.1. Uzroci gubitka vremena prilikom izmjene alata

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

- krivi redoslijed zahvata pri izmjeni alata,
- pogreške pri spajanju konektora na alate (oznake ne postoje ili su neispravno postavljene),
- nespremno mjesto izmjene alata (nepredviđeni zastoji pri samoj izmjeni),
- često su transportna sredstva zauzeta , pa se time i vrijeme izmjene nepotrebno produžava,
- izmjeni alata pristupa samo jedan operater,
- alat je nepripremljen pa se tek pri početku postavke alata uočavaju nepravilnosti.

Neke od smjernica za riješavnje gubitka vremena su:

- standardiziranost alata i strojeva kod kojih je potrebno uskladiti sve spojne priključke na svim strojevima i alatima kako bi se izbjegla nepotrebna dodatna podešavanja i prilagođavanja radi postojanja različitih standarada. Ovdje se prvenstveno radi o hidrauličnim i pneumatskim priključcima, stegama za alate, električnim priključcima za signale pravilnog funkcioniranja alata, te isto tako električnim priključcima za kontrolu prisutnosti i pravilnog pozicioniranja alata u cilju sprječavnja havarije. Prije standardizacije, alati se moraju pripremiti kako bi se stvorili preduvjeti za ugradnju drugih priključaka. Potrebno je napraviti identične utore kako bi i nakon provedene standardizacije bilo moguće koristiti iste stezne naprave.
- preduvjeti koji osiguravaju brzu montažu i demontažu. Potrebo je na sve alate staviti pozicionere kako bi samo postavljanje alata na točno mjesto bilo brzo i bez dodatnog finog podešavanja. Jednom kada se alat postavi na predviđeno mjesto na stroju, tada to mora biti konačana pozicija. Uza sve to potrebno je i maksimalno ubrzati stezanje alata na stroj prikladnim načinom.

Ostale primarne aktivnosti kod uvođenja ove metode su organizacija radnog stola sa svom potrebnom opremom, pravovremeni transport, te standardizacija energetskih spojeva koji istvaruju komunikaciju stroja sa alatom.[6]

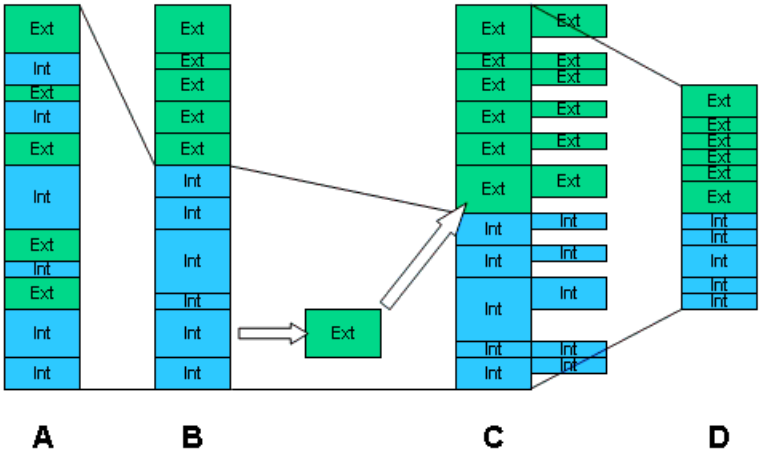
2.5.2. Osnovna načela prilikom implementacije SMED metodologije

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

1) Odvojiti unutarnje od vanjskih aktivnosti izmjene/instalacije alata
2) Pretvoriti unutarnje u vanjske aktivosti
3) Standardizirati operacije
4) Koristiti funkcionalne stezalje ili ih po mogućnosti ukloniti
5) Koristiti prijelazne sprave
6) Usvojiti paralelno izvođenje radnji
7) Eliminirati prilagođavanje alata
8) Simplifikacija procesa

Shigeo Shingo nam također savjetuje da bi se implementacija same SMED metodologije trebala odvijati kroz četiri koraka:

A. Osigurati da se vanjske izmjene alata odrade dok je stroj u pogonu
B. Odvojiti vanjske od unutarnjih aktivnosti izmjena alata
C. Pretvoriti unutarnje aktivnosti u vanjske aktivnosti izmjene alata
D. Poboljšati sve vrste izmjena alata



Slika 2. Implementacija SMED metodologije

3. UVOĐENJE SMED METODOLOGIJE U PODUZEĆE [7]

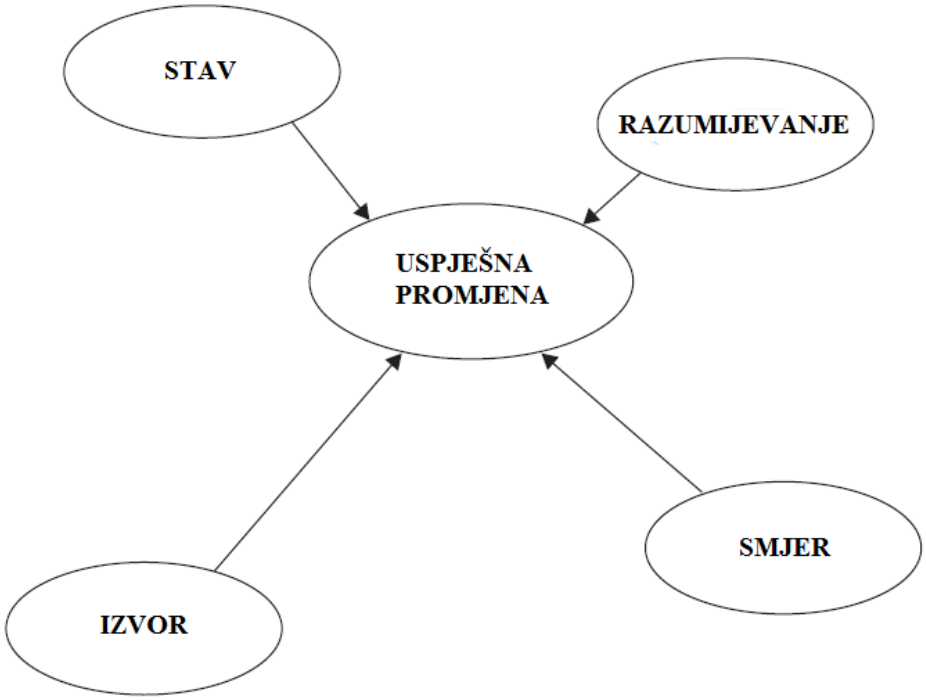
Jedno od važnijih pitanja prilikom sagledavanja neke proizvodnje je: *Što se želi postići?*, naravno odgovor na ovo pitanje je da je cilj svake proizvodnje zaraditi što veći novac. Budući da je ovo rad o LEAN proizvodnji, dobro je postaviti si neka pitanja prilikom bilo kakve reorganizacije prozvodnje, a to su:

- Kako postići profit?
- Kako kontrolirati troškove?
- Koji su to troškovi?
- Pretpostavljajući da koristimo jednaku opremu kao i konkurencija, te jednako školovane ljude, kako ćemo se nametnuti na tržištu ispred svoje konkurencije?

Da bismo nešto proizveli potrebno je imati materijal, opremu i ljude. No ta tri faktora su izrazito kompleksna za promatranje prilikom organizacije samog rada. U sljedećim poglavljima sam pokazao kako se prilkom uvođenja SMED metodolgije ponašaju ti faktori, te kako se rađa i provodi ideja poboljšanja izmjene alata unutar samih radionica.

3.1. Složenost inicijative za poboljšanje u proizvodnji

Prije se smatralo da inicijative za poboljšanje prozvodnje moraju biti usredotočene isključivo na razinu radionice. Autori su naglašavali da viši rukovoditelji poslova ne smiju sudjelovati na poboljšanjima na razini radionice, s pravom navodeći da osoblje koje radi u radionici razumije sve pojedinosti svakodnevnog rada svoje opreme. Smatra se da izravno miješanje viših rukovoditelja poslova u poboljšanje proizvodnje nije dobro ako je cilj potaknuti potpuno sudjelovanje osoba koje upravljaju opremom. U ovom radu navedeno je da je potrebno usvojiti puno širu perspektivu. Ondje gdje je to moguće, potrebno je uključiti i druga osoblja uz moguće priključenje vanjskih stručnjaka. Na slici 3. prikazan je pregled od čega se sve sastoji uspješna inicijativa za poboljšanje proizvodnje. Inicijativa će vjerojatno imati poteškoća u uspješnosti ako nedostaje jedan ili više elemenata koji su prikazani na slici 3. Vjerojatno će biti ugrožen i uspjeh inicijative ako su krivo provedeni ili ako nedostaju sastavni elementi jedne od četiri navedene komponente.



Slika 3. Komponente uspješne inicijative za poboljšanje.

STAV

- Kultura radnog mjesta mora bit podložna promjenama i stalnim poboljšanjima, na razini rukovodioca i radionice.
- Mora biti jasno razumijevanje doprinosa poboljšanja radi bolje konkurentnosti poduzeća.

RAZUMIJEVANJE

- Potrebno je razumijeti problem s kojim ćemo se baviti kako bismo imali veću učinkovitost same inicijative.
- Moramo razumijeti da se do poboljšanja učinkovitosti može doći na različite načine, te se mora dobro sagledati svako potenicijalno riješenje.

IZVOR

- Vrijeme,
- novac,
- osoblje,
- znanje i usavršavanje,
- strojna i dodatna oprema.

SMJER

- Potrebno je imati sveukupan pristup poboljšanju umjesto potrage za nasumičnim riješenjem,
- poboljšanje i veća predanost viših rukovoditelja poslova,
- poboljšanje i veća predanost vođa timova,
- sposobnost prepoznavanja problema u postojećoj praksi,
- odabrati radna mjesta u proizvodnji koja treba unaprijediti,
- sposobnost prepoznavanja i procjene mogućnosti poboljšanja,
- postavljanje (postizanje) odgovarajućih ciljeva.

Uprava ima posebno važnu ulogu u definiranju sveukupne svrhe i smjera inicijative kojim omogućuje održavanje zamaha poboljšanja proizvodnje. U poslovanju je potrebno postaviti niz pitanja kojima se propitkuje poslovanje kao početak procjene sveukupnih zadataka koji predstoje. Ta pitanja moraju sadržavati strateške probleme. Nakon što je inicijativa napredovala do okoline proizvodnje, potrebno je razmotriti tko će sudjelovati i na koji način postići poboljšanje u proizvodnji.

Neka od pitanja koja se mogu postaviti o poslovanju navedena su ispod:

- Je li jasno navedeno u poslovanju zašto se traži poboljšanje učinkovitosti? Koja se razina poboljšanja želi postići i u kojem vremenskom razdoblju? Je li moguće jasno odrediti u poslovanju i svrstati po važnosti proizvodne procese na koje će se primijeniti poboljšanje? Treba li u pokušaju poslovanja poboljšati samo jednu liniju (ili stroj) i zatim distribuirati poboljšanja, ili pak pronaći poboljšanja na drugi način?
- Na koji način inicijativa za poboljšanje treba biti poredana po važnosti s obzirom na druge inicijative koje poduzeće želi provesti? Je li moguće ili poželjno poduzeti više inicijativa odjednom, i u kojim slučajevima treba poduzeti koje inicijative?
- Treba li poduzeće odabrati retrospektivno poboljšanje postojeće opreme, kupiti drugu opremu ili upotrijebiti višak opreme? Može (i smije) li se iskoristiti raspored strojeva, do određene granice, za ograničenje gubitaka? Ako nije prikladno iskoristiti dodatne strojeve, postoje li neki dijelovi strojeva koje treba kopirati zbog poboljšanja učinkovitosti?
- Ako se poduzme retrospektivno poboljšanje, treba li poduzeće staviti naglasak na poboljšanje dizajna ili isplativu promjenu organizacije za izmjenu zadataka i procedura? Ako se istovremeno primjene promjene dizajna i organizacije, na temelju čega se to mora provesti? Treba li djelatnostima tima provesti postepeno poboljšanje? Tko treba voditi poboljšanje aktivnosti tima? Postoji li kultura radnog mjesta koja omogućava ovaj način poboljšanja?

- Tko sve treba sudjelovati u aktivnostima poboljšanja u samoj organizaciji (na razini radionice i ostalim razinama) i s mogućim sudjelovanjem vanjskih stručnjaka (poglavito savjetnicima za upravljanje i dizajn)? Na koji način treba uključiti i obavještavati o napretku radnike koji rade u različitim smjenama? Na koji način treba obavještavati ostalo osoblje tvornice?
- Kakvo je usavršavanje potrebno provesti, uključujući i usavršavanje kojim se mijenja kultura radnog mjesta? Koliki je dopušten opseg utjecaja koji smiju imati navedena pitanja na sveukupan pristup?
- Je li određen sveukupan trošak postizanja ciljeva poboljšanja (razina poboljšanja za učinkovitost i datum do kojeg je potrebno postignuti poboljšanja)? Koji resursi, uključujući i vrijeme su dopušteni osoblju koje sudjeluje u inicijativi, treba ustupiti poduzeće radi postizanja željene razine poboljšanja?
- Na koji način treba podupirati poboljšanu učinkovitost izmjene alata na razini radionice pomoću odgovarajućih izmjena radne prakse (odnosno radnog rasporeda i marketinga) u ostalim područjima poslovanja radi maksimalnog povećanja dobivenih koristi? Drugim riječima, je li moguće da nedostatak vještine ili sustava drugih dijelova organizacije uspori prelazak ili smanji korist reorganizacije?
- Koja vrsta evidencije učinkovitosti reorganizacije proizvodnje postoji? Kolika je točnost evidencije? Kako treba procijeniti učinkovitost postojeće proozvodnje? Tko to treba procijeniti? Na koji način treba pratiti poboljšanje koje traje?
- Koje alate treba koristiti za prepoznavanje problema postojeće prakse? Koje su alati dostupni za uspoređivanje mogućih rješenja sa već prepoznatim i riješenim problemima u proizvodnji iz prošlosti?
- Na koji se način unutar poslovanja može pristupiti prethodnim poslovima koje su obavljali drugi (da se „ne izmišlja topla voda“)? Koja su trenutna rješenja dostupna u obliku sklopova ili sprava koja bi se mogla uvrstiti u program poboljšanja prozvodnje?

3.2. Specifični problemi koji se javljalu kod reorganizacije proizvodnje

Danas autori proučavaju poboljšanje proizvodnje na terenskim istraživanjima diljem Europe. Nasuprot uspjehu koji ima u akademskoj i poslovnoj literaturi, brojni proučavani programi poboljšanja teškoćom su postignuli i zadržali određenu razinu poboljšanja. U nekim slučajevima inicijative za poboljšanje su ili usporene ili u potpunosti nestale. Takve inicijative mogu služiti kao primjer onoga što se događa tijekom

pokušaja provedbe TQM-a (Total Quality Management) ili, ponekad, što se javlja provedbom JIT-a (Just In Time).

Problemi koje je potrebno sagledati su:

1) Uključenost osoblja tvornice: usavršavanje, vještine i primjena u praksi,
2) Prenošenje znanja,
3) Gubitak entuzijazma,
4) Održavanje onoga što je postignuto poboljšanjem u proizvodnji
5) Mjerenje poboljšanja u proizvodnji
6) Sigurnost
7) Poboljšanje posla kao sama bit organizacije
8) Specificiranje ograničenja za opremu
9) Vrste izmjene alata koje se provode: ovisne / neovisne o redoslijedu
10) Opcije rasporeda
11) Dominantna uporaba SMED metode
12) Uloga savjetnika za poboljšanje proizvodnje
13) Komunikacija
14) Analiza financijskih pogodnosti
15) Kvaliteta predmeta za izmjenu alata
16) Sposobnost tima iz radionice da ostvari promjenu

Ovo su problemi koju su pod izravnom odgovornošću viših rukovoditelja poslova. To su problemi koje treba sagledati prije početka inicijative, a ne nakon što je već započela. Ovaj popis ne obuhvaća sve moguće poteškoće inicijative. Poteškoće koje su izravno vezane za aktivnosti na razini radionice obrađene su u sljedećim poglavljima.

3.2.1. Uključenost osoblja tvornice: usavršavanje, vještine i primjena u praksi

Mora se pridodati posebna pažnja načinu na koji radna snaga sudjeluje u inicijativi poboljšanja prozvodnje. Ako se ovo pitanje ne riješi na pravilan način, poslovanje će najvjerojatnije imati nisku razinu aktivnog sudjelovanja i doprinosa od osoblja koje je odabrano za sudjelovanje. Zbog toga će biti slabo poboljšanje proizvodnje. Što je gore, ako se dobro ne upravlja radom osoblja, u poslovanju postoji opasnost od apatije

ili ogorčenosti za sve buduće suradnje. Ako je loše provedena početna inicijativa za poboljšanje proizvodnje, vjerojatno će ponovni pokušaj, ako do njega dođe, biti puno teži.

Svaki član osoblja u poslu ima određene vještine koje može doprinijeti u inicijativi. Postoje mogućnosti za poslovanje pomoću kojih se mogu uskladiti vještine pojedinaca u skladu s različitim potrebama inicijative i/ili provesti usavršavanje radi poboljšanja vještina za koje se smatra da je potrebno usavršavanje. To je odluka koja se može dovesti samo unutar poslovanja, ali je i odluka koju treba donjeti pazeći na doprinos usavršavanja.

Svakako, usavršavanje je potrebno. Ondje gdje nije provedeno usavršavanje ili je provedeno jako malo usavršavanja, timovi koji su uključeni u poboljšanje proizvodnje naići će na poteškoće.

U tom slučaju osoblje se često pouzda u intuiciju o riješavanjima problema, što dovodi do neučinkovitih poboljšanja unutar same prozvodnje. Ako će se provesti usavršavanje, treba ga temeljiti na jedinstvenoj analizi, odnosno metodi poboljšanja. Kako je prethodno navedeno, za to se često koristi Shingova naizgled jednostavna „SMED“ metoda.

Čak i kad se provede usavršavanje i kad se primjene alati poput „SMED“ metode, najvjerojatnije će doći do izrazito različitih učinkovitosti osoba koje provode promjenu, početnih iskoristivosti i rezultata. Prikazi 3.2.1.a. i 3.2.1.b. pokazuju na koji se način to može odviti. Navedeni prikazi ukazuju na moguće probleme stavova i sposobnosti osoblja koje sudjeluje i naglašavaju odgovarajući sadržaj/pristup programu usavršavanja koji se provodi. I ostali čimbenici mogu utjecati na uspjeh inicijative, primjerice, narav opreme pomoću koje se postiže poboljšanje. Svi čimbenici koji mogu utjecati na uspjeh inicijative u najboljem slučaju treba razmotriti u kontekstu usavršavanja koje se provodi i, općenito, s obzirom na odluku o provedbi usavršavanja primjeni lokalnog tima za prelazak umjesto vanjskih stručnjaka. Ako se usavršavanje provodi samo na temelju „SMED“ metode, pogotovo u okviru isplativog poboljšanja organizacije, uspješan ishod nije zajamčen.

Prikaz 3.2.1.a. Različiti učinci kod paralelnih inicijativa

U velikom proizvodnom pogonu u Ujedinjenom Kraljevstvu nastojala se poboljšati učinkovitost prozvodnje u različitim odjelima u istoj tvornici. Primijenjen je zajednički program usavršavanja utemeljen na „SMED“ metodi u kojem je osoblje iz različitih odjela sudjelovalo skupa. Upravitelj proizvodnje predvodio je cjelokupnu inicijativu, ali ga nisu podržali niti neke kolege niti viši rukovoditelji poslova. U cjelokupnom programu sudjelovao je i nadglednik koji je bio zadužen za nadzor nad razvojem svakog odjela. Postojala je velika razlika između uspjeha svakog odjela. U najboljem slučaju poboljšanje unutar

jedne linije je bilo smanjenje vremena za 80 % (s 8 sati na 90 minuta). U različitom odjelu s drugim osobljem gdje je primijenjena potpuno drugačija oprema, trebalo je duže vremena da se postigne poboljšanje i nije bilo toliko veliko (vrijeme na proizvodnoj liniji poboljšalo se za samo 30 %).[7]

Prikaz 3.2.1.b. Različite reakcije osoblja koje poboljšava istu opremu

Američko međunarodno poduzeće zatražilo je poboljšanje učinkovitosti na podružnicama u Ujedinjenom Kraljevstvu. Otvorena je rasprava u kojoj su jednom mjesečno trebali sudjelovati predstavnici devet različitih podružnica kako bi prikazali svoja iskustva. Nije bilo obavezno prisustvovati u raspravi. Naglasak je bio izravno na osoblje iz radionice bez menadžmenta i višeg osoblja. Rasprava bi se održavala na različitim podružnicama koje su trebale dodijeliti vrijeme i sredstva osoblju iz radionice za samu aktivnost. Iz mjeseca u mjesec izmjenjivali su se događaji. Raspravom je predsjedao član osoblja iz podružnice koja nije zadužena za proizvodnju. Postojalo je temeljno pravilo prema kojem su svi sudionici trebali doprinijeti tijekom sastanka. Na početku na raspravi osoblje za usavršavanje iz poduzeća zajednički je opisalo „SMED“ metodu svim predstavnicima. Pet predstavnika rasprave imalo je primjere skoro jednake opreme. Jedan je lokalni tim predstavio svoj rad obavljen pomoću te opreme, istaknuvši provedene promjene i postignuto značajno poboljšanje. Unatoč pozornosti koja pridodana opremi, čak i na raspravi, jednom prilikom, kako je pokazao jedan od voditelja timova na prikazu provedbe poboljšanja, nisu postignuti isti rezultati pomoću skoro pa iste opreme u četiri druge podružnice. Jedna podružnica nije imala nikakva poboljšanja učinkovitosti izvedbe na toj istoj opremi.[7]

Prikaz 3.2.1.a. i 3.2.1.b. ukazuju na činjenicu da možda postoji niz složenih problema u naizgled jednostavnoj situaciji kod svakog prikaza. Rezultati su bili uvelike različiti iako su provedeni zajednički programi usavršavanja. To pokazuje da provedeno usavršavanje nije bilo prilagođeno za složene probleme koji mogu naići prilikom pokušaja poboljšanja proizvodnje. Isto tako pokazuju da je opasno očekivati lako postizanje navodnog poboljšanja od 75 % ili više.

Teško je predvidjeti odnose i sposobnosti osoba koje sudjeluju u programima usavršavanja. Autori ovih primjera su uočila da oni od kojih se očekuje da će najmanje doprinijeti postignućima tima učine upravo suprotno. Optimističan stav posebno prema poboljšanjima i samoj promjeni od jednake je važnosti i za više rukovoditelje poslova. Zato je važno za sve osoblje navesti zašto se provodi poboljšanje i koja je korist za poslovanje i radnike. S druge strane, ako prevladava optimizam u pokušaju poboljšanja, oni koji sudjeluju u programu usavršavanja vjerojatno će lakše upijati informacije usavršavanja.

Uz optimističan ili pesimističan stav prema usavršavanju, neki sudionici programa usavršavanja vjerojatno su sposobniji razumjeti i primijeniti dobiveno znanje. Kako se kulture rada razlikuju od podružnice do podružnice (od radionice do radionice), možda će biti potrebno prilagoditi programe usavršavanja (stilom i sadržajem) onima koji sudjeluju, odnosno možda je potrebno prilagoditi materijal za usavršavanje svakom poslu u kojem se koristi.

3.2.2. Prenošenje znanja

U cjelini rasprava koja je opisana u prikazu 3.2.1.b. nije bila nešto uspješna. Oslabila je i ugasila se nakon 18 mjeseci unatoč naporima predsjedatelja. Svrha rasprave bila je razmijeniti iskustva poboljšanja. Ideje koje su navedene na raspravi bile su uglavnom specifične za određenu podružnicu. Predstavnici su pokazali da je teško koristiti navedene ideje kao inspiraciju za poboljšanje u njihovim posebnim okolnostima. Primjerice, jedan je predstavnik predložio uporabu namotača. Namotač se nije kasnije koristio na ostalim strojevima, niti u podružnici iz koje je proizašla ideja niti na strojevima iz drugih podružnica. Svakako, to je vjerojatno zato što primjena ove i ostalih osnovnih ideja nije bila moguća na ostalim mjestima. Bez obzira na to, za većinu poslova rasprave utvrđeno je da je jako malo ideja usvojeno u različitim okolnostima. Čak i da su se ideje mogle izravno primijeniti na druge podružnice, slab odaziv je bio na onim mjestima iz kojih nisu potekle ideje. Odaziv se razlikovao od djelomičnog do negativnih mišljenja i čak do otvorenog neprijateljstva u kojem se mogao razabrati stav „ideja nije nastala ovdje ne želimo je“.

Prevladavajuće mišljenje o poboljšanju koje su izrazili predstavnici na raspravi bilo je želja za prebacivanjem zadataka u stvarno vrijeme pod utjecajem Shingovoe tendencije za poboljšanjem, s naglaskom na osnovnu poruku usavršavanja. Međutim, kako je navedeno, ti predstavnici nisu uvijek pokazali razumijevanja i želju za prosljeđivanjem jednostavnih tehnika kojima bi se utjecalo na navedeni cilj. Ni sudionici rasprave nisu pokazali želju da prihvate Shingovu ideju o poboljšanju pojednostavljenja i povećanja učinkovitosti. Moglo bi se reći da navedena zapažanja odražavaju neodgovarajuće usavršavanje s obzirom na „SMED“ metodu i da je to uzrok slabih rezultata. Ipak, cijeli dan bio je posvećen navedenoj temi, uključujući i izdavanje opsežnih referentnih bilješki. To se može protumačiti i na drugi način: „SMED“ metoda ne može pravilno pripremiti osobu koja provodi poboljšanje da lakše prihvaća ili prepoznaje sve mogućnosti poboljšanja. Može se reći i da je „SMED“ metoda, s obzirom na način na koji je razumiju osobe koje provode poboljšanje i koje su nedavno prošle usavršavanje, ne dopušta sagledavanje ideja poboljšanja u kontekstu i zato ih je teško povezati s drugačijim situacijama poboljšanja proizvodnje.

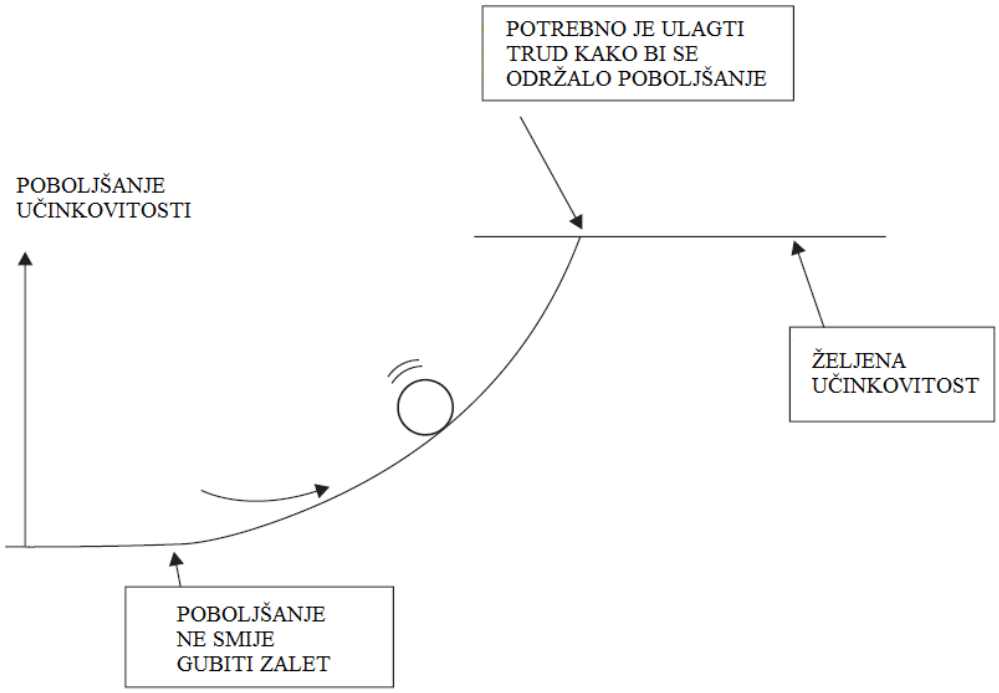
Postoje i druge procjene rada navedene rasprave. Dok su predstavnici uglavnom predstavljali svoje ideje usmenim putem, u većini slučajeva dijagrami, evidencija postupaka i fotografije skoro da i nisu korištene. Detaljni strojarski nacrti skoro da i nisu bili dostupni za ostale podružnice. Da su bili dostupni, bila bi pouzdanija i jednostavnija moguća nedvosmislena paralelna poboljšanja na jednakim strojevima. Isto vrijedi i za detaljno evidentiranje poboljšanja procesa i omogućavanja dostupnosti tih evidencija drugima.

Ova saznanja potaknula su neke autore da naprave pregledni katalog u kojem se nalaze tehnike i primjeri poboljšanja, uključujući prezentaciju mogućih korisnih strojnih naprava i dijelova za poboljšanje procesa. S obzirom na klasifikaciju i s obzirom da je dostupno sredstvo za prenošenje drugih ideja, katalog se smatra važnim alatom za smanjenje vremena izmjene alata.

3.2.3. Gubitak entuzijazma

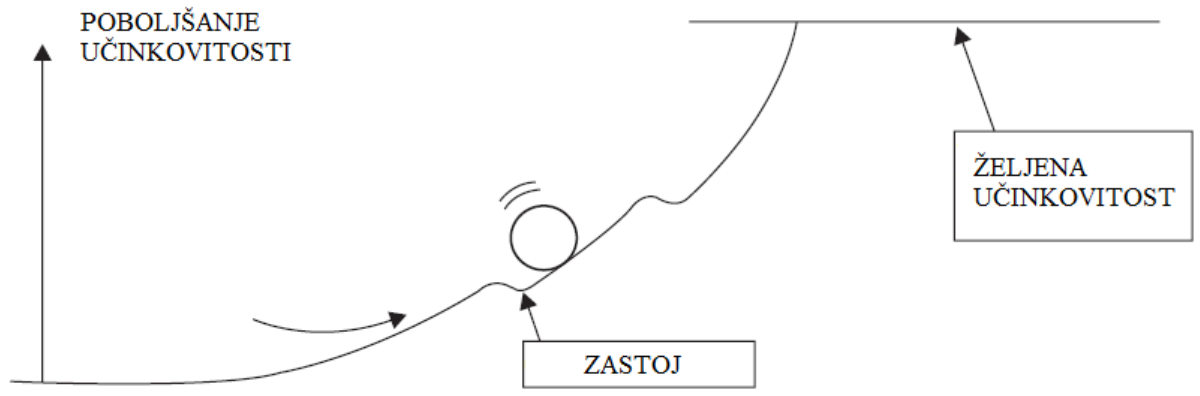
Poboljšanje izmjene alata ne događa se samo od sebe, potrebno se potruditi da bi se postiglo. Potrebno je uložiti trud svih osoblja unutar prozvodnje. Kako je već navedeno, potrebo je organizirano ulagati trud. Jednako je važno održati određenu razinu napora ako se želi održati napredak. Ako napredak uspori, isto tako će usporiti zalet inicijative. Možemo to zamisliti kao loptu koja ide uzbrdo. Kako je prikazano na slici 4. što je lopta više, to je postignuto veće poboljšanje učinkovitosti izmjene alata.

Sposobnost lopte da ide uzbrdo veća je ako je lopta već bila u pokretu u trenutku kad je došla do nagiba. To znači da se obavljao posao prije provedbe promjena na aktivnosti poboljšanja. Ako u bilo kojem trenutku prestane trud, lopta će ubrzo usporiti i vratiti se unatrag. U tom slučaju trebat će uložiti daleko više truda nego što je to bilo potrebo na početku za ponovno pokretanje lopte. Postoji velika vjerojatnost da će se nagib promijeniti kako bude napredovala inicijativa, što odražava sve teže ostvarivanje pojedinačnog poboljšanja učinkovitosti. Kad se postigne željena razina učinkovitosti, može se smanjiti trud uložen u poboljšanje unutar poslovanja. Međutim, treba pripaziti na potpun prestanak pozornosti, pogotovo ako je naglasak stavljen na poboljšanja organizacije. Zbog nestanka truda lopta će ići prema dolje onom brzinom koja ovisi o količini truda koji je uklonjen. S druge strane, ako se stalno poduzimaju postupci poboljšanja (u kojem je potrebno uložiti trud), doći će do napretka na „krivulji učenja“ i vjerojatno će doći do daljnjeg povećanja učinkovitosti pobolšanja izmjene alata.



Slika 4. Analogija kotrljajuće lopte

Slika 5. predstavlja preoblikovanu verziju slike 4. U ovu prerađenu analogiju uvršten je zastoj, odnosno predstavlja fizičku izmjenu opreme koja mijenja i zaustavlja proces poboljšanja tako da sprječava povratak na prethodnu razinu učinkovitosti. Brojne različite situacije mogu doprinijeti slabljenju ili jačanju zaleta. Najučestalije su one koje su vezane za slabljenje interesa sudionika u inicijativi. To se može dogoditi zbog brojnih razloga. Jedan od mogućih razloga može biti početna iscrpljenost, situacija u kojoj se pokušava (ili se pokušavalo) poduzeti previše inicijativa. U prikazu 1.2.3.a. naveden je primjer početne iscrpljenosti.



Slika 5. Preoblikovana analogija kotrljajuće lopte

Prikaz 3.2.3.a. Početna iscrpljenost

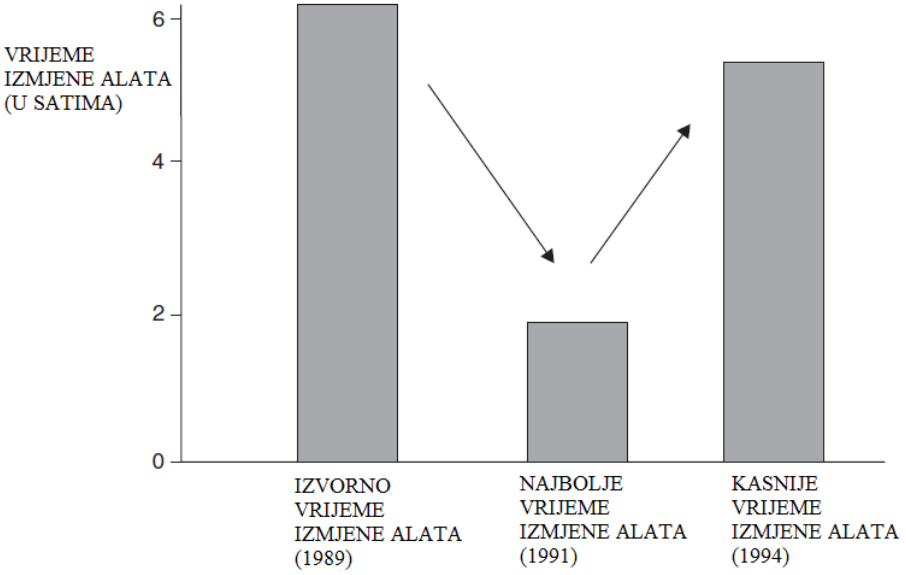
Uprava tvornice u Ujedinjenom Kraljevstvo bila je naklonjena primijeniti brojne programe poboljšanja poslovanja kojih su bili sve prisutniji. Isto su tako htjeli uključiti osoblje iz radionice u poboljšanje na sve moguće načine. Češće su stavljali naglasak na učinkovitost izmjene alata u tim okolnostima jer jer im je to bilo važnije od pažljivo promišljene inicijative s obzirom na prepoznate poslovne potrebe. Niži upravitelj proizvodnje postavljen je za odabir i vodstvo unutarnjeg tima za izmjenu alata. Ovaj program poboljšanja imao je ograničen uspjeh. Poseban problem bila je činjenica da jednom nakon što su određeni članovi tima, teško ih je bilo navesti na sudjelovanje. Ta je poteškoća mogla nastati zbog niza različitih razloga, ali poznato je da je u to vrijeme većina sudionika sudjelovala u barem jednoj lokalnoj inicijativi za poboljšanje i da se od njih često tražilo da ulažu i slobodno vrijeme. Nekoliko je sudionika bilo istovremeno uključeno u tri ili četiri zasebna programa. To je uzrokovalo probleme, od kojih je jedan bio razlikovanje važnih i nevažnih inicijativa. U takvom okruženju došlo je do iscrpljenosti i gubitka zaleta.[7]

3.2.4. Održavanje onoga što je postignuto poboljšanjem u proizvodnji

Prvotno istraživanje koje su proveli autori ovih prikaza pokazalo je do koje mjere mogu doći poteškoće u održavanju poboljšanja učinkovitosti procesa. Primjer opisan u prikazu 3.2.4.a. prikazuje učinkovitost koja je skoro u potpunosti vraćena na prethodnu razinu. Jedno od svojstava ove inicijative jest da je imala sve mogućnosti potrebne za uspjeh prema prevladavajućoj vrsti poboljšanja procesa.

Prikaz 3.2.4.a. Poteškoće održavanja učinkovitosti poboljšanja u proizvodnji

Godine 1989. jedna je tvornica u Ujedinjenom Kraljevstvu započela s poboljšanjem učinkovitosti procesa. Zaposlena je poznata savjetodavna organizacija koja je trebala voditi program poboljšanja. Velik broj osoblja sudjelovao je u usavršavanju u kojem se obrađivala, uz ostale elemente, i Shingova „SMED“ metoda. Cilj poboljšanja je bila posebna oprema i u programu usavršavanja sudjelovale su sve osobe koje su upravljale opremom. Provedeno je i istraživanje u Japanu u kojem su sudjelovali brojni članovi osoblja. Razgovorom s osobljem tvornice i uz podatke iz tvorničke evidencije, ustanovljena je slaba održivost postignutih poboljšanja. To je prikazano na slici 6.[7]



Slika 6. Učinkovitost poboljšanja izmjene alata, te problem održivosti

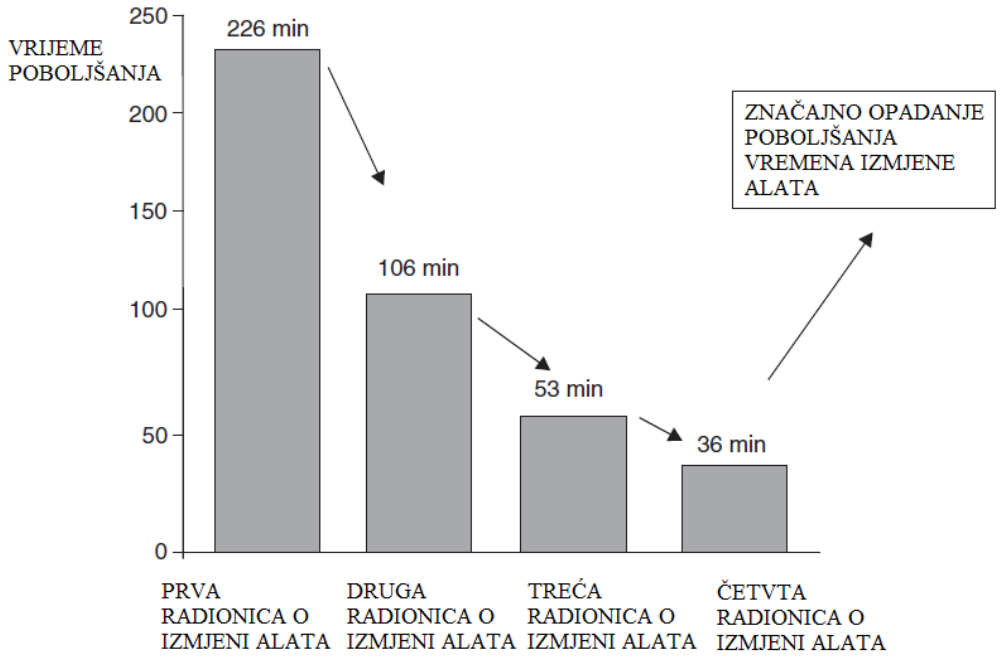
To nije jedini proučavani primjer. Prikaz 3.2.4.b. prikazuje značajno poboljšanje kod slične inicijative koju su proveli savjetnici u jednoj španjolskoj tvornici. Kasnijim otvorenim raspravama s upravom tvornice otkriveno je da je učinkovitost, kao i kod prethodnog primjera iz Ujedinjenog Kraljevstva, naglo pala blizu prethodne razine. Otežano održavanje poboljšanja primijetili su i sami savjetnici za poboljšanje. Takvi (rijetki) primjeri zabilježenog neuspjeha podupiru i moje saznanje, prema kojem su poteškoće održavanja poboljšanja uobičajena pojava. Dostupni su i drugi dokazi. Postoji kopija prezentacije savjetnika o općim troškovima u kojoj je opisna metoda poboljšanja procesa. Na listu naslovljenim „Stvorite okolinu za promjenu“ („Create a Climate for Change“) napisano je (bez daljnje kvalifikacije) da se može očekivati visoka razina početnih neuspjeha. Što se tiče ostalih primjera, u dokumentima koje je još jedna skupina savjetnika međusobno razmijenila prepoznat je još jedan primjer otežanog održavanja postignutog

poboljšanja. Neki od prijedloga koje su naveli kasniji savjetnici za pokušaj zaustavljanja učinkovitosti koja opada bili su sastavljanje i provedba uobičajenih procedura poboljšanja, stvaranje prikaza podataka o poboljšanju i vršenje pritiska na poslovođe da održe novo vrijeme procesa. Unatoč unutarnjim pokušajima održavanja, isti savjetnici htjeli su promovirati samo nabolje postignute učinkovitosti, odnosno prije pojave problema održivosti. To je, naravno, išlo u njihovu korist. Do danas u široj akademskoj literaturi jako je malo napisano o tome jesu li i na koji su način održana postignuća poboljšanja tijekom dugotrajnog vremena.

Prikaz 3.2.4.b. Ostali dokazi o opadanju učinkovitosti poboljšanja procesa

Španjolska tvornica za oblikovanje plastike zaposlila je savjetnike na početku inicijative za poboljšanje proizvodnje. Razlika između ove inicijative i one opisane u prikazu 3.2.4.a. leži u namjernoj odluci za brzim postizanjem poboljšanja u sažetom naletu aktivnosti. Kod prikaza 3.2.4.a. bilo je potrebno potpuno sudjelovanje osoba koje upravljaju strojevima, iako se radi samo o osoblju koje je izravno vezano za opremu (umjesto osoblja radionice).

Zabilježeno je značajno poboljšanje u tijekom kratkotrajnog izravnog rada savjetnika, kako je prikazano na slici 7. Poboljšanje nije bilo dugog vijeka. Upravitelj tvornice ispitan je nekih šest mjeseci kasnije i priznao je da je razina učinkovitosti skoro pala na razine prije poboljšanja. Unatoč nedostatku objavljenih istraživanja, može se pretpostaviti zašto je održavanje poboljšanje učinkovitosti procesa problematično. Jedan od brojnih mogućih čimbenika jest važnost „kulturalnih problema“, uključujući želju za postizanjem i prihvaćanjem promjene, i ne smije ga se zanemariti. Iznimno, promjenom perspektive može se razmotriti održavanje učinkovitosti poboljšanja u smislu teorije kaosa koja nalaže da sustavi nazaduju u još kaotičnija stanja osim ako ih se ne spriječi u tome. U „uređenje mogućeg kaosa“ spadaju i pokušaji da se pokrenu ili prebace unutarnje aktivnosti izmjene alata na vanjske aktivnosti.[7]



Slika 7. Poboljšanje izmjene alata, te očekivano pogoršanje u budućnosti

3.2.5. Mjerenje poboljšanja u proizvodnji

Mjerenje učinkovitosti poboljšanja je važno. Mjerenje pruža informacije poslovnim upraviteljima (i onima koji sudjeluju u aktivnostima poboljšanja na razini radionice) o provedenom napretku. Mjerenje pruža i podatke koje je potrebno uvrstiti u marketinške i prodajne funkcije unutar organizacije.

Mogu se izmjeriti različiti aspekti poboljšanja. U poslovanju obično je poželjno mjeriti ukupno vrijeme izmjene alata. Isto je korisno zasebno evidentirati trajanje vanjskih i unutarnjih vremena izmjene alata. Ti će podaci omogućiti detaljniju procjenu onoga što se odvija. Mjerenje učinkovitosti poboljšanja može biti teško. Ali za bilo kakvu važniju inicijativu mora se održati mjerenje.

Postoji niz mogućih problema vezano za mjerenje učinkovitosti poboljšanja. Mogu se pojaviti određene poteškoće za:

- Posjedovanje pouzdanih povijesnih podataka na kojima će se vršiti provjera poboljšanja
- Određivanje dovršetka izmjene alata
- Svladavanje bilo kakvog pokušaja krivog unosa podataka o izmjeni alata

- Mjerenje „ponovljene“ učinkovitosti izmjene alata, ne „prisilne“ učinkovitosti

❖ **Posjedovanje pouzdanih povijesnih podataka na kojima će se vršiti provjera poboljšanja**

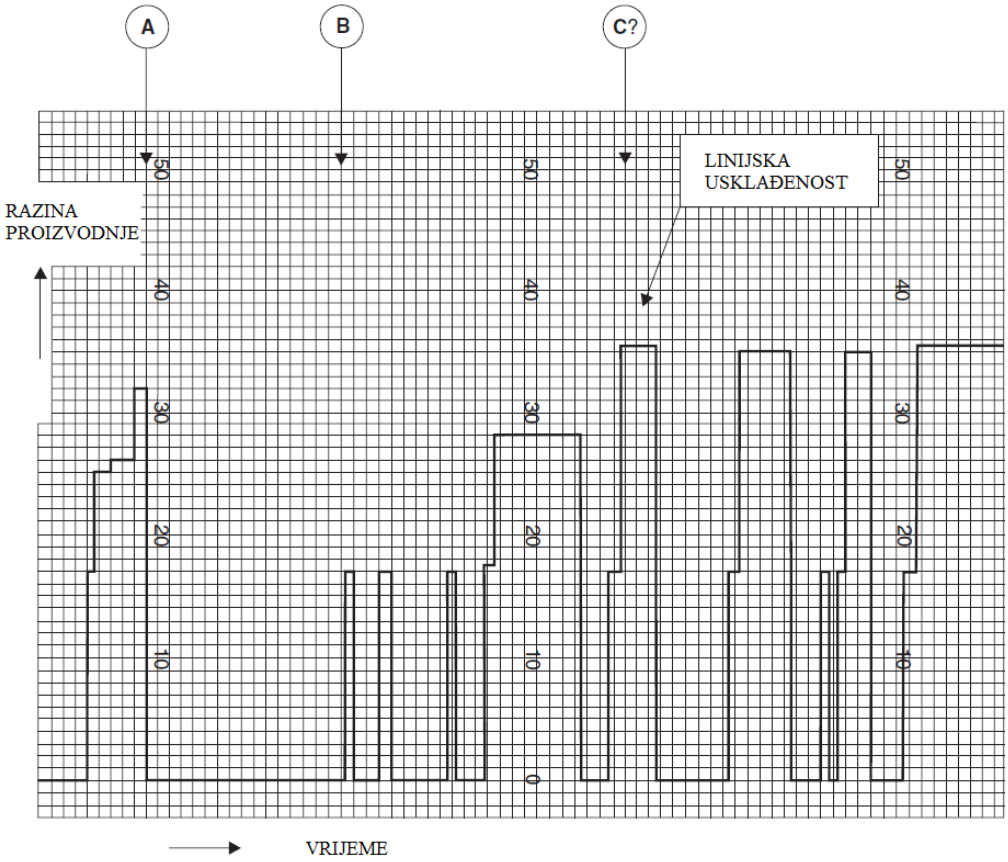
Brojna poduzeća smatraju da imaju pouzdane, točne povijesne podatke o poboljšanju procesa. To je često pogrešno. Povijesne podatke o izmjeni alata treba sagledati s velikom opreznošću ako nisu prikupljeni na isti način i u visokom standardu kao i postojeći podaci.

❖ **Određivanje dovršetka izmjene alata**

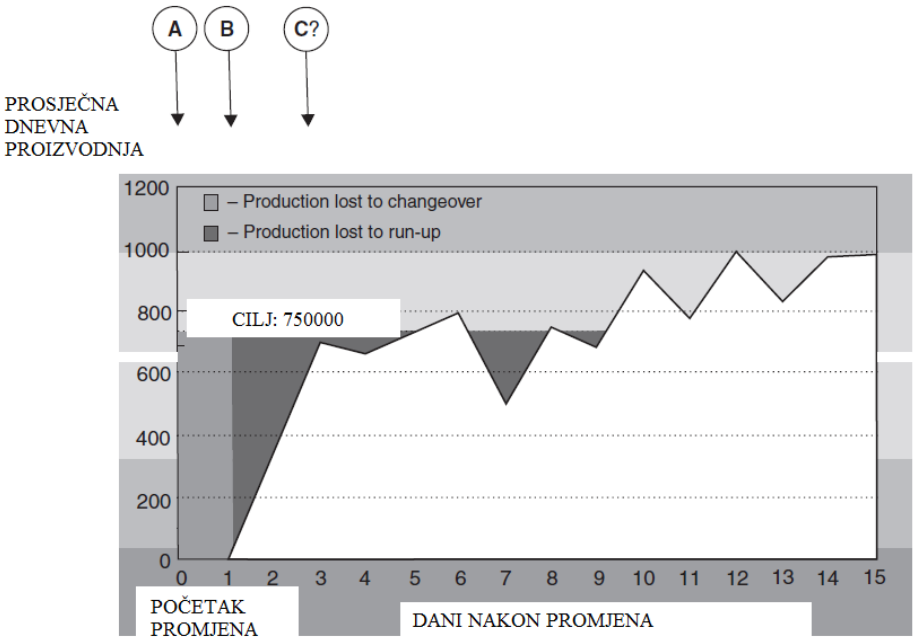
Slike 8. i 9. predstavljaju stvarne grafove linijske proizvodnje za izmjenu alata kod tri različite industrije. Za svaku industriju primijenjeni su različiti zahtjevi u sklopu promjena i na taj način utječu na krivulju početnog rada. Svaki od tri prikaza označavaju poteškoće u određivanju završetka promjena. Obično je jednostavno odrediti kad promjena počine (točka A) i kad je prvi proizvod proizveden (točka B). Puno je teže odrediti kad su u proizvodnji ispunjeni zahtjevi kvalitete i obujma linijske proizvodnje (točka C). To se čak odnosi i na promjene koji su nominalno dovršene onda kad je proizvodna linija usklađena s ostalom opremom za proizvodnju. Primjerice, na slici 6. prikazana je sinkronizacija koja se prvi put dogodila kod oznake (linijska usklađenost), ali slaba učinkovitost proizvodne linije koja se javlja odmah pored ovog vremena označava problem vezan za prelazak (zato, općenito govoreći, prelazak nije dovršen).

Određivanje pravog završetka izmjene alata jest problem za koji je jako teško navesti što točno učiniti. Za svako poslovanje treba postojati jedinstven sustav određivanja završetka prelaska. Važno je konzistentno određivati kad je koji prelazak završen.

Zasebnim evidentiranjem vremena postavljanja alata (od A do B) i vremena početnog rada (od B do C), bit će nam dostupni podaci za uspoređivanje učinkovitosti postavljanja i učinkovitosti početnog rada. Dugoročno, ti podaci mogu se koristiti u poslovanju za opravdavanje troškova za ono što bi inače bilo smatrano predugim periodom za postavljanje, imajući na umu da će korist biti smanjeno vrijeme početnog rada i smanjeno vrijeme ukupnog preostalog vremena.



Slika 8. Izmjena alata u proizvodnoj liniji, poteškoća u procjeni početng rada



Slika 9. Linijska izmjena alata, teškoće u dostizanju radnog optimuma

- **Svladavanje bilo kakvog pokušaja krivog unosa podataka o izmjeni alata**

Nizozemsko poduzeće ugradilo je novu skupu opremu za proizvodnju. Viši direktori poduzeća vjerovali su u navodnu učinkovitost opreme (što su tvrdili proizvođači). Zbog financijskih razloga postojao je veliki pritisak za postignućem očekivane učinkovitosti izmjene alata nakon uspostave opreme.

Unatoč potrebi za pažljivim praćenjem pravog vremena izmjene alata, podaci su evidentirani iz dokumentacije prozvođača opreme. Događaji vezani za promjenu alata i problemi koji su se javljali klasificirani su na listovima za unos podataka, gdje su se podaci unosili u rasponu od pet minuta. Razumljivo je da su u stvarnosti ti podaci uneseni nakon završetka izmjene alata, no u stvarnosti su se unosili podaci iz dokumentacije proizvođača koja je bila pogrešna. Međutim, ovo se dogodilo ne zbog namjernog krivotvorenja nego zbog nesposobnosti. Pritisak zbog koje je došlo do krive evidencije nastao je zato što je stvarna učinkovitost izmjene alata bila daleko izvan vremena (za koje je jamčio proizvođač) Linijski menadžment je krivo protumačio navedene podatke, a ne osobe koje provode izmjenu alata. Za ovo nije korištena samo upotreba kategorija problema. U jednom je slučaju viši nadzornik proizvodne linije upisao izmjenu alata koja je trajala nešto više od dva sata, kao da je trajala 15 minuta.

Uprava nekad može smatrati da svi provedeni prelasci, bez obzira na proizvode, trebaju jednako trajati. Ako se od osoba koje provode prelazak očekuje da postignu konzistentno vrijeme prelaska, i to može stvoriti dodatan pritisak za krivi unos podataka o prelasku.

Bez obzira na pritiske koji mogu dovesti do krive evidencije vremena prelaska, to je praksa koja dugoročno ne pomaže nikome. U poslovanju je potrebno spriječiti takvo što, pogotovo poticanjem otvorenosti i iskrenosti u sigurnoj okolini suradnje.

- **Mjerenje „ponovljene“ učinkovitosti izmjene alata, ne „prisilne“ učinkovitosti**

Različito osoblje koje provodi iste promjene alata dobit će najvjerojatnije različite rezultate, čak i ako je pokušaj provesti i održati standard procesa prelaska. Uz to, isto osoblje koje ponavlja iste prelaske nužno ne provodi jednake prelaske. U poslovanju je potrebno procijeniti i uvrstiti u planiranje rasporeda vremena „ponovljene“ učinkovitosti prelaska kod kojih je uzet u obzir navedeni čimbenik. Nije logično očekivati da će se svaki put ponoviti najbolje zabilježeno vrijeme prelaska (promjene alata).

Može nastati određeni problem ako osoblje uprave ili njihovi predstavnici uđu u radionicu naoružani štopericama i listovima za proučavanje. U takvim uvjetima osobe koje obavljaju fizičke izmjene najvjerojatnije će raditi na način koji nije uobičajen, pogotovo ako ih se potiče da naprave najbolje rezultate. Mogu raditi na preskok što ugrožava sigurnost. Takva vrsta rada može ugroziti i kvalitetu proizvoda ili

učinkovitost proizvodne linije. Ako je tim za upravljanje usredotočen samo na vrijeme postavljanja, ako ne razumije da je početni rad dio prelaska (kako smo dokazali), osobe koje provode prelazak mogu smanjiti taj dio cjelokupnog prelaska na štetu proširenog vremena početnog rada i kasniju učinkovitost proizvodne linije. Dolazi do nečega što (evidentirano) može biti uvelike različito od onoga što se odvija tijekom rada koji nije nadgledan na ovaj način. U tom slučaju uprava može steći iskrivljenu ideju o onome što čini prelazak i vremenu do završetka. To je krivi dojam koji je kasnije teško ispraviti. U svakoj prilici učinkovitost prelaska mora se mjeriti pomoću utemeljenih praksi proučavanja rada.

3.2.6. Sigurnost

Jako je malo pažnje pridodano sigurnosti u raspravama o poboljšanju izmjene alata. U nekim istraživanjima su navedeni dokazi koji upućuju na činjenicu da je sigurnost ponekad zanemarena u manjoj ili većoj mjeri zbog želje za smanjenjem vremena izmjene alata. To se može dogoditi tijekom jedinstvenih situacija prelaska kad postoji veliki pritisak. Sigurnost može biti češće zanemarivana ako se usvoje neispitane nove procedure (službene ili neslužbene) tijekom potrage za još većom učinkovitošću. U nekim radovima su navedene situacije u kojima su timovi osoba koje provode prelazak (izmjenu alata), pogotovo ako su bili pod pritiskom sličnih skupina ili rasporeda proizvodnje, radili u nesigurnim uvjetima i na način na koji oni sami ne bi očekivali da će obavljati svoj posao.

Uprava je odgovorna osigurati da su korišteni procesi prelaska sami po sebi sigurni i da je zabranjen opasan rad na preskok. Isto tako može se iskoristiti i dizajn za poboljšanje. Konačno, kod potpunih automatiziranih izmjena alata osoba ne smije biti izložena opasnostima.

3.2.7. Poboljšanje posla kao sama bit organizacije

Ovo je važno ponoviti: ako nije iskorištena, bilo koja poboljšana učinkovitost nema nikakvu svrhu u radionici. Ne treba podcijeniti ulogu marketinga u ovom slučaju. Način na koji je u planiranju obuhvaćena i iskorištena poboljšana učinkovitost od ključne je važnosti (pogotovo kod oblikovanja modela kad treba provesti prelaske i kod stvaranja pritiska za održavanje poboljšanih razina učinkovitosti). Drugim riječima, potreban je integrirani poslovni pristup brzim i iznimno kvalitetnim izmjenama alata ako se želi u

poslovanju održati pritisak na učinkovitost izmjena alata i dobiti maksimalna korist od toga. Možda je potrebno smisliti i provesti nove unutarnje sustave da bi se to omogućilo.

3.2.8. Specificiranje ograničenja za opremu

Tamo gdje je potreban novi stroj, umjesto poboljšanja učinkovitosti prelaska postojeće tvorničke opreme, potrebno je neprestano ispitivati specifikacije o izmjeni opreme. Učinkovitost izmjene alata koje promoviraju proizvođači često se odnose samo na najbolje primjere gdje su osobe koje provode prelazak imaju potpune vještine i iskustvo. Ponekad su tvrdnje proizvođača previše optimistične jer nikad ne predstavljaju stvarnu situaciju i slaba je vjerojatnost da bi se moglo postići takvo što s opremom, osim ako se naknadno ne provedu retrospektivne izmjene dizajna za promjenu opreme. Iako je općenito fleksibilnost, uključujući uvelike poboljšanu učinkovitost prelaska, sve češće ugrađeno svojstvo nove opreme (a ne vanjsko svojstvo ovisno o organizaciji koja koristi opremu), poželjno je imati što opsežnije sposobnosti prelaska koje jamči proizvođač prije kupnje opreme).

3.2.9. Vrste izmjene alata koje se provode: ovisne / neovisne o redoslijedu

Prelazak s proizvoda A na proizvod B ne mora biti jednak prelasku na istoj proizvodnoj liniji s proizvoda C na proizvod B. Isto tako ne mora biti jednak prelasku s proizvoda B natrag na proizvod A. Ako su uključeni različiti zadaci, navedeni primjeri predstavljaju različite vrste prelaska. Uvođenjem dodatnih zadataka ili uklanjanjem drugih zadataka, različite vrste prelaska imat će drugačiju vrstu složenosti.

Osnovni razlog zašto je potrebno provjeriti učinkovitost prelaska koju promovira proizvođač jest taj da različite vrste prelaska će imati različita vremena završetka za istu opremu. Drugim riječima, prelasci (izmjene alata) ovise o redoslijedu.

Vremena različitih prelazaka mogu biti uvelike različita. Dokazi o razini utjecaja vrste prelaska koja se provodi na njegovo trajanje navedeni su u prikazu 3.2.9.a. Unutarnja varijabilnost različitih vrsta prelaska i moguća razina varijabilnosti ne uzimaju se uvijek u obzir.

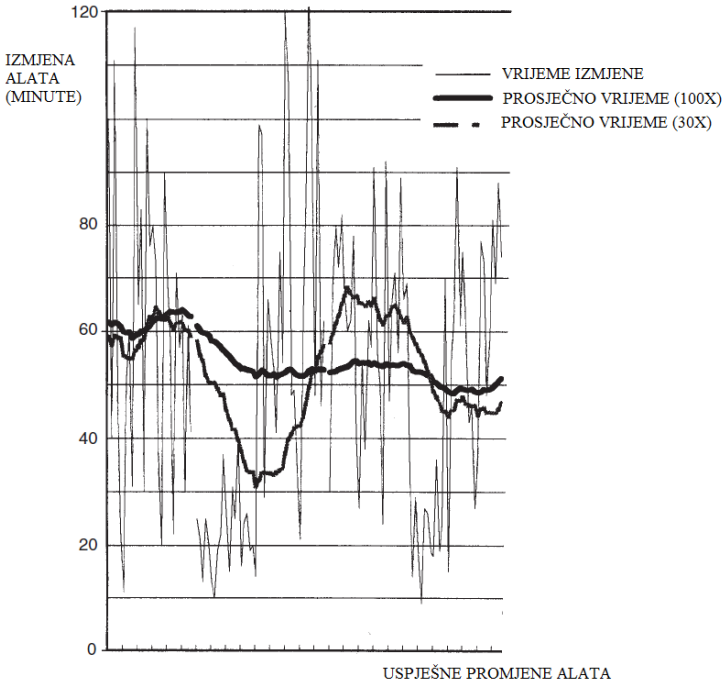
Prikaz 3.2.9.a. Utjecaj različitih vrsta prelaska

Određeno je poduzeće na jednoj proizvodnoj liniji proizvodilo proizvode za koje su postojale četiri različita parametra koja su se mogla prilagođavati. Iako je svaki parametar imao samo nekoliko varijacija, samo je ta činjenica potaknula mogućnost proizvodnje najmanje stotinu uvelike različitih proizvoda.

Varijacije svakog parametra značajno su utjecale na rad tijekom izmjene alata. Primjerice, dosljedna veličina od jednog proizvoda do drugog uklonila je značajan rad prelaska koje bi se inače moglo koristiti (da se mijenjala veličina). Isto se moglo primijeniti na ostala tri parametra.

Odabrani prelasci oblikovani su uz pomoć osoblja zaposlenom na proizvodnoj liniji. Određeno je da su, ako ne dođe do problema tijekom provedbe, prelasci na toj proizvodnoj liniji trebali trajati od 11 do 47 minuta do završetka, ovisno o vrsti poduzetog prelaska.

Stvarna učinkovitost prelaska navedene proizvodne linije prikazana je na slici 10. Ta vremena trajala su puno duže od vremena koja su navedena kao problem koji je trebalo riješiti i još uvijek su utjecala na učinkovitost prelaska. Zbog toga se varijacije učinkovitosti prelaska, prikazane na slici 10., ne mogu izravno pripisati različitim vrstama prelazaka koji su se odvijali. Međutim, jasno je vidljiva varijacija koja je svojstvena vremenima prelaska na toj proizvodnoj liniji.[7]



Slika 10. Varijacije vremena izmjene alata, uvelike ovisi o vrsti prelaska

Varijabilnost vrste izmjene alata stvara dva glavna problema. Prvo, teško je uklopiti varijablu vremena prelaska u raspored proizvodnje (uključujući odluku o proizvodnji serijske veličine). Drugo, može biti teško odrediti i koristiti standardne procedure: u nekim slučajevima procedure za svaku vrstu prelaska mogu se uvelike razlikovati i/ili broj procedura prelaska može biti prevelik da bi se moglo očekivati da svaka bude u potpunosti evidentirana i pridržavana.

3.2.10. Opcije rasporeda

Do sada sam pokazao da se učinkovitost izmjene alata može poboljšati stavljanjem naglaska na poboljšanje organizacije ili dizajna. U svakom slučaju trebaju nastati brze i kvalitetne izmjene alata. U poslovanju je dostupna još jedna opcija, iako ne poboljšava pojedine prelaske. Ova opcija omogućuje smanjenje gubitaka zbog prelaska, ali najvjerojatnije na štetu ograničavanja fleksibilnosti proizvodnje u manjoj ili većoj mjeri. Navedena opcija znači ograničiti vrstu izmjene alata koja se provodi.

Opcija se sastoji od dva elementa. S jedne strane, u poslovanju se može ograničiti vrsta prelaska koji se provodi tako što bi se smanjio opseg proizvedenih proizvoda. Uz to, izmjene u poslovanju mogu se također organizirati u skladu s redoslijedom koji umanjuje njihov učinak s obzirom na gubitak vremena u radionici.

Naveo sam nekoliko primjera kojima bi prikazao navedeno. Prva situacija je jasna. Zamislite poduzeće koje proizvodi električne transformatore. Navedeno poduzeće odlučilo je proizvoditi na jednoj proizvodnoj liniji isključivo ograničen niz transformatora od 10 VA. Da je u poduzeću odlučeno dodijeliti istu proizvodnu liniju za proizvodnju većih i složenijih transformatora, sigurno bi došlo do povećanja vrsta izmjena alata na toj proizvodnoj liniji (zato što bi bili uvršteni dodatni parametri vezani za proizvodnju dodatnih transformatora).

Sljedeći primjer uporabe rasporeda za ograničenje gubitaka vremena prelaska za niz proizvoda koji se proizvode jednostavno je za razumjeti, ali teško ga je stvoriti. Kako je pojašnjeno, različiti prelasci podrazumijevaju različite zadatke. Pažljivo raspoređivanje od jednog proizvoda do sljedećeg može uzrokovati da za neke rasporede proizvodnje proizvoda treba uložiti manje ukupnog rada na prelasku. Pogledajte niz proizvoda A, B, C, D i E u tablici 2. Svi su proizvodi proizvedeni na istoj proizvodnoj liniji. Proizvodi imaju prikazane karakteristike i, ako je to potrebno, potrebno je obaviti zadatke prelaska kako je prikazano u tablici 3.

Tablica 2. Značajke pet proizvoda koji se proizvode na istoj proizvodnoj liniji

Proizvod	Duljina (mm)	Kućište	Toplinski štit
A	500	Obično	Djelomično
B	500	Nacrtano	Djelomično
C	650	Obično	Djelomično
D	650	Nacrtano	Puna veličina
E	720	Nacrtano	Puna veličina

Tablica 3. Mogući zadaci izmjena za proizvode iz tablice 2.

Zadatak prelaska	Trajanje (min)
Promjena duljine proizvoda (bilo kakva)	9
Promjena iz običnog kućišta (bilo koje) u ucrtano kućište (bilo koje)	17
Promjena iz ucrtanog kućišta u ucrtano kućište (druge duljine)	23
Promjena iz ucrtanog kućišta (bilo koje) u obično kućište (bilo koje)	3
Promjena toplinskog štita (iz djelomičnog u punu veličinu)	18
Promjena toplinskog štita (iz pune veličine u djelomičanu)	15

Da bismo dali primjer, recimo da treba proizvesti po seriju od svakog od navedenih pet proizvoda jednu za drugom. Za to će biti potrebe četiri izmjene alata. Bez obzira na veličinu serije ili brzinu proizvodnje, nastat će različiti gubici zbog izmjene ovisno o rasporedu proizvodnje serija. U najgorem slučaju rasporedi proizvodnje su A-D-B-E-C i C-E-B-D-A gdje na izmjenu otpada 168 minuta. Raspored proizvodnje u najboljem slučaju bio bi E-D-C-A-B gdje bi otpalo ukupno 76 minuta, oko 50 % manje od rasporeda u najgorem slučaju.

Iz ovog primjera može se naučiti razlog vrednovanja veličine serije (smanjenje učestalosti izmjene). Iako je smanjenje veličine serije poželjno prema nekim autorima, veće serije štede vrijeme izmjene alata te sigurno pojednostavljuju logistiku i raspoređivanje radnih resursa. Uzmimo ponovno prethodni primjer, ali

ovaj put treba proizvesti dvije identične serije za svaki od pet proizvoda (2 x identične serije proizvoda A, B itd.). Da bi se smanjio gubitak zbog izmjene alata, bolje je proizvoditi prema redoslijedu E-E-D-D-C-C-A-A-B-B, umjesto, primjerice, A-D-B-E-C-A-D-B-E-C. Treba odrediti koliko malene trebaju biti serije. S obzirom na složenost raspoređivanja i druge čimbenike, potrebno je pažljivo odrediti ciljanu veličinu serije i ciljeve poboljšanja izmjene alata.

Za bilo koje poslovanje u kojemu postoji želja za uporabom rasporeda da bi se smanjili gubici vremena zbog izmjene postoje problemi evidentiranja razlika između svih mogućih vrsta izmjena i zatim, pomoću tih podataka, optimiziranja rasporeda proizvodnje. Niti jedno od to dvoje nije jednostavno za učiniti. Neke od poteškoća svojstvenih ovom pristupu su uvrštavanje „hitnih“ izmjena rasporeda i stalna potreba za ažuriranjem podataka o zadacima zato što se izmjena alata stalno poboljšava (ako se istovremeno odvija program poboljšanja).

Unatoč navedenim mogućim poteškoćama, za brojne industrije, primjerice tiskarstvo, može biti važno ograničavanje vrsta izmjena. U dva primjera navedena u prikazima 3.2.10.a. i 3.2.10.b. opisano je kako primjena upravljanja rasporedom posla i ograničavanja niza proizvoda koji se mogu proizvesti može biti korisna. U svakom primjeru za svaku opisanu proizvodnu liniju za tiskanje smanjen je gubitak vremena zbog izmjene, ali došlo je i do manjeg gubitka fleksibilnosti. To je bila cijena za koju se u poduzeću vjerovalo da je isplativa.

Prikaz 3.2.10.a. Raspored proizvodnje za ograničavanje vrsta izmjena alata

Proizvodna linija za tiskanje sa šest boja korištena je za maloserijsku, brzu izmjenu alata. Ta bi proizvodna linija obično sadržavala dvije „pune“ boje koje bi se razlikovale od posla do posla, uz četiri dosljedne „procesne boje“ za ispisivanje slika sličnih fotografijama. Za svako ispisivanje nisu korištena sva spremišta za ispis. Različite izmjene podrazumijevale su različite zadatke ovisno o broju korištenih spremišta za ispis i vrsti promjene boja (primjerice, tamno plava u žutu nasuprot bijele u grimiznu). Listovi na kojima se ispisivalo bili su različitih veličina zbog čega su bili potrebni dodatni različiti zadaci izmjene.

Prosječno vrijeme izmjene na proizvodnoj liniji bilo je otprilike 72 minute. To se vrijeme odnosilo na raspoređivanje posla gdje skoro da i nisu uzeti u obzir navedeni problemi. Rad na proizvodnoj liniji predviđen je s visokom stopom fleksibilnosti, i smatrano je da ograničavanje vrste posla koja slijedi nakon prethodnog posla ugrožava brzo vrijeme reakcije ponuđeno u proizvodnoj liniji kupcima.

Učinak raspoređivanja na vremena izmjene na ovoj proizvodnoj liniji pronađen je skoro slučajno. Trebalo je obaviti niz poslova ispisivanja za jednog klijenta koji su bili jednake veličine i istih boja (boje koje su

korištene i broj spremišta za ispis). Svaka je serija bila iznimno malena i određen je raspored poslova. Prosječno vrijeme izmjene između tih poslova ispisivanja spalo je na 19 minuta.[7]

Prikaz 3.2.10.b. Ograničavanje niza proizvoda radi ograničavanja učinka vrsta izmjena

Poduzeće iz prikaza 3.2.10.a. shvatilo je da će smanjiti gubitke zbog izmjene ako primjeni „heksakromni“ sustav tinte. „Heksakromni“ sustav tinte sadrži šest boja koje miješa da bi dobio pune boje i stvorio slike jednostavnim dodavanjem posebne zelene i narančaste boje u četiri „procesne“ boje. Postignut učinak je smanjena potreba ili uklanjanje potrebe za miješanjem punih boja. To može smanjiti ili ukloniti izmjene boja. Da su korištene samo „heksakromne“ tinte, vjerojatno bi ubrzane izmjene dovele do smanjenja kvalitete obavljenog posla, koja bi bila malo ispod one kvalitete postignute postojećom tintom. Na taj način ugrozila bi se sposobnost poduzeća da prihvati i obavi posao za najzahtjevnije mušterije.

Kod raspoređivanja uvijek moramo imati na umu kako zadovoljiti „hitne“ potrebe proizvodnje. U okolini proizvodnje koja je uistinu fleksibilna, poremećaj na uobičajenoj proizvodnji koji je nastao zbog neočekivanih važnih serija bit će zanemariv. Većina okolina proizvodnje ne djeluje na taj način. Primjerice, ako važan kupac zahtijeva da se odmah krene obavljati njegov posao, što učiniti u tom slučaju? Provedeno je istraživanje u jednoj europskoj tvornici gdje su „hitne“ situacije bile tako česte (a raspored zbog toga izrazito poremećen) da je veliki broj izmjena trebalo provesti dva puta – jednom prije posla i zatim nakon dovršetka posla zbog toga što je riječ o izvanrednoj proizvodnji. Za neke od tih serija trebalo je provesti oko dva sata izmjena alata za samo 90 minuta proizvodnje. Prekid serije značio je da je trebalo ponoviti izmjenu, što se svelo na ukupno četiri sata. To je značilo da je omjer vremena proizvodnje i vremena izmjene mogao pasti na 25:75 %, odnosno da je za izmjenu trebalo tri puta više vremena nego za proizvodnju. Poduzeće je pokušavalo omogućiti razinu reagiranja koja je bila izvan njegovih mogućnosti. Poduzeće je nailazilo na značajne poteškoće tijekom pokušaja prilagodbe zahtjevima različitih kupaca i vjerojatno je istovremeno ugrozilo pružanje usluga ostalim kupcima. Nadalje, nadzor nad rasporedom u poduzeću bio je tako slab da je često drugo osoblje bilo odgovorno za mijenjanje rasporeda, od izvršnog direktora do nadzornika noćne smjene. Mogli su izbjeći te probleme nametanjem bolje kontrole rasporeda i manjom prilagodbom, ili fleksibilnošću, na sve suprotne zahtjeve poslovanja.[7]

3.2.11. Dominantna uporaba SMED metode

Galbraith, koji je smatrao da je monetarizam manjkav zato što se oslanja na klasično slobodno tržište, tvrdi da „ako netko voli nešto, ili je uvjetovan obrazovanjem, može doprinijeti vrlinama koje drugi ne vide ili koje ne postoje.“ Ista opasnost postoji i izvan ekonomije. Kod poboljšanja izmjene postoji značajno uvjerenje da moguće postići poboljšanje izmjene Shingovom „SMED“ metodom. Ovu ideju moramo staviti u kontekst da bismo dobili jasniju sliku. „SMED “ metoda može biti alat samo za poboljšanje učinkovitosti izmjene alata. Iako se često koristi i preporučuje, ne smije se tvrditi da nema ograničenja. To je i dalje pristup poboljšanju izmjene koji treba usporediti s drugim mogućim pristupima.

Prednost „SMED“ metode jest ta što je iznimno jednostavna. Glavni cilj, kako ga je zamislio tvorac metode i oni koji je primjenjuju u industriji, jest odvojiti (premjestiti) i prebaciti zadatke na vanjsko vrijeme.

3.2.12. Uloga savjetnika za poboljšanje proizvodnje

U poslovanju često su zaposleni savjetnici za pomoć kod rješavanja problema izmjenealata, pogotovo za usavršavanje osoblja poduzeća za postizanje poboljšanja.

Osnovni uvjet poslovanja najčešće je smanjenje vremena izmjene alata. Glavni kriterij procjene učinkovitosti savjetnika je razina vidljivog poboljšanja. Međutim, savjetnici su svjesni da postoje suptilni načini na koje se može povećati odobravanje klijenta bez ugrožavanja cilja. Vjerojatno će doći do većeg odobravanja ako je rad savjetnika u skladu s očekivanjima klijenta vezano za postizanje poboljšanja.

- **Dominanta uporaba „SMED“ metode**

Prethodno sam naglasio dominantnu uporabu „SMED“ metode. Toliko je poznata da klijent očekuje da će se koristiti samo ta metoda. Samo zbog ovog razloga savjetnik će najvjerojatnije i dalje koristiti tu metodu ili barem pokazati da koristi ključne elemente odvajanja i prebacivanja zadataka na vanjsko vrijeme. Na taj način uporaba metode ostvarit će se sama od sebe. SMED metoda može, ali i ne mora biti najbolji alat za uporabu s obzirom na učinkovitost, ali klijenti i dalje mogu očekivati da će se koristiti zbog toga što je istaknuta. Bez obzira na to što određeni ciljevi poboljšanja nisu dogovoreni tijekom sudjelovanja savjetnika ili što, nakon odlaska savjetnika, održavanje postignutog poboljšanja može biti problematično.

Činjenica da sama „SMED“ metoda nije uvijek najbolji način za postizanje poboljšanja izmjene dokazali su brojni iskusni savjetnici koji su je dodali vlastitim programima u industriji. Neki od problema kojima je

pridodana dodatna pozornost su prilagodba, komunikacija, nacrt proizvodne linije, tehnike zatezanja i mehanizacija. Isto tako iako su neki autori smatrali da poboljšanje mora biti isplativo i usredotočeno na organizaciju, sami ti autori su priznali da se ponekad može doći do poboljšanja utemeljenog na dizajnu. Dizajn se može koristiti, primjerice, za rješavanje postojećih zadataka ili za olakšavanje postojećih zadataka. Može se posvetiti više pozornosti na probleme tehnika zatezanja, prilagodbe i mehanizacije (među ostalima) za razliku od „SMED“ metode.

„SMED“ metoda ne obuhvaća brojne šire probleme koji se odnose na sveukupan program poboljšanja, poput prepoznavanja strojeva ili procesa za izmjenu, provedba procjene izmjene, odabir tima za poboljšavanje i određivanje odgovornosti tima. Iskusni, stručni savjetnici obično mogu značajno pomoći kod ovih i ostalih područja.

3.2.13. Komunikacija

Kao dio inicijative za izmjenu postoje različiti aspekti komunikacije. S jedne strane usavršavanje je uvelike vezano za komunikaciju, kao i alati poput „SMED“ metode. Zajednički im je cilj drugima prenijeti najbolji način poboljšanja. Što je bolje usavršavanje i korišteni alati za poboljšanje, to će biti bolji rezultati.

Drugi aspekt komunikacije jest razmjena podataka između osoblja o onome što se događa. Tu razmjenu treba poticati. Ova komunikacija može ovisiti o: osobama koje sudjeluju u njoj, naglašenim i korištenim idejama, načinu ostvarivanja poboljšanja, koje su proizvodne linije/strojevi odabrani za inicijativu, zašto su odabrane baš te proizvodne linije, koja je korist za osobe koje sudjeluju i poslovanje, koja su moguća poboljšanja. Primjerice, uporaba istaknutih panela s prikazom napretka omogućuje komuniciranje onoga što se događa, potiče prihvaćanje posla, i vjerojatno potiče na stvaranje novih ideja iz različitih izvora. Potiče se i pokazivanje potpore više uprave. Pozitivna komunikacija važna je i zbog drugih razloga. Dogovor i komunikacija ciljeva mogu se koristiti kao mehanizmi za održavanje zaleta. Isto tako dobra komunikacija prethodnih poslova koji su obavili drugi olakšat će skupljanje ideja za poboljšanje.

Važno je da u poslovanju postoji svijest da u drugim slučajevima, kad se radi na određenoj informaciji, pretjerana i slaba komunikacija može kočiti provođenje izmjene alata. Komunikacija može biti sklona pogreškama i tada može usporiti izmjenu alata. Ako se komunikacija sastoji od što je manje moguće koraka i ako se informacije prenose na jasan, pristupačan i nedvosmislen način, to može uvelike poboljšati izmjenu alata. Rukovanje određenim informacijama u svrhu izmjene često ovisi o aspektima logistike izmjene

(osigurati da se prave komponente izmjene nalaze na pravom mjestu u pravo vrijeme). Vjerojatno će biti važna i komunikacija s obzirom na procedure rada i probleme prilagodbe.

Komponente koje treba zamijeniti zbog istrošenosti ili oštećenja mogu smanjiti učinkovitost izmjene alata. Mogu se prepoznati problemi vezani za održavanje. Moraju postojati i komunikacijski kanali radi ispravljanja takvih neispravnih komponenti.

3.2.14. Analiza financijskih pogodnosti

JIT (Just In Time, „točno na vrijeme“) sustav, „prilagodljiva“ proizvodnja, pravovremeno reagiranje, male veličine serije i fleksibilnost čine iznimno poticane elemente suvremene prakse proizvodnje. Međutim, poslovanje ne bi trebalo poboljšavati učinkovitost izmjene alata (koja može doprinijeti postizanju navedenih ciljeva) samo zato što se smatra daje to „dobra stvar“. Umjesto toga, svako poduzeće treba proučiti što točno može doprinijeti poboljšanje izmjene alata u cjelokupnoj konkurentnosti. To se može postići bez predrasuda samo ako korist od bolje učinkovitosti izmjene prevede u financijsku korist. To može biti složen zadatak ako se želi proučiti svaki izvor moguće koristi. Jednako važan razlog za provedbu sveobuhvatne analize koristi jest činjenica da omogućuje poduzeću da procijeni koliko može potrošiti radi postizanja željenih poboljšanja. Značajne promjene dizajna ili kupnja nove opreme ne moraju biti dio programa poboljšanja izmjene, ali nakon što se dobiju čvrsti financijski podaci, poduzeće će moći odobriti troškove za navedene svrhe ako budu potrebne.

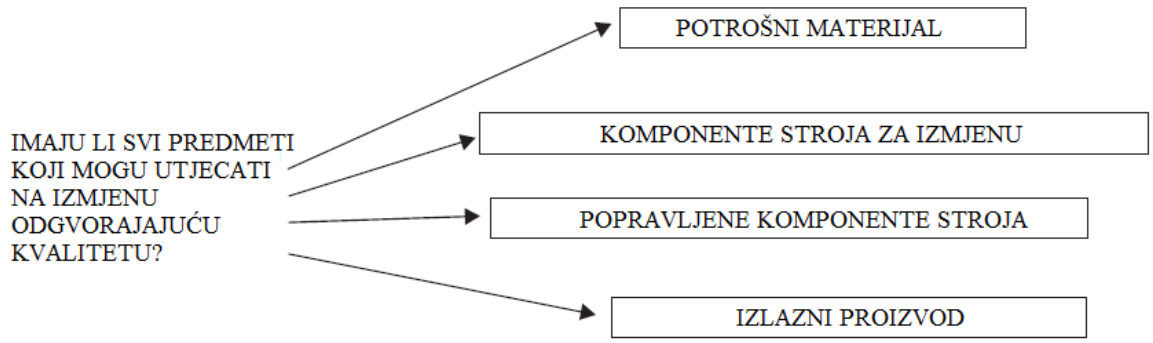
3.2.15. Kvaliteta predmeta za izmjenu alata

Još jedna važna tema s kojom moraju biti upoznati upravitelji proizvodnje jest ono što nazivamo kvaliteta predmeta izmjene. Poželjno je da svi predmeti koji se koriste za izmjenu imaju odgovarajuću kvalitetu(da odgovaraju svrsi za koju su namijenjeni). Ako se to ne učini, može se ozbiljno ugroziti učinkovitost izmjene.

Na slici 11. nalaze se četiri kategorije u kojima mogu nastati problemi koji utječu na učinkovitost izvedbe. Svaka je kategorija detaljnije obrađena u prikazima. Kvaliteta predmeta odnosi se na potrošni materijal (poput tinte za ispis) i spojevi koji se zamjenjuju (poput kompleta ureznica navoja). Niti jedno nije ugrađeno svojstvo stroja. Kvaliteta predmeta može biti problem za komponente stroja koje ne mijenjaju položaj od

jedne izmjene do druge. Isto tako dijelom dovršen proizvod treba biti u skladu sa specifikacijama da bi se proces izmjene odvio bez smetnje.

Od 3.2.15.a do 3.2.15.d prikaza opisano je kako loša kvaliteta može usporiti izmjenu ili je u potpunosti zaustaviti. Ne smije se podcijeniti mogući učinak komponenti koje naizgled nisu izravno vezane za izmjenu alata. Pogotovo problematično može biti istrošenje komponenti stroja kad istrošeni dijelovi utječu na razinu provedene prilagodbe, iako, kako je navedeno u prikazu 3.2.15.a., to nije jedini način na koji se može otežati izmjena. Potreba za strojem koji je usklađen prema specifikacijama jedan je od načina na koji programi održavanja i izmjena mogu međusobno utjecati jedno na drugo.



Slika 11. Kategorije u kojima loša kvaliteta predmeta može utjecati na izmjenu

Prikaz 3.2.15.a. Slaba izmjena alata zbog loše održavane opreme

Proizvodna linija za tiskanje korištena je za maloserijsku, brzu izmjenu. Proizvođači su tvrdili da proizvodna linija sadrži izvanredne sposobnosti izmjene. Poduzeće koje je koristilo opremu uvrstilo je učinkovitost za koju je jamčio proizvođač u svoj programski raspored. Navodna učinkovitost izmjene bila je jedan od glavnih razloga zašto je poduzeće kupilo opremu.

Brojni zadaci vezani za izmjenu na stroju su bili potpuno automatizirani. Jedan od takvih zadataka bilo je pranje valjaka. Dobavljen je stroj na kojem je osoba koja je njime upravljala mogla odabrati programe za čišćenje različitog trajanja.

Problem je bio u tome što se valjci nisu dobro očistili tijekom automatiziranog ciklusa. Zato je uvijek biran samo najdulji ciklus pranja (4,5 minute u usporedbi s 1,5 minutom kod najkraćeg ciklusa). Uz to, skoro pa svaki put trebalo je ponoviti najduži ciklus. Gubitak je bio veći od 4,5 minute po izmjeni, zbog dodatnog vremena potrebnog za zadatake koji nisu bili predviđeni: *Provjeriti jesu li valjci dovoljno čisti?*. Poduzeću

je trebalo neko vrijeme da shvati uzrok problema. Određena su dva čimbenika. Prvo, metlice brisača na valjku (koje su ugrađene, neizmjenjive komponente) bile su pravilno postavljene, ali nisu bile u najboljem stanju. Kad su zamijenjene originalnim zamjenskim dijelovima, odmah je došlo do poboljšanja, ali i dalje je biran najdulji ciklus i ponekad ga je trebalo ponoviti. Zatim su postavljene druge metlice za drugi dizajn i koje su bile izdržljivije, ali to nije riješilo problem. Konačno su otkrili da tekućina za čišćenje korištena u ciklusima čišćenja nije bila u skladu sa specifikacijama i zato nije djelovala kako je trebala. Nažalost, tekućina koju je preporučio proizvođač bila je problematična zbog zdravstvenih i sigurnosnih pitanja i to je bio razlog zašto se nije koristila od početka. Ovaj je događaj pokazao da je potrebno posvetiti određenu količinu pažnje u procjeni proizvođačevih tvrdnji vezanih za učinkovitost izmjene alata. Isto tako, s obzirom na otežanu potragu za problemom, navedena izmjena jedne od specifikacija stroja (tekućina za čišćenje) nije bila dobro prenesena.[7]

Prikaz 3.2.15.b. Slaba izmjena zbog loše kvalitete potrošnog materijala

U jednoj njemačkoj tvornici stroj za ispis s UV sušenjem tinte i pet spremnika korišten je kao sprava s jako brzom izmjenom alata. Proizvođači stroja naveli su da izmjena može trajati dva sata ili manje. U većini slučajeva stvarno vrijeme izmjene trajalo je puno više od dva sata.

Kod većine ugradnji za opremu za ispis jedno od važnijih svojstava izmjene jest da je potrebno ukloniti svu staru neiskorištenu tintu, očistiti površine koje su došle u dodir s tintom, staviti novu tintu u spremišta za tintu i zatim premazati tintu na predviđene površine. Ovaj stroj za ispis razlikovao se u tome što je radio tehnikom sitotiska i zato većina tih radnji nije bila potrebna (metlice brisača i sita od svile stalno su zamjenjivane novim komponentama tijekom svake izmjene). Ali kao i kod brojnih drugih ugradnji za ispis, trebalo je uskladiti boju tinte koja se nanosi s prikazom boja. Niti jedna usporedna sprava izvan proizvodne linije nije bila dostupna za ovaj zadatak na licu mjesta. Iako je uloženo dosta truda da bi se osiguralo da su mješavine tinte ispravne od jedne serije do druge, točno usklađene boje još su uvijek bile problem. To je bilo pogotovo zato što se razlika u bojama mogla vidjeti tek tijekom izmjene kad je već bila pri kraju. Postojalo je nekoliko pokušaja, nakon što je primijećena razlika u bojama, da se promijeni mješavina boja (u skladu s prikazom boja) koji su se temeljili na metodi pokušaja i pogreške. Za to je bilo potrebno dosta vremena. Često ti pokušaji ne bi proizveli željene rezultate i zato je trebalo ispočetka miješati boje. U tom slučaju izmjena je trajala četiri sata dulje.[7]

Prikaz 3.2.15.c. Slaba izmjena zbog loše kvalitete spojeva koji se zamjenjuju

Radilo se na tiskarskoj litografskoj proizvodnoj liniji s proizvodnjom novih tiskarskih ploča za svaki novi posao (čak i kod ponovljene narudžbe ne bi se koristile stare ploče). Za uzastopnu kalibraciju slike u boji (od jednog spremišta za ispis u drugo) potrebne su visoke razine preciznosti kako bi nastala konačna višebojna slika odgovarajuće kvalitete. Ova preciznost sadrži niz elemenata. Prije svega uzastopne ploče moraju biti postavljene pod pravim kutom jedna naspram drugom. Stroj je napravljen kako bi pomicao ploče gore i dolje i s jedne strane na drugu da bi pravilno nanio svaku boju konačne višebojne slike. Stroj ne može ispraviti ploče koje nisu više pod pravim kutom ili ploče koje sadrže iskrivljenu sliku u odnosu na druge ploče u nizu (primjerice, slike koje su nakrivljene). Ploče mogu biti postavljene pod krivim kutom tijekom ugradnje u držače ili su možda takve zbog načina na koji su proizvedene.

Brojne evidentirane izmjene za taj stroj pokazale su da je dosta vremena otišlo na ravnanje slika u spremištima za ispis. Zbog toga je često dolazilo do biranja najbolje moguće opcije za konačnu višebojnu sliku koja je bila ispod očekivane kvalitete. U takvim situacijama često je nadzornik u tvornici morao odobriti najbolju konačnu sliku koju su mogli napraviti pisači. Ponekad, ako bi nadzor bio zauzet, to bi već produljeno vrijeme izmjene povećalo za 30 minuta. U velikom broju slučajeva, ili bi nadzornik odlučio ili bi sam pisač odredio da slika nije dosegla prihvatljivu kvalitetu. Zatim bi čitav posao bio odgođen zbog čekanja na izradu novih ploča. Ponekad bi posao stao na razini tiska i zatim bi bio ponovljen. U svakom slučaju vrijeme izmjene bi bilo produljeno za dva sata, skupa sa odgodama koje su nastale zbog loše kvalitete originalnih ploča.[7]

Prikaz 3.2.15.d. Slaba izmjena zbog loše kvalitete izlaznih proizvoda

Proizvođači metalnih otvarača za konzerve/limenke već dugo koriste primarnu i sekundarnu proizvodnju valjcima radi proizvodnje metalnih krugova pomoću visokog postotka tankog, namotanog metala (da bi se pokušala doseći iskoristivost od 90,96 % što je maksimalna moguća iskoristivost od tankog odmotanog metala). Za različite proizvode potrebni su metalni krugovi različitih veličina i zato je za primarne i sekundarne linije za rezanje potrebna izmjena alata.

Vrijeme izmjene sekundarnog postupka rezanja dijelom ovisi o dimenzionalnim tolerancijama koje su postignute radi nadolazećeg primarnog omotanog metala. Nedovršeni konačni metalni krugovi kojima je uklonjen i najmanji dio ruba nisu prihvatljivi zato što bi kod proizvodnje otvarača za konzerve/limenke doveli do loših pakiranja hrane sa značajnim rizikom za zdravlje. Problem je bio u tome što zamjenska komponenta (kompleti ureznica) u proizvodnoj liniji nisu bile pripemljene za nadolazeći ciklus. Da su

kompleti ureznica navoja imali ispravnu kvalitetu, u skladu sa specifikacijama popravka, prilikom odabira za uporabu, izmjena bi bila puno brža. Jedan od razloga zašto kompleti ureznica navoja nisu u skladu s specifikacijama jest istrošenje, ali to nije jedini razlog zašto nisu postignute željene specifikacije.[7]

Kako je navedeno u prikazima, velik dio problema izmjene nastao je zbog problema s kvalitetom predmeta rada. Da bi se riješili ti problemi, tijekom izmjene mogu se provesti procedure, ali to je drugi najbolji izbor da bi se osiguralo da su svi predmeti u skladu sa specifikacijama.

Kako je navedeno, postoje određene kategorije kod kojih mogu nastati problemi s kvalitetom. Određivanjem postojećih vrsta problema s kvalitetom predmeta, prepoznavanje rješenja bi bilo lakše za poduzeće.

3.2.16. Sposobnost tima iz radionice da ostvari promjenu

Značajno svojstvo predmeta loše kvalitete jest činjenica da se potreba za poboljšanom kvalitetom ne može odmah uočiti i da, u slučaju da je potreba prepoznata, samo osoblje koje djeluje izvan radionice može pokrenuti poboljšanje.

Moguća ograničena sposobnost tima iz radionice da provede promjenu ne prestaje kod problema koji nastaju zbog predmeta loše kvalitete. Problem poboljšanja izmjene koje napreduje ne smijemo razmatrati samo s obzirom na motivaciju, sposobnost i utjecaj tima. Drugim riječima, ne smije se smatrati da su rezultati tima nastali samo zbog loše učinkovitosti skupine ili pojedinca (imajući na umu da je za odabir članova tima uglavnom odgovorna uprava), i drugi čimbenici mogu utjecati na sposobnost tima da obavi posao. Jedan od značajnijih čimbenika jesu korišteni alati za poboljšanje izmjene. U svakoj inicijativi za izmjenu koja je naveden u ovom radu korištena je „SMED“ metoda.

S obzirom na uobičajeno ograničen odabir tima za izmjenu i uobičajeno usavršavanje te uporabu „SMED“ metode, unutarnji program poduzeća nije uvijek dobro pripremljen da bi obuhvatio sve mogućnosti poboljšanja. Zato rezultati programa mogu biti znatno ispod mogućih rezultata.

4. IMPLEMENTACIJA SMED METODOLOGIJE [7]

Od ove točke rad se usredotočuje na retrospektivnu praksu poboljšanja u radionici. Opisan je pristup u kojem su opcije poboljšanja vođene dizajnom ili organizacijom. Rasprava u narednim poglavljima bavi se pitanjima u pripremnoj fazi i fazi provedbe cjelokupne metodologije poboljšanja prelaska.

Jednom kada se rasprave strateška pitanja, bit će prikladno, pod pretpostavkom da se ide putem internih retrospektivnih poboljšanja, da se radionica izravno uključi u inicijativu. Rukovatelji opreme značajni su među sudionicima. Podrška proizvodnje i inženjersko osoblje također se mogu uključiti. S njihovim razumijevanjem proizvodnog okruženja i strojeva, to osoblje, koje radi kao tim, bit će najbolje opremljeno da se bavi zadacima u ovoj fazi inicijative.

Ovo poglavlje opisuje reviziju prelaska, do koje dolazi tijekom pripremne faze cjelokupne metodologije.

4.1. Sastavljanje tima za poboljšanje

Treba podsjetiti o čimbenicima koji mogu doprinijeti odabiru osoblja koji inicijativu mogu unaprijediti. To uključuje:

- Vještine rukovođenja (uključujući stvaranje i pridržavanje radnih planova)
- Poznavanje i iskustvo u vezi s opremom
- Pokrivanje svih smjena, prema potrebi
- Sposobnost generiranja i komuniciranja ideja za poboljšanje
- Inženjersko iskustvo/vještine konstruiranja
- Vještine dokumentiranja
- Interpersonalna kompatibilnost
- Znanje o planiranju

Potrebno je priznati da povrh tih čimbenika, sposobnost tima da napreduje može biti ozbiljno kompromitirana uslijed nedostatka osnaživanja. Slično tome, napredak može biti kompromitiran nedostatkom resursa (uključujući vrijeme i financije). Za ta pitanja koja se ne mogu riješiti u nekim radionicama poduzeće mora osigurati pokretanje alternativnih kanala poboljšanja.

4.2. Analiza prelaska (izmjene alata)

Potrebno je razumjeti postojeću praksu prelaska prije nego se raspravlja o bilo kakvom poboljšanju. Kako bi se to učinilo, mogu se primijeniti različite tehnike analize izmjene alata. Većina kvalitetnih autora sa ovog područja znanosti preferira, ako je to moguće učiniti, da se koristi video rekorder s tajmerom. Na taj način prelazak je „reprezentativan“ pa se može snimiti od početka do kraja. Opcija korištenja videa je osobito privlačna jer dopušta široku raspravu o određenim točkama koje se pojavljuju, a dijelovi videa mogu se ponovno prikazivati koliko god puta je potrebno. Video je također privlačan jer predstavlja nepobitan dokaz onoga što se dogodilo. Video dokazi ograničavaju opseg interpretacije i debate o događajima prelaska odnosno izmjenama alata. Oni koji nisu članovi ekipe također mogu dobiti priliku da sudjeluju u snimanju videa, kako bi dali svoj doprinos i bili uključeni, mada samo indirektno, u proces poboljšanja. Video informacije trebaju biti dokumentirane, te na taj način pomažu u analizi i raspravi, iznoseći evidenciju o postojećoj praksi (alternativni oblici mogu biti popunjeni izravno, uporabom olovke i štoperice, prilikom svjedočenja prelaska). Ti se oblici zatim mogu prezentirati za grupnu raspravu (radionicu).

Koja god metoda da se koristi kako bi se obuhvatio trenutni prelazak, to je potrebno učiniti detaljno. Nedostatak video kamere je da može snimiti samo ono što se događa ispred nje. Tamo gdje dolazi do paralelnih aktivnosti, ili tamo gdje su aktivnosti u naširoko izmještenim lokacijama, može biti teško obuhvatiti događaje u cijelosti. Slično tome, zumiranjem i snimanjem određenih događaja detaljno, mogu se propustiti neke druge aktivnosti prelaska. Obrnuto, ako se odabere široki kut, udaljena točka snimanja, dovoljno detaljna analiza događaja možda neće biti moguća.

- **Snimanje događaja prelaska je nužno, čak i ako radionica smatra da razumije proces**

Detaljno snimanje sadašnje prakse potrebno je provesti čak i kada tim već osjeća da razumije što se događa, te, kao što vjeruju, već imaju dobro poznavanje uključenih vremena. Opasnost nepoznavanja točnih vremena prelaska (koja su izuzetno važna i onda kada se utvrđuje vrijeme proizvodnje serija) vjerojatno će biti veća kada vremena nisu revidirana u duljem vremenskom razdoblju, ili tamo gdje je na djelu vježba za poboljšanje.

Potrebno je i na druge načine pripaziti kako se ne bi unaprijed prosuđivalo aktivnosti prelaska. Može se pogrešno vjerovati, na primjer, da nikakav prostor za poboljšanje određenih zadataka nije dostupan. Čak i

kada on postoji, tim za poboljšanje također treba tretirati sve povijesne snimke s dužnim oprezom. Povijesne snimke, ili pak fiksni postupci prelaska, mogu ne biti usuglašeni sa sadašnjom praksom.

4.3. Bilježenje podataka

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

Potreba za detaljnim bilježenjem događaja opisana je gore. Pojedinačne zadatke prelaska trebat će definirati, a vrijeme u kojem će ih se izvršiti također će biti utvrđeno. Ono što se kod svakog koraka prelaska koristi, potrebno je također zabilježiti. Ono što se koristi može uključivati, na primjer, podešavanje podataka ili ručnih alata.

Ono što se bilježi ne bi trebalo ovdje stati. Svi ti spremni, očiti i jednostavno zabilježivi detalji zajedno će pomoći osobi koja radi na poboljšanju, no sami za sebe još uvijek su nedostatni za potpuno razumijevanje prelaska. Kako bismo bili svjesniji onoga što se događa, praktičar također mora razumjeti što pojedini zadaci prelaska postižu i kako ih se precizno provodi. Praktičar mora razumjeti zašto se, kao što se primjećuje, provodi svaki zadatak prelaska. To ipak može biti znatno teže. Razumijevanjem prelaska u ovakvom širem opsegu, praktičar se treba pojaviti u jačoj poziciji; sposobniji pokazati značajna, dugoročna poboljšanja.

Kako bi se postigla ova razina razumijevanja, informacije koje se izvode iz promatranog prelaska će tako trebati biti sveobuhvatnije, a ne samo bilježiti uključene zadatke, stavke koje se koriste i vremena potrebna kako bi se zadaci izvršili. Riječ „izveden“ odabrana je zato što se tim kasnijim aspektima može baviti jednom kada je izvorno snimanje prelaska (videom ili na neki drugi način) dovršeno. Umjesto da ih se odredi isključivo od strane nekog pojedinca, ti podaci su u svakom slučaju prikladnije opisani i usuglašeni od strane tima kao cjeline u otvorenoj raspravi, uključujući osoblje koje je izvorno provodilo prelazak.

- **Strukturirano snimanje prelaska i analiza, kao dio cjelokupne inicijative**

Povećanje osnovnih podataka prelaska naknadnom raspravom (gore) još uvijek je prikupljanje informacija u sklopu koraka opće metodologije *„provođenja revizije prelaska“*. To je ipak, također i korak u općem procesu poboljšanja te ga je stoga potrebno poduzeti kao sastavni dio ovog procesa. U idealnom slučaju, potrebno je paziti da oni koji sudjeluju u toj etapi svoju reviziju strukturiraju na način koji priprema za

sljedeći korak *„razvoja operativne strategije“* - u čemu se traže specifične prilike za poboljšanje. Snimanje podataka potrebno je provoditi na način koji je kompatibilan s tim idućim korakom. Ako, na primjer, ekipa primjenjuje metodologiju „SMED“, i posebno ako se koncentriraju na zadatke „pomicanja“ i „konvertiranja“ u vanjsko vrijeme, potrebno je tražiti i snimati informacije u vezi s trenutnim prelaskom. Metodologija poboljšanja koju predlažem (a koja je detaljno iznijeta u sljedećem poglavlju) nastoji biti šire utemeljena nego tipično primijenjena „SMED“ metodologija.

4.4. Izvođenje detaljnog razumijevanja izmjene alata

Dokumentacija koja je opisana za uporabu tijekom revizije prelaska namijenjena je da se prijeđe na naredan korak razvoj operativne strategije cjelokupne metodologije, u kojem se traže i uspoređuju specifične mogućnosti poboljšanja. Povrh pomoći da se identificiraju mogućnosti za poboljšanje, dokumentacija o prelasku dodatno je važna u dopuštanju da se mjeri poboljšanje. Također može pomoći u prioritiziranju kada se traži poboljšanje.

Dolje su opisani odabrani aspekti prelaska što može biti korisno detaljno revidirati:

1) Koji zadaci prelaska se provode?
2) Koja su vremena uzeta za te zadatke?
3) Koje su vještine potrebne za provođenje tih zadataka?
4) U kojem se redoslijedu javljaju zadaci?
5) Koji se problemi mogu javiti?
6) Koji se prekidi mogu javiti?
7) Koji se rezervni dijelovi ili komponente koriste?
8) Koji se alat koristi?
9) Koje informacije se traže?
10) Koje je osoblje uključeno u svakoj fazi prelaska, i kada više od jedne osobe treba biti uključeno u određene zadatke?
11) Gdje se vrše prilagodbe i zašto?
12) Kako se rezervni dijelovi premještaju i koriste?
13) Kako se identificiraju rezervni dijelovi i alati?
14) Gdje su zadaci prelaska spriječeni lošim pristupom, ili gdje se specifični zadaci prelaska provode jednostavno kako bi se negdje drugdje imao bolji pristup?
15) Gdje je potrebno poduzeti čišćenje?

16) Gdje ima radnji lociranja?
17) Gdje ima radnji osiguranja?
18) Gdje ima radnji inspekcije ili pokusa?

Neke bilješke koje se tiču tih različitih pitanja navedene su dolje. U većini slučajeva komentari koji se namjerno daju u kratkom obliku zbog identifikacije i rasprave specifičnih mogućnosti poboljšanja, te što ti aspekti mogu pomoći utvrditi, razmatrat će se u kasnijim poglavljima.

1. Koji zadaci prelaska se provode

Često autori navode kako traženje prilika za poboljšanje može biti spriječeno ako se imaju prethodne zamisli o tome što zadatak prelaska predstavlja. Isti problem definiranja zadatka također može biti očit prilikom analiziranja prelaska.

List za reviziju postat će evidencija grupe za poboljšanje, te će biti ključan u pomoći da se utvrdi raspon potencijalnih opcija za poboljšanje. Vidjet će se da su dane dvije razine opisa zadatka. To omogućuje razne procjene toga što predstavlja zadatak prelaska koji je potrebno učiniti. Unosi su otvoreni za pojedinačne preferencije, no unosom u kontekst grupne diskusije, sve strane postaju svjesne što pojedini unosi opisuju i zašto su odabrane te podjele zadatka prelaska.

2. Vrijeme uzeto za zadatke izmjene alata

Revidiranje vremena uzetih za zadatke prelaska ne bi trebalo biti teško, ako se svi koji sudjeluju slože oko definicije (uključujući kada pojedinačni zadaci počinju i kada su dovršeni). Štoviše, uporaba video evidencije tipično daje najbolji način postizanja ovog dogovora. Može se naići na poteškoće ako se pojedinačni zadaci provode u intervalima, tamo gdje se zadatak ostavlja djelomično obavljen dok operater privremeno ide raditi nešto drugo (u tom slučaju „zadatak“ je možda ipak najbolje unijeti kao seriju različitih, zasebnih zadataka). Još jedna moguća poteškoća je da vremena zadataka iz originalne analize nisu reprezentativna tamo, gdje iz raznih mogućih razloga, operater radi na atipičan način.

3. Potrebne vještine

Neki će zadaci zahtijevati da oni koji ih poduzimaju budu adekvatno vješti u određenom pogledu. „Vještina“ može uključivati nešto kao što je fizička snaga, pravne ovlasti ili spretnost ruku. Češće se pod

„vještinom“ smatra povećana sposobnost provođenja zadataka na temelju obuke i/ili iskustva. Potrebno je obratiti pozornost kako bi se razlikovalo „vještinu“ od ograničenja: tamo gdje su pojedinci ograničeni od sudjelovanja u određenim aktivnostima ne na temelju svoje sposobnosti.

Važan razlog za bilježenje zahtjeva vještine je da se kasnije u obzir mogu uzeti opcije, kao što je već prikladno, kako bi se eliminirala potreba za tim vještinama promjenom prirode dotičnog zadatka. Alternativno, ako zadatak treba ostati u biti nepromijenjen, može se razmišljati o obuci daljnjeg osoblja.

4. Slijed u kojem se završavaju zadaci izmjene alata

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

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

5. Problemi koji se javljaju

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

Mogu se predložiti dvije mogućnosti za procjenu tog potonjeg pitanja. Prva i najsveobuhvatnija opcija je zabilježiti što je više prelazaka moguće (kao što to predlaže praksa studije dobrog rada), izvodeći iz tih bilježaka sve primjere problema koji se ne javljaju na redovnoj osnovi. Ipak, to sa sobom nosi svoje vlastite probleme. Naime, sam angažman ljudskog rada za prikupljanje tih podataka vjerojatno je nemoguć. Druga je mogućnost da tim sjedne zajedno i da zasebno zabilježi određene probleme za koje se sjećaju da su se pojavili. Poteškoća te druge mogućnosti može biti prisjećanje do kojih je problema došlo, te koji je njihov učinak.

Najčešće se koristili hibrid tih dviju opcija. Korisnost trajnog bilježenja brzine linije izuzetno je bitna, što određuje kada dolazi do prelazaka i koliko dugo oni traju. I dok je izuzetno važno procijeniti probleme koji se mogu pojaviti, takvi problemi trebaju se moći razlikovati od loše rutinske prakse. Svaki od njih mora se zasebno procijeniti. Te na kraju, potrebno je voditi računa o mogućim zadacima koji se javljaju samo kada se provode posebne vrste prelaska. Jesu li ti zadaci značajni i vrijedni pažnje u pogledu poboljšanja? Kako će ostala poboljšanja utjecati na te zadatke - ili kako će zadaci utjecati na njih?

6. Prekidi koji se mogu javiti

Posebno je pitanje prekida prilikom izmjene alata. Kategorija „prekida“ nema namjeru uključivati primjere kao što je vraćanje alata koji nedostaje, što bi pak moglo biti zabilježeno kao zadaci (premda neželjeni) tijekom prelaska. Zapravo, namjera je da obuhvati prilike u kojima se oni koji provode prelaske ometaju ili sprječavaju u izvršavanju „pravih“ zadataka prelaska. To može biti, na primjer, za pauze prema volji samog operatera. S druge strane, do prekida može doći tako da ga izazove prelazak prilikom poduzimanja nekog drugog posla, ili kada se čeka isporuka stavki za prelazak ili kada se čeka potrebna radna snaga (na primjer, stručan radnik).

Zasebno bilježenje prekida jednostavno ima svrhu da su to ometanja samog procesa prelaska. Da postoji volja da ih se ukloni, to bi se moglo odmah učiniti.

7. Komponente prelaska (izmjene alata)

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

8. Alati

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

9. Informacije potrebne za provođenje prelaska

Kao i kod teme alata, tim također treba zabilježiti informacije koje su potrebne za provođenje prelaska, kao što je oprema za postavljanje podataka. U nekim slučajevima nedostupnost takvih informacija spriječit će prelazak. U drugim slučajevima prelazak se jednostavno neće moći obaviti bez njih.

Potrebne informacije vjerojatno će uključivati podatke u vezi s kvalitetom proizvoda, omogućujući onima koji provode prelazak da provjere jesu li prilagodbe pravilno napravljene te da je novi proizvod proizveden prema prihvatljivom standardu.

10. Osoblje/funkcija podrške

Procjena osoblja uključenog u prelazak djelomice je već razmatrana. Aspekti koji se tiču osoblja mogu uključivati i pitanja „vještine“ i edukacije, te broj ljudi dostupnih za provođenje prelaska.

Korisno je zabilježiti što svaka osoba zasebno radi tijekom prelaska. Te se informacije zatim mogu skicirati što može biti posebno korisno u određivanju tko je dostupan u različitim fazama tijekom prelaska. Često se može odrediti bolja sekvenca zadataka prelaska koja omogućuje da eventualna razdoblja neaktivnosti budu iskorištena.

Slično tome, korisno je zabilježiti kada određeni zadatak prelaska zahtijeva prisutnost više od jedne osobe. To može nametati znatna ograničenja na poboljšanja (posebno na ponovno sekvenciranje i dodjelu zadataka). Stoga, prevladavanje potrebe za zadacima s više operatera kao dijela prelaska može biti od velike koristi.

Povrh onih koji su uglavnom uključeni u prelazak, pojedinosti dodatnog osoblja koje daje svoj doprinos također je potrebno snimiti. Posebno vrijedno bilježenja često je osoblje koje je odgovorno ili za isporuku ili za uklanjanje predmeta kako bi se omogućio dovršetak prelaska. Na primjer, u nekim istraživanjima uloga vozača viličara često je od ključne važnosti. Slično tome, katkad je potrebno da se tijekom prelaska uključi ostalo osoblje kako bi pomoglo. U tom slučaju njihova prisutnost može biti ključna jer imaju stručne vještine, ili zato što neki zadatak jednostavno zahtijeva prisutnost dodatnih ljudi. U tom potonjem slučaju može se iskusiti potreba za dodatnim ljudima kako bi se rukovalo predmetima tamo gdje bi bez njih dovršetak zadatka bio izuzetno težak. U svakom slučaju postoji znatan potencijal za moguće kašnjenje dok se na to osoblje čeka.

11. Određivanje gdje se vrše prilagodbe i zašto

Aktivnost prilagodbe djelomice je povezana s nedostatkom preciznosti, kada se u početku lociraju komponente prelaska. Takva aktivnost je glavna karakteristika mnogih prelazaka, a tijekom prelaska nju se korisno identificira. Kao što je i drugdje u ovom radu zabilježeno, postoje opcije koje umanjuju opseg prilagodbe do koje dolazi.

12. Rukovanje predmetima prelaska i skladištenje

Potrebno je razumjeti kako se rezervni dijelovi premještaju i skladište, uključujući gdje ih se skladišti. Kao i rezervni dijelovi, to isto razumijevanje potrebno je primijeniti također i na alat i informacije koje su potrebne za provođenje prelaska. Skladištenje se može odnositi na privremeno skladištenje tijekom prelaska.

13. Identifikacija

Način na koji se zamjenski dijelovi, alat i informacije identificiraju također se može zabilježiti.

14. Pristup

Neki zadaci prelaska uključuju djelomično demontiranje/ponovno slaganje dijelova ili sklopova - koje inače ne bi trebalo dirati - samo u svrhu dobivanja pristupa. Zadaci prelaska koji spadaju u tu kategoriju mogu se korisno utvrditi. Poteškoće s pristupom ipak se mogu zabilježiti, čak i kada nije potrebno nikakvo sekundarno demontiranje.

15. Čišćenje

Čišćenje je često potrebno kako bi se omogućilo precizno lociranje. Čišćenje samih zamjenskih dijelova, ili ostalih strojnih sklopova, može biti potrebno kako bi se spriječio otpad i ostalo onečišćenje od kompromitiranja prelaska.

16. Lociranje

Kako su predmeti prelaska locirani može znatno utjecati i na lakoću (te stoga i na brzinu) kojom ih se montira, te na stupanj prilagodbe koji naknadno mogu zahtijevati.

17. Učvršćivanje

Učvršćivanje zamjenskih dijelova i sklopova često se može razlikovati od lociranja tih istih zamjenskih dijelova i sklopova. Te dvije funkcije su različite, čak i ako ih se često može kombinirati u jednoj operaciji. Svaka operacija učvršćivanja koja uključuje vijke s navojima, na primjer, vjerojatno zahtijeva mnogo vremena, te predstavlja dobru priliku za poboljšanje.

18. Inspekcija/pokus

Inspekcija i pokusi javljaju se kod mnogih prelazaka. Po dovršetku, često se rade daljnje prilagodbe. Proces se zatim može ponoviti. Svako poboljšanje može ta ponavljanja učiniti kraćima i/ili manje učestalima. Relativno manje poboljšanje stoga se može iskusiti u više prilika, čineći takvo provođenje isplativijim.

4.5. Analiza izmjene alata u pripremi za generiranje ideja poboljšanja

Ovdje sam opisao mehanizam kojim se korak „provođenje revizije prelaska“ promiče glatko do koraka „razvoja operativne strategije“. Još se uvijek bavimo revizijom prelaska, no revizija se obavlja na način koji će omogućiti da se daljnji koraci u pripremnoj fazi i fazi provedbe cjelokupne metodologije poduzimaju s većom lakoćom. Ova metoda uključuje uporabu modela - listova za reviziju prelaska - koji su namijenjeni kako bi vodili praktičare koji rade na poboljšanju.

4.5.1. Listovi za reviziju prelaska - Dio 1: stjecanje osnovnih informacija o prelasku

Ranija rasprava o prikupljanju informacija ticala se i unosa specifičnih zadataka za prelazak i, u širem obliku, traženja daljnjeg razumijevanja sadašnje prakse. Kao što je dolje detaljno navedeno, korisno je za ta dva aspekta da ih se snimi zasebno na jednom listu. Ovaj sam list nazvao „listom za reviziju prelaska“.

Ta dva aspekta mogu se zabilježiti u različito vrijeme. Prvo, kada se bilježe zadaci prelaska predlaže se uporaba unosa u jednostavne kolone . Te kolone čine Dio 1 lista za reviziju. Kolone Dijela 1 mogu se popuniti „uživo“ kada se bilježi prelazak. Prilog 1 i 2 predstavljaju prazan list za reviziju prelaska, i sastoje se od naslovne stranice (Prilog 1.) i nastavka (Prilog 2.). Prilog 1. prikazuje primjerak naslovnog lista kod izmjene alata koji sadrži opće informacije vezane uz prelazak.

U smislu osnovnih unosa u Dijelu 1, kao što je prikazano u Prilogu 2. (potpoglavlje 4.5.2.), prikaz ima sljedeće elemente:

1) Prvo, zabilježen je opis zadatka (za što su dodijeljena dva stupca)
2) Drugo, zabilježeno je vrijeme dovršetka zadatka
3) Treće, zabilježeno je tko provodi zadatak
4) Četvrto, dostupan je prostor za neobične okolnosti ili pojedinosti koje bi trebalo zabilježiti

Prva tri od tih elemenata uvelike se sami objašnjavaju i već smo o njima raspravljali. Četvrti element, bilježenje neobičnih okolnosti ili detalja, nije potreban osim u relativno rijetkim prilikama. Ovdje je svrha prvenstveno naglasiti da se bilo svjedokom abnormalnih uvjeta. Te abnormalnosti kasnije se prilikom analize mogu uzeti u obzir.

<table>
<tr><td colspan="2">Oprema prelaska:
Snimio:
Broj dokumenta:</td><td>Datum/Vrijeme:
Osoblje prelaska:</td></tr>
<tr><td>Početak prelaska
Vrijeme:</td><td>Prva verzija
Proizvedeno u:</td><td>Prelazak dovršen
Dovršeno u:</td></tr>
<tr><td colspan="3">PRELAZAK od/na:</td></tr>
</table>

Prilog 1. Naslovna strana lista za reviziju

Napomene za priloge:

a) Prilikom ručnog mjerenja vremena sukcesivnih zadataka prelazaka uporabom štoperice i/ili kamere, popuniti samo unose u Dio 1.
b) Unosi u Dio 2 popunjavaju se kasnije. Te unose vrši tim za poboljšanje zajedno, uključujući one koji su upravo bili snimljeni.
c) Ako se rabi video rekorder koji ima tajmer, svi unosi u listove analize mogu se, ako se tako želi, učiniti kasnije kada se video pušta.
d) Unosi „vrsta aktivnosti“ i „prilika za redukciju“ mogu se učiniti uporabom dolje predstavljenog ključa. (vidi tablica 4.)

Tablica 4. Prijedlozi kod unošenja podataka u prilog 2.

Ključ vrste aktivnosti (neki prijedlozi):	**Klasifikacije „redukcije“ suviška**
Prob = problem **Kret** = kretnja **Osig** = osiguranje **Ček** = čekanje **Prilag** = prilagodba **Prek** = prekid **Lok** = lokacija **Ukl** = uklanjanje **P** = pokus **VO**= više osoba **PV** = posebne vještine **Pris** = pristup **KA** = korišten alat **Č** = čišćenje **PODATAK**= traženje/korištenje podataka	**Online aktivnost** **Prilagodba** **Varijacija** **Napor**

4.5.2. Listovi za reviziju prelaska - Dio 2: daljnji podaci kako bi se pomoglo odlučiti o opcijama poboljšanja

Timu treba biti unaprijed jasno da se stupci u tom kasnijem dijelu lista za reviziju popunjavaju u tri posebne svrhe:

- Kako bi se osiguralo dobro razumijevanje svakog pojedinog zadatka prelaska
- Kako bi se dodijelila kategorija „suvišna redukcija“, ako je to zajamčeno, te kako bi se označio primijećeni nedostatak tog postojećeg zadatka
- Kako bi se pomoglo u prioritiziranju potencijalnih opcija poboljšanja

Zapravo, stoga, list za reviziju u toj fazi služi zajedničkoj ulozi. Strogo ga se može tumačiti kao prikupljanje podataka, no ovdje se podaci namjerno traže i razmatraju s namjerom izvođenja poboljšanih opcija. Dio 2 lista za reviziju prelaska, posebice u uporabi strategije „redukcije“, na taj način pruža poveznicu u sljedeću etapu opće metodologije razvoja operativne strategije.

Unos na listu za reviziju možda zahtijeva veću fleksibilnost mišljenja – te je stoga možda i najteže – ono što se tiče vrste aktivnosti. Svrha stupca vrste aktivnosti je obvezati ekipu za poboljšanje da točno razmotri što zadatak koji se revidira postiže. Suvišci su sažeti u konačnom Dijelu 2 stupca lista za reviziju, u jednom ili više dostupnih kategorija redukcije – ‘online aktivnosti’, ‘prilagodbe’, ‘varijabilnosti’, ‘napor’.

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

Prilog 2. List revizije prelaska

5. RAZVIJANJE OPERATIVNE STRATEGIJE KOD SMED METODE (provedba i praćenje) [7]

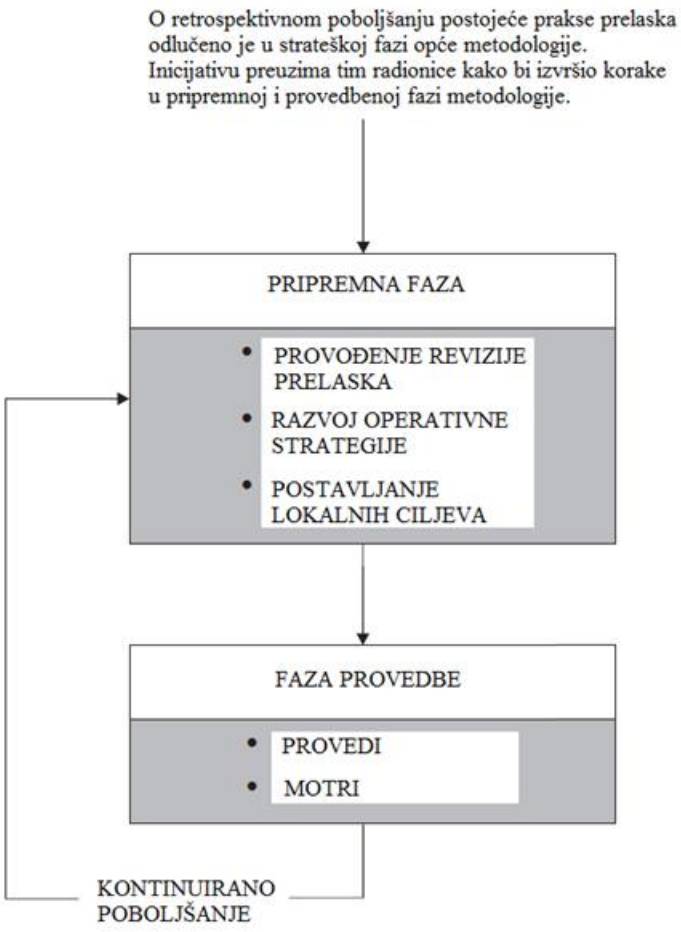
Nakon sveobuhvatne revizije prelaska, tim za poboljšanje treba identificirati moguće opcije poboljšanja. Članovi tima zatim trebaju odlučiti koje će opcije preuzeti i provesti. Potrebno je dodijeliti posao. Također je potrebno motriti jesu li poboljšanja dovršena, te odlučiti koji je njihov učinak. Slika 12. ponovno iznosi pojedine korake u 'pripremnoj' i fazi 'provedbe' cjelokupne metodologije. Uz iznimku revizije prelaska, ovo poglavlje opisuje sav rad koji tim za poboljšanje treba poduzeti.

Kao i u prethodnom poglavlju, opisuje se dokumentacija koja se može koristiti.

- **Novi alati za poboljšanje prelaska: metodologija matrice i referentni prelasci**

Velik dio ovog poglavlja posvećen je objašnjavanju nove metodologije za identificiranje širokog spektra potencijalnih opcija poboljšanja. Metodologija koju opisujemo zove se metodologija matrice. Njezina se uporaba zagovara, uz ostale aktivnosti, unutar koraka 'razvoj operativne strategije' (vidi sliku 12.).

Također postoji još jedan alat za paralelnu uporabu u ovom koraku 'razvoj operativne strategije'. Ovaj alat nazivamo referentnim prelaskom, što je model za to kako se prelazak može dobro provesti kad bi se morao dovršiti za svako moguće organizacijsko poboljšanje. Referentni model prelaska, kao i metodologija matrice, pomaže u identificiranju potencijalnih opcija poboljšanja. Isto tako pomaže u razjašnjavanju utjecaja prilikom izmjene alata.



Slika 12. Dvije faze opće metodologije poboljšanja prelaska

❖ Tehnike poboljšanja prelaska

Tehnike poboljšanja koje se mogu primijeniti sažete su s obzirom na metodologiju matrice. Same tehnike često su poznate onima koji imaju iskustva u poboljšanju prelaska. U većini slučajeva to su tehnike koje se uobičajeno koriste i o kojima se opširno pisalo drugdje. Međutim, neke tehnike koje su opisane manje su poznate. Metodologija matrice razjašnjava što određene tehnike mogu postići.

❖ Mapa procesa poboljšanja

Posao koji je potrebno poduzeti neće nužno biti jednostavan. Uloga voditelja tima posebno u vođenju putem ne smije se podcijeniti u okviru napora tima. Dio uloge voditelja tima bit će razumjeti mehaniku cjelokupnog procesa poboljšanja, uključujući alat koji se može koristiti (na primjer, metodologija matrice)

te tehnike koje se može primijeniti. Da bi se dobilo ono najbolje iz stanja grupe, voditelj tima isto tako treba biti svjestan sposobnosti i vjerojatnih karakteristika ponašanja svakog člana tima.

Cjelokupan proces poboljšanja, počevši sa strateškom procjenom poboljšanja prelaska, sada nedvojbeno ulazi u najvažniju fazu. Poistovjećivanje dobivanja boljeg učinka prelaska s putovanjem ka poboljšanju može biti korisno, posebno kada ga se iznosi prvi puta. Oni koji su uključeni mogu biti upoznati da je poželjno imati 'mapu procesa'. Za aktivnosti poboljšanja radionice mogu se promatrati na taj način, vodeći članove tima u njihovim naporima. Vodič koji je pružen – mapa procesa – je složen. Za to nema nikakvih isprika: uobičajeno će put biti neočekivano težak, s vjerojatnim lošim putevima i slijepim ulicama o kojima će trebati pregovarati. Bez sveobuhvatne mape, vjerojatno je neučinkovito i moguće neodrživo poboljšanje.

- **Poticaj**

Unatoč velikoj pozornosti pri provođenju strukturnih poboljšanja, nijedan tim radionice ne smije si dopustiti da bude previše uključen u vježbu konceptualnog poboljšanja, stalno oplemenjujući koji je najbolji način kojim se može ići. Priprema za poboljšanje je važna, no uvijek će postojati nesigurnost jesu li najbolja moguća rješenja utvrđena. To ne bi trebalo postati problem. Napredak je potrebno tražiti pronalaženjem razumnih opcija poboljšanja. Ostale prilike ili usavršavanja utvrdit će se kasnije. Ovdje je akcija ključna: tim treba stremiti za stalnim napretkom, a ne trpjeti česta razdoblja očitog kašnjenja. Vježba poboljšanja može se promatrati kao da spaljivanje stare i neučinkovitu prakse. Gorivo – postupno izvršavanje poboljšanja – potrebno je stalno kako bi vatra gorjela.

5.1. Metodologija matrice

Sveobuhvatna revizija sadašnjeg prelaska, nedavno dovršenog, rezultirala bi detaljnim razumijevanjem prelaska. Uporaba metodologije matrice proizlazi iz ove procjene. Njezina je svrha jednostavna: pomaže u utvrđivanju rješenja za prevladavanje problema koje je revizija naglasila.

Na narednih nekoliko stranica, kratko je opisana logika u razvoju metodologije matrice koja se temelji na tri osnovne postavke:

- da procesu poboljšanja pomaže svjesnost o hijerarhiji na tri razine: koncepti poboljšanja prelaska; tehnike poboljšanja prelaska; primjeri poboljšanja prelaska

- da se iz postojećih teškoća prelaska može napraviti klasifikacija, koja pak može pomoći u traženju prikladnih rješenja
- da se opcije poboljšanja ne smiju ograničiti; da praktičari moraju biti slobodni smišljati cijeli niz potencijalnih opcija poboljšanja bilo glede dizajna ili organizacijskog poboljšanja u bilo kojoj fazi inicijative.

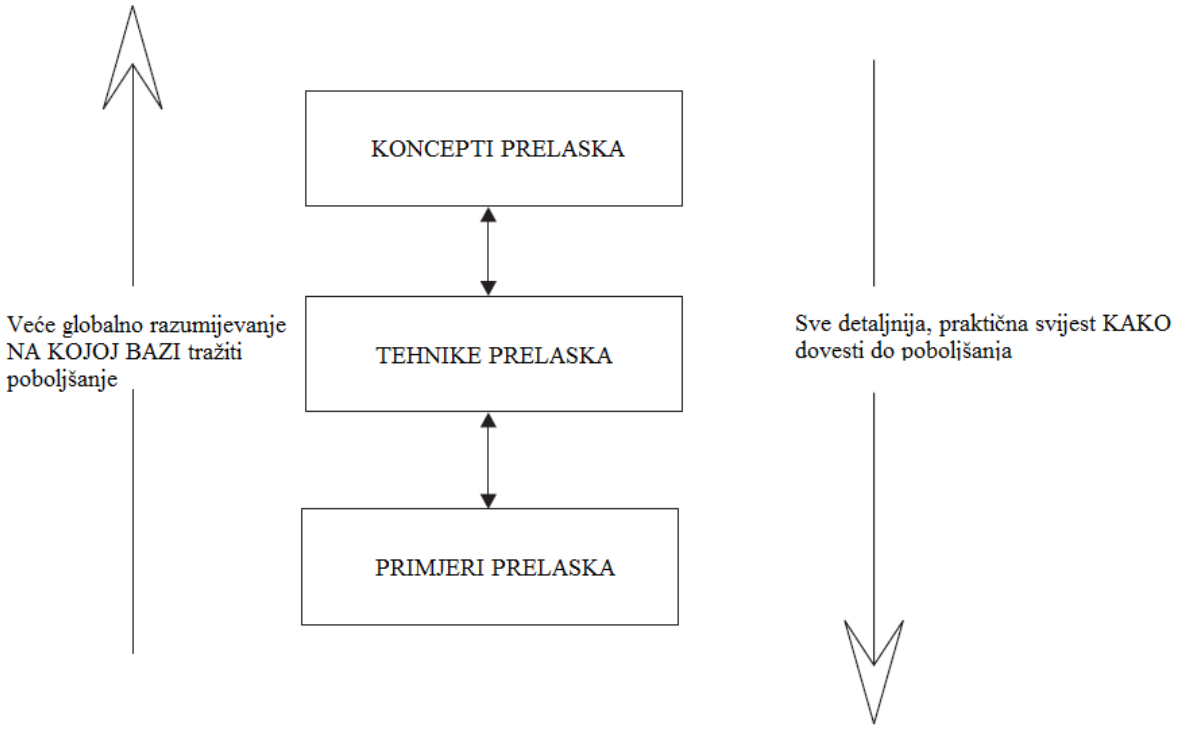
Te pojedinačne točke kratko se dalje objašnjavaju.

❖ Traženje poboljšanja: hijerarhija koncepata prelaska, tehnike i primjeri

Shigeo Shingo je definirao da njegova naširoko korištena 'SMED' metodologija predstavlja više od jednostavne zbirke raznih tehnika poboljšanja izmjena alata. Argumentira se da se praktičar prelaska ne smije oslanjati samo na znanje o tehnikama poboljšanja. Shingo navodi da je veoma poželjno imati strukturu, ili metodologiju, koja praktičara vodi u uporabi mogućih tehnika poboljšanja.

Metodologija matrice koja je ovdje opisana je u nekim segmentima različita od Shingove 'SMED' metodologije koja je primarno usmjerena ka praktičarima radionice.

Shingov rad objavljuje tri razine svijesti. Na gornjoj razini Shingo predstavlja konceptualni okvir (pojedinačne 'SMED' koncepte). Zatim se tim individualnim konceptima dodjeljuju specifične tehnike poboljšanja. Na završnoj razini, opisuju se primjeri koji se odnose na pojedinačne tehnike poboljšanja. Metodologija matrice treba ažurirati originalan Shingov rad: razvijena je kako bi prevladala ograničenja za koja tvrdimo da se mogu primijeniti kada se strogo usvoji metodologija 'SMED'. Ipak, ta nova metodologija ima kao jedan od svojih temelja hijerarhiju koju ilustrira slika 13.



Slika 13. Hijerarhija koncepata prelaska, tehnike i primjeri

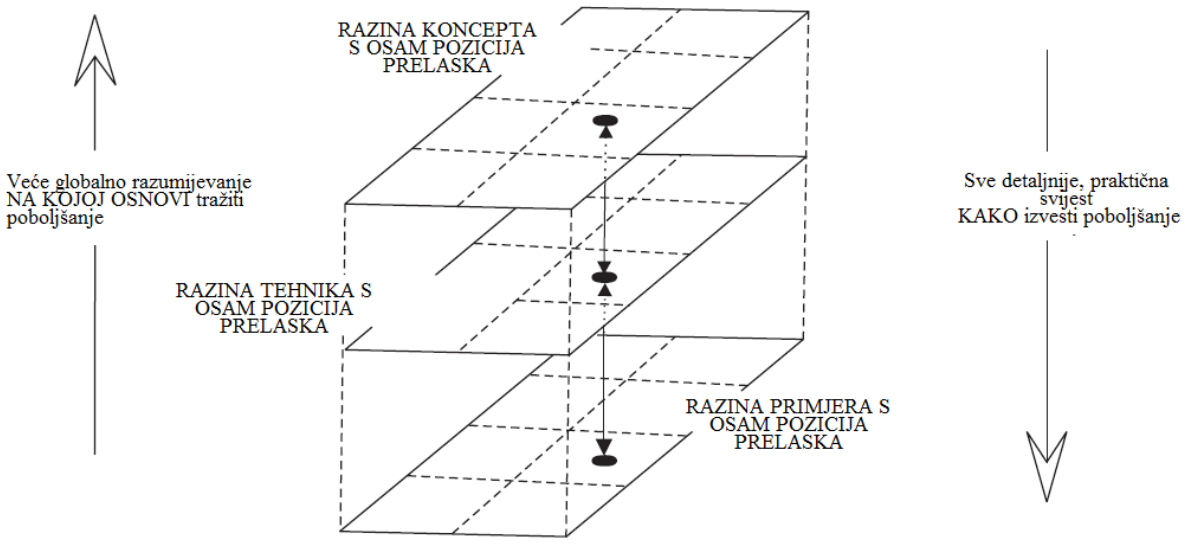
5.2. Tri osi metodologije matrice

Metodologija matrice tako se zove zbog matrice od 3 osi na kojoj se temelji. Iz razloga koji se ovdje objašnjavaju, to je matrica a 2 x 3 x 4 , tako dajući ukupno 24 pozicije ili ćelije.

U prethodnom je dijelu opisano kako hijerarhija poboljšanja koncepata-tehnika-primjera prelazaka može biti od pomoći praktičaru. Ta se hijerarhija rabi za definiranje jedne osi matrice. Prikazano na slici 14., matrica tako ima tri razine. Te razine, svaka za sebe, predstavljaju razinu poboljšanja prelaska koncepata; razina tehnike poboljšanja prelaska; razina primjera poboljšanja prelaska. Postoji osam dostupnih položaja na svakoj od tih sukcesivnih razina. Na taj način struktura matrice navodi minimalno osam vršnih (još uvijek nedefiniranih) koncepata poboljšanja prelaska za tu novu metodologiju radionice. Slika 14. Također pokazuje kako ekvivalentne pozicije matrice ili ćelije odgovaraju jedna drugoj između razina. To opisuje, kada se koristi metodologija matrice slično kao i kod ‘SMED’ metodologije, da određene serije tehnika poboljšanja prelaska i primjeri odgovaraju specifičnom konceptu poboljšanja prelaska.

Daljnja sličnost sa ‘SMED’ metodologijom postoji u tome da broj unosa na svakoj razini matrice opada. Za svaki pojedini koncept poboljšanja prelaska (od ukupno osam) bit će, recimo, četiri ili pet odgovarajućih tehnika poboljšanja prelaska. Zauzvrat, na konačnoj razini, treba biti fer prema brojnim potencijalnim primjerima poboljšanja prelazaka koji postoje.

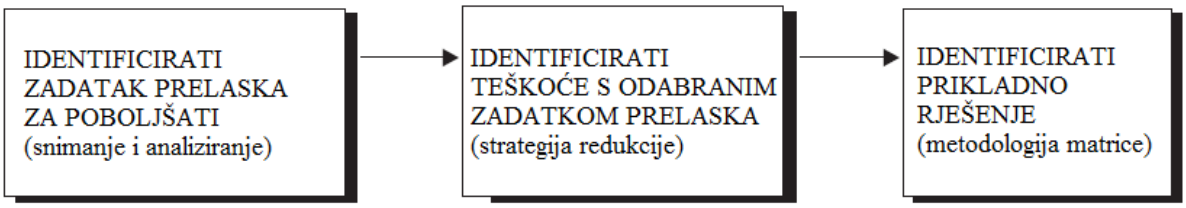
Kako bi se pomoglo u vršenju korisnih unosa u pozicije matrice (što se radi u sljedećem dijelu ovog poglavlja) odabire se i rabljenje klasifikacije ‘redukcije’ i one vezane uz organizaciju i dizajna. Te klasifikacije, kao što je prikazano na slici 15., definiraju preostale dvije osi matrice, te se primjenjuju na svakoj razini.



Slika 14. Format matrice na tri razine, s osam odgovarajućih pozicija matrice na svakoj razini

	POBOLJŠANJE VOĐENO ORGANIZACIJOM	POBOLJŠANJE VOĐENO DIZAJNOM
ONLINE AKTIVNOST		
PRILAGODBA		
VARIJACIJA		
NAPOR		

Slika 15. Preostale dvije osi matrice



Slika 16. Koraci uključeni u odabir povoljnog rješenja

5.3. Koncepti i tehnike metodologije matrice

Ovdje se objašnjavaju koncepti matrice i odgovarajuće tehnike matrice. Detaljniji opisi tih mogućih tehnika poboljšanja prelazaka daju se u narednim potpoglavljima.

Svrha metodologije matrice je generirati što je više moguće ideja poboljšanja, bez obzira na percipirane troškove, percipirane prednosti ili percipirane teškoće provedbe. Procjena različitih ideja vrši se kasnije.

Koncepti matrice iznijeti su u cijelosti na slici 17. Daju se suptilne razlike između poboljšanja vođenih organizacijom i onih vođenih dizajnom.

Objašnjenje tih osam koncepata poboljšanja prelaska daju se dolje. Ovaj se dio sastoji od:

1) Sažetog objašnjenja redukcije online aktivnosti
2) Opisa tehnika poboljšanja primjenjivih na organizaciju matrice: koncept online aktivnosti
3) Opis tehnike poboljšanja primjenjivih na dizajn matrice: koncept online aktivnosti
4) Sažeto objašnjenje redukcije u prilagodbi
5) Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na organizaciju matrice: koncept prilagodbe
6) Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na dizajn matrice: koncept prilagodbe
7) Sažeto objašnjenje redukcije u raznolikosti
8) Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na organizaciju matrice: koncept raznolikosti
9) Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na dizajn matrice: koncept raznolikosti
10) Sažeto objašnjenje redukcije u naporu
11) Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na organizaciju matrice: koncept napora
12) Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na dizajn matrice: koncept napora

	POBOLJŠANJE VOĐENO ORGANIZACINOM	POBOLJŠANJE VOĐENO DIZAJNOM
ONLINE AKTIVNOST	Smanjivanje doprinosa postojećih zadataka fazama postavljanja i izvođenja prelaska (ponovnom dodjelom zadataka i/ili resursa)	Smanjivanje doprinosa postojećih zadataka fazama postavljanja i izvođenja prelaska (dopuštanjem da se ponovno dodijeli zadatak i/ili resurs)
PRILAGODBA	Minimaliziranje zadataka prilagodbe (smanjivanjem prilagodbi pokušaja i pogreške)	Minimaliziranje zadataka prilagodbe (smanjivanjem potrebe za prilagodbom)
VARIJACIJA	Standardizirati način na koji se provodi prelzak (standardiziranjem zadataka prelaska)	Standardizirati način na koji se provodi prelazak (standardiziranjem fizičkih uvjeta)
NAPOR	Eliminirati ili pojednostaviti postojeće zadatke (radeći bolje pripremljeno i na učinkovitiji način)	Eliminirati ili pojednostaviti postojeće zadatke (izmjenom opreme ili proizvoda)

Slika 17. Koncepti poboljšanja matrice

5.3.1. Sažeto objašnjenje redukcije online aktivnosti

Potrebno je točno razlikovati čemu redukcija online aktivnosti može pridonijeti. Važno je reći da nastojanje smanjivanja online aktivnosti nije izravno jednako ‘maksimaliziranju vanjske aktivnosti’ ili ‘minimaliziranju unutarnjeg vremena’. Redukcija online aktivnosti zahtijeva da postojeći zadaci prelaska ne budu fundamentalno izmijenjeni, što je definirajuća karakteristika te ‘redukcijske’ kategorije. Može biti

nužno ponovno dodijeliti resurse (uključujući katkad i povećanje resursa) kako bi se omogućilo da do poboljšanja dođe.

Dostupne su razne opcije kako bi se reducirala online aktivnost. Prvo, što je više moguće posla može se prevesti u vanjsko (eksterno) vrijeme. Drugo, zadaci se mogu provoditi više paralelno. Treće, prelazak kada se provode zadaci također može omogućiti da se razdoblje neaktivnosti operatera minimalizira (pod pretpostavkom da više od jednog operatera provodi prelazak).

Potrebno je biti oprezan jer brže provođenje zadataka (učinkovitije) ne vrijedi za uključenost u kategoriju redukcije – jer zadatak nije započet u neko drugo vrijeme.

Odražavajući ponovno Shingovu 'SMED' metodologiju, potrebno je posvetiti pozornost da opseg redukcije online aktivnosti bude širi od 'odvajanja' i 'konvergiranja' zadataka prelaska u vanjsko vrijeme. Kako bi se omogućilo reduciranje online aktivnosti, možda je potrebno obratiti pozornost na barijere koje trenutno ograničavaju opseg ponovne dodjele zadataka na različito startno vrijeme. Ovo je prelamanje ili ublažavanje međuovisnosti zadataka: drugim riječima, prevladavanje barijera koje su nametnuli drugi zadaci s obzirom kada neki utvrđeni zadatak može započeti.

5.3.2. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na organizaciju matrice: koncept online aktivnosti

Kao i kod svih organizacijskih prelazaka, pozicija matrice (za razliku od svojeg pandana utemeljenog na dizajnu) tendira predstavljanju opcija za brzo poboljšanje s niskim troškovima.

U smislu online aktivnosti cilj je reducirati (te, ako je moguće, eliminirati) doprinos zadataka fazama postavljanja i izvođenja prelaska.

Tehnike koje se mogu imenovati u odgovarajućim razinama tehnika poboljšanja matrice uključuju:

- **Realokacija zadataka na vanjsko vrijeme.** Mnogi zadaci izmjene alata, obično se bespotrebno provode tijekom razdoblja postavljanja prelaska. Zadaci koji spadaju u tu kategoriju često se bave prikupljanjem potrebnih komponenti i provjerom njihova stanja – tj. Zadaci koji se mogu napraviti prije zaustavljanja stroja. Neki se zadaci također mogu bespotrebno provoditi tijekom razdoblja izvođenja prelaska. Pomicanje bilo kojeg zadatka u vanjsko vrijeme, gdje je to moguće, trebalo bi odmah umanjiti proteklo vrijeme izmjene alata.

- **Relokacija zadataka koje je potrebno provesti paralelno.** Možda nije moguće neke zadatke provesti u vanjskom vremenu. Ipak, početna vremena zadataka ipak se mogu promijeniti tako da zadaci budu paralelno nanovo provedeni, bilo u fazi postavljanja ili fazi izvođenja prelaska.
- **Relokacija zadataka tako da budu bolje zajedno 'kompaktirani'.** Ponovno, za zadatke koji se ne mogu provesti u vanjskom vremenu, može se postići redukcija u proteklom vremenu prelaska učinkovitijom distribucijom zadataka.
- **Lomljenje ili olakšanje međuovisnosti zadataka.** Lomljenje ili olakšanje međuovisnosti zadataka znači prevladati, barem djelomično, ograničenja koja su nametnuta drugim zadacima s obzirom na to kada se koji zadatak može provesti. Lomljenje ili olakšanje međuovisnosti zadataka često se mora pojaviti kako bi omogućilo da se sasvim iskoriste prednosti gore iznijetih opcija. Dvije značajne mogućnosti ovdje su:
    - **Korištenje paralelne opreme**. Paralelna oprema često se uvodi posebno kako bi se omogućilo da se zadaci provode u vanjskom vremenu (Shingovim riječima: kako bi bili 'konvertirani' u vanjsko vrijeme).
    - **Angažiranje dodatnog osoblja**. Angažiranje dodatnog osoblja, u mnogim situacijama mada ne u svim, može pomoći u smanjivanju proteklog vremena prelaska. Na primjer, dodatno osoblje može dopustiti da se zadaci provode paralelno, dok ranije to nije bilo moguće. Ta opcija, kao što je i korištenje dodatne opreme, predstavlja povećanje resursa.

5.3.3. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na dizajn matrice: koncept online aktivnosti

S obzirom na primjenu dizajna, opcije poboljšanja su relativno ograničene. Opcije su ograničene uglavnom zato što, u većini slučajeva, modifikacija opreme nameće prelazak na to kako se provodi zadatak prelaska. Ipak, jedna važna opcija može se uključiti u tu poziciju matrice:

- **Lomljenje međuovisnosti zadataka (prelaskom dizajna).** Slično tome, prelazak dizajna može se iskoristiti za lomljenje međuovisnosti zadataka. Na primjer, montiranje dodatnih štitnika može omogućiti da manualni zadaci budu dovršeni paralelno s automatiziranim zadacima (tamo gdje to prethodno nije bilo dopušteno iz sigurnosnih razloga).

5.3.4. Sažeto objašnjenje redukcije u prilagodbi

Traženje redukcije u prilagodbi može se primijeniti u bilo kojoj fazi tijekom prelaska. Do poboljšanja može doći provođenjem postojećih zadataka na organiziraniji način, ili mijenjanjem postojećih zadataka.

Naglašava se prilagodba ne samo zbog njezina potencijalnog učinka: ona često može biti izuzetno važna u smislu proteklog vremena prelaska i kvalitete prelaska. Traži se redukcija 'suviška' prilagodbe, ako je moguće, u opsegu eliminiranja pojedinih zadataka prilagodbe iz prelaska.

5.3.5. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na organizaciju matrice: koncept prilagodbe

Mnogi prelasci u nekom trenutku uključuju prilagodbe, a zatim provjeru te prilagodbe. Tako se postavke opreme postupno usavršavaju. Mnogo je brži pristup, ako se može urediti, s povjerenjem krenuti izravno na ispravne postavke. Ako se tako postupi, eliminiraju se prilagodbe 'pokušaja i pogreške' koje zahtijevaju puno vremena. Ako nije moguće u potpunosti eliminirati prilagodbe 'pokušaja i pogreške', potrebno je poduzeti korake za minimaliziranje njihova utjecaja.

Neke tehnike koje mogu omogućiti poboljšanje su:

- **Poznavanje, i uporaba, prethodno definiranih postavki.** Brze, ponovljive, precizne postavke opreme trebaju biti moguće ako su poznate i korištene prethodno određene postavke. Te postavke obično su snimljene iz prethodnog postavljanja za proizvodnju istog proizvoda (premda u nekim slučajevima postavke mogu biti prethodno određene). Ipak, potrebna je pozornost da te prethodno utvrđene postavke ne postanu bezvrijedne jer se nije uzela u obzir varijabilnost unutar opreme ili proizvoda.
- **Odbijanje parametara inspekcije kako bi se označio kraj prilagodbe.** Ako se inspekcija koristi za provjeru da su postavke zadovoljavajuće uspostavljene, tada je potrebno znati što se točno pregledava, kao i tolerancije koje se mogu primijeniti. Može se razmisliti i o alatima koji mogu pomoći u inspekciji.
- **Razumijevanje mogućih međuovisnosti podešavanja.** Neka je oprema takva da jedna prilagodba može ugroziti ostale prilagodbe. I dok se vjerojatno preferira maknuti iz dizajna takve anomalije, također treba biti moguće nadvladati probleme te vrste poznavajući kako takve prilagodbe utječu jedna na drugu.

- **Zahtjevi za točnošću (prema organizacijskom prelasku).** Visoka se preciznost treba smatrati kao teža, skuplja i zahtjevnija jer troši više vremena za postizanje nego niska preciznost. Širine tolerancije koje se trebaju primijeniti na svaku moguću prilagodbu trebaju biti poznate. Te širine tolerancije trebaju biti što je šire moguće, u skladu s gotovim proizvodom postižući zadovoljavajuću kvalitetu po proizvodnji. Nema smisla nastojati učiniti neku neobičnu prilagodbu s visokim stupnjem preciznosti, kada se umjesto toga može primijeniti mnogo blaža tolerancija.
- **Izbjegavanje štetnih komponenti.** Šteta komponente može povećati ili jedno ili oboje: i potrebu za vršenjem prilagodbi i vrijeme koje je potrebno da se te prilagodbe izvrše. Rukovanje komponentama treba uzeti u obzir kako bi se izbjegla šteta.

5.3.6. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na dizajn matrice: koncept prilagodbe

I dizajn može dati značajan doprinos s obzirom na prilagodbu. Neke specifične opcije za uporabu dizajna uključuju:

- **Automatska prilagodba.** Posebice tamo gdje je pristup loš, može se iskoristiti prilika da se zadatak prilagodbe automatizira ili djelomično automatizira. Prilagodba obično uključuje faze komponenti koje idu prve, a zatim detektiranje njihove pozicije. Može doći do mnogo prilika da se primijeni automatizacija.
- **Preciznost karakteristika lokacije.** Precizna lokacija komponenti putem dizajna može eliminirati ili reducirati potrebu za naknadnim prilagodbama.
- **Korištenje uređaja za poziciju i praćenje uvjeta.** Do ručne prilagodbe ipak može doći, no pozicija koja se postigne može se stalno dojavljivati operateru. To može biti putem vage. U sofisticiranijim sustavima, tipično tamo gdje je potrebna veća točnost ili tamo gdje je pristup za očitavanje vage težak, može se koristiti digitalan prikaz. Isto tako, katkad je potrebno praćenje uvjeta, što se također može provesti na daljinu.
- **Stavke prelaska bi trebale biti robustnijie (manje sklonie oštećenju i trošenju).** Šteta na predmetima prelaska – uključujući štetu koja se očituje kao trošenje ili pogoršanje – može utjecati na lakoću kojom se prelazak provodi. Na primjer, prethodno određene postavke mogu prestati biti primjenjive, a u tom slučaju neoptimalne prilagodbe ‘pokušaja

i pogreške' vjerojatno će se nastaviti. Pojavnost štete na predmetima prelaska može se smanjiti pažljivom uporabom dizajna – tamo gdje se može razmišljati o komponentama koje su otporne na štetu.

- **Unaprjeđenje kvalitete predmeta.** U nekim slučajevima može doći do opsega s pomoću sekundarnog dizajna kako bi se poboljšala kvaliteta predmeta koji se isporučuju za uporabu u prelasku.
- **Tolerantnija oprema na varijaciju proizvoda.** Može postojati varijabilnost između nominalno identičnih proizvoda iz jedne serije u drugu. Po definiciji, bit će razlika među proizvodima unutar proizvodnog asortimana. Može postojati prostor za eliminaciju činjenja prilagodbi tijekom prelaska kako bi se te razlike prevladale. Na primjer, proizvodi mogu biti transportirani u prevelikim džepovima – umjesto da se koristi medij za transport koji treba biti skrojen po mjeri.

5.3.7. Sažeto objašnjenje redukcije u raznolikosti

Kao i prilagodba, varijacija je naglašena kao područje posebne brige. Varijabilnost u tome kako ljudi rade može biti veoma značajna u kontekstu učinka prelaska, kao i fizička varijabilnost predmeta prelaska.

Kada se bilo koji zadatak provodi na više od jednog načina, jedan od tih načina najvjerojatnije će biti superioran. S obzirom na organizaciju izmjene alata, 'varijacija redukcije' nastoji utvrditi koji je najbolji način za izvođenje svakog zadatka, a zatim osigurati da taj način rada bude standardiziran. Standardizacija se treba primijeniti na sve osoblje, na svaku od smjena tvornice te kroz cijeli sastav slične opreme unutar pogona (ili čak unutar poduzeća kao cjeline). Standardna procedura prelaska treba se izvesti, svi se moraju usuglasiti i zatim je svi trebaju koristiti. Uporaba standardnih procedura podrazumijeva da je operatera potrebno educirati.

S obzirom na hardver koji se koristi, potrebno je primijeniti standardizaciju na karakteristike predmeta koji su uključeni u prelazak (zamjenski dijelovi; potrošne stavke; proizvod). Reduciranje ili eliminiranje fizičke varijabilnosti može imati odgovarajući utjecaj na zadatke prelaska – gdje bi inače zadatke trebalo izvršiti zbog te varijacije.

Kao i standardizacija radne prakse i fizičkih karakteristika, daljnje sredstvo za reduciranje varijacija između sukcesivnih prelazaka je sekvencioniranje prelazaka kako bi se kontrolirala vrsta prelaska koji se događa.

5.3.8. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na organizaciju matrice: koncept raznolikosti

Neke dolje opisane tehnike nisu uvijek bile veoma snažne u prethodnim programima poboljšanja. One uključuju:

- **Utvrđivanje, dogovaranje i provođenje standardnih procedura**. Standardna najbolja praksa postupaka prelaska treba biti definirana i provedena. Te procedure bi idealno trebale biti sveobuhvatne uključujući pitanja kao što je ručni alat i lokacija, te format podataka koji se koriste. Standardna će procedura izložiti u kojem se redoslijedu zadaci trebaju izvršavati i tko ih treba provoditi. Izvođenje standardnog postupka prelaska i osiguranje da bude uvijek usvojen može predstavljati opsežno tijelo rada.
- **Prethodna provjera da su prisutni potrebni predmeti prelaska**. Predmeti prelaska, uključujući podatke i alate, trebaju biti unaprijed spremni na njihovoj dodijeljenoj lokaciji (ne na nekoliko lokacija). Ako je primjenjivo, potrebno je provjeriti da ti predmeti također budu u svom dodijeljenom formatu. Odstupanje od standarda (pozicija i format) treba biti eliminirano jer će to odvući pozornost od prelaska.
- **Prethodna provjera da su postignuti standardi kvalitete predmeta i podataka**. Osim da su na ispravnoj lokaciji i formatu, kvaliteta predmeta treba biti provjerena prije nego što započne prelazak.
- **Sekvenciranje serija.** Raznolikost zadataka između sukcesivnih prelazaka može se smanjiti kontroliranjem vrste prelaska koja se događa.

5.3.9. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na dizajn matrice: koncept raznolikosti

Treba nastojati reducirati ili eliminirati fizičku raznolikost kod karakteristika komponenti prelaska. Raznolikost može postojati bilo na ‘makro’ bilo na ‘mikro’ razini. Ovdje se nastoji baviti ‘makro’-razinom fizičke raznolikosti.

Raznolikost kod makro karakteristika s jednog prelaska na drugi često znači da se uvodi dodatan rad:

- **Djelovanje na standardne karakteristike ili mijenjanje dijelova**. Karakteristike mogu biti standardizirane kada se kupuju ili proizvode nove komponente. Također ih se može retrospektivno standardizirati, strojnom obradom postojećih komponenti i/ili dodavanjem elemenata. Ako postojeće karakteristike ne mogu biti standardizirane, postoji li prostor za

manipuliranje zamjenskih dijelova (za spajanje, pomicanje ili njihovo pozicioniranje) na ostale karakteristike, ili pak na relocirane karakteristike, koje mogu biti standardizirane?

- **Djelovanje na standardne proizvodne karakteristike**. Tražeći karakteristike standardizacije, sam proizvod također se može uzeti u obzir. Kao i kod zamjenskih dijelova, poželjno je dizajniranje proizvoda s karakteristikama koje su standardne kroz cijeli raspon proizvoda (ako je moguće).
- **Standardiziranje karakteristika strojnog sustava.** Može biti koristi u standardiziranju karakteristika strojnog sustava, kao što je format znakova, indikatora ili uputa, ili bilo koji od nositelja očito manjih detalja koji mogu pojednostaviti postupak prelaska.
- **Kontrola sigurnosti kako su predmeti prelaska sastavljeni/smješteni.** Dizajnom, ograničiti raznolikost na način na koji se predmeti prelaska sastavljaju, uključujući pozornost načinu na koji se predmeti lociraju.

5.3.10. Sažeto objašnjenje redukcije u naporu

Kao i ostale 'redukcijske' kategorije, opseg reduciranog napora može biti znatan. Ne znajući (barem sve dok tim ima priliku vrednovati svoj vlastiti rad) većina se prelazaka provodi na relativno proizvoljan i neučinkovit način. Tipično postoje brojne prilike da bi se dovršetak rada učinilo jednostavnijim – i bržim. Smanjenje napora nije ograničeno zadržavanjem postojećih zadataka na u biti neizmijenjen način: postoji sloboda da se učine poboljšanja na bilo koji način koji se smatra prikladnim.

Potrebno je imati na umu da kod mnogih situacija prelazaka potpuna eliminacija postojećih zadataka prelaska može biti posebno važna.

5.3.11. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na organizaciju matrice: koncept napora

Ovaj se koncept bavi pojednostavnjenjem provođenja zadataka prelaska, izbacivanjem nepotrebnog rada (eliminacija suvišnih zadataka) te usavršavanjem postojeće radne prakse. Na taj se način nastoji provesti prelazak na bolje pripremljen i učinkovitiji način.

- **Eliminiranje suvišnih aktivnosti.** Ako određeni zadatak ne jamči da uopće bude uključen, može ga se jednostavno eliminirati, ne mijenjajući prelazak na bilo koji drugi način.

Prethodno sam tvrdio da zadaci prelaska obuhvaćaju sve što doprinosi proteklom vremenu prelaska. Na primjer, može biti moguće eliminirati činjenje određene prilagodbe x-ravnine kada se trenutno javlja više od jedne prilagodbe na toj ravnini. Osim toga, što je možda i važnije, mogu postojati prilike za eliminiranje zadataka prelaska u kojima se vrijeme koristi sasvim neproduktivno. Na primjer, pauze tijekom prelaska mogu biti zaustavljene.

- **Bavljenje 'problemima' tijekom prelaska.** Pod 'problemima' mislimo na neočekivane događaje ili aktivnosti tijekom prelaska. Primjer može biti prihvaćanje potrgane mreže u trajnom procesu štampanja. U tom slučaju bit će potrebno uvoditi materijal još jedanput kroz liniju. Neki problemi vjerojatno će se ponoviti tijekom kasnijih prelazaka. Potrebno je uspostaviti mehanizme kako bi se snimili problemi do kojih dolazi, a zatim kako bi se razriješio njihov uzrok.
- **Učinkovitije provođenje individualnih zadataka prelaska**. Obično je moguće raditi učinkovitije: usredotočenost na provođenje svakog zadatka na propisan način 'najbolje prakse'. Kao jednostavan primjer, može se eliminirati nepotrebne kretnje kod provođenja zadatka. Učinkovitije provođenje prelaska znači da će se zadaci provoditi brže i, često, prema višem standardu. Može biti potrebna formalna edukacija kako bi se osiguralo da najbolja praksa bude univerzalno usvojena i održana. Učinkovitiji rad ne treba brkati s težim radom.
- **Korištenje najboljih alata/rukovanje/pomoć pri skladištenju**. Nema baš puno smisla nastojati raditi učinkovito dok se koristi loš ili neprikladan ručni alat. Uporaba boljih alata, uključujući alat s pogonom, može se uzeti u obzir. Mogu se primijeniti druge pomoći kod prelaska uključujući: podatke; znakove; naprave za rukovanje; naprave za skladištenje. Mnogi od alata i naprava koje se mogu koristiti bit će dostupni za kupnju kao vlasničke stavke. Potrebno je posebno proizvesti ostale naprave. Alati/naprave (posebno ako su mali) i podaci često su s prednostima skladišteni blizu mjesta na kojem se koriste.
- **Osiguranje izvrsne identifikacije.** Dio koji se može spremno identificirati lakše je pronaći. Jednostavna identifikacija treba se odnositi na sve predmete koji se koriste kod prelaska, uključujući alat i podatke. Prethodno utvrđena, jasno označena lokacija na kojoj se predmet skladišti također treba biti dostupna (bilo za trajno skladištenje ili za privremeno skladištenje tijekom prelaska). Velika prednost identificiranja zvukom može biti izbjegavanje otkrivanja na sred puta tijekom prelaska da se koristi krivi predmet (to se događa!).
- **Osiguranje čistoće.** Predmeti prelaska koji su čisti lako se identificiraju; jednostavni su za rukovanje; za precizno lociranje; za rad. Čistoća se treba primijeniti i na područje rada,

koje obično može biti uvelike pripremljeno prije nego se linija zaustavi. Katkad može biti sigurnosnih implikacija kada se ne održava propisna čistoća.

5.3.12. Opis tehnika poboljšanja primjenjivih na dizajn matrice: koncept napora

Dizajn, kao i organizacijsko poboljšanje, može se slobodno iskoristiti na bilo koji način koji se smatra prikladnim. Redukcijski napor izjednačen je s pojednostavnjenjem postojećih zadataka – na primjer, smanjenjem fizičkog rada: smanjenjem potrebne koncentracije/vještine; smanjenje priprema za zadatak (na primjer, pristupom i uporabom podataka, alata ili daljnjeg osoblja). U svakom slučaju nastoji se brže dovršiti zadatak (a moguće je i prema višem standardu). Ultimativno napor redukcije označava pojednostavnjenje do točke eliminacije zadatka. Općenito, na primjer, automatizacija se može razmatrati na taj način, gdje se mnogi zadaci eliminiraju iz perspektive operatera. Automatizacija nije samo način za eliminaciju zadataka.

Tehnike vođenje dizajnom za smanjivanje ili eliminiranje 'napora' uključuju:

- **Dodavanje uređaja kako bi se pomoglo postojećim zadacima.** Često postoji prostor za dodavanje naprava kako bi se pomoglo postojećim zadacima prelaska, uključujući na primjer, mnoge različite markirane naprave s brzim otpuštanjem. Isto tako, naprave se mogu dodati kako bi se olakšalo rukovanje. Na primjer, mogu se instalirati kuglični ležajevi ili dizalice.
- **Izmjena hardvera ili proizvoda kako bi se pomoglo postojećim zadacima.** Nove se naprave ne dodaju: samo se postojeći hardver ili proizvod modificira. U praksi to je još jedna opsežna tehnika poboljšanja. Stoga, poznavanje povezanih primjera (na razini primjera matrice) može biti osobito korisno. Važne prilike mogu uključivati 'ključanice' ili lagane komponente.
- **Poboljšanje pristupa**. Zadaci prelaska mogu biti značajno inhibirani lošim pristupom. Kao što je prikazano ranijim prilozima, mogu postojati opcije kako bi se lakše pristupilo određenim točkama (na primjer, vijcima stezaljki). Za razliku od toga, može biti lakše ukloniti elemente stroja koji ometaju rad, te na taj način jednostavnije i brže postići potrebne razine pristupa. Kao što je dolje opisano, poboljšanje pristupa također se često razmatra istodobno sa zadacima mehanizacije – koji mogu ukloniti sve prethodne teškoće pristupa.

- **Aktivnost mehaniziranja**. Čak ni kada pristup nije problem, relativno složena mehanizacija/djelomična automatizacija ipak može biti opravdana. Manje složene opcije mehanizacije također se mogu uzeti u obzir: njihov utjecaj često može proturječiti komparativnoj jednostavnosti i trošku. Dostupni su mnogi vlasnički uređaji, na primjer, sustavi hidrauličkog učvršćivanja.
- **Izbjegavanje potrebe da bude prisutno više od jedne osobe.** Zadaci za jednu osobu tipično su u biti jednostavniji od zadataka s više osoba. Mogu se utvrditi neki određeni atributi zadataka za više osoba. Prvo, vjerojatno će postojati problemi optimalnog dijeljenja i organizacije pojedinih elemenata zadataka. Drugo, nije vjerojatno da svaka osoba ostane u potpunosti angažirana – bit će razdoblja čekanja, čak i kada se postigne optimalna distribucija posla. Treće, organizacija da potrebno osoblje bude dostupno (i za započinjanje zadatka, i zatim za ostatak trajanja) može biti značajan problem.
- **Smanjivanje sadržaja zadatka.** Mijenjanje sadržaja zadatka znači da se u biti rade iste stvari kao prije no, u biti, ima manje tih stvari za napraviti. Jedan bi primjer bio uporaba manje spojnica kako bi se pričvrstio zamjenski dio.
- **Brže provođenje automatskih zadataka.** Automatizirani zadaci prelaska u biti ne mogu biti poboljšani osim povratkom na prelazak dizajna. Katkad brzina automatiziranog zadatka može jednostavno biti 'okrenuta naviše'. Često se mogu napraviti suptilne promjene dizajna koje bi inače omogućile automatiziranom zadatku da ga se brže dovrši, ili kvalitetnije. Premda promijenjen, automatizirani zadatak, iz perspektive operatera, može ostati naizgled jednak kao i prije.
- **Posebni/kombinirani predmeti.** Može biti od koristi izdvojiti postojeće predmete prelaska u dva ili više dijelova u svrhu prelaska. Dobiva se prednost, ako je tako, pomicanjem samo onog dijela koji je potrebno pomaknuti, od onog što je izvorno bila potpuna komponenta. Ova tehnika često će imati dobar učinak u eliminiranju drugih zadataka do kojih je trebalo doći ranije (oni koji su potrebni kako bi se predmetu omogućilo da ga se pomakne kao jednostruk subjekt). Obrnuto, u drukčijim okolnostima, mogu se postići koristi kombiniranjem prethodno zasebnih predmeta kao većih subjekata kako bi se pomoglo, na primjer, u njihovu rukovanju i pozicioniranju.
- **Izbjegavanje potrebe za uporabom ručnih alata.** Komentari s obzirom na rad jedne osobe (gore) slično se primjenjuju s obzirom na uporabu alata: potencijalno je od koristi ako nije potrebno rabiti ručni ili poseban alat. To se obično može postići, na primjer, uporabom naprava s brzim otpuštanjem ili hidraulički pojačanim stezaljkama.

5.4. Uporaba metodologije matrice

Metodologija nastoji pomoći praktičaru u poboljšanju na raznim razinama. To pruža ili detaljno vodstvo ili globalnije vodstvo s obzirom na to gdje se može pronaći poboljšanje. Praktičara se poziva da se kreće između raznih razina matrice kako bi dobio uvid u potencijalne prilike za poboljšanje.

Praktičar na poboljšanju može biti uveden u matricu poznavajući (nakon revizije prelaska) 'suviške' koji se odnose na svaki zadatak prelaska. Alternativno, ako se ne rabi strategija 'redukcije', a posebno ako praktičar ima dobro iskustvo u poboljšanju prelaska, može se koristiti matrica samo kao kontrolna lista mogućih prilika za poboljšanje. Čak i tada, sveobuhvatna revizija ipak bi se trebala provesti.

Svrha metodologije je samo potaknuti ideje za poboljšanje. Nema nikakvih pravila s obzirom na to gdje je prvo potrebno tražiti ideje za poboljšanjem, niti gdje bi se uglavnom trebale tražiti ideje. Zapravo, predlažem da ideje poboljšanja budu tražene na što je više moguće različitih pozicija matrice. Takvo postupanje potiče da se sve potencijalne opcije barem uzmu u obzir, te pomaže u suzbijanju svake sklonosti koja bi inače bila prisutna u pristupu tima.

Sažetak Metodolgije matrice dan je u tablici 5.

Tablica 5. Tehnike poboljšanja matrice (sažetak)

	Poboljšanje vođeno organizacijom	**Poboljšanje vođeno dizajnom**
ONLINE AKTIVNOST	▪ Pomakni zadatke gdje je to moguće na vanjsko vrijeme ▪ Provodi zadatke više paralelno ▪ 'Kompaktirati' zadatke više zajedno (skrati razdoblja čekanja operatera) ▪ Prelomi međuovisnost zadataka (org.)	▪ Prelomi međuovisnost zadataka
PRILAGODBA	▪ Poznaj i rabi prethodno utvrđene postavke ▪ Definiraj inspekcijske parametre kako bi se označio dovršetak prilagodbe ▪ Shvatiti moguće međuodnose postavki ▪ Pozabavi se zahtjevima preciznosti (org.) ▪ Izbjegavanje oštećenja	▪ Automatska prilagodba ▪ Pozabavi se zahtjevima preciznosti ▪ Uzmi u obzir uporabu opreme za praćenje pozicije/stanja ▪ Učini predmete robustnijima (manje sklonima šteti ili trošenju) ▪ Unaprijedi kvalitetu predmeta
VARIJACIJA	▪ Provedi standardne procedure prelaska ▪ Prethodno provjeri da predmeti prelaska budu prisutni prema potrebi ▪ Prethodno provjeri da standardi kvalitete predmeta prelaska budu postignuti ▪ Uzmit u obzir ponovno sekvenciranje serija	▪ Djeluj na standardne karakteristike zamjenskih dijelova ▪ Djeluj na standardne karakteristike proizvoda ▪ Standardiziraj karakteristike strojnog sustava ▪ 'Sigurnosna' lokacija
NAPOR	▪ Eliminiraj suvišne zadatke ▪ Pozabavi se problemima koji se pojave ▪ Učinkovita radna praksa ▪ Koristititi najbolji pomoćni alat/rukovanje/skladištenje ▪ Osiguraj izvrsnu identifikaciju ▪ Osiguraj čistoću	▪ Dodaj naprave kako bi pomogao postojećim zadacima ▪ Modificiraj hardver/proizvod kako bi pomogao postojećim zadacima ▪ Poboljšaj pristup ▪ Mehaniziraj aktivnost ▪ Postavi rad za jednu osobu ▪ Smanji sadržaj zadatka ▪ Brže provodi automatizirane zadatke ▪ Razdvoji/kombiniraj predmete ▪ Izbjegavaj uporabu ručnog alata

5.5. Model referentnog prelaska

Kao i kod metodologije matrice, to je alat za uporabu u općem koraku metodologije 'razvijanje operativne strategije'. Njegova uporaba zahtijeva skroz drukčiji pristup u odnosu na onaj koji se koristi kada se rabi metodologija matrice.

Referentni prelasci opisuju koliko se dobro neki prelazak može provesti nakon što je izvedeno samo organizacijsko poboljšanje. Izvođenje modela referentnog prelaska uglavnom je vježba u identificiranju labavosti – inferioran ili nepotreban rad, ili loša dodjela zadatka – koja se javlja unutar postojeće prakse. Referentni prelazak ne opisuje granicu poboljšanja koja je moguća jer ne razmatra eksplicitno poboljšanje koje rezultira dodatno iz prelaska dizajna.

Referentni prelazak je slikoviti model. Njegova točnost – i njegova korisnost – odražava se u naporu koji se ulaže kada ga se izvodi. Njegova korisnost nije ograničena na procjenu ograničenja organizacijskog poboljšanja. Kao što će biti prikazano, izvođenje referentnog prelaska treba pružiti svježu percepciju mogućih prilika za poboljšanje. To također omogućuje uvid u minimalan mogući doprinos prelaska dizajna, ako ga uopće ima, kako bi se postigli određeni ciljevi poboljšanja.

Dostupne su i daljnje prednosti izvođenja referentnog prelaska. Referentni prelazak može biti od velike koristi u procjenjivanju vjerojatnog utjecaja različitih opcija poboljšanja (i one koje se temelje na organizaciji i one koje se temelje na dizajnu). Referentni prelazak također ima posebnu uporabu u određivanju koristi u lomljenju međuovisnosti zadataka, te u određivanju približne vrijednosti vjerojatnog opsega razdoblja rada.

- **Manje strukturiran pristup u traženju boljih prelazaka**

Kada se razmisli o onome što sam napisao u prethodnim poglavljima: strategija 'redukcije'; rigorozna revizija prelaska; metodologija matrice. To su komponente veoma strukturiranog iterativnog procesa. Ta struktura ima namjeru dodijeliti svijest o cijelom spektru važećih opcija za poboljšanje, neke od kojih se možda inače nisu mogle uzeti u obzir.

Pristup u izvođenju referentnog prelaska ne mora biti toliki. To je zato što su opcije poboljšanja koje referentni prelazak uzima u obzir mnogo uže u svom obimu. Ukratko, ciljevi referentnog prelaska su jednostavniji. Njegovo izvođenje, sukladno tome, također je jednostavnije. U praksi model referentnog

prelaska pruža široki uvid u potencijalne opcije poboljšanja – povrh onih koje se razmatraju u njegovu izvođenju. Taj uvid treba nadopuniti ono što se dobije kada se koristi metodologija matrice.

- **Procjena i dogovaranje referentnog učinka za svaki zasebni zadatak prelaska**

Potreban prvi korak je dogovoriti 'optimalan' učinak zauzvrat za svaki pojedinačni zadatak koji prelazak sadržava. Riječ 'optimalan' potrebno je definirati. Ne rabi se kako bi značila najbolji mogući učinak koji se može postići. Da uzmem jedan ekstreman primjer, operater može raditi nerealno ako ga se promatra dok mu prijeti otkaz. Ne, 'optimalan' ima namjeru značiti pošten i dobar rad koji se može ponoviti bez ometanja ili odvlačenja pažnje. U smislu radne studije to se katkad naziva naporom od 100%, ili osnovno vrijeme za dovršetak svakog zadatka prelaska. Odlučivanje o toj razini učinka može biti teško. Unutar tima, oni koji provode zadatke prelaska trebaju pomoći odlučiti što predstavlja optimalan učinak. Sirovi podaci koji omogućuju donošenje odluka, tipično, se daju revizijom videa prelaska. Video će prikazati lošu praksu koja se može izvesti iz snimljenih vremena zadataka (premda se može dati dopuštenje da operativa prelaska zapravo radi prebrzo dok ih se snima).

Jednom kada su izolirani, i jednom kada je dogovoreno optimalno ili referentno vrijeme za svaki zadatak, dostupni su građevni blokovi za konstruiranje modela slikovnog referentnog prelaska.

Zadatak se predstavlja kao jednostavna vodoravna crta čija duljina predstavlja trajanje. Početno vrijeme je ono koje je izvorno bilo snimljeno, a koje može uključivati elemente kao što je čekanje da se oslobodi ručni alat, nepotrebno hodanje oko stroja ili stavljanje zaštite na nepotrebno čudne i/ili udaljene lokacije. Ta i ostale takve neučinkovite prakse dovode da zadatak bude dulji.

Model referentnog prelaska zahtijeva da dođe do optimalnog učinka unutar granica postojećeg proizvodnog sustava (tj. Ne mijenjajući ni na koji način postojeće resurse). Model referentnog prelaska, ako proteklo vrijeme prelaska treba biti što je kraće moguće, zahtijeva da svi zadaci koje se može izvesti u vanjskom vremenu budu provedeni u vanjskom vremenu. Model slično zahtijeva također da dođe do optimalne distribucije zadataka među dostupnim resursima (uglavnom osoblje). Osim toga, svi predmeti prelaska koje je potrebno koristiti trebaju imati potrebnu kvalitetu (prikladni za svoju svrhu) – usporedivo s provođenjem prelaska bez ometanja ili odvraćanja.

Prvi zahtjev da svi mogući zadaci budu izvedeni u vanjskom vremenu znači da će svi predmeti korišteni tijekom prelaska biti odmah dostupni. Također je potrebno napomenuti da se opcija ‘konvertiranja’ zadataka na vanjsko vrijeme – koje na drugom mjestu procjenjujemo kao pružanje paralelne opreme – ne

uzima u obzir zato što referentni prelazak namjerno daje model za ono što se može postići strogo unutar okvira postojećih resursa.

5.5.1. Korištenje modela referentnog prelaska

Ovdje ću govoriti o nekim načinima na koji model referentnog prelaska može biti koristan. Te su prednosti dodatak glavnim prednostima koje su već postignute tijekom izvođenja modela; procjena lošeg učinka, ili labavosti unutar postojećeg prelaska.

Potrebno je iskoristiti priliku kako bi se ponovno vrednovalo kako se pojedini zadaci dodjeljuju, uključujući i slijed kojim se izvode. Tako radeći, potrebno je tražiti prilike kako bi se: izveli zadaci više u vanjskom vremenu; kako bi se zadaci provodili više paralelno; 'kompaktiranje' zadataka). U tom kontekstu model referentnog prelaska može dati značajan uvid u povezano pitanje resursa.

Mogu postojati poteškoće u uspostavljanju onog što predstavlja potrebnu kvalitetu predmeta prelaska. Poseban primjer može biti trošenje predmeta prelaska, što postupno i s vremenom vodi do degradacije učinka prelaska. Katkad može biti teško procijeniti koja se vremena zadataka mogu očekivati.

Mogućnosti ponovne raspodjele zadataka bit će ograničene međuovisnostima između zadataka, što se odnose na ograničenja koja su nametnuta drugim zadacima s obzirom na to kada se može provesti specifičan zadatak. Model referentnog prelaska je moćan alat za određivanje opsega tih ograničenja, te za utvrđivanje prilika za poboljšanje.

- **Kamo usredotočiti napore za poboljšanje**

Kao gore za specifična pitanja ponovne dodjele zadataka i resursa, model referentnog prelaska također je važan s obzirom na sve ostale opcije potencijalnog poboljšanja. Prvo, pomaže članovima tima da odaberu postojeće zadatke prelaska kod kojih će poboljšanje biti od posebno značajne koristi. Drugo, omogućuje da se vjerojatan utjecaj tih poboljšanja jednostavnije procijeni.

Model referentnog prelaska može biti od posebne pomoći u određivanju i mogućnosti i koristi eliminiranja blokova zadataka – nešto što do sada nije uvijek bilo jednostavno. Uporabom modela referentnog prelaska poželjnost eliminiranja takvog bloka zadataka može se spremno utvrditi.

- **Kvaliteta predmeta u kontekstu ponavljanja prilagodbi**

Ponavljanje prilagodbe odnosi se na ponovljeni ciklus zadataka pokusa i pogreške koji uključuju vršenje prilagodbe, a zatim testiranje te prilagodbe. Jedna posebna prilika za eliminiranje blokova zadataka (gore) može biti reduciranje broja ponavljanih prilagodbi do kojih dolazi. Često će se ponavljanju prilagodbe, ako je ima, svjedočiti tijekom faze rada.

5.5.2. Odlučivanje o tome koje je opcije poboljšanja potrebno usvojiti

Odabrao smo detaljno opisati i reviziju prelaska i utvrđivanje potencijalnih opcija poboljšanja. Ovaj rad vodi tim kroz dobar dio pripremne i provedbene faze ukupne metodologije. Za sada, međutim, nije trebalo donijeti nikakvu konačnu odluku u vezi s time kako treba doći do poboljšanja (od potencijalnih opcija koje su identificirane). Ipak unutar općeg koraka metodologije 'razvoj operativne strategije' sada je potrebno odlučiti s kojom od predloženih opcija za poboljšanje treba nastaviti.

- **Ponovno razmatranje potrebe za temeljitošću nepreskriptivnog poboljšanja**

Ovaj pristup zahtijeva značajan pripremni rad prije nego se naprave stvarna poboljšanja. Taj pripremni rad može se činiti suvišnim. Ovo mišljenje možda će posebno imati oni koji ovaj pristup usvajaju po prvi puta. Svakako, ovaj se posao može činiti posebno opsežnim u usporedbi s uobičajenijim preskriptivnim pristupom za poboljšanje prelaska. To je pak, u biti, ključ alternativnog pristupa: namjerno se traži nepreskriptivan format poboljšanja. Ako će biti uspješan, nepreskriptivan pristup zahtijeva opsežno razumijevanje unaprijed i postojećeg prelaska i različitih opcija poboljšanja. Najbolje opcije poboljšanja zatim se mogu odabrati po zasluzi. Obrnuto, preskriptivan pristup inherentno je prethodno fokusiran na to koje je opcije poboljšanja potrebno usvojiti (ili ne usvojiti), bez obzira na prikladnost s obzirom na trenutnu situaciju prelaska.

- **Pitanja koja je potrebno uzeti u obzir izvan vjerojatne uštede vremena koja će se postići**

Prije konačnog odlučivanja koje će se opcije poboljšanja usvojiti, i prije formalnog postavljanja tih opcija kao ciljeva, važno je da se razmotre sva primjerena pitanja. Ta će se pitanja protegnuti onkraj uštede vremena koje će poboljšanje vjerojatno sa sobom dovesti. Neka od pitanja su:

- **Budi upoznat sa sposobnostima svakog člana tima**. Poželjno je razumjeti sposobnosti/vještine/iskustvo članova tima (ili onih koji inače provode predložene promjene), kako bi se osiguralo da se promjena može realno postići u skladu s planom. Drugim riječima, poželjno je razumjeti ograničenja tima.
- **Shvatiti da poboljšanje vremena prelaska nije sve što se traži**. Utjecaj predloženih promjena treba biti procijenjen onkraj njihova doprinosa vremenu prelaska. Značajna razmišljanja uključivat će kvalitetu prelaska; održivost; mogu li se iz dekvalifikacije izvući prednosti; postoje li prednosti u smanjivanju broja operatera potrebnih za dovršetak utvrđenih zadataka.
- **Održavanje punog angažmana tima**. Članovi tima bi idealno svi trebali biti angažirani u provođenju poboljšanja. U normalnim okolnostima ne bi trebalo biti prilika kad su neki članovi tima zauzeti, recimo, narednih nekoliko tjedana, dok ostali članovi imaju malo ili uopćen nemaju posla. Druga motivacijska i pitanja uključenosti također može biti potrebno riješiti, posebice na početku inicijative. Umjesto da se krene s 'velikim hitom', možda je razumnije započeti seriju jednostavnih početnih poboljšanja, ili jedno poboljšanje kojem svi članovi tima mogu zajedno doprinijeti. Odabir neke prosječne ideje na kojoj će se raditi s entuzijazmom također je vjerojatno bolja opcija od odabira onog što se čini izvrsnom idejom, ali koja pobuđuje malo interesa kod onih koji je trebaju izvesti. U tom i ostalim pogledima, voditelj tima može imati važnu ulogu u usmjeravanju napretka inicijative.
- **Procjena komparativnog rejtinga troška i učinkovitosti za svaku ideju.** Važno je da trošak svake predložene promjene treba biti uspoređen s njezinom učinkovitošću. Na taj način, tim će moći bolje napredovati s inicijativom unutar ciljeva globalnog troška i poboljšanja (postavljeno kao posljednji korak strateške faze inicijative). S obzirom da je to usporedna procjena, ideja o visokom trošku i visokoj nagradi može rangirati jednako kao i ideja o niskom trošku i niskoj nagradi.
- **Uzmi u obzir vrijeme provedbe.** Vrijeme provedbe predloženog poboljšanja također je potrebno uzeti u obzir. Postoji li, na primjer, korist u traženju većeg prelaska koji se možda može provesti za 5 tjedana, ako bi se u tom vremenu bilo dovršilo mnogo drugih manjih prelazaka?
- **Razmotri je li potrebno prevladati poboljšanja**. Razmatraju li se poboljšanja koja kasnije (naknadnim poboljšanjima) imaju dobru šansu da ih se u biti revidira, ili sasvim eliminira?
- **Očuvanje svjesnosti o sigurnosti**. Utječu li predložene ideje prelaska na bilo koji način sigurnosti?

- **Konačno odlučivanje koje opcije poboljšanja usvojiti: tablica odluka**

Članovi tima trebaju skupno odlučiti za kojom će se od predloženih opcija poboljšanja ići. Jednostavna, vidljiva vježba vaganja je sve što je potrebno, jer vježba ne treba biti (a niti neće) sasvim precizna: procjene se vrše u svim fazama.

Prilog 3. predstavlja dokument koji se može koristiti. Zabilježene su različite opcije koje se razmatraju. Kvalitativna procjena zatim se daje u kasnijim stupcima. Ocjena s 2 kvačice , na primjer, veoma zagovara odabir te opcije. Obrnuto, kao druga krajnost, dvostruko stupnjevan negativan rejting (dva križića) upućuje na to da su vjerojatni značajni problemi. Prilog 3. također može imati u uporabi poseban simbol (*), koji označava da je potrebna vanjska pomoć (timu).

- **Objašnjenje stupaca tablice vrednovanja**

Korišteni stupci bave se gore razmatranim pitanjima. Prvo, zadatak prelaska koji se traži kako bi se postiglo poboljšanje se bilježi, uključujući trenutno vrijeme. Zatim se unose pojedinačne ideje poboljšanja. Potrebno je zabilježiti procijenjenu uštedu vremena za svaku ideju.

Unos koji se vrši u stupac procjena troškova i koristi ne mora biti veoma točan te ga zato i ne treba naveliko razmatrati. Ipak, procjena treba biti dovoljno dobra kako bi dala značajnu usporedbu između različitih ideja poboljšanja. Ovdje se radi komparativna procjena troška ideje nasuprot uštedi vremena koja će se postići.

Potrebno je procijeniti i ostali utjecaj primjene ideje. Unosi trebaju obuhvatiti svaku vjerojatnu korist (ili kaznu) koja proizlazi povrh uštede vremena od prelaska. Lakoća s kojom se poboljšanje održava jedan je čimbenik koji se može uzeti u obzir. Još jedan važan čimbenik može biti vjerojatan doprinos ideje na kvalitetu prelaska.

Stupac pitanja provedbe pokriva niz različitih pitanja. Prvo, koristi se kako bi se odredilo je li vjerojatno da se neka ideja zamijeni. Također treba uzeti u obzir motivacijska i pitanja uključenosti članova tima. Ostala pitanja, naprimjer potreba da se linija zaustavi kako bi se napravila modifikacija, također trebaju biti razmatrana. I na kraju, stupac treba procijeniti potrebu za vanjskom ekspertizom kako bi se ideja provela.

PRELAZAK (zadatak)	Poboljšanje ideja	PROCIJENJENA UŠTEDA VREMENA	Procjena troškova i koristi	Ostalo (učinak)	Pitanje provedbe	KONAČAN RANG
Procjena: ✓✓- veoma pozitivno, ✓- pozitivno, × - negativno, ×× - veoma negativno						

Prilog 3. List procjene opcije poboljšanja

- **Postavljanje lokalnih ciljeva**

Lokalni ciljevi mogu biti dokumentirani na dvije razine. Prvo, potrebno je uzeti u obzir koje se informacije čine dostupnima za opću potrošnju. Obično autori predlažu da te informacije uvelike budu neograničene, tako da svi koji rade u tvornici budu svjesni onog što se događa u mjeri u kojoj to žele. Informacije, uključujući dijagrame, mogu biti prezentirane na oglasnoj ploči.

Drugo, potreban je dokument kako bi se pomoglo unaprijediti poboljšanja za koja se tim odlučio. Treba zapisati što je potrebno učiniti, tko će provoditi te aktivnosti i kada se očekuje dovršetak. Tablica koja ispunjava te funkcije opisana je u sljedećem dijelu.

- **Aktivnosti faze provedbe**

Metoda koju sam ovdje opisao uključuje jednostavnu tablicu s vidljivom predanošću. Ona je poznata kao tablica 'PDCA' – '*Plan'; 'Do'; 'Check'; '(re) Act'*. Iznosi ciljeve tima za poboljšanjem, te zatim pruža dokumentaciju koja je potrebna za konačnu fazu inicijative.

Od članova tima traži se da popune poboljšanja – ili da sami nadgledaju dovršetak. Isto kao i kod dovršetka fizičkih prelazaka, također postoji obveza samoizvješćivanja napretka, uključujući motrenje da su promjene izvršile učinak koji se od njih očekivao.

Primjer uporabe PDCA tablice prikazan je na slici 18. Dokument se mora koristiti na način gdje ga procjenjuju svi članovi tima. Unose se sva poboljšanja koja je potrebno provesti.

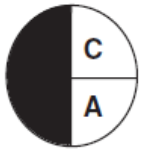
Četiri PDCA (ili, bolje , P-D-C-A) kategorije iznijete su oko kruga i unijete kako ih se dovršava.

Dovršetak četiriju PDCA faza može se jednostavno navesti:

PLAN:
(complete)

Plan poboljšanja bit će dovršen kada se doda novi zadatak PDCA tablici (to jest, bit će potrebno izabrati iz niza potencijalnih opcija poboljšanja). Unos kategorija '**Plana**' označava dovršetak koraka planiranja (ili pripreme).

DO:
(complete)



Unos '**Učini**' kategorije nakon fizičkog dovršetka planiranih poboljšanja. Za organizacijske aspekte ovo treba uključivati poučavanje o revidiranim procedurama prelaska.

CHECK:
(complete)

Unos kategorije '**Provjeri**' jednom kada je učinkovitost poboljšanja provjerena. Ovo će normalno biti moguće samo kada se poduzme 'stvaran' potpuni prelazak, u kojem se taj prelazak koristi.

ACT:
(complete)

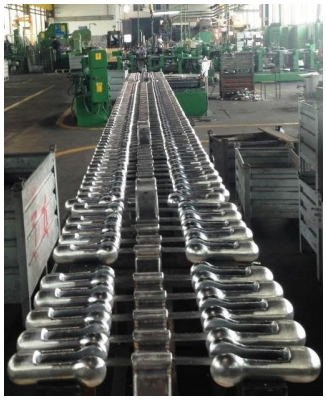
'**Djelovanje**' u smislu prelaska znači djelovati kako bi se zacementiralo poboljšanje koje je učinjeno. To će tipično sadržavati pisanje unutar revidiranog standardnog postupka prelaska (koji se normalno događa u intervalima, kada se serije poboljšanja pišu zajedno u revidirani postupak, a poduzima se i edukacija)

Slika 18. Uporaba PCDA tablice

Ovo poglavlje opisuje rad koji treba poduzeti tim za poboljšanja internih prelazaka. To je opis strukturiranog, vidljivog, participativnog radnog programa. Za mnoge inicijative taj rad predstavlja srž općeg napora poboljšanja. Rad koji poglavlje opisuje nije trivijalan, uglavnom zato što se zagovara poduzimanje poboljšanja koja su i pažljivo utvrđena i pažljivo vrednovana. Posebno, nastojim utvrditi rješenja kako bi se nadvladale teškoće revizije prelaska. Ovaj pristup se razlikuje od onog uobičajenijeg i inherentno jednostavnijeg - pristupa preskriptivnog poboljšanja.

6. Provođenje SMED-a u Dalekovod proizvodnji d.o.o.

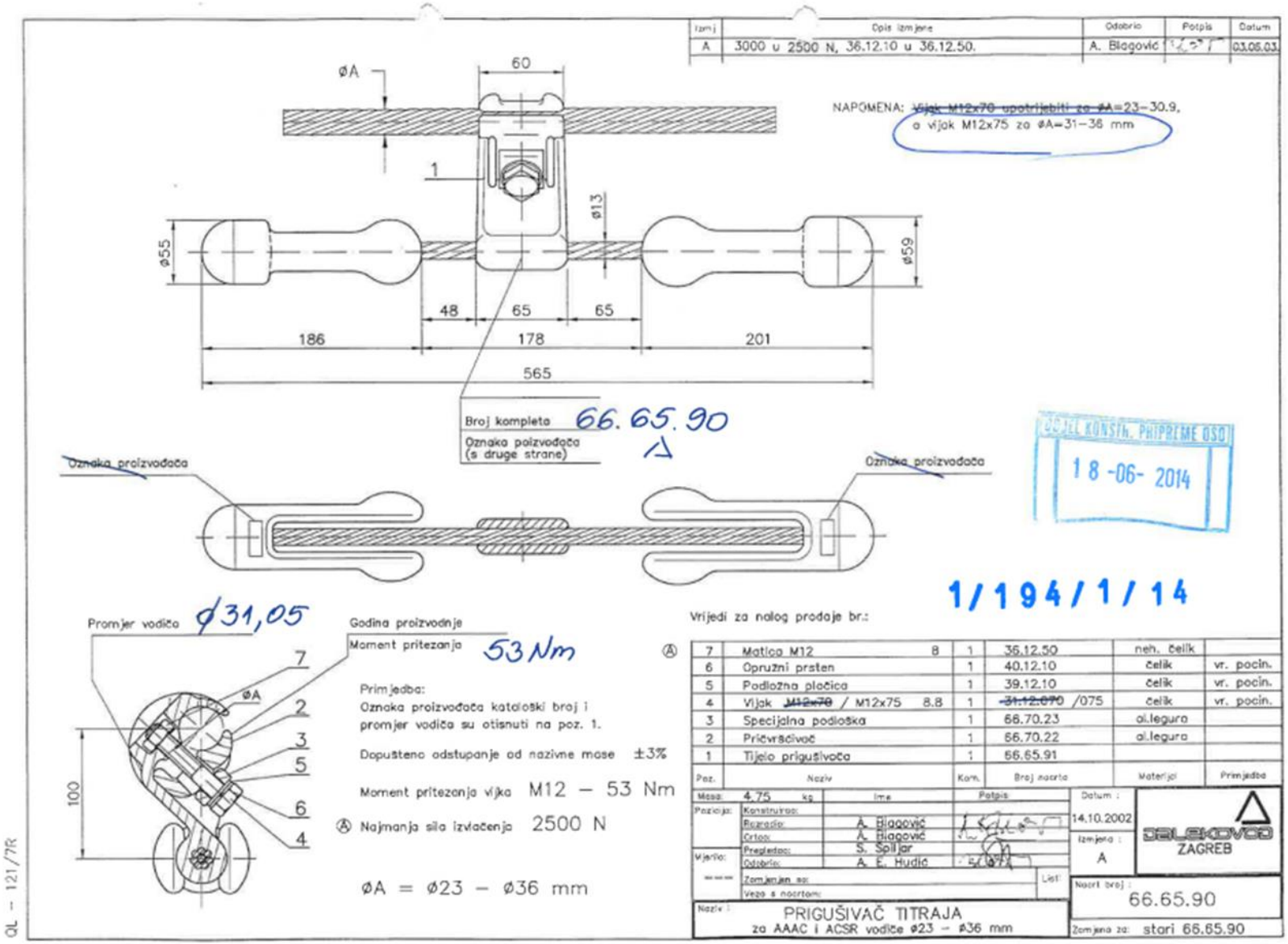
SMED metodologija je izrazito pogodna za primjenu kod proizvodnji sa relativno malim serijama, te velikim brojem radnih naloga u kratkom vremenu. Kako procesi upravljanja proizvodnjom unutar trgovačkog društva Dalekovod proizvodnja d.o.o. odgovaraju prethodno navedenim kriterijima odlučio sam upravo tu provesti praktičan dio implementacije SMED meodologije. Samo poboljšanje izmjene alata sam odlučio napraviti na horziontalnom stroju za lijevanje, koji sudjeluje u procesu izrade proizvoda PRIGUŠIVAČ TITRAJA. Prilikom izrade ovog proizvoda se koristi nekoliko raznovrsnih tehnologija. Tijelo prigušivača se izrađuje u jednom dijelu kroz dva procesa lijevanja materijala oko užeta, dok se odlivene komponente obrađuju tehnologijama obrade odvajanjem čestica.



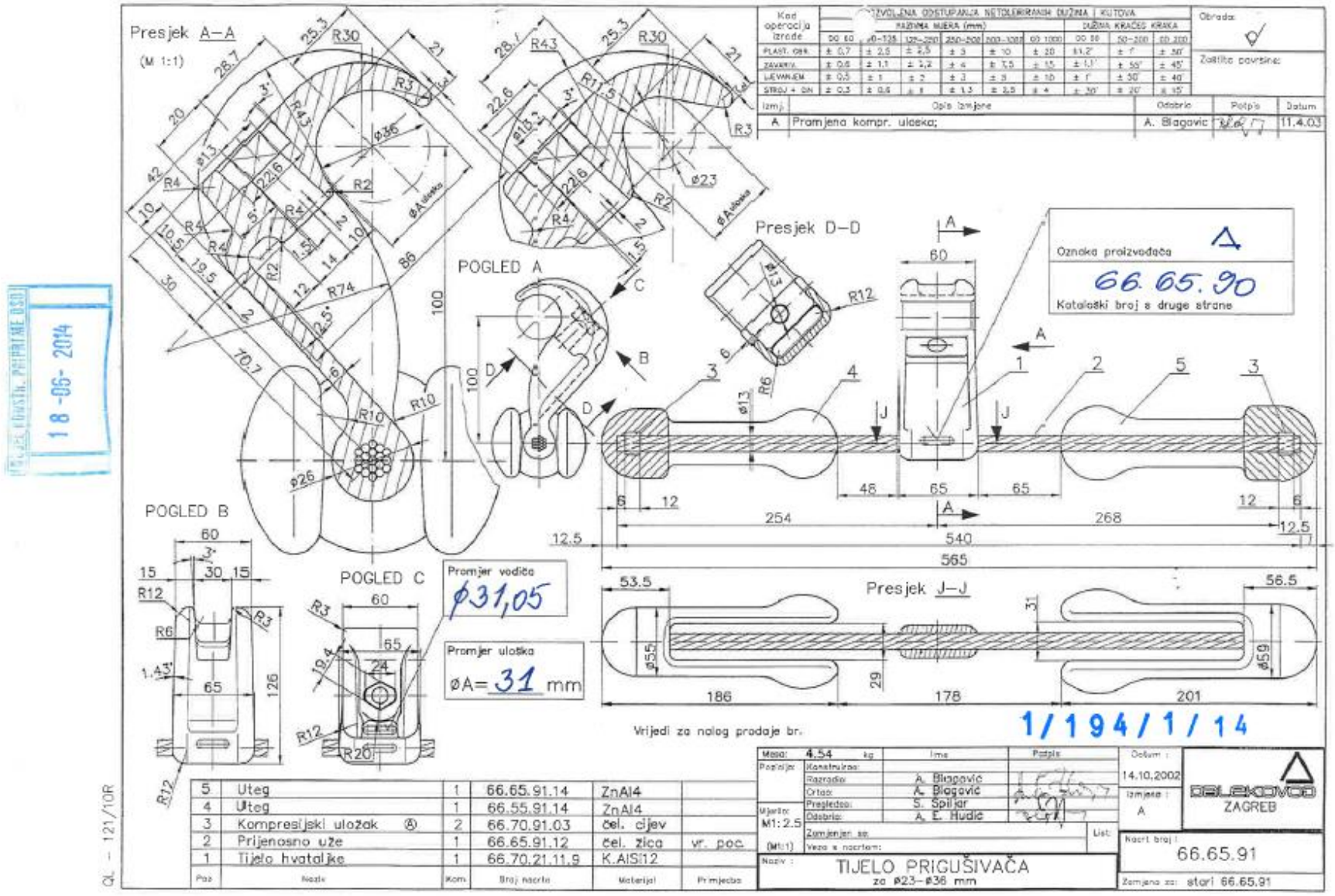
Slika 19. Prigušivači titraja spremni za otpremu

Cijeli proces proizvodnje prigušivača titraja se odvija unutar pogona za lijevanje, te se i cijeli proces izmjene alata vrši unutar tog pogona. Kako bi došlo do redukcije u vremenu prilikom pripremanja proizvodnje za proizvodnju prigušivača titraja, odlučio sam provesti SMED metodu na stroju za horizontalno lijevanje koji ima relativno veliko vrijeme izmjene alata. Proces promjene alata na horizontalnom stroju za lijevanje se najčešće sastoji od pet faza:

- skidanje postojećeg alata,
- zamjena alata,
- podešavanje stroja,
- grijanje alata i probni rad

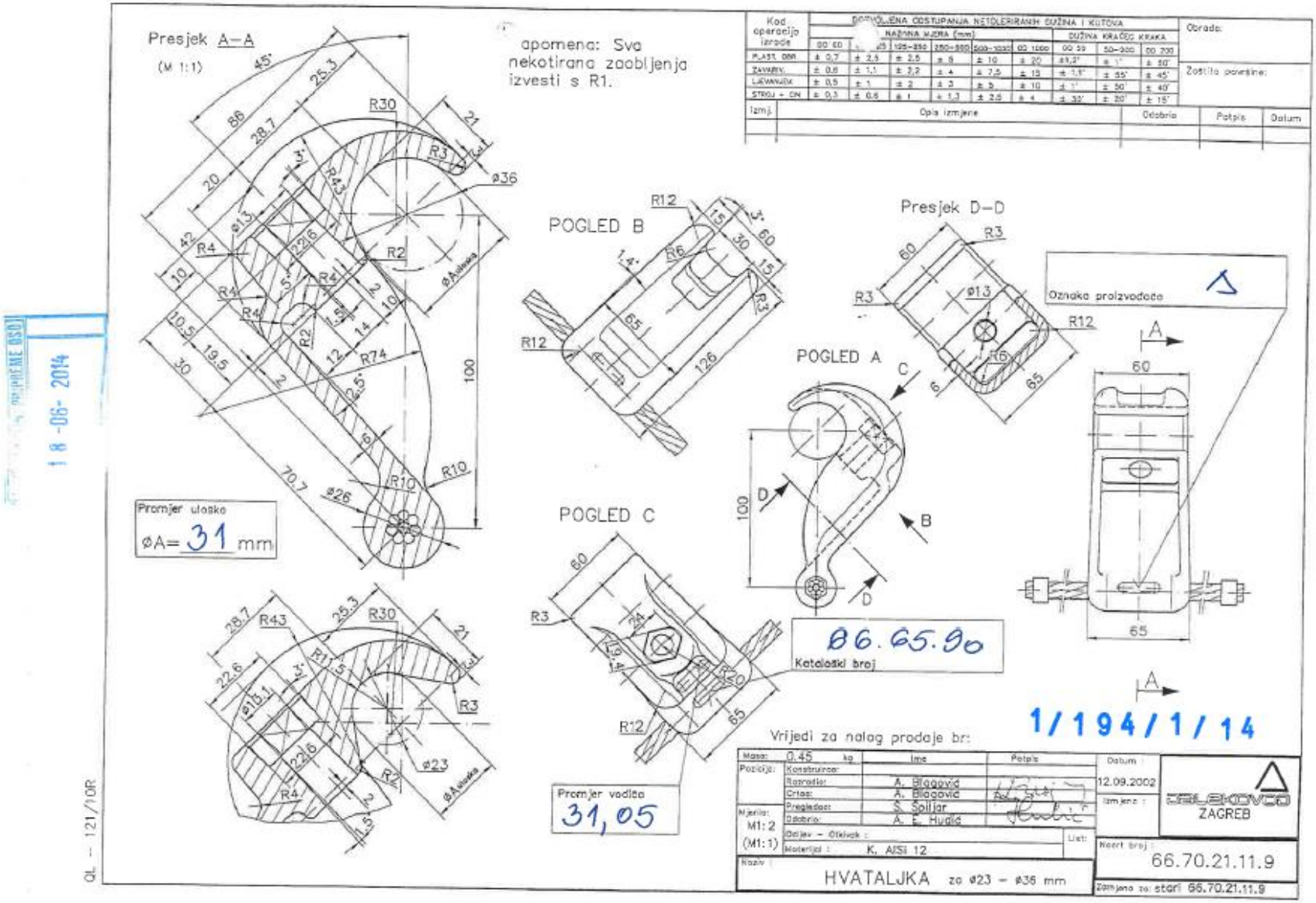


Slika 20. Sklopni crtež prigušivača titraja



18-06-2014

Slika 21. Tijelo prigušivača



Slika 22. Hvataljka Prigušivača titraja

6.1. Snimanje postojećeg procesa i formiranje tima

Svaka ozbiljnija SMED analiza se vrši na način da se odrede ljudi koji će implementirati ovu metodu, te da se postojeće stanje snimi i kvalitetno dokumentira, i naravno nađu riješenja za postojeće probleme ako je to moguće. Za snimanje samog procesa je formiran tim od troje ljudi, te sam svima podijelio kratke upute i objasnio SMED metodologiju i način dokumentiranja izmjene alata. (vidi tablica 6.)

Tablica 6. Kratke upute o SMED metodologji

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

Dokumentacija aktivnosti se vrši:

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

Tijekom snimanja je potrebno vršiti samo bitne zabilješke.

3. TREĆI KORAK – podjela vanjskih aktivnosti

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

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

4. ČETVRTI KORAK – promjena unutanjih aktivnosti u vanjske

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

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

5. PETI KORAK – pojednostavljenje ostalih aktivnosti

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

- Uklanjanje vijaka (npr. korištenje drugih vrsta funkcionalnih hvataljki)
- Eliminacija prilagodbi (npr. korištenje standardnih postavki, korištenje vidljivih linija)
- Eliminacija nepotrebnih pokreta (npr. reorganizacija radnog prostora)
- Standardiziranje hardvera (smanuje se potreba za više različitih alata)
- Izvođenje paralelnih operacija
- Automatizacija

Nakon što je održana kratka radionica o SMED metodologiji, krenulo se sa samim snimanjem procesa. Cijeli proces izmjene alata se mjerio od zadnjeg proizvedenog poluproizvoda/proizvoda na prethodnom alatu do trenutka kada su izbačeni prvi proizvodi zadovoljavajuće kvalitete na novom alatu. Sam proces izmjene alata je obuhvaćao:

- SKIDANJE POSTOJEĆEG ALATA
- POSTAVLJANJE NOVOG ALATA
- GRIJANJE ALATA

Važno je napomenuti da su prilikom izmjena alata (kokila), nove kokile za lijevanje hvataljke s užetom bile već pripremljene u radionici za sklapanje kokila. Naime sam pogon ljevaone ima skladište za kokile koje trenutno nisu u uporabi, te se kokile prije stavljanja na stroj moraju sklopiti i pripremiti za montiranje i rad. Pozitivno je to što se te kokile sklapaju u radionici tijekom proizvodnje, odnosno planiranje proizvodnje je proaktivno i ne čeka pojavu problema. Proces izmjene alata je bilježen u listovima za reviziju (prema prilozima 1 i 2, poglavlje 4.5.1. i 4.5.2.). Početno stanje je dokumentirano u dolje navedenim listovima za reviziju.

Tablica 7. Naslovna strana lista za reviziju (snimljeno početno stanje)

<table>
<tr><td colspan="2">Oprema prelaska: Horizontalna kokila (Hvataljka sa užetom za prigušivač tiraja)
Snimio: Ivan Lekšić

Broj dokumenta: 1</td><td>Datum/Vrijeme: 3.7.2014

Osoblje prelaska: Radnik 1 (R1), Radnik 2 (R2), Radnik 3 (R3)</td></tr>
<tr><td>Početak prelaska

Vrijeme početka: 7.30</td><td>Prva verzija
Proizvedeno u: 56 MINUTA</td><td>Prelazak dovršen

Dovršeno u: 8:25</td></tr>
<tr><td colspan="3">PRELAZAK od/na:

Prelazak sa postojeće horizontalne kokile na kokilu za lijevanje hvataljke s užetom kod proizvoda PRIGUŠIVAČ TITRAJA</td></tr>
</table>

Tablica 8. List za reviziju izmjene alata (snimljeno početno stanje)

Oznaka dokumenta: **SKIDANJE POSTOJEĆEG ALATA** Trajanje: **7,5 minuta**				Br. lista: 1		
DIO 1				**DIO 2**		
Zadatak (Detaljno)	**Vrijeme (dovršetka) (min.)**	**Tko?**	**Napomene**	**Aktivnost (vrsta)**	**Trajanje (min.)**	**Prilika za redukciju**
Čišćenje i zatvaranje kokile	1	R1		Unutarnja	1	
Stavljanje kuke za prijenos sa mostnom dizalicom sa kokile (1 navoj)	1,5	R1		Unutarnja	0,5	
Demontaža jedne strane kokile (2 navoja)	2,5	R1		Unutarnja	1	
Demontaža druge strane kokile (2 navoja)	3,5	R1		Unutarnja	1	
Dizanje alata sa mostnom dizalicom i prijenos do mjesta za hlađenje	7,5	R1		Unutarnja	4	Mjesto za hlađenje postaviti bliže stroju

Oznaka dokumenta: **POSTAVLJANJE NOVOG ALATA** Trajanje: **8 minuta**				Br. lista: 2		
DIO 1				**DIO 2**		
Zadatak (Detaljno)	**Vrijeme (dovršetka) (min.)**	**Tko?**	**Napomene**	**Aktivnost (vrsta)**	**Trajanje (min.)**	**Prilika za redukciju**
Stavljanje alata na viličar i prijevoz do mostne dizalice	8,5	R1		Unutanja	1	
Stavlajnje alata na mostnu dizalicu i prijenos do stroja	11,5	R1		Unutarnja	3	
Pozicioniranje alata na stroj	12,5	R1	Alat je na mostnoj dizalici	Unutarnja	1	Napraviti oznake za pozicioniranje kokile
Montaža jedne strane kokile (2 navoja)	13,5	R1	Alat se skida sa mostne dizalice	Unutarnja	1	Alat za stezanje posložiti
Montaža druge strane kokile (2 navoja)	14,5	R1		Unutarnja	1	
Skidanje kuke za prijenos sa mostnom dizalicom sa kokile (1 navoj)	15	R1		Unutarnja	0,5	
Probni rad kokile	15,5	R1		Unutarnja	0,5	

Oznaka dokumenta: **GRIJANJE ALATA** Trajanje: **39 minuta**				Br. lista: 3		
DIO 1				**DIO 2**		
Zadatak (Detaljno)	**Vrijeme (dovršetka) (min.)**	**Tko?**	**Napomene**	**Aktivnost (vrsta)**	**Trajanje (min.)**	**Prilika za redukciju**
Postavljanje nosača za brener i donošenje aparature za zagrijavanje alata	17,5	R2	Problemi sa pozicioniranjem nosača	Unutarnja	2	Aparatura za zagrijavanje treba biti pokraj stroja
Donošenje aparature za čišćenje kokile prilikom proizvodnje	19,5	R2		Unutarnja	2	Aparatura za čišćenje kokile treba biti pokraj stroja
Spajanje aparature za zagrijavanje alata i početak zagrijavanja	20,5	R2,R3	Brener na nosaču sam zagrijava alat cijelo vrijeme	Unutarnja	1	**Zagrijavanje alata obaviti prije sam montaže alata**
Namještanje grijača alata	21	R2		Unutarnja	0,5	
Vađenje nečistoća iz taline	24	R2		Unutarnja	3	
Čišćenje lonca za prijenos taline	30	R2		Unutarnja	6	
Čišćenje materijala (dekapiranje taljevine)	37		Problem plamea za zagrijavanje alata, provjerava zagrijavanje alata	Unutarnja	7	
Vađenje nečistoće iz taline	37,5	R2		Unutarnja	0,5	**Čišćenje taline obaviti prije montaže alata**
Pripremanje žice za proizvodnju	38,5	R2	Problem plamena za zagrijavanje alata	Unutarnja	1	

Oznaka dokumenta: **GRIJANJE ALATA** Trajanje: **39 minuta**				Br. lista: 4		
DIO 1				**DIO 2**		
Zadatak (Detaljno)	**Vrijeme (dovršetka) (min.)**	**Tko?**	**Napomene**	**Aktivnost (vrsta)**	**Trajanje (min.)**	**Prilika za redukciju**
Provjeravnje zagrijanosti alata	43,5	R2	Problem plamena	Unutarnja	5	
Alat je zagrijan, miče se oprema za zagrijavanje	44,5	R2		Unutarnja	1	
Priprema za ljevanje, špricanje kokile	46,5	R2		Unutarnja	2	
Kreće se sa ljevanjem poluproizvoda	52,5	R2	Kokila nije dobro stisnuta talina curi	Unutarnja	6	Poboljšati opremu za stezanje kokile
Ljevanje poluproizvoda, uspješno	55,5	R2		Unutarnja	3	
	$\sum \approx 56$				$\sum \approx 56$	

6.2. Analiza snimljenog stanja

Kako bi se analiziralo snimljeno stanje organizirao sam kratku radionicu i dani su prijedlozi za moguća poboljšanja. Ukupno vrijeme za izmjenu alata je trajalo 56 minute što nije zadovoljavajuće prema SMED metodologiji, jer ona nalaže da se izmjena alata izvrši unutar deset minuta. Prijedlozi za redukciju aktivnosti i vremena su bilježeni u Dio 2 lista za reviziju. Tijekom samog snimanja podaci se bilježe samo u Dio 1 lista za reviziju. Najveći problem prilikom izmjene alata se nalazi u ne odvijanju paralelnih operacija, a sam proces izmjene alata se odvijao na sljedeći način:

1. Skidanje postojećeg alata

Nakon što je proizveden posljednji proizvod kokila se čisti i zatvara. Demontaža kokile sa stroja za horizontalno lijevanje se može odraditi tek kada je kokila spojena na mostnu dizalicu, a sama kokila se prenosi mostnom dizalicom do mjesta za hlađenje.

Slika 23. Spajanje kokile na mostnu dizalicu

Tijekom skidanja alata jedina prilika za redukciju je da se alat (postojeća kokila) hladi na nekom mjestu koje je blizu demontaže. Gotovo četiri minute se gubi na bespotreban transport kokile. Sam proces demontaže je jednostavan iz razloga što je oprema stndardizirana, a alat za demontažu lako dohvatljiv operateru.

Slika 24. Demontaža postojeće kokile

2. Postavljanje novog alata

Proces postavljanja novog alata započinje u radionici za pripremu kokila. Alat, u ovom sluačju nova kokila se postavlja na viličar, te se prevozi do mjesta gdje se alat pretovaruje na mostnu dizalicu, te daljnim procesom transportira do mjesta montaže.

Slika 25. Pretovar kokile sa viličara na mostnu dizalicu

Slika 26. Transport nove kokile mostnom dizalicom

Nakon što se kokila doveze do mjesta montaže, kreće se sa pozicioniranjem kokile na stroj za horizontalno lijevanje. Pozicioniranje kokile traje jednu minutu što je zadovoljavajuće, te pritom treba naglasiti da operater nema nikakvih zastoja u tom procesu.

Slika 27. Pozicioniranje nove kokile

Kada je nova kokila pravilno centrirana, odrađuje se proces montaže. Potrebno je stegnuti kokilu sa četiri vijčana spoja i odspojiti je sa mostne dizalice. Problem ovog koraka je što alat za montažu nije zadovoljavajuće posložen prema pravilima LEAN proizvodnje (alat za montažu je nabacan u kutiju).

Slika 28. Zatezanje nove kokile vijčanim spojem

Slika 29. Odspajanje nove kokile sa mostne dizalice

Nakon što je kokila montirana na stroj za horizontalno lijevnje, miče se kuka za transport sa mostnom dizalicom i odrađuje se probni rad kokile u smislu da se provjeri centriranost samog alata.

Slika 30. Probni rad nove kokile (provjeravanje centriranosti)

3. Grijanje novog alata (kokile)

Kako bi se pristupilo samom procesu proizvodnje sa novom kokilom, potrebno je zagrijati kokilu na minimalno 450 celzijevih stupnjeva, ukoliko kokila nije dovoljno zagrijana ugrožava se sigurnost ljevača. Naime ako talina aluminija koja je zagrijana na oko 750 celzijevih stupnjeva dođe u dodir sa hladnom kokilom, može doći do ekplozije. Sam proces započinje sa donošenjem opreme za zagrijavanje i nosača za plinski brener. Važno je napomenuti kako nosač za plinski brener bitno skraćuje vrijeme izmjene alata jer radnik ne mora ručno držati plinski brener (zagrijavanje alata traje otprilike 25 minuta).

Slika 31. Montiranje plinskog brenera na nosač

Slika 32. Početak zagrijavanja alata

Tijekom zagrijavanja alata, ljevač se bavi problemom taline aluminija koja je materijal hvataljke tijela prigušivča. Naime talinu treba očistiti kako bi se krenulo u samu proizvodnju.

Slika 33. Čišćenje taline aluminija

Slika 34. Čišćenje taline aluminija

Kada je alat zagrijan na zadovoljavajuću temperaturu, plinski brener se miče i stroj se priprema za samu proizvodnju. Provjeravanje zagrijanosti alata je individualno od ljevača do ljevača i obavlja se iskustveno. Pri kraju zagrijavanja alata ljevač povećava plamen plinskog brenera.

Slika 35. Zagrijavanje alata (kokile)

Prije samog procesa proizvodnje kokila se šprica tekućinom zbog razlike u temperaturi između taline i kokile. Proces proizvodnje započinje kada ljevač odredi da je kokila spremna za lijevanje.

Slika 36. Špricanje kokile tekućinom

Slika 37. Lijevanje hvataljke sa užetom u kokili

Nakon što su odliveni prvi poluproizvodi provjerava se kvaliteta i ako je sve u redu kreće se u proizvodnju, te se proizvodi prema tehnološki predviđenim vremenima.

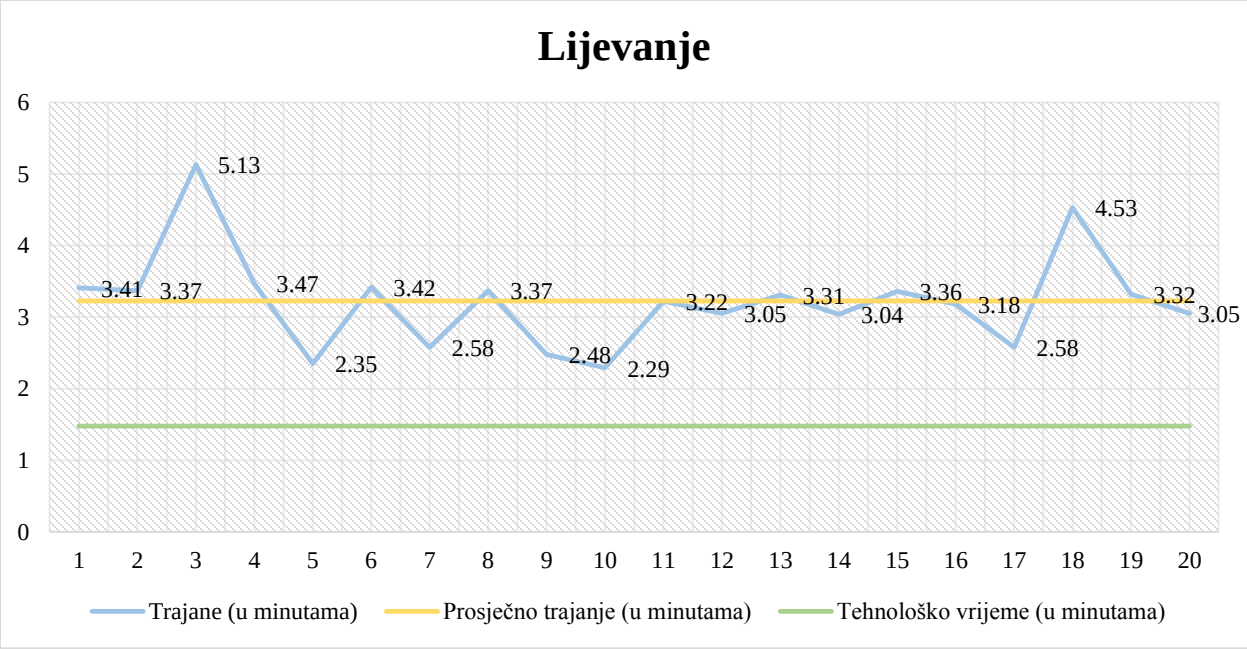
Slika 38. Otvaranje kokile i hlađenje poluproizvoda na zraku

Slika 39. Provjeravanje odljevka

Od trenutka kada je kokila postavljena na stroj do trenutka kada je proizveden prvi proizvod je prošlo 39 minuta što je iznimno dug period u kojem se ništa ne proizvodi. To govori kako je ovdje velika prilika za redukciju jer je operacija zagrijavnja alata daleko najduža operacija tijekom izmjene alata. Ovaj problem je moguće riješiti tako što bi se alat već zagrijan na 450 celzijevih stupnjeva trebao montirati na stroj, pritom eliminirajući u potpuosti vrijeme izgubljeno u procesu zagrijavanja kokile. To je moguće postići na način da se alat zagrijava sa plinskim brenerom pored stroja tijekom samog skidanja prethodnog i postavljanja novog alata. Dok je drugo moguće riješenje zagrijavanje alata u sušari za zagrijavanje kovačkih alata koja se nalazi u sklopu ljevaonice, te kasnijom dopremom već zagrijanog alata na samo lice montaže.

6.3. Analiza lijevanja sa novom kokilom

Budući da je na stroj za horizontalno lijevanje postavljen novi alat, analizirao sam brzinu procesa prvih dvadeset lijevanja. Prilikom samog lijevanja problemi su vezani uz relativno visok postotak neisparvnih poluproizvoda i nepoštivanja tehnoških vremena.

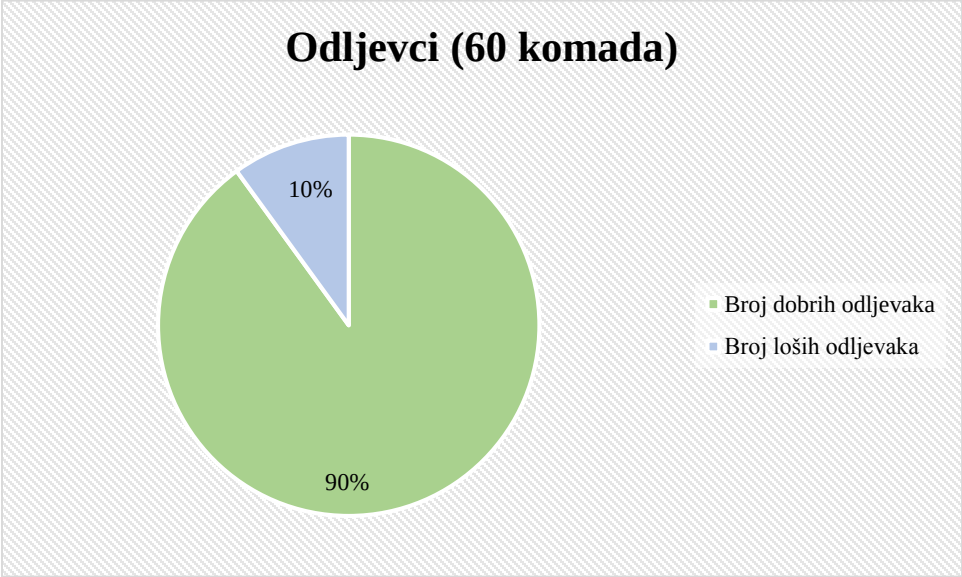


Dijagram 1. Trajanje lijevanja prvih dvadeset poluproizvoda na novoj kokili

U tehnološkoj dokumentaciji je propisano da lijevanje traje 1 minutu i 48 sekundi, dok je realno prosječno vrijeme zabilježeno 3 minute i 22 sekunde. Ovaj podatak se može tumačiti na dva načina. Prvo tumačenje je da ljevač ne radi dovoljno brzo, a drugo da su tehnološka vremena nerealna. Budući da sam sam mjerio ove podatke i prisustvovao lijevanju, vjerujem da se problem nalazi u nerealnim tehnološkim vremenima. Tehnolog je vjerojatno previdio vrijeme potrebno za hlađenje odljevka, naime poluproizvodi se ne mogu vaditi iz kokile ako se nalaze u polutekućem stanju. Najveći problem je taj što se kokila sa vremenom počne pregrijavati (nije na optimalnoj temperaturi), te se sam proces hlađenja usporava. Riješenje ovog problema se nalazi u konstrukcijskom riješenju kokile koja bi trebala imati hlađenje. Upuhivanje zraka u same poluproizvode dok su još u tekućem stanju ne dolazi u obzir jer bi se tako utjecalo na samu kvalitetu izratka.

Slika 40. Hlađenje odljevka na zraku

Drugi problem prilikom lijevanja koji sam zapazio je stvaranje relativno velikog broj neipravnih odljevaka.



Dijagram 2. Udio dobrih i loših odljevaka tijekom prvih 20 lijevanja

Najveći problem pri lijevanju predstavlaju relativno mali elementi oko utora za vijak kod hvataljke, ukoliko taj utor nije zadovoljavajuć poluproizvod ne ide na daljnu obradu.

Slika 41. Ispravan (lijevo) i neispravan (desno) utor kod odljevaka

6.4. Novi proces izmjene alata (kokile)

Nakon završetka SMED radionice i prihvaćanja pozitivnih ideja od svih članova tima za riješavanje postojećih problema prilikom izmjene alata odlučio sam napisati novu proceduru rada. Budući da se najviše vremena gubilo zbog ne izvođenja paralelnih operacija, upravo tu leži sama srž riješenja redukcije vremena

izmjene alata. Novi postupak izmjene alata bi se trebao sastojati od tri operacije koje se paralelno odvijaju, a te operacije su:

1. Grijanje novog alata
2. Skidanje starog alata
3. Postavlajnje novog alata

Nova praksa rada izmjene alata bi se odvijala prema sljedećim principima:

- Grijanje alata započinje za vrijeme dok se još proizvodi na stroju za horizontalno lijevanje, a završava u trenutku kada se kreće u montažu nove kokile
- Skidanje starog alata i postvaljanje novog alata se odvija u istom trenutku. Naime sam stroj za horizontalno lijevanje može u isto vrijeme imati na sebi dvije kokile, a da radnici i dalje imaju prostor potreban za montažu i demontažu
- Novi alat bi se zagrijavao plinskim brenerom dok još nije na stroju ili u sušari za zagrijavanje alata za kovanje
- Nova praksa rada bi zahtijevala troje ljudi, od čega bi se jedan čovijek bavio zagrijavanjem alata i pripremanjem taline, drugi čovijek bi se bavio demontažom starog alata, a treći pak montažom novog alata
- Hlađenje stare kokile bi se radilo blizu samog stroja, radi oslobođenja mostne dizalice i manjeg transportnog puta
- Postavljanje novog alata za vrijeme rada starog alata ne dolazi u obzir, iz razloga sigurnosti radnika koji montira novi alat (talina zna procuriti po stroju za vrijeme rada stroja)

Nakon što sam postavio ove principe rada tijekom izmjene alata, napravio sam nove liste za reviziju prelaska (izmjene alata), te sam procijenio buduće vrijeme izmjene alata. Novi proces izmjene alata pokazan je dolje u listovima za reviziju. Sve vanjske aktivnosti ne ulaze u vrijeme izmjene alata jer stroj još uvijek proizvodi.

Tablica 9. Naslovna strana lista za reviziju (novo stanje)

<table>
<tr><td colspan="2">Oprema prelaska: Horizontalna kokila (Hvataljka sa užetom za prigušivač tiraja)
Snimio: –

Broj dokumenta: 2</td><td>Datum/Vrijeme: –

Osoblje prelaska: Radnik 1 (R1), Radnik 2 (R2), Radnik 3 (R3)</td></tr>
<tr><td>Početak prelaska

Vrijeme početka: 7.30</td><td>Prva verzija
Proizvedeno u: 10 MINUTA</td><td>Prelazak dovršen

Dovršeno u: 7:40</td></tr>
<tr><td colspan="3">PRELAZAK od/na:

Prelazak sa postojeće horizontalne kokile na kokilu za lijevanje hvataljke s užetom kod proizvoda PRIGUŠIVAČ TITRAJA</td></tr>
</table>

Tablica 10. List za reviziju izmjene alata (novo stanje)

Oznaka dokumenta: **GRIJANJE ALATA** Trajanje: **32 minuta**				Br. lista: 1		
DIO 1				**DIO 2**		
Zadatak (Detaljno)	**Vrijeme (dovršetka) (min.)**	**Tko?**	**Napomene**	**Aktivnost (vrsta)**	**Trajanje (min.)**	**Prilika za redukciju**
Dovođenje novog alata mostnom dizalicom do mjesta za zagrijavanje (blizu stroja)	4	R2		Vanjska	4	
Postavljanje nosača za brener i donošenje aparature za zagrijavanje alata	6	R2		Vanjska	2	
Spajanje aparature za zagrijavanje alata i početak zagrijavanja	7	R2	Brener na nosaču sam zagrijava alat cijelo vrijeme	Vanjska	1	
Vađenje nečistoća iz taline	10	R2		Vanjska	3	
Čišćenje lonca za prijenos taline	16	R2		Vanjska	6	
Čišćenje materijala (dekapiranje taljevine)	23	R2		Vanjska	7	
Vađenje nečistoće iz taline	23,5	R2		Vanjska	0,5	
Pripremanje žice za proizvodnju	24,5	R2		Vanjska	1	
Provjeravanje da li je alat zagrijan, pojačava se plamen, stavljanje kuke za prijenos kada je alat zagrijan	32	R2		Vanjska	7,5	

Oznaka dokumenta: **SKIDANJE POSTOJEĆEG ALATA** Trajanje: **10 minuta**				Br. lista: 2		
DIO 1				**DIO 2**		
Zadatak (Detaljno)	**Vrijeme (dovršetka) (min.)**	**Tko?**	**Napomene**	**Aktivnost (vrsta)**	**Trajanje (min.)**	**Prilika za redukciju**
Čišćenje i zatvaranje stare kokile	1	R3		Unutarnja	1	
Dizanje nove kokile sa mostnom dizalicom i pozicioniranje na stroj	2,5	R1		Unutarnja	1,5	
Montaža jedne i druge strane nove kokile (4 navoja)	3,5	R1,R3		Unutarnja	1	
Skidanje kuke za prijenos sa novog alata i stavljanje kuke na stari alat (2 kuke)	4,5	R1,R3		Unutarnja	0,5	
Demontaža stare kokile	5,5	R1,R3		Unutarnja	1	
Probni rad i špricanje nove kokile, dizanje starog alata sa mostnom dizalicom i odvođenje do mjesta hlađenja (blizu stroja)	7	R1,R3		Unutarnja	1,5	
Kreće se sa lijevanjem (R2), prvi poluproizvod	10	R2		Unutarnja	3	
	∑=10				∑=10	

Nova izmjena alata bi se trebala izvršiti unutar deset minuta što je zadovoljavajuće prema SMED metodologiji. Ovakvo skraćivnje izmjene alata je od iznimne važnosti kada tvornica radi u svom maksimalnom kapcitetu, te bitno snižava troškove i pridonosi zadovoljstvu radnika na samome poslu. Važno je napomenuti da je preduvjet implemenacije SMED-a dobro poznavanje svih procesa i opreme unutar proizvodnje. Ukoliko ne postoji dobar komunikacijski kanal između sektora prodaje i sektora za planiranje prozvodnje uvođenje ove metode neće bitno skratiti izmjenu alata. Jednom kada se uvede SMED metoda za pojedinu izmjenu alata treba paziti kako se proces ne bi vratio staroj praksi.

7. ZAKLJUČAK

Suvremena proizvodnja ide za principima snižavanja troškava, a samim time i za generiranjem veće dobiti. Temeljni alat za ostvarivanje ovih načela je usvajanje i prakticiranje svih metoda unutar LEAN proizvodnje. SMED metodologija je jedan izrazito snažan alat za ostvarivanje nižih troškova rada i boljeg korištenja raspoložovog vremena. Preduvjet za implementaciju SMED-a nije samo kvalitetno planiranje proizvodnje, već i usvojene procedure rada bazirane na KAIZEN i 5S metodolgiji. Primjena SMED-a u prozvodnji ne dovodi samo do novčane koristi kod poduzeća, nego i kod zadovoljstva radnika jer sudjeluju u procesu reorganizacije posla generiranjem ideaja baziranih na svome iskustvu i znanju. Organiziranjem radionica o poboljšanju izmjene alata radnici dobivaju osjećaj pripadnosti poduzeću, te samim time imaju veći entuzijazam prilikom obavljanja posla. Ne treba zaboraviti da takve radionice dovode do samog školovanja radnika koji imaju manje iskustva, dok konstruktori i tehnolozi imaju prilike prezentirati svoje ideje i buduće zamisli. SMED nije monotona procedura rada i ne trpi fizičku ili psihičku odsutnost prilikom uvođenja u tvornicu, ona je alat koji trpi najgenijalnija i najlošija riješenja problema. Kod SMED-a ne postoji loša ideja ili loš radnik, postoji samo loša inicijativa i loš odnos prema radu. U praktičnom dijelu ovog rada je pokazano kako se postojeća loša praksa rada može zamijeniti boljom i efikasnijom.

8. LITERATURA

[1] Grladinović Tomislav: Upravljanje proizvodnim sustavima u preradi drva i proizvodnji namješataja, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1999.

[2] Sikavica Pere, Bahtijarević-Šiber Fikreta, Pološki Vokić Nina: Temelji menadžmenta, Sveučilište u Zagrebu, 2008.

[3] Shingo Shigeo: Nova japanska proizvodna filozofija, Biblioteka produktivnost i stabilizacija: Beograd, 1986.

[4] http://tps-lean-posao.blogspot.com/2013/01/29-kaizen.html

[5] Jim Peterson, Roland Smith: The 5S pocket guide, 1998.

[6] Perinić Mladen, Maričić Sven, Gržinić Elvis: Primjena SMED metode kao jednog od bitnih alata za unaprjeđivanje procesa, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet.

[7] R.I. McIntosh, S.J. Culley, A.R. Mileham, G.W. Owen: Improving changeover performance, Butterworth-Heinemann 2001.