

Povećanje uspješnosti odabranog poslovnog procesa na temelju Lean principa

Zadavec, Karlo

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:716182>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-04**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Studij Strojtarstvo



DIPLOMSKI RAD br. 098/STR/2023

**Povećanje uspješnosti odabranog poslovnog
procesa na temelju Lean principi**

Student:
Karlo Zadavec, 2076/336D

Mentor:
prof. dr. sc. Živko Kondić

Varaždin, Rujan 2023.

Sažetak

Tema ovog diplomskog rada je uvođenje i implementiranje 5S+1 metode i ostale alate Lean filozofije u poduzeće DELTABLOC Components d.o.o.. Diplomski rad sastoji se od dva glavna dijela. U prvom dijelu opisuju se začetci Lean proizvodnje, karakteristike i obilježja. Opisuje se TPS i Lean kuća koja je jedan od bitnijih alata za razumijevanje redoslijeda primjene Lean alata u proizvodnji. Također se opisuju Lean alati kao što su Kaizen, Demingov tj. PDCA krug poboljšanja i 5S+1 Metoda, odnosno 6S Metoda. 5S+1 Metoda je koncept koji je nastao u pogonima Toyote s ciljem organizacije radnih mjesta, da se uvijek brine o čistoći, urednosti i sigurnosti radnih mjesta, sve u svrhu postizanja bolje produktivnosti i postizanja boljeg radnog okruženja. U počecima se metoda sastojala od pet faza; Seiri, Seiton, Seiso, Shitsuke, Seiketsu (hrv. sortiranje, uređivanje, čišćenje, standardiziranje, održavanje) kojima se u SAD-u uvela i šesta faza sigurnost. Opisane su sve faze, njihove prednosti, načini implementacije i ciljevi. U drugom dijelu diplomskog rada krenulo se od istraživanja primjene Lean filozofije u stranim i domaćim poduzećima među kojima je i Toyota kao osnivač i pokretač ove metode. Opisani su neki od primjera kako se Lean filozofija i 5S+1 metoda, s odgovarajućim opisima i slikama, već uvela u poduzeće DELTABLOC Components d.o.o. koje se bavim raznim čeličnim sigurnosnim barijerama, poluproizvodima za izgradnju betonskih sigurnosnih barijera i dodacima koji se mogu montirati na njih u svrhu povećanja sigurnosti. Prikazani su rezultati provedene ankete u poduzeću čiji su rezultati komentirani i prikazani grafikonom s odgovarajućim daljnjim postupcima stvaranja Lean tima i uvođenja Lean filozofije u proizvodnju.

Ključne riječi: Lean, proizvodnja, poduzeće, faze, implantacija, 5S+1, metoda

Summary

The Theme of this master's work is the introduction of Lean philosophy and the implementation of the 5S+ 1 method and other tools of Lean philosophy at DELTABLOC Components d.o.o. The Master's work consists of two main parts. The first part describes the origins of Lean production, characteristics and characteristics. It describes the TPS and the Lean house, which is one of the more essential tools to understand the order of application of Lean tools in production. It also describes Lean tools such as Kaizen, Deming, i.e. PDCA circle of improvement and 5S+ 1 Method, i.e. 6S Methods. 5S+ 1 Method is a concept created by Toyote plants to organise jobs, to always take care of the cLeanliness, regularity and security of jobs, with a view to achieving better productivity and achieving a better working environment. In the beginning, the method consisted of five phases; seiri, seitono, seiso, sitches, seiketsu (sorting, editing, cLeaning, standardisation, maintenance) which also introduced the sixth phase of safety in the US. All stages, their strengths, implementation methods and objectives are described. The second part of master's work began to explore Lean philosophy in foreign and domestic companies, including Toyota as the founder and instigator of this method. Some examples of how Lean philosophy and the 5S+ 1 method, with appropriate descriptions and images, have already been introduced into DELTABLOC Components d.o.o., a company active in various steel safety barriers, semi-finished products for the construction of concrete safety barriers and accessories that can be mounted on them for safety purposes. It shows the results of a survey conducted in the company, the results of which were commented on and presented by a graph with the corresponding follow-up processes for creating a Lean team and introducing Lean philosophy into production.

Key words:Lean, manufacture, company, fase, implementation, 5S+1, method

Popis kratica

| | |
|--------|--|
| MIT | Massachusetts Institute of Technology |
| SAD | Sjedinjene Američke Države |
| TPS | Toyota Production System |
| JIT | Just In Time |
| tj. | To jest |
| npr. | Na primjer |
| itd. | I tako dalje |
| PDCA | Planiraj – Uradi – Provjeri - Poboljšaj |
| QM | Upravljanje Kvalitetom |
| 7QCT | Sedam osnovnih alata za kontrolu kvalitete |
| 7MT | Sedam alata za upravljanje |
| KPI | Ključni pokazatelj učinka |
| NVAT | Vrijeme ne dodavanja vrijednosti |
| VAT | Vrijeme dodavanja vrijednosti |
| KPT | Končar energetske transformatori |
| MES | Končar motori i električni sustavi |
| d.o.o. | Društvo s ograničenom odgovornošću |
| mm | Milimetar |
| % | Postotak |
| L | Litra |
| kom | Komad |
| min | Minuta |
| € | Europski euro |
| kg | kilogram |
| cm | Centimetar |
| GmbH | Gesellschaft mit beschränkter Haftung (Društvo s ograničenom odgovornošću) |
| kJ | Kilodžul |
| a | Oznaka za visinu kutnog zavora |

Sveučilište Sjever



SVEUČILIŠTE
SARAJEVO

IZJAVA O AUTORSTVU

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

Ja, Karlo Zadrevec (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Analiza uspjeha i neuspjeha u procesu na temelju lean principa (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

Sukladno čl. 83. Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Sukladno čl. 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje znanstvena i umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

Sadržaj

| | |
|--|----|
| 1. Uvod..... | 1 |
| 2. Kratka povijest Leana | 2 |
| 3. Najčešći alati korišteni u Lean proizvodnji..... | 6 |
| 3.1. Općenito o Leanu | 11 |
| 3.2. Kaizen..... | 12 |
| 3.3. Jidoka | 14 |
| 3.4. Heijunka | 14 |
| 3.5. Andon | 14 |
| 3.6. Just in time | 14 |
| 3.7. PDCA – Demingov krug..... | 15 |
| 3.8. Metoda 5S | 17 |
| 4. Primjeri primjene Lean metode | 25 |
| 4.1. Toyota..... | 25 |
| 4.2. Nike | 25 |
| 4.3. Eko Međimurje..... | 26 |
| 4.4. Končar | 28 |
| 5. Primjeri uvođenja Lean proizvodnje..... | 29 |
| 5.1. Anketiranje i uvođenje Lean tima | 30 |
| 5.2. Automatiziranje proizvodnje „Zugbandi“ | 32 |
| 5.3. Optimiziranje udarnih klinova | 34 |
| 5.4. Redizajn okruglih pinova | 38 |
| 5.5. Organiziranje limova u proizvodnom pogonu | 40 |
| 6. Zaključak..... | 43 |
| 7. LITERATURA | 45 |
| 8. POPIS SLIKA..... | 47 |
| 10. POPIS TABLICA..... | 48 |

1. Uvod

Prilagođavanje tržištu i svakodnevno praćenje zahtjeva i trendova u svrhu zadovoljavanja zahtjeva kupaca zadržavajući pri tome sve veće standarde i kvalitetu proizvoda postaje svakodnevna pojava u proizvodnim pogonima. Zbog tih faktora zahtjeva se kontinuirani rad na poboljšanju proizvodnih procesa i organizaciji procesa. Potreba za smanjenje troškova u proizvodnji svakodnevni je izazov, u suvremenoj proizvodnji smanjenje troškova ne smije se poistovjetiti sa smanjenjem kvalitete proizvoda ili usluga. Razvojem suvremenih tehnoloških procesa povećava se produktivnost, olakšava se rad radnicima i osigurava se sljedivost korištenih sirovina u proizvodnom procesu. Pozitivni učinci Lean filozofije i 6S metode su njihov izravan utjecaj ne samo na novčanu dobit poduzeća u kojoj se primjenjuje, nego i na zadovoljstvo kupaca koji dobivaju suvremeni, kvalitetan i brzo dostupan proizvod i na radnike uključene u proizvodni proces kroz poboljšanje uvjeta rada i održavanje sigurnog i čistog radnog mjesta. 5S+1 metoda daje alate za rješavanje problema i odgovore na kompliciranija pitanja. Kod ove metode svaka osoba ima osjećaj da doprinosi proizvodnom procesu i uspjehu firme i kolektiva. Ova metoda pokazuje da timski rad uvelike olakšava rješavanje problema, taj odnos treba uvesti u svakodnevnicu i koristiti ga za poboljšavanje organiziranosti tvrtke. U ovom radu bit će obrađeni neki od alata koji se koriste u Lean filozofiji kao što su Kaizen, 5S+1 Metoda, Demingov PDCA krug i ostali. Bit će opisani neki od primjera Lean filozofije koji se primjenjuju u ostalim poduzećima, stranim i domaćim, također će biti navedeni primjeri koji se već primjenjuju u poduzeću DELTABLOC Components d.o.o., te nakraju istraživački dio u poduzeću o poznavanju Lean filozofije.

2. Kratka povijest Leana

Lean je riječ engleskog porijekla. U terminologiji se koristi za upravljanje i organizaciju. Prevedeno značenje ove riječi je: tanak, tanak, vitak. Womack predstavlja Lean kao Lean i pokazuje nam kako učiniti više sa što manje truda. U ovom slučaju riječ "manje" znači manje vremena, prostora i manje radne snage, a kupac je u potpunosti zadovoljan proizvodom. S tim u vezi, Lean označava takozvanu "Lean" proizvodnju, minimizirajući gubitke tijekom proizvodnje. [1,2]

Postoji pet osnovnih pravila kod Lean proizvodnje:

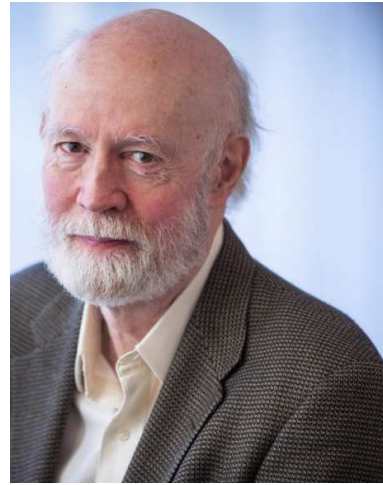
- Stajalište kupca – definiranje vrijednosti proizvoda
- Za određenu vrstu proizvoda – prepoznavanje vrijednosti
- Kontinuirani i ujednačeni tijek proizvodnje
- Povlačenje proizvoda kroz sveobuhvatan tok proizvodnje
- Težnja prema savršenstvu

Da bi Lean funkcionirao kako je zamišljeno, cijela se tvrtka mora prilagoditi filozofiji stalnog poboljšanja proizvodnih procesa i eliminacije nepotrebnih troškova. U isto vrijeme, svi uključeni - od tvorničkih radnika do uprave - moraju razumjeti prirodu Lean-a i biti predani njegovoj implementaciji. U tom slučaju se može reći da je to Lean tvrtka, a ne samo da koristi neke Lean metode za proizvodnju. [3]

Pojam Lean definirala su dva profesora na Massachusetts Institute of Technology. (MIT): James P. Womack i Daniel T. Jones, 1992. u njihovoj knjizi „The Machine that Changes the World“.



Slika 1. Daniel T. Jones



Slika 2. JP Womack

Njihov boravak u Toyotinim tvrtkama započelo je pisanje knjige. Nakon boravka u Japanu u trajanju od šest tjedana provodili su istraživanje u trajanju od pet godina u SAD-u. Nakon analiziranih tehnika, metodi, pristupa i zakona koje su se koristile u proizvodnim pogonima Toyote, ta njihova objavljena knjiga postala je bestseller među svima koji se bave optimiziranjem proizvodnih procesa.

Toyotin proizvodni sustav – TPS (Toyota Production System) je zapravo Lean koncept uveden 1950-ih koji se koristi i razvija i danas. U SAD-u, početkom 1990-ih, njihovi su stručnjaci uvidjeli superiornost japanskih automobila, ne samo u kvaliteti, već i u kratkom vremenu isporuke kupcu izrađenog vozila.

Za razliku od SAD-a, Toyota nije razvila sustav masovne proizvodnje. Razlog nije bila znatna količina novčanih sredstava potrebna za takvu proizvodnju, prateća tehnologija ili nedostatak resursa, već veličina japanskog tržišta, kao i nezadovoljstvo radnika i postratna kriza.

Kako bi riješila problem nedostatka sredstava, Toyota je uvela sustav opoziva proizvodnje. U tom sustavu proizvode se dijelovi koji su u danom vremenu potrebni proizvodnji i kupcima. Naziv ove strategije je "upravo na vrijeme" (Just-In-Time). Ovakva standardizacija proizvodnje strogo kontrolira materijale potrebne za proizvodnju.

Taiichi Ohno, čelnik Toyota Motor Corporation 1940-ih i koji se smatrao pionikom Lean sustava, bio je nezadovoljan kvalitetom i količinom dijelova na određenim proizvodnim

linijama. Drugim riječima, Ohno je bio nezadovoljan kvalitetom i količinom dijelova na nekim proizvodnim linijama. Smatra da kada se dogodi greška proizvodna traka se mora odmah zaustaviti, a sve kako bi se spriječilo da loši dijelovi poremete daljnji tijek proizvodnje. Bio je zagovornik „Just-In-Time“ proizvodnje. Gore navedeni zaključci osnova su i za klasičnu i za modernu masovnu proizvodnju, gdje automatizirane linije za spajanje i transportiranje povezuju mnoga radna mjesta s malo ili nimalo ručnog rada. [4]



Slika 3 Taiichi Ohno

„Mi samo promatramo zbivanja u vremenu od trenutka kada nam naručitelj izda narudžbu, do trenutka kada dobijemo novac. To vrijeme smanjujemo s ukidanjem djelatnosti koje ne dodaju vrijednost proizvodu (gubici).“ [5]

Definicija je kojom je Taiichi Ohno. Otac TPS-a, definirao Toyotin pristup i proizvodnju.

TPS I Lean Kuća

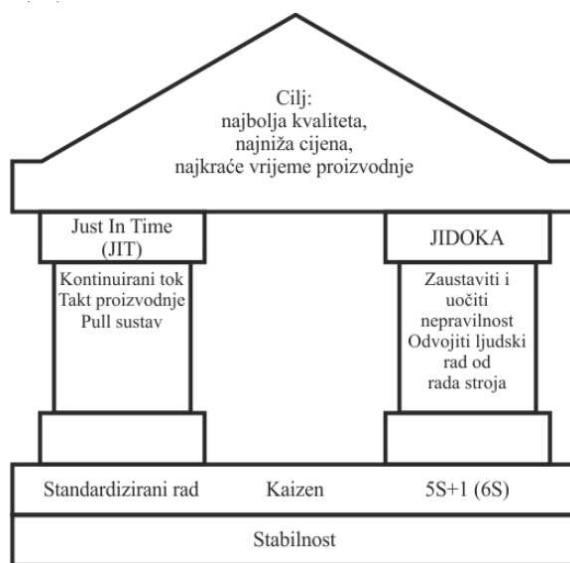
TPS (Toyota Production System) započeo je sa razvojem nakon Drugog svjetskog rata u Japanu. U tom periodu Japan je bio uništen i nije, infrastruktura nije bila uređena, a Vrijednost

Toyotine kompanije bila je osam puta manja od njenog duga. Toyota je odlučila kompletnu promjenu sustava poslovanja kako bi smanjili njihov dug i povećali obrt kapitala.

Pojavila su se tri jasna cilja koje je trebalo ostvarit uz pomoć TPS-a:

1. Eliminirati sve što ne doprinosi vrijednosti gotovih proizvoda iz proizvodnog procesa
2. Potrebno je minimizirati vrijeme ciklusa proizvodnje i troškove nezavršene proizvodnje, maksimizirati fleksibilnost sustava.
3. U što kraćem roku napraviti proizvod kakvog ga kupac želi i ne proizvoditi proizvod za koji ne postoji kupac.

TPS temelji se na dva noseća stupa: JIT (Just-In-Time) i alata koji osigurava kvalitetu sustava, prikazani su često kao kuća. Gradnja te kuće kao i svake ostale započinje od temelja, ako je temelj čvrst i pouzdan, a ostali dijelovi valjani i izgrađeni po propisanom redosljedu, takva kuća će biti izdržljiva, kvalitetna i snažna. TPS Kuća sastoji se od temelja u kojem se nalaze Stabilnost i standardizacija proizvodnog procesa. Na temelju se nalaze dva noseća stupa; JIT I Jidoka koji podupiru krov koji predstavlja ciljeve proizvodnje koji se žele postići, oni su najčešće kvaliteta, niska cijena, najkraće vrijeme izrade, no svaka proizvodnja ima ciljeve kojima ona teži i želi postići. [5]



Slika 4. Lean Kuća

3. Najčešći alati korišteni u Lean proizvodnji

Lean proizvodnja je najpoznatiji koncept i filozofija za kontinuirano poboljšanje poslovanja, procesa i ljudi. Lean predstavlja cjeloviti i sistematičan pristup prepoznavanju i odstranjivanju aktivnosti koje ne doprinose dodanu vrijednost, već usmjeravaju proizvodni proces na stvaranje proizvoda prema zahtjevima kupaca. Osnovno načelo Lean proizvodnje je proizvoditi ono što kupac, odnosno tržište želi, sa što manjim gubicima u procesu proizvodnje

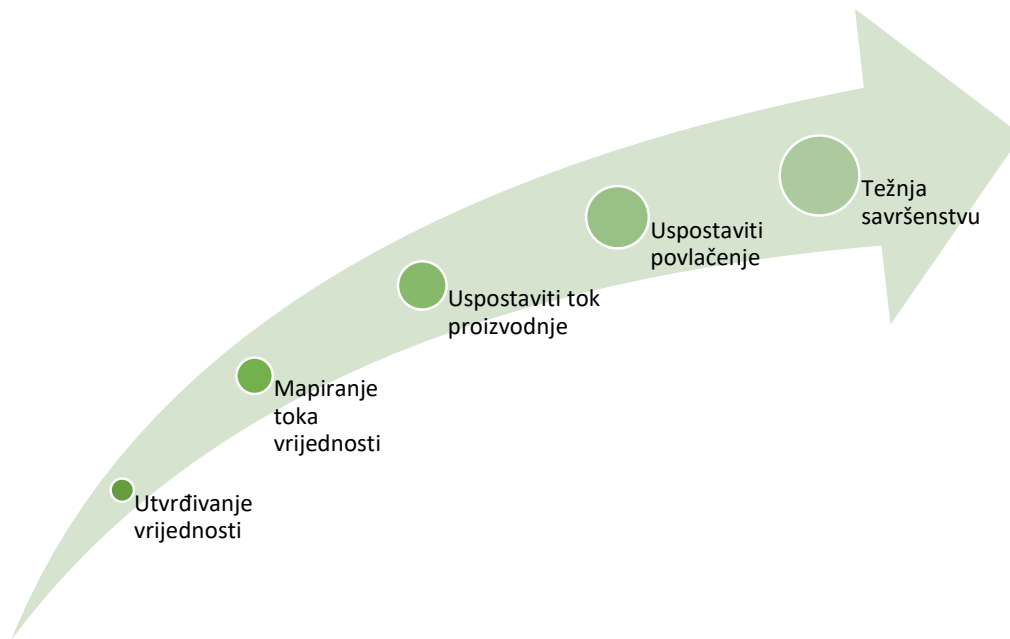
Organizacije moraju biti prilagodljive kako bi rasle i ispunile očekivanja kako bi stvorile punu vrijednost proizvoda koje kupci žele uz maksimalan učinak i minimalne troškove. Lean postiže poboljšanje eliminacijom redundancije, odnosno eliminiranje svih radnji koje ne predstavljaju vrijednost, odnosno svih aktivnosti koje ne stvaraju dodanu vrijednost.

Gubitak predstavlja aktivnost koja apsorbira (tj. troši) energiju, ali ne stvara nikakvu vrijednost, npr. proizvodnja proizvoda koji nitko ne želi kupiti i jednostavno gomilanje u skladištu, transport proizvoda bez odredišta, ne zahtijevaju čekanje radnika na posao zbog zastoja i ne mogu isporučiti proizvode na vrijeme.

Primjenom Lean proizvodnje mogu se ostvariti slijedeći učinci:

- Brže postizanje operativne izvrsnosti
- Kontinuirano učenje
- Promjena organizacijske kulture
- Bolja iskoristivost prostora i ljudskih resursa
- Smanjenje gubitaka u proizvodnom procesu
- Poboljšanje toka proizvodnje
- Stvaranje kvalitetnijih proizvoda time i zadovoljniji kupci
- Bolja organiziranost, time i zadovoljniji zaposlenici
- Brza prilagodljivost tržištu
- Pravovremena isporuka proizvoda

Cilj Lean proizvodnje jest stalno smanjenje količine proizvoda sa greškom i time povećati kvalitetu proizvodnje i proizvodnog procesa. [6]



Slika 5. Koncept Lean filozofije

Lean koncepti u proizvodnim procesima imaju za cilj eliminirati gubitke u procesu rada. Gubici su aktivnosti koje ne stvaraju dodanu vrijednost. Drugim riječima, gubitak je svaki proces koji kupac ne želi platiti. Tamo gdje se radi, može nastati otpad, tj. može doći do gubitaka. Poljoprivreda nije iznimka i javljaju se sljedeći gubici: transport, zalihe, nepotrebno kretanje, čekanje, prekomjerna proizvodnja, prekomjerna obrada i otpad. Lean proizvodnji je cilj otkrivanje i smanjenje gubitaka u procesu proizvodnje, postoji sedam vrsta gubitaka.

1. Prekomjerna proizvodnja

U prekomjernu proizvodnju spadaju sve operacije koje se izvode a nisu potrebne u zadanom trenutku, stvaranje proizvoda koji nije moguće unovčiti, dodavanjem nepotrebnih

detalja, loša procjena i predviđanje tržišta, izrađivanje dokumentacije koju nitko ne zahtjeva, proizvodnja proizvoda „ako zatreba“.

2. Transport

Nepotpuni i neorganizirani prijenos informacija, nepotrebno premještanje materijala između skladišnih lokacija, korištenjem starih, manje učinkovitih puteva za kretanje, gubitak podataka i informacija.

3. Čekanje

Loše planiranje proizvodnog procesa, nedostatak materijala ili poluproizvoda uzrokuje čekanje radnika na strojevima i proizvodnim linijama, nedovoljna jednačenost i sinkroniziranost proizvodnih procesa, čekanje na podatke, informacije, odluke, sirovine itd.

4. Prekomjerna obrada

Predimenzioniranost strojeva, prevelika pripremna i završna vremena obrade, prekomjerno čišćenje proizvoda između operacija, previše procesa tokom obrade.

5. Zalihe

Zalihe su usko povezane sa prekomjernom proizvodnjom. Gomilanje zaliha predstavlja kapital koji gubi na vrijednosti tj. mrtvi kapital ili rasipanje u smislu ne korištenja danih resursa.

6. Nepotrebni pokreti

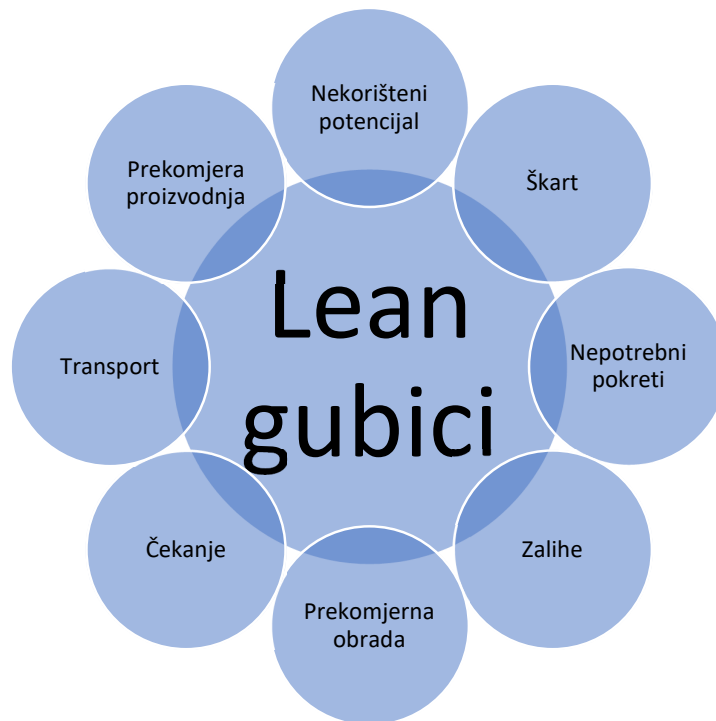
Nepotrebno gibanje radnika zbog lošeg rasporeda strojeva, time se gubi na vremenu kojeg imamo raspoloživog u proizvodnji gotovog proizvoda i česti neprirodni položaji imaju negativan utjecaj na zdravlje radnika.

7. Škart

Osim u materijalnom smislu kao roba koja se ne može više iskoristiti u škart spadaju i sve nepravodobne, nepotpune i netočne informacije koje kruže poduzećem. Stvaraju nepotrebno utrošeno vrijeme i zahtijevaju poseban prostor za analiziranje.

8. Neiskorišteni potencijal

Uključivanje zaposlenika u osmišljavanje novih proizvoda dovodi do poboljšanja, štedi vrijeme i povećava motivaciju i zadovoljstvo, ne uključivanjem osobe u taj proces može produljiti vrijeme izrade te demotivirati osobu za daljnji rad.



Slika 6. Lean Gubici

Gubici su prikazani na primjeru proizvodnje hrane. Najbolji primjer su mali poljoprivrednici koji ne planiraju berbu već sve organiziraju na brzinu kad vide da je plod spreman za berbu. To znači da nemaju nikakav plan kako dobiti dobavljača ili bilo koga tko je voljan kupiti proizvod, a onda se dogodi gubitak. Na primjer, prijevoz žetve, ovdje treba organizirati prijevoz zrele žetve kako bi se spriječilo prosipanje žitarica po cesti prije nego što se transportira do mjesta skladištenja. Također je važno da transport stigne na vrijeme kako bi iskorištenost stroja bila što bolja, jer ako dugo čekate na transport, čekate gubitke. Čuvanje ili skladištenje proizvoda znači održavanje kvalitete proizvoda. Ako nisu osigurani odgovarajući uvjeti skladištenja, proizvodi su podložniji napadu mikroba ako se samo slažu ili skladište u zrnu. [6]

Razlika Tradicionalne organizacije i Lean organizacije prikazane su u tablici.

| <i>Tradicionalna organizacija</i> | <i>Lean organizacija</i> |
|---|--|
| Dugi vremenski period od narudžbe do isporuke | Što manje vrijeme od narudžbe do isporuke |
| Ubrzavanje aktivnosti koje dodaju vrijednosti | Smanjivanje aktivnosti koje ne dodaju vrijednost |
| Masovna proizvodnja | Proizvodnja u manjim serijama |
| Prekomjerne zalihe | Minimalne potrebne zalihe |
| Kvaliteta temeljena na inspekciji | Kvaliteta ugrađena u dizajn |
| Vođena budžetom | Vođena potražnjom |
| Kompleksna | Jednostavna |

Tablica 1. Razlika tradicionalne i Lean organizacije

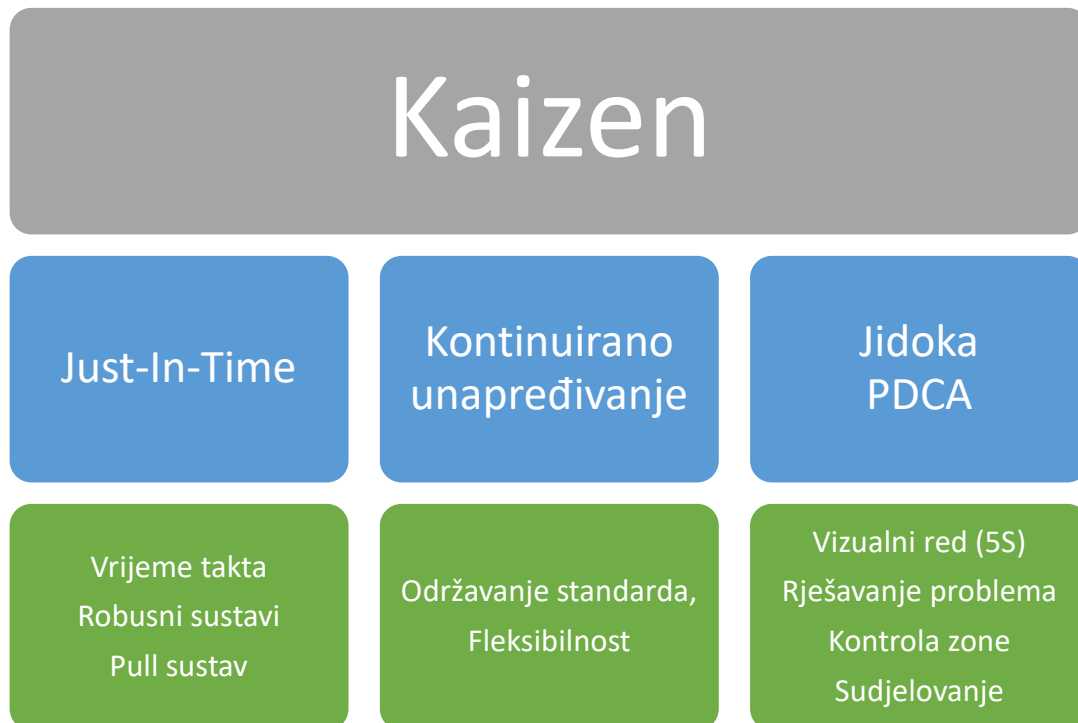
Razlika između tradicionalnog poduzeća i Lean poduzeća prikazane su u tablici

| <i>Element</i> | <i>Tradicionalno poduzeće</i> | <i>Lean Poduzeće</i> |
|---------------------|-------------------------------|------------------------|
| Kultura rukovođenja | Riješiti probleme | Spriječiti problem |
| Procedura | Statička | Dinamička |
| Ciljevi | Pobijediti konkurenciju | Pridobiti kupca |
| Oprema i strojevi | Specijalizirana i skupa | Mala i fleksibilna |
| Zaposlenici | Nevolja i trošak | Potencijal i mogućnost |
| Rješavanje problema | „Tko je kriv?“ | „Što je rješenje?“ |
| Prioriteti | Rezultati | Rezultati i procesi |

Tablica 2. Elementi poduzeća

3.1. Općenito o Leanu

Alati Lean proizvodnje obuhvaćaju različite metodologije, načine primjene i implementacije Leana u proizvodnji. Oni su međusobno povezani i zajedno čine hram vitkog upravljanja. Kaizen objedinjuje sve Lean alate u vidu kontinuiranog poboljšanja i zbog toga je na vrhu, odnosno predstavlja krov kuće Lean menadžmenta. [6]



Slika 7. Alati Lean proizvodnje

3.2. Kaizen

Kaizen je nastao u Toyoti nakon Drugog svjetskog rata u Japanu. Riječ Kaizen potječe iz Kine, a njezini korijeni sežu u dinastiju Qing u Kini od 1644. do 1911. godine. Prema Potniku (2015), Kaizen je poslovna filozofija s ciljem stalnog poboljšanja. "Kaizen" je kombinacija dviju japanskih riječi, "kai" što znači "promijeniti" i "zen" što znači "biti dobar", tako da je doslovni prijevod Kaizena "bolji".

Početkom 20. stoljeća pojam Kaizena postupno se pojavljuje u japanskim djelima. Pojam racionalizacija često se koristi za rana strukturna poboljšanja u proizvodnji, a najbolji primjer je Toyota. Tijekom 1950-ih i 1960-ih, Kaizen se počeo širiti unutar tvrtke, postavši stalnim dijelom razvoja Toyotinog proizvodnog sustava. Podrijetlo ili korijen Kaizena je Toyotin obrazovni odjel i desetljećima je bio odvojen kao trening.

Pojam Kaizen, koji se uobičajeno koristi u Japanu, ušao je u glavni tok američkog poslovnog jezika s objavljivanjem knjige Masaakija Imaija 1986. Kaizen: Ključ uspjeha u konkurenciji u Japanu. Ponavljajući primjenu Lean principa i njegovih alata, West razumije što Kaizen znači, što daleko nadilazi poboljšanje procesa.

Međutim, kako bi uspjela održati razinu proizvodnje i zadovoljiti zahtjeve tijekom Drugog svjetskog rata, američka je industrija morala razviti sustav koji je omogućio čak i najmanji napredak u proizvodnji. Ova filozofija stalnog poboljšanja pokazala se vrlo uspješnom, spasivši američku proizvodnju od naglog pada.

Nakon Drugog svjetskog rata, kao dio programa obnove Japana, Japanci su pozvani da posjete proizvodne pogone diljem Sjedinjenih Država. Japanci su preuzeli ovu pobjedničku filozofiju stalnog poboljšanja i primijenili je na Kaizen. Bila je to "Kaizen" filozofija koja je Japancima postavila temelje za izgradnju proizvodne industrije koja danas dominira svijetom. Ali izvan industrije, ova Kaizen filozofija života može se primijeniti i na svakodnevni život i poslovanje. [7,8]

3.2.1. Značenje Kaizena

Kaizen se definira kao način razmišljanja usmjeren na kontinuirano poboljšanje. Prema Štefaniću (2015), kontinuirano poboljšanje podrazumijeva kontinuirano poboljšanje elemenata proizvodnog procesa (oprema, metode, materijali, ljudski resursi) i proizvodnje u cjelini. To ne znači uvijek radikalni razvoj, ali to mogu biti i male pozitivne promjene. Kaizen smatra da se svi čimbenici života kao i rada trebaju neprestano unaprjeđivati, odnosno nikada ne treba biti zadovoljan, već svakim danom treba težiti boljem i ne dopustiti da prođe dan bez poboljšanja. Kada govorimo o poboljšanjima, mislimo na poboljšanja svih radnika, tehnologija u procesima i svih prodanih usluga. Kaizen predstavlja mala kontinuirana unaprjeđenja, ta mala unaprjeđenja tijekom duljeg perioda imaju odraze na poslovanje, krajnji rezultat može biti velika promjena. Ovo je stalni, postupan proces prijave koji zahtijeva vrijeme i strpljenje da se vide rezultati primjene.

Za uspješnu implementaciju Kaizena treba ga smatrati filozofijom uma, budući da uključuje svakog zaposlenika. Središte, odnosno fokus Kaizen pristupa su zaposlenici, jer je njihovo psihofizičko stanje temelj napretka i uspjeha tvrtke. Kod Kaizen metodologije nema rizika za poduzeće, nema potrebe za većim financijskim ulaganjima, ono traži promjene u razmišljanju i načinu rada svih radnika uključenih u proizvodni proces, to se temelji na konstantnom poboljšavanju čovjeka, privatno i poslovno. Razmišljanje tokom rada kod Kaizena nije natjecateljske naravi, uzdizanja sebe i svojih postupaka kao najbolji i najvrjedniji, već da su svi zaposlenici, u proizvodnji i upravi, jedna momčad u kojoj svako može naučiti nešto novo od svakoga i time poboljšati suradnju svih karika u lancu proizvodnje i povećati produktivnost tvrtke u kojoj se provodi. Potrebno je razvijati samopouzdanje i disciplinu svakog radnika, upoznati ga na sve bitne aspekte tokom njegovog rada tako momčad može ostati snažna i funkcionalna. [7,8]

3.3. Jidoka

Jidoka se u literaturi definira kao automatiziranje s čovječjom inteligencijom. Jidoka je zapravo uređaj koji gasi stroj kada se dogodi greška u radnom predmetu. Cilj korištenja Jidoke je smanjenje troškova i poboljšanje kvalitete proizvoda. Jidokini korijeni sežu u dane kada je Toyota proizvodila automatske tkalačke stanove. Naknadno je Sakichi Toyoda napravio uređaj za otkrivanje puknutog konca na tkalačkom stanu, koji bi odmah zaustavio stroj kada bi konac puknuo. Nakon što se problem otkrije i riješi, proces počinje ispočetka. Isto kao i ostali Lean elementi.

3.4. Heijunka

Heijunka je riječ japanskog podrijetla koja znači izravnavanje, tj. ravnoteža. Svaka proizvodna linija treba biti uravnotežena bez ekstremnih vrijednosti odstupanja zbog neujednačene proizvodnje, promjena narudžbi kupaca itd. Heijunka je bitna kada se optimiziraju proizvodne linije kao koncept za uravnoteženje opterećenja i kapaciteta.

3.5. Andon

Kod Andon metode se radna mjesta nalaze na traci koja je opremljena uočljivim svjetlima u tri boje, zelena – kada na radnoj liniji nema problema ili je problem bio otklonjen, žuta – radnik koji se nalazi na tom radnom mjestu je uočio problem i time daje znak vođi tima da odstrani nastali problem te crvena – problem je kompliciran ili van područja vođinog tima koji time zaustavlja dio linije.

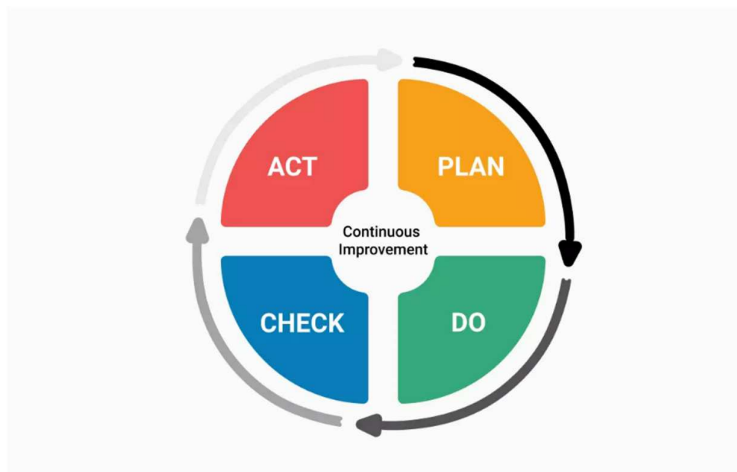
3.6. Just in time

Pojam Just in Time (skraćeno JIT), označava filozofiju rada kod koje prethodna radnja proizvodi točno onu količinu koja je potrebna trenutnoj radnji, njom se smanjuju troškovi u proizvodnji, zbog kraćeg vremena proizvodnje poluproizvoda, manjeg vremena skladištenja sirovina i poluproizvoda te optimiziranim kretanjima viličara, kamiona te radnika po proizvodnom pogonu i smanjenje troškova transporta.

3.7. PDCA – Demingov krug

Kvaliteta je temeljni kriterija za opstanak poduzeća na tržištu. Kvalitetom treba upravljati kako bi se zahtjevi kvalitete mogli ostvarivati. Upravljanje kvalitetom počelo se javljati sedamdesetih godina prošlog stoljeća povezano sa razvojem kvalitete potaknut novim trendovima. Upravljanje kvalitetom (eng. Quality Management, kratica – QM) dio je sustava upravljanja kojim se uz koordiniranje aktivnosti, planiranjem, nadziranjem, osiguravanjem kvalitete i poboljšavanjem iste ostvaruju politika i ciljevi kvalitete, kako bi se ispunile očekivanja, potrebe i zahtjevi. Upravljanje kvalitetom razvija i nadzire sve radnje i procese u poduzeću koji utječu na kvalitetu s ciljem uspostave optimalne kvalitete proizvoda i korištenje optimalnih procesa. [9]

U svakom poduzeću postoji određeni broj povezanih proizvodnih procesa čije je obavljanje važno za kvalitetu proizvoda. Kod toga je vrlo često rezultat prethodnog postupka početak slijedećeg postupka. Procesni pristup je osnovno načelo upravljanja kvalitetom. Za učinkovito funkcioniranje poduzeća nužno je utvrditi njegove procese, veze između procesa te upravljati njima na jednostavan, učinkovit i djelotvoran način. Zato je potrebno voditi neprestano poboljšavanje procesa i sustava upravljanja kvalitetom. Metodologija neprekidnog poboljšavanja bazira se na Shewhartovu PDCA ciklusu koji je popularizirao Deming, stoga mu se često dodjeljuje naziv Demingov krug kvalitete.



Slika 8. Prikaz PDCA kruga

Naziv PDCA dolazi od prvih slova riječi Plan (Planiraj), Do (Učini), Check (Provjeri), Act (Djeluj), koje su istovremeno i četiri osnovne faze u ciklusu. Demingov krug je osnovni alat za postizanje kontinuiranog unaprjeđivanja, nasuprot drugim pojedinačnim alatima koji se koriste za određene faze i koriste se za uklanjanje specifičnih pojedinačnih nastalih problema, on utjelovljava sustavan pristup poboljšavanju te je osnovna ideja da njegova uporaba ne prestaje, tako da kraj jednog ciklusa započinje novi.

PDCA Ciklus neprestanog poboljšanja odvija se u četiri koraka:

- ❖ Planiranje – Plan
- ❖ Činjenje – Do
- ❖ Provjeravanje – Check
- ❖ Djelovanje – Act

PDCA Ciklus je vrlo popularan alat za poboljšavanje kvalitete, njegov akronim može zbuniti ljude. Engleska riječ „Plan“ ne znači planiranje proizvodnje ili planiranje jednog proizvodnog ciklusa, ona podrazumijeva kreativno i inovativno razmišljanje, planiranje novi postupaka koji smanjuju troškove i dodaju kvaliteti. Riječi „Do“ i „Act“ mogu se u engleskom jeziku smatrati istoznačnicama i prevesti ih kao; raditi, obaviti i sl. Riječ „Do“ u PDCA ciklusu podrazumijeva primjenjivanje prethodno planiranje novih strategija dok riječ „Act“ znači reflektiranje na proizvodni proces i poboljšati ga. [9]

Nakon završetka PDCA ciklusa dolazimo do novih spoznaja koje nam omogućuju novo planiranje čime se ciklus ponovno pokreće. Tijekom provođenja PDCA ciklusa koristimo razne tehnike i alata kao što su:

- ❖ Brainstorming
- ❖ 7QCT – sedam osnovnih alata za kontrolu kvalitete
- ❖ 7MT – sedam alata za upravljanje
- ❖ KPI – ključni pokazatelj učinka

Brainstorming je alat koji služi za stvaranje velikog broja ideja u kratkog vremenskom periodu i smatra se jednim od najproduktivnijih načina za pronalaženje novih ideja. Proces se odvija na način da sudionici koncentriraju na postojeće probleme te nastoje smisliti što više rješenja. Kod oluje mozgova prihvatljive su sve ideje, odbacuje se klasično razmišljanje i uvodi se novi način razmišljanja, svaki sudionik nadovezuje se na prethodno iznesene ideje i pokušava ih poboljšati. [9]

3.8. Metoda 5S

Metoda 5S je metoda koja služi organiziranju, čišćenju i pripremi radnog mjesta, ona je jedna od temeljnih metoda u Lean filozofiji. 5S označava ključne riječi Japanskog porijekla; seiri, seiton, seiso, shitsuke, seiketsu a kasnije uvedenih i Engleskih riječi; sort, straighten, shine, standardize, sustain. Ova metoda se može poistovjetiti sa npr. vlastitim životom ili čišćenjem kuće, lakše je organizirati si privatne i poslovne događaje kada to radimo pravovremeno nego u zadnji tren ili lakše je živjeti u kući u kojoj uvijek vratimo na svoje mjesto nego kada tražimo jednu stvar u pretrpanoj sobi bez organizacije.

Primjenom 5S metode se optimizira radno mjesto i radno okruženje, smanjuju se poslovi koji ne donose vrijednost, povećava se produktivnost, kvaliteta i sigurnost rada na radnom mjestu.

- Seiri/Sort/Sortiranje – (Raspoređivanje alata). Sortiranje alata na način da često korišteni pozicioniraju na dohvat ruke, dok se oni manje korišteni postavljaju dalje kako ne bi predstavljali smetnju
- Seiton/Straighten/Urediti – Bitnim stvarima je potrebno osigurati laki i neopterećeni pristup, cilj jest smanjiti broj pokreta, koraka koje radnik mora uraditi
- Seisi/Scrub/Čišćenje – Pravovremeno čišćenje radnog mjesta, ručnog alata, opreme, strojeva i mehanizacije tako da se minimiziraju troškovi vezani uz nečistoću
- Seiketsu/Standardize/Standardizacija – prethodno navedene stavke potrebno je normirati i sastaviti potrebne procedure vezano za njihovo pravilno provođenje
- Shisuke/Sustain/Održavanje – Održavanje 5S navika među radnicima, adaptiranje novim situacijama i održavanje prethodno navedenih koraka koji su implementirani.

Općenito o Metodi 5S+1

Metoda 5S+1 je način angažiranja ljudi i doprinosu kulturalnim promjenama. Cilj je taj da svaki zaposlenik brine o strojevima i alatu sa kojim radi i svom radnom mjestu te tako doprinosi produktivnom i aktivnom održavanju.

Metoda 5S+1 jedan je od načina za uključivanje ljudi i poticanje kulturne promjene. Cilj metode 5S+1 je omogućiti zaposlenicima da sami brinu o strojevima i radnim mjestima na kojima rade, što često olakšava produktivno održavanje.

5S+1 je vizualni sustav za čišćenje, organiziranje i planiranje dizajniran za veću produktivnost, sigurnost i kvalitetu. Angažira sve zaposlenike, što je temelj za samodisciplinu, bolje radno okruženje i bolje proizvode. Kada je dobro podržan, stvara kulturu stalnog poboljšanja. Uglavnom se utvrđuje implementacija metode 5S+1, odnosno postavljanje zadataka unutar radnog mjesta i minimiziranje vremena traženja stvari.

Primjenom metode 5S+1 nastaju dobiti, neki primjeri toga su:

- ❖ Sigurno i čisto radno mjesto – smanjuje se opasnost od nastajanja povreda i ozljeda ako se radno mjesto redovito čisti i organizira
- ❖ Manje trošenje vremena – držanjem potrebnog alata, strojeva i materijala dostupnima se smanjuje vrijeme potrebno radniku da pronađe potrebne stvari, time raste produktivnost
- ❖ Manje potrebnog prostora – kad se odmaknu sve nepotrebne stvari, npr. Nepotrebne palete u skladištu ili stolice u uredima, i organiziraju se stvari koje su potrebne, povećava se iskoristivost proizvoda.
- ❖ Poboljšanje samodiscipline – otežava ignoriranje nepotrebnih ili uzaludnih koraka i stvari, time osigurava sigurniju radnu okolinu i poboljšava efikasnost poduzeća
- ❖ Poboljšanje kulture – potiče se bolji timski rad i raste entuzijazam zaposlenika, time se također povećava moral, sigurnost, kvaliteta te se postiže bolja komunikacija i kontrola u firmi.

Koraci u Metodi 5S+1

Metoda 5S+1 je alat koji se sastoji od šest aktivnosti čija je svrha olakšati snalaženje na radnom mjestu, brže pronaći i lakše održavati radni pribor, dokumente i alate te osigurati sigurnost, a eliminirati gubitke . Kao alat, metoda 5S+1 može se uspješno primijeniti u svim područjima poslovanja i života.



Slika 9. Koraci 5S+1 Metode

U početku, u Toyota Motor Corporation, prvi put je primijenjen, Sastoji se od pet koraka, pa se zato i zvala 5S, dok nije promovirana u SAD-u, uvodeći sigurnost kao šesti element, pa se danas govori o metodi 5S+1, odnosno metodi 5S + sigurnost, tj. 6S. Ovo jasno pokazuje vezu između sigurnosti i ostalih 5S elemenata te kako nepostojanje bilo kojeg 5S elementa ima negativan odraz na sigurnost.

| Korak | Naziv (jap.) | Naziv (eng.) | Naziv (hrv.) |
|-------|--------------|--------------|-----------------|
| 1 | Seiri | Sort | Sortirati |
| 2 | Seiton | Set in order | Urediti |
| 3 | Seiso | Shine | Očistiti |
| 4 | Seketsu | Standardize | Standardizirati |
| 5 | Shitsuke | Sustain | Održavati |
| 6 | Selamat | Safety | Sigurnost |

Tablica 3. Koraci 5S+1 metode

Seiri / Sort / Sortirati

Prva aktivnost u implementaciji pristupa 5S+1 je sortiranje. Potrebno je odvojiti korisno od beskorisnog. To znači uklanjanje ili čišćenje (u određenom smislu - uklanjanje nekih problematičnih dijelova) zadržanih, beskorisnih objekata ili informacija. Na primjer, alate je potrebno klasificirati i postaviti tako da alati koji se često koriste budu nadohvat ruke, a alati koji se rijetko koriste da budu udaljeni. Sortiranjem se mogu izbjeći većina negativnih čimbenika, neki od njih su; Prenatrpanost u proizvodnji, otežana komunikacija zbog prekomjernih zaliha, trošenje vremena na pronalazak potrebnog materijala i alata, troškovi u obliku neiskorištenog materijala, nepotreban alat i materijal nam onemogućuje optimizaciju procesa

Prilikom sortiranja treba se voditi logikom „ako niste sigurni treba li vam, ne treba vam“, i tako sve elemente koji nisu potrebni na tom radnom mjestu potrebno je ukloniti kako ne bi nagomilavali stvari na radnom mjestu. [10]

Seiton / Set in order / Urediti

Uređivanje ili Seiton je organiziranje potrebnih elemenata za jednostavnu upotrebu. Organizacija je način na koji održavamo, označavamo i skladištimo opremu na određenim mjestima kako bi je svaki zaposlenik mogao lako pronaći kada im zatreba. Svaki zaposlenik mora biti upoznat s takvim sustavom jer olakšava pronalaženje materijala i alata te njihovo vraćanje. Učinkovitost uređivanja ovisi o pravilnom izboru. Ako je previše elemenata organizirano i označeno, sustav postaje neučinkovit. Brzina prepoznavanja objekata može se postići prezentacijom markera, slika i označenih područja. Važne stvari potrebno je organizirati tako da im se može lako pristupiti. Cilj je minimizirati broj radnji koje radnik mora obaviti tijekom rada. Primjer tome su police i ploče s alatima koje trebaju biti jasno označeni gdje se alati nalaze radi lakšeg pronalaženja i vraćanja, te trenutne vidljivosti da se vidi jesu li alati zagubljeni. [11]

Seiso / Shine / Očistiti

Ovaj korak uključuje pranje i uklanjanje prljavštine, prašine i otpada. Ovu fazu 5S metode potrebno je uvesti kao svakodnevni zadatak svakog zaposlenika kako bi se stvorilo pozitivno radno mjesto. Redovito čišćenje poboljšava udobnost i smanjuje rizik od grešaka, ozljeda i oštećenja strojeva. Važan čimbenik u ovoj fazi je odgovornost i zajedničko sudjelovanje svih članova. U fazi čišćenja želimo svakodnevno čišćenje radnog mjesta učiniti rutinom. Neki od primjera kako nepočišćeno radno mjesto može negativno djelovati na nas je primjerice, nedostatak sunčeve svjetlosti ili nedovoljno sunčeve svjetlosti može smanjiti motiviranost za rad i uzrokovati neučinkovitosti u radu, otežava se zapažanje grešaka, mrlje od raznih tekućina dovode do padova i ozljeda, strojevi koji se ne održavaju redovito se kvare padaju češće i dovode do pogrešaka. [12]

Seketsu / Standardize / Standardizirati

Standardizacija znači integraciju prva tri koraka u cjelokupni proizvodni proces. Uvođenjem pravila proizašlih iz ova tri koraka (faze) pomaže zaposlenicima u poznavanju

zadatke i ciljeve uvođenja 5S metode. Tijekom ove faze dodjeljuju se upute za rad i zaposlenicima se tumače njihovi zadaci. Osiguravanjem ovog koraka jamčimo uvjete da se uvjeti ne vrate u početno stanje prije uvođenja 5S metode. Standardizacijom želimo postići promjene koje sprječavaju nastajanje grešaka kao što su; vraćanje radnih uvjeta na izvornu razinu, izbjegavanje prljavih i neurednih radnih prostora, neorganiziranost u skladištu, time i otežano pronalaženje potrebnih elemenata, akumuliranje nereda tokom rada, gubitak volje za rad.[13]

Shitsuke / Sustain / Održavati

Peta faza teče kontinuirano prema utvrđenim procedurama. Zadatak treba neprestano usavršavati. Kako bi se zadržale uvedene politike, mogu se provoditi interne revizije i dati bonusi (nagrade) zaposlenicima. Korištenje popisa za provjeru u različitim točkama omogućuje kontinuiranu provjeru je li trenutačno stanje u skladu s prethodnim pretpostavkama. Vrlo je važno održavati postupke točnima kako bi postali rutina. Često se događa da mnoga poduzeća, ustanove, ne uspijevaju u provođenju pete faze 5S metode unatoč uspješnom provođenju prethodnih četiri faza. Veliki utjecaj na uspješnost pete faze je mentalitet ljudi u samom poduzeću, potrebna je predanost i upornost kako bi se održala 5S metodologija. [14]

Selamat / Safety / Sigurnost

Uz sigurnost kao šesti element, 5S metoda je prvi put promovirana u Sjedinjenim Američkim Državama. Proširenje 5S pristupa sa sigurnosnim elementom potrebno je napraviti u nekoliko koraka, budući da način uvođenja nije sasvim jasan niti je velika novost.

Temeljni korak u proširenju pristupa na 5S+1 (6S) je uspješna implementacija 5S alata. Drugi korak, veza između sigurnosti i svakog elementa. Odnosno, nepostojanje bilo kojeg S elementa utječe na sigurnost.

Na primjer, ako nisu obilježeni, a na radnom mjestu postoje alati i drugi predmeti koji nisu potrebni za obavljanje posla, to može povećati sigurnosne i zdravstvene rizike povezane s radom, a time i utjecati na sigurnost. Smanjeni radni prostor, pretrpane pokretne površine, i još mnogo toga. Razbacani i neodabrani alati povećavaju rizik od mehaničkih opasnosti kao

što su ubodi i porezotine. Ovo neuredno radno mjesto utječe na ergonomiju, kretanje, faktore radnog okruženja i ostalo. [15]

Prednosti korištenja metode 5S+1

Sa ispravnim korištenjem metode 5S+1 donosimo mnogim korisnim faktorima, kao što su:

- ❖ Poboljšavamo rad
- ❖ Smanjuje se otpad
- ❖ Smanjuju se vremena
- ❖ Poboljšavamo komunikaciju između zaposlenika
- ❖ Poboljšavamo vještine
- ❖ Rješavamo se nepotrebnih stvari iz proizvodnog procesa

Bolji raspored opreme i alata potrebnih u proizvodnom procesu dovodi do povećanja učinkovitosti, što poduzeću donosi opipljive koristi. Pod boljim radnim uvjetima, produktivnost zaposlenika će nedvojbeno porasti, a time utjecati na učinkovitost i povećati profitabilnost poduzeća. Vizualno poboljšanje radnog mjesta može unaprijediti cijelu tvrtku.

U tablici su prikazane prednosti koje donosi 5S+1 metoda

| <i>Područje aktivnosti</i> | <i>Prednost metode 5S+1</i> |
|-------------------------------|--|
| Kvaliteta proizvoda | 1. Visokokvalitetni proizvodi 2. Poboljšana kvaliteta uključenosti tokom rada |
| Sigurnost i zdravlje pri radu | 1. Smanjenje broja nesreća na radu 2. Povećana sigurnost |
| Produktivnost | 1. Bolja organiziranost rada 2. Bolja suradnja između kolega 3. Brže pronalaženje potrebnih stvari |
| Ekonomičnost | 1. Manje količine nepotrebnog alata 2. Optimizirano korištenje materijala 3. Manja štetnost 4. Manje neiskorištenog materijala 5. Niži operativni troškovi |
| Zalihe | 1. Smanjenje rezervnih dijelova 2. Smanjenje inventara |
| Zadovoljstvo zaposlenika | 1. Poboljšanje radnih uvjeta 2. Bolja radna atmosfera 3. Veće zadovoljstvo za zaposlenike |

Tablica 4. Prednosti 5S+1 metode

Najvažnija prednost uvođenja 5S+1 metode je sigurnost. Unaprjeđenjem organizacije radnih mjesta i procesa rada lakše prepoznamo eventualne greške i ozljede na radnom mjestu. Bitan čimbenik koji utječe na uspješnost implementacije metode 5S+1 je upravo kvalitetno uvođenje metode u proces rada, kako bi zaposlenici i menadžment prihvatili i vidjeli njene pozitivne učinke.

Trenutna situacija i moguća poboljšanja

Kako bi evaluirali trenutnu situaciju i moguća poboljšanja korištenjem 5S+1 metode, koristimo se kontrolnim listama za područja:

- ❖ Radna mjesta i proizvodni objekti
- ❖ Radna mjesta i prostori ureda
- ❖ Skladišta
- ❖ Okoliš tvrtke, prometni putevi, ograde i sl.
- ❖ Hodnici, privatni prostori osoblja

Kontrolne liste za gore navedena područja sadržavaju sličan sadržaj, neki od njih su:

- ❖ Uklanjanje uzorka nereda
- ❖ Pristupačnost izlaza u slučaju nužde
- ❖ Osiguravanje funkcionalnosti alata i opreme
- ❖ Organizacija i proizvodni proces
- ❖ Načini skladištenja
- ❖ Organizacija radnih mjesta
- ❖ Održavanje discipline
- ❖ Zaštita okoliša
- ❖ Čišćenje i pospremanje nepotrebnih stvari
- ❖ Sortiranje i odvajanje otpada

Praćenje napretka i ostvarivanje mogućih poboljšanja 5S+1 metodi provodi se raznim načinima, jedan od jednostavnijih načina je tzv. Matrica postignuća. [16]

| RAZINE POSTIZANJA 5S+1 | | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|---|
| RAZINA 5 (kontinuirano poboljšavanje) | Problem urednosti je identificiran te postoje mjere za sprječavanje nereda | Potencijalni problemi su identificirani i promjene su dokumentirane | Potreban predmet može se pronaći unutar 30 sekundi i potreban je minimalan broj koraka | Pouzdana postupci i standardi za dnevne provjere i organizaciju mjesta rada su dokumentirani i podijeljeni | Uzročnici nastanka problema su eliminirani i aktivnosti unapređena fokusirane su na razvoj postupaka prevencije | Potencijalni problemi sigurnosti su identificirani, odgovarajuće mjere su dokumentirane |
| RAZINA 4 (fokus na pouzdanost) | Randi prostor ima dokumentirani raspored i odgovornosti za održavanje reda i dosljedno se provode | Pregled se obavlja kroz svakodnevno čišćenje radnog prostora, opreme i dostave | Potrebni predmeti u radnom prostoru svedeni na minimum | Pouzdana postupci i standardi za dnevne provjere mjesta rada se dokumentiraju i podijeljeni su svim članovima grupe | Izvor i učestalost problema je dokumentiran, uzročnici su identificirani razvijeni korekcijski planovi | Izvori opasnosti za ljude i okoliš su identificirani i predstavljaju standardnu rutinu svakog zaposlenika |
| RAZINA 3 (vizualizacija) | Početa čišćenja i izvori rasipanja su identificirani i ispravljani | Vizualna kontrola i identifikacija uspostavljena te označena radna površina, oprema i dostava | Potrebni predmeti su istaknuti, označeni i određene su potrebne količine | Radna grupa ima dokumentirane odgovore za vizualnu kontrolu, označavanje predmeta i njihovu potrebnu količinu | Radna grupa rutinski provjerava radni prostor za održavanje 5S+1 metode | Informacije o zaštiti na radu i zaštiti zdravlja su svima dostupne, objavljene i redovito ažurirane |
| RAZINA 2 (fokus na osnovno) | Potrebni i nepotrebni predmeti su identificirani, nepotrebni su predmeti uklonjeni sa radnog mjesta | Ključni predmeti u radnom prostoru za provjeru su identificirani i dokumentirani | Potrebni predmeti smješteni su sigurno i organizirano prema učestalosti uporabe | Radna grupa ima dokumentirani dogovor za potrebne predmete i upravljanje radnim prostorima | Početa razina 5S+1 je utvrđena te njena obilježja dokumentirana i objavljena u radnom prostoru | Potencijalno opasna mjesta za rad su propisno označena, dokumentirana, zaštitna sredstva su u uporabi |
| RAZINA 1 (osnovno) | Potrebni i nepotrebni predmeti su izmiješani u cijelom radnom prostoru | Ključni predmeti u rednom prostoru nisu identificirani i nisu označeni | Predmeti su ostavljeni nasumično u cijelom radnom prostoru | Postupci upravljanja radnim prostorima ne slijede se i time i nisu dokumentirani | Kontrola radnog mjesta se obavlja slučajno i ne postoji vizualno mjerenje | Potencijalno opasna mjesta za rad nisu označena, ne koriste se sredstva osobne zaštite |
| OZNAČITI ŽUTOM BOJOM POSTIGNUTE RAZINE 5S+1 (6S) | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S5+1 (6S) |
| | SORTIRATI | UREDITI | OČISTITI | STANDARDIZIRATI | ODRŽAVATI | SIGURNOST |

Tablica 5. Razine postizanja 5S+1

4. Primjeri primjene Lean metode

Za istraživanje i bolje prepoznavanje Lean filozofije i njenih alata koristili su se razni članci lako dostupni preko raznih internetskih stranica, znanstvenih radova i ostale dostupne literature, kao primjeri navedene su neke strane i domaće tvrtke koje su uspješno primijenile Lean alate.

4.1. Toyota

Lean proizvodnja je filozofija koje je nastala uglavnom iz proizvodnog sustava Toyote (eng. Toyota Production System, TPS), integrirani sustav koji obuhvaća Toyotinu filozofiju, koja je postavila Toyotu među vodeće tri automobilske tvrtke u svijetu danas, i praksu upravljanja. Taj Socio-tehnički sustav prepoznaje interakciju između ljudi i tehnologije na radnim mjestima. Ponekad pod nazivom „Toyota način“ (eng. „Toyota way“), glavni ciljevi su prepoznavanje preopterećenja, nedosljednosti i uklanjanje otpada. Pod pojmom otpada nije samo materijal otpad, nego i izgubljeno vrijeme i nepotrebno kretanje. Filozofija se također oslanja na fleksibilnost sustava kako bi se postiglo smanjenje stresa. [17]



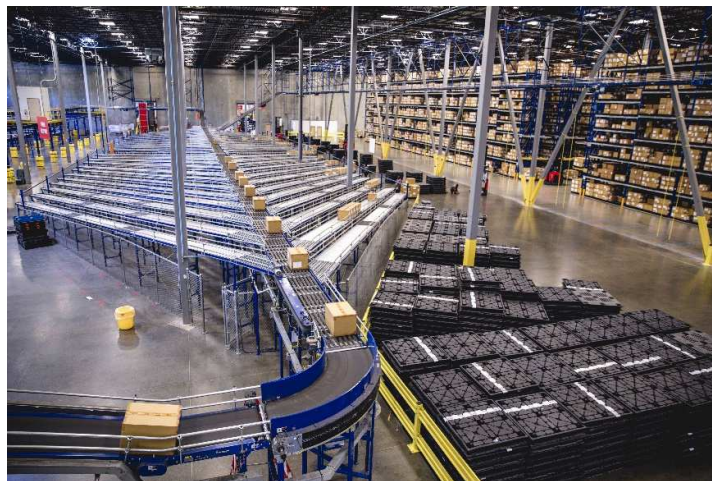
Slika 10. Radnici u Toyoti

4.2. Nike

Svjetski poznati proizvođač sportske opreme, obuće i odjeće uvela je Lean proizvodnju potaknuta filozofijom „Učiniti danas bolje“ (eng. Make today better), ona je sveprisutna u njihovoj proizvodnji. Lean proizvodnja je dugo sastavni dio njihovog pristupa unutar i izvan tvornice te unapređenje održive prakse. Nike je u financijskom izvješću za godinu 2010 – 2011 objavio da su postignute sljedeće vrijednosti; 50% smanjeni broj defektne robe, 40% brža

isporuka gotovih proizvoda, 30% uštede na proizvodnom vremenu proizvoda kod novih modela i 20% povećanje produktivnosti.

Unutar Nikea, Lean proizvodnja se smatra i poslovnim sustavom i tekućim sustavom dizajniran za proizvodnju proizvoda najviše kvalitete uz eliminaciju propuštenih prilika za poboljšanje. Zaposlenici su obučeni i motivirani, čime se unapređuje timski rad koji je ključan za unapređenje poslovanja. Također, potaknite zaposlenike koji su najbliži problemu da ga pokušaju riješiti. Tvrtka neprestano radi na projektima održivosti s nevladinim organizacijama i partnerskim proizvođačima. Uspješni su i održivi kroz svoje partnerstvo s Udrugom poštenog rada. U isto vrijeme, kao član Sustainable Apparel Coalition, čija je vizija stvoriti globalnu industriju koja planetu i njegovim ljudima pruža više nego što im treba (globalna industrija robe široke potrošnje koja planetu i njegovim ljudima pruža više od potrebno za planet i njegove ljude). [17]



Slika 11. Sortirnica paketa u skladištu Nike-a

4.3. Eko Međimurje

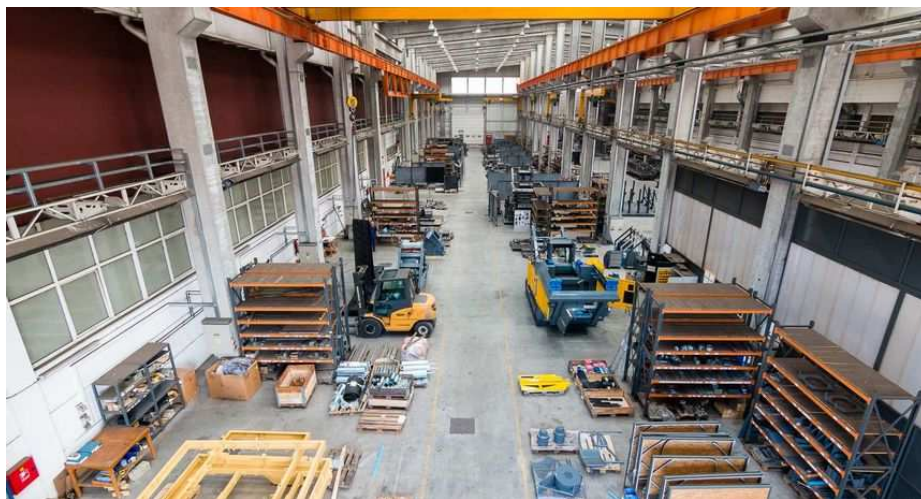
Sredinom 2015. godine, zbog neuravnoteženog odnosa zaprimljenih narudžba i proizvodnih mogućnosti tvrtke, nakon dvomjesečne analize, utvrđeno je kako bi najbolje pomogla proizvodnja na principu Leana. Do kraja 2015. godine cilj je bio upoznavanje poduzeća sa Lean proizvodnjom, kako bi se 2016. godine krenulo primjenjivati Lean alate te je do kraja godine provedeni 5S na svim proizvodnim linijama, povećao se broj prijedloga.

U počecima implementacije Lean-a u proizvodnju pojavilo se nezadovoljstvo od strane zaposlenika, sa tvrdnjama kako Lean neće povećati produktivnost niti donijeti bolje rezultate.

Kako je vrijeme prolazilo, bilo je sve više prijedloga od strane djelatnika kako poboljšati proizvodni proces, te se tako Lean način razmišljanja polagano ali sigurno utemeljio u proizvodnom procesu poduzeća Eko Međimurje.

Primjer uspješne Lean proizvodnje vidljiva je iz analize jednog proizvoda na kojem su se uspoređivala vremena aktivnost koja dodaju vrijednost proizvodu (VAT) i vremena aktivnosti koja ne dodaju vrijednost (NVAT), kod prvobitnog postupka proizvodnje ukupno VAT vrijeme iznosilo je 1335 minuta, dok je NVAT vrijeme iznosilo 1350 min. Tu se ustanovilo da najveći gubici nastaju kod pripremno-završnih vremena u operacijama strojne obrade i „čekanja“ između dvije operacije. Ideja iz proizvodnje je bila uklanjanje barem jedne strojne obrade, njihov Kaizen tim proučavao je tehnološke postupke i došao do zaključka da se mogu ukloniti obje strojne obrade uz izradu naprave za lakše montiranje proizvoda. Novo VAT vrijeme iznosilo je 1039 min, dok se NVAT vrijeme smanjilo na 230 minuta. [18]

Korištenjem tih dobivenih vremena iz primjera Eko-Međimurja vidljivo je da se uz dobro organizirani Kaizen tim i korisnih prijedloga iz proizvodnje mogu postići znatne uštede vremena kao što se VAT vrijeme smanjilo za 269 minuta, dok se NVAT vrijeme smanjilo za 1120 minuta, drugim riječima, ukupna proizvodnja do isporuke kupcu se skratila za 51,7%.



Slika 12. Skladište poduzeća Eko Međimurje

4.4. Končar

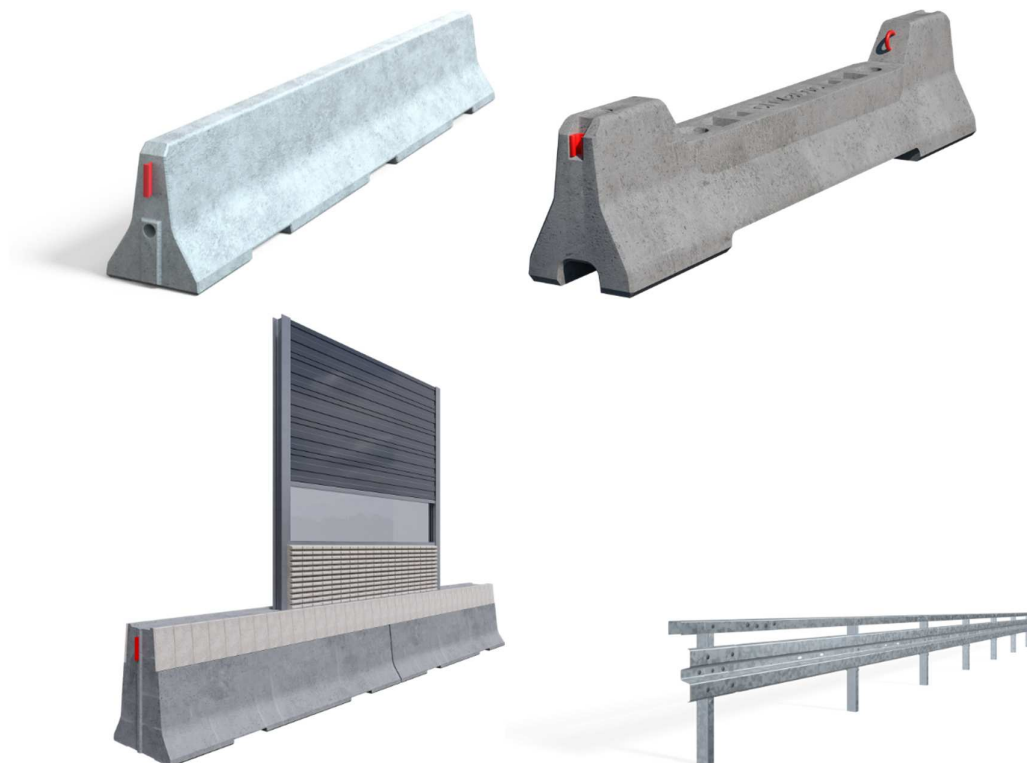
Početak Lean proizvodnje u poduzeću Končar – energetske transformatori (KPT) seže u 1998. godinu kada je društvo, kako bi povećalo svoju konkurentnost na svjetskom tržištu, donijelo strateški bitnu odluku o smanjivanju troškova proizvodnje za najmanje 30 %.

Za uspješnost te odluke korišteni su razni menadžerski alati, bio je osnovan odjel poslovne izvrsnosti, uvedene su digitalne tehnologije 4.0 te vizualni menadžment. Najveći naglasak se stavlja na uključenost svih zaposlenika, koji su prolazili školovanja za uspješno korištenje alata.

Uvođenjem Lean proizvodnje u Končar – Motore i električne sustave (MES), čiji je cilj transformacija MES-a. Prvi provedeni projekt bio je u odjelu strojne obrade gdje je bio uveden novi razmještaj opreme, bio je izbačen višak alata i materijala, prvi rezultati pokazuju na povećanje produktivnosti od 700 norma sati mjesečno. Iduće godine, nastavljena je primjena Lean alata u proizvodnje te se organizirala Lean akademija koju vodi Fakultet strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, u prostorima firme Končar. [19]

5. Primjeri uvođenja Lean proizvodnje

Navedeni primjeri uvođenja Lean proizvodnje dokumentirani su iz proizvodnog pogona firme DELTABLOC Components d.o.o., koja je sestrinska firma austrijske firme DELTABLOC International GmbH koja proizvodi široki asortiman zaštitnih barijera (betonskih i čeličnih) diljem svijeta te barijere za prigušenje buke i vjetra.

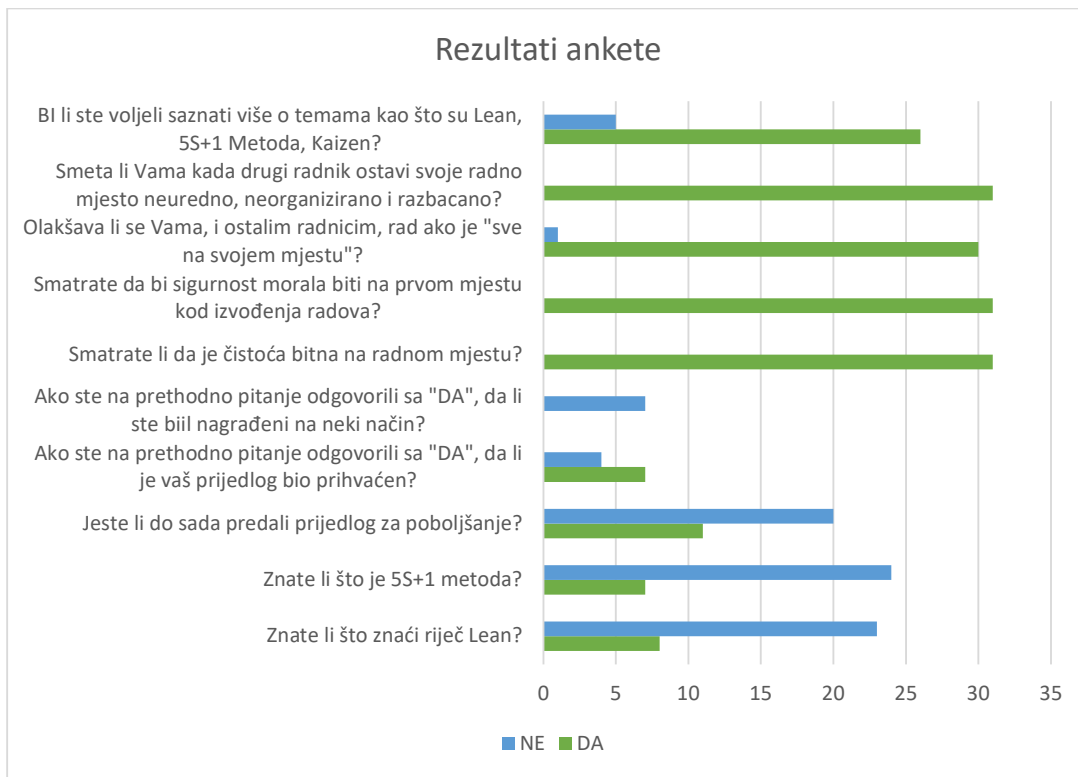


Slika 13. Sigurnosne barijere

Sjedište i proizvodni pogon firme DELTABLOC Components d.o.o. nalazi se u Turčičiću, trenutno je zaposleno 36 radnika i oni su ovlašteni proizvođač armaturnih dijelova koji se kasnije ugrađuju u betonske barijere, kalupa za izradu barijera i širokog asortimana čeličnih dijelova za ostali asortiman vidljiv na autocestama.

5.1. Anketiranje i uvođenje Lean tima

Kao prvi korak uvođenja Lean filozofije u poduzeće DELTABLOC Components d.o.o. Odlučilo se izraditi anketu među zaposlenicima oko poznavanja pojmova vezanih sa Lean filozofijom i njihovim stavom prema načelima 5S+1 metode. Anketa je bila anonimna kako bi svi odgovori bili što iskreniji, anketna pitanja nalaze se u prilogu diplomskog rada. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da više od 90% radnika smatra kako je organizirano i uredno radno mjesto bitno za uspješan rad i 100% radnika smatra da je sigurnost na prvom mjestu kod obavljanja bilo kakvih radova. 84% zaposlenika je izjavilo da bi voljeli čuti više o temama kao što su Kaizen, Lean i 5S+1 metoda, analizirajući anketu vidljivo je da iako većina radnika nije upoznata sa Lean filozofijom i njenim alatima oni i dalje obavljaju rad na takav način, tako da bi se daljnjim obrazovanjem po toj temi mogla stvoriti skoro pa savršena radna okolina. Do sada je prijedlog dalo 65% radnika od čega je bilo prihvaćeno 70% danih prijedloga. Omogućavanjem nekog načina nagrade, bilo to novčana nagrada ili neki drugi način, moglo bi uvelike motivirati radnike koji su do sada, a i buduće radnike, za predavanje prijedloga za poboljšavanje proizvodnje. Iz prethodno navedenih rezultata može se zaključiti da je većinski dio zaposlenika angažiran i spreman rad obaviti prema načelima Lean filozofije, uz to visoka zainteresiranost za dublje proučavanje tematika kao što su Metoda 5S+1 i Kaizen može pospješiti i motivirati zaposlenike za neprestanim poboljšanjem radnog mjesta.



Tablica 6. Rezultati provedene ankete u poduzeću DELTABLOC Components d.o.o.

Prolaženjem kroz prethodno analiziranu anketu došlo se do spoznaje kako se u poduzeću između zaposlenika uvidjela želja za poboljšanjem radnih uvjeta i optimiziranjem njihovih svakodnevnih obaveza za vrijeme rada. Za što uspješnije provođenje raznih alata i upoznavanje radnika sa Lean filozofijom rada formirati će se tim koji će svakodnevno provjeravati i podučavati zaposlenike o prednostima, načinima i metodama Leana. U poduzeću se nalaze neki dijelovi proizvodnje i gotovi proizvodi na kojim se mogu direktno demonstrirati i prikazati učinci 5S+1 metode rada kao ogledni primjeri za daljnje uvođenje te metode. Postavljanjem sandučića predviđenog za prijedloge zaposlenika i imenovanjem voditelja tima koji prolazi kroz predane prijedloge daje se veće značenje i bitnija uloga Lean filozofiji u poduzeću i daje se naglasak na bitnost iste.

Nažalost, kako je tvrtka DELTABLOC Components d.o.o. mala, nema prostora za zapošljavanjem jednog odjela koji bi se bavio tematikom Lean filozofije u radnom okruženju, tako da će se tim sastojati od zaposlenika koji imaju najviše iskustva u proizvodnom procesu i onih koji su do sada pokazali visoki interes za poboljšanjem radnih uvjeta. Uvođenjem tako odgovornih osoba i dodavanje važnosti na nagrađivanje radnika koji pozitivno pridonose poboljšanju proizvodnog procesa može imati pozitivan utjecaj na sve zaposlenike i stvaranju natjecateljskog duha i želje za svakodnevnim poboljšanjem raznih proizvodnih procesa.

5.2. Automatiziranje proizvodnje „Zugbandi“

Proizvod koji se proizvodi najviše su Zugbandi, Problemi kod proizvodnje bili su najčešće preduga vremena isporuke, za isporuku je trebalo 10 radnih dana, ponovljivost postupka imala je negativne utjecaje na kvalitetu zavarenih spojeva i postojale su opasnosti od ozljeđivanja prilikom pripreme, zavarivanja i premještanja proizvoda. Vidljivi gubici bili su i mogućim štetama kod nepravilnog zavarivanja proizvoda, ne obraćanje pažnje na propisane tolerancije moglo je prouzročiti novih 10 radnih dana popravljanja i premještanja proizvoda. Kod standardnih postoje deset vrsta koji se proizvode kroz cijelu godinu i vidjela se mogućnost usavršavanja njihove proizvodnje. Količine tih deset vrsta kreću se u rasponu od 40 000 – 60 000 komada godišnje.

Prva i najvažnija prednost je povećana sigurnost radnika kod proizvodnje Zugbanda, kako su prostor za zavarivanje i prostor za sastavljanje proizvoda odvojeni pregradom koja ima više funkcija, neke od njih su zaštita od plavog svijetla i zaštita od prskanja kod zavarivanja.



Slika 14. Prednja strana automatizirane linije



Slika 15. Unutarnji dio automatizirane linije

Iznad svakog manipulatora nalazi se jedinica za usis štetnih plinova koji nastaju prilikom zavarivanja.

Uz robotsko postrojenje također su se instalirali i mostna dizalica za uzimanje gotovih proizvoda i uređaj za graviranje. Kako jedan proizvod teži do 70 kg Mostna dizalica otklanja najveći problem u proizvodnji, ručno premještanje gotovih proizvoda i time uklanjaju rizici ozljeda. Uređaj za graviranje omogućuje olakšano provjeravanje i osiguravanje kvalitete, on gravira na čeljust profila; širinu profila, duljinu Zugbanda, seriju i redni broj, no može gravirati i ostale podatke prema zahtjevima kupca kao što su radni nalog, datum proizvodnje, nacrt itd. Okretni stolovi izrađeni su sa kliznim prihvatima koji se mogu lagano premjestiti na željenu duljinu gotovog proizvoda i širinu profila za spajanje te time eliminiraju moguće greške kod izrade i gubitke u smislu popravljanja proizvoda

Rezultati su najbolje vidljivi uspoređivanjem ručne proizvodnje i automatizirane, glavna razlika je u vremenu proizvodnje, dok je kod ručne proizvodnje moguće proizvesti 30 komada gotovog proizvoda, kod robotskog postrojenja se taj broj kreće od 60 do 65 komada. Time se vrijeme proizvodnje prepolovilo, uzevši u obzir sve parametre kod izračunavanja gotove cijene proizvoda (satnica radnika, amortizacija postrojenja, sitni potrošni materijal, dodatni i osnovni materijal) dobiva se ista cijena kod ručne i automatizirane proizvodnje, ali je zato dvostruka količina izrađenih proizvoda.

Nakon korištenja robotskog postrojenja u trajanju od godinu dana vidjele su se sve prednosti pa se odlučilo krenuti u nabavku još jednog manjeg manipulatora za zavarivanje koji bi izrađivao sve manje pozicije koji ne bi bilo efektivno proizvoditi na postojećem postrojenju.

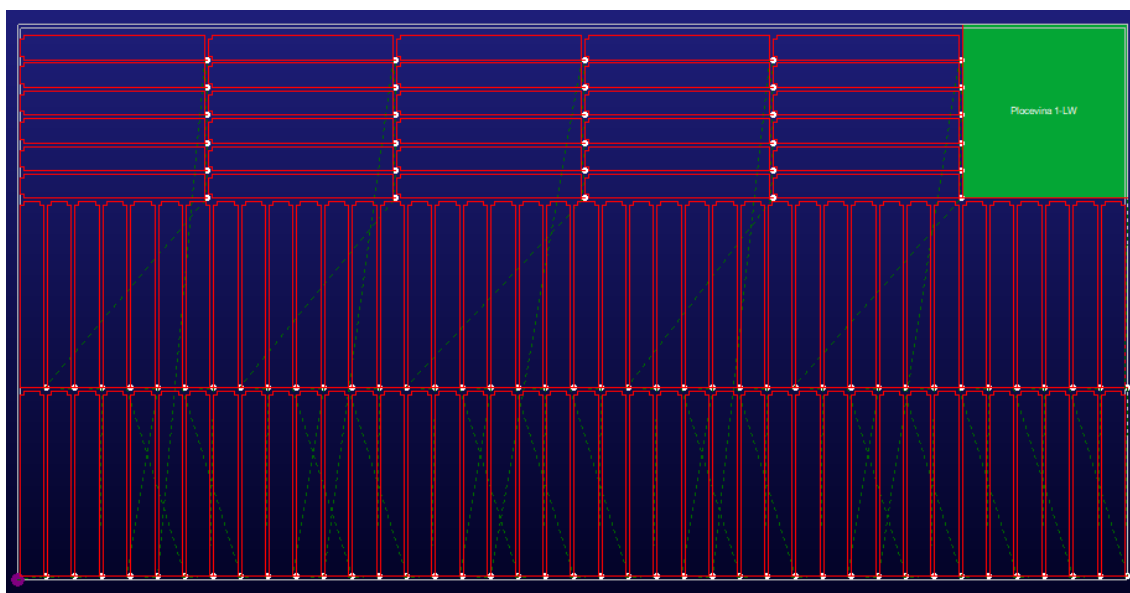
5.3. Optimiziranje udarnih klinova

Jedan od mnogih dijelova koji se koristi u osiguravanju sigurnog spoja betonskih barijera i ceste su udarni klinovi, njima se betonske barijere usidre u cestu i time smanjuju mogući pomak kod sudaranja sa W5 na W1 kod manjih modela visine 80 cm te sa W5 na W2 kod većih modela visine 120 cm. Kod udarnih klinova vidio se problem u tome što se kod zavarivanja ojačanja profil deformirao zbog unosa topline i trebalo je izravnati svaki profil dok je drugi problem bio stvaranje otpada kod proizvodnje ojačanja dimenzija 65x500x8 mm. Gubici su se javljali u obliku gubitka vremena potrebnog za ostvarivanje zavarenog spoja, bilo je potrebno izvesti dva zavara u duljini od 500 mm i naknadno ravnanje koje je moglo potrajati od dvije pa do pet minuta po komadu. Stvoreni otpad kod rezanja ojačanja je za svakih 100 komada iznosio je 16 kg koji je kod većih serija (1 000 – 2 000 komada) i po 640 €.



Slika 16. Udarni klinovi spremni za isporuku

Prvo poboljšanje koje se uvelo bilo je izmjena procesa dobivanja ojačanja. Dotadašnji postupak se svodio na rezanje ojačanja na plazma rezačici iz ploča lima dimenzija 3000x1500x8 mm.



Slika 17. Prikaz programa za rezanje pozicija

Nakon nekoliko manjih serija u rasponu 200 – 500 komada uvidjelo se da kod svakog rezanja ostaju ostaci dimenzija 500x500x8 mm, koje povisuju bruto/neto omjer mase ploče, a time i samu cijenu gotovog proizvoda. Slijedeći korak je bio optimizirati taj omjer i dovesti ga što je više moguće prema omjeru 1/1. Nakon duljeg traženja uspio se pronaći dobavljač koji može isporučiti plosnate limove dimenzija 65x8x6000 mm. Nakon zaprimanja prve narudžbe od 1 000 komada gotovih proizvoda i njene realizacije pokazalo se kako rezanje na tračnoj pili ne samo da daje čišće dijelove koje nije potrebno naknado obrađivati kutnom brusilicom nego se i unosi znatno manje topline u pozicije te se ubrzava proizvodnja zbog mogućnosti rezanja više limova istovremeno.



Slika 18. Narezane pozicije

Kod zavarivanja se uvidio idući problem, navedena ojačanja bilo je potrebno zavariti obostrano zavarom a4/500, kod tog procesa se unosila znatna količina topline u zavar, pa se nosač deformirao za 3 – 5 cm, koje je trebalo mehanički izravnati na hidrauličkoj preši. Kod manjih serija to nije bilo vremenski zahtjevno i moglo se odraditi u jednoj smjeni. Uzimajući u obzir da je količina bila znatno veća trebalo je poduzeti mjere kako spriječiti nastale deformacije.

Shvatili smo kako je upisani zavar bio predimenzioniran te smo odlučili smanjiti dimenzije, sporazumom se odlučilo da novi zavar ima dimenzije a4/3x50(170). Kod prvih probnih zavarivanja odmah se uočila razliku u izvijanju nosača, umjesto prethodnih 8 – 10 cm, sada se to smanjilo na 3 – 5 mm, koje je bilo prihvatljivo i nije iziskivalo mehaničko ravnanje.



Slika 19. Mjerenje deformacije nakon zavarivanja

Osim izostavljanja ravnanja na preši također se vidjela ušteda na potrošenoj žici za zavarivanje i zaštitnom plinu. U nastavku su navedene kalkulacije za uspoređivanje zavara a4/500 i a4/3x50(170).

Prethodno definirani uvjeti koji vrijede za obje kalkulacije:

- ❖ Brzina dodavanja žice – 6 [m/min]
- ❖ Volumni protok plina – 14 [L/min]
- ❖ Masa žice za zavarivanje – 0,00887 [kg/m]
- ❖ Masa plina za zavarivanje (CO₂) – 0,0018295 [kg/L]
- ❖ Cijena plina – 0,77 [€/kg]
- ❖ Cijena žice – 2,67 [€/kg]

Dobiveni rezultati za zavarivanje zavara a4/500:

- ❖ Vrijeme zavarivanja – 6,43 [min/kom]
- ❖ Utrošak od 38,58 metara žice tj. 0,342 kg/kom što iznosi 0,915 €/kom
- ❖ Utrošak od 90 litara plina tj. 0,165 kg/kom što iznosi 0,127 €/kom
- ❖ Sa jednim kolutom od 15 kg bi se idealno zavarilo 43 komada ojačanja
- ❖ Unos topline – 880 [kJ]

Dobiveni rezultati za zavarivanje zavara a4/3x50(170):

- ❖ Vrijeme zavarivanja – 2,5 [min/kom]
- ❖ Utrošak od 15 metara žice tj. 0,133 kg/kom što iznosi 0,356 €/kom
- ❖ Utrošak od 35 litara plina tj. 0,064 kg/kom što iznosi 0,049 €/kom
- ❖ Sa jednim kolutom od 15 kg bi se idealno zavarilo 112 komada ojačanja
- ❖ Unos topline – 264 [kJ]

Usporedba dobivenih rezultata za ova dva slučaja

| Parametri | Zavarivanje a4/500 | Zavarivanje a4/3x50(170) |
|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Vrijeme zavarivanja | 6,43 min | 2,5 min |
| Količina potrošene žice | 0,342 kg tj. 0,915 € | 0,133 kg tj. 0,356 € |
| Količina potrošenog plina | 90 L tj. 0,127 € | 35 L tj. 0,049 € |
| Broj komada prije zamjene žice | 43 komada | 112 komada |
| Količina unesene topline | 880 kJ | 264 kJ |
| Ravnanje proizvoda | 2 – 5 min | - |

Tablica 7. Usporedba rezultata

Izmjenom zavarenog spoja postignuta su slijedeća poboljšanja; vrijeme zavarivanja smanjilo se na 2,5 min od prethodnih 6,43 min i time se postupak ubrzao za 60% i smanjio se unos topline za 70%. Eliminiralo se vrijeme ravnjanja koje je prije iznosilo 30 do 40 sati tjedno. Dnevna proizvodnja se povisila sa 70 komada na 180 komada što je povećanje od 157% i nakraju su se smanjili troškovi potrebnog dodatnog materijala i plina za 60%.

5.4. Redizajn okruglih pinova

Kao alternativa udarnim pinovima, navedenima u prethodnom odlomku, nude se lijevani pinovi, oni smanjuju mogući pomak kod sudaranja sa W5 na W2 kod manjih modela visine 80 cm te sa W5 na W3 kod većih modela visine 120 cm. Problemi koji su se najčešće javljali bili su predugi rokovi isporuke i previsoka cijena krajnjeg proizvoda. Tako su se vremena isporuke kretala od 30 do 35 radnih dana od narudžbe.



Slika 20. Lijevani pinovi

Pošto se tehnologija pričvršćivanja pinovima odvija na način da se nakon pozicioniranja betonske barijere izbuše rupe u asfaltu ili betonu, došlo se do zaključka da pinovi ne moraju biti šiljasti pošto oni ne penetriraju u površinu.

Započela se proizvodnja pinova iz lakše dostupnih materijala, kao što su valjane šipke i šipke čelika za armiranje betona na koje se zavaruje podloška. Proizvodnja se u prvim mjesecima odvijala ručno na način da se šipka sa pripojenom podloškom postavila u okomiti položaj i zavarivač je zakretanjem tijela ostvario zavareni spoj. Kako su se količine počele povećavati, odlučilo se u automatiziranje postupka.



Slika 21. Nova vrsta pinova

Nabavio se uređaj PR02P i pozicioner COM-1802, kojim se omogućava olakšani i ergonomičniji rad. Radnik više ne mora zavarivati svaki pin vlastito, već u pozicioner za zavarivanje postavi cijev adekvatnog unutarnjeg promjera u koju se kasnije postavlja valjana šipka ili šipka armaturnog čelika. Cijev je odrezana na način da podloška sjedne na odgovarajuću visinu potrebnu za zavarivanje.

Posljednja radnja koja se izvršila za olakšavanje zavarivanja pinova je bila izgradnja kolica na kojima se nalaze pozicioner, držač pištolja i uređaj za sinkroniziranje. Izgradnjom kolica se olakšava premještanje uređaja i eliminira se podizanje pojedinih dijelova na radni stol

nego je radniku omogućeni rad pokraj kolica u sjedećem položaju sa minimalnim brojem pokreta.



Slika 22. Kolica sa pozicionerom i uređajem za zavarivanje

Rezultati primijenjenih izmjena vidljivi su kroz vremena isporuke, dotadašnji proces proizvodnje trajao je od 30 do 35 radnih dana, primjenom lakše dobavljivih repromaterijala i vlastite proizvodnje bilo je moguće ubrzati proces proizvodnje za 100% i time smanjiti rok isporuke na 15 do 18 radnih dana uz istovremeno smanjenje cijene krajnjeg proizvoda i lakše zadržavanje proizvoda na tržištu.

5.5. Organiziranje limova u proizvodnom pogonu

Početkom vlastite proizvodnje poluproizvoda počeli su se gomilati razni ostaci ploča limova iz kojih se još moglo izrezati širok raspon poluproizvoda pa se nisu bacali, nego stavljali sa strane. Nakon mjesec dana vidjelo se da takvo skladištenje usporava proizvodni proces zbog dvije stvari; pronalaženje potrebne kvalitete i debljine lima i premještanje ploča kako bi se došlo do tražene. Kao nepisano pravilo se uvijek ispostavilo da je taj lim koji radnik treba uvijek na dnu. Tako se na dan prosječno izgubilo sat vremena efektivnog rada zbog preslaganja i sortiranja limova koji su otežavali sigurno kretanje po proizvodnom pogonu. Nedostatak

organiziranosti i preglednosti vodio je sa sobom moguće ozljede kod premještanja limova i dnevno oko dva sata izgubljenog vremena za premještanje i traženje lima.



Slika 23. Nesortirani limovi raznih dimenzija

Nabavom regala sa osam polja bilo je lako sortirati sve potrebne limove prema debljinama i kvaliteti materijala, sada se jednom tjedno uzmu svi limovi koji su potrebni za rad u tom tjednu i postavse pokraj stola za rezanje poredane po potrebama za dalju proizvodnju.



Slika 24. Sortirani limovi u regalu

6. Zaključak

Lean filozofija primjenjuje se u sve većem broju poduzeća, sa njenim korištenjem smanjuju se rasipanja u pogledu utrošenog materijala, utrošenih radnih sati svih zaposlenika, popravci i izmjene strojeva i alata. To je moderan način razmišljanja i rada. Lean filozofija svoje osnove uzima iz toyotnog proizvodnog sustava (TPS) koji se počeo koristiti početkom 50-ih godina prošlog stoljeća te se nastavio razvijati svakog dana. Lean kuća nam daje dobar uvid u redosljed odvijanja Lean filozofije, kako je temelj kuće Kaizen i 5S+1 metoda najbitnije je krenuti od njih kako bi osigurali siguran dolazak do željenih ciljeva koji ovise od poduzeća do poduzeća, ali većinom su oni smanjenje troškova i vremena proizvodnje, osiguravanje najboljeg proizvoda uz konkurentne cijene i opstanak na tržištu. Primjena 5S+1 metode olakšava rad na određenim radnim jedinicama te uz to doprinosi smanjenju stvorenog otpada i nepotrebnih radnji koje oduzimaju vrijednost gotovog proizvoda. Najbitnije stavka ove metode je organiziranost u provođenju, kako se ne bi nakon uspješno provedene prve ili druge faze zaustavili i nakon nekog vremena zaboraviti na odrađeno i vratili se na prethodno stanje, isto tako provođenje 5S+1 metode ne završava kad jednom prođemo kroz sve faze, najbitnije je kontinuirano poboljšavanje svih faza ove metode i neprestano nadmašivanje prethodnih rezultata.

Poduzeće u kojem je odrađeni istraživački dio ovog diplomskog rada, DELTABLOC Components d.o.o. smještena u industrijskoj zoni Turčišće, bavi se proizvodnjom komponenata za betonske sigurnosne barijere kao što su spojke, armaturne mreže i vilice, sidrene ploče, također proizvodi dijelove za čelične sigurnosne barijere i ostali široki asortiman zadužen za osiguranje sigurnosti na autocestama kao što su, pokrovi dilatacija na mostovima i nosači zvučnih barijera. Početak istraživačkog rada započeo je prepoznavanjem već postojećih, implementiranih primjera metode 5S+1 u poduzeću, koji će kroz daljnje uvođenje služiti kao ogledni primjeri uspješnog poboljšanja proizvodnog procesa, također se u prvom dijelu radnicima podijelila anketa prema kojoj se uvidjelo da zaposlenici aktivno primjenjuju neke od glavnih točaka Lean filozofije u njihovom svakodnevnom radu kao što su stavljanje sigurnosti na prvo mjestu prilikom obavljanja rada, održavanjem radnog prostora čistim i uređenim kako ne bi došlo do prekomjernog gubljenja vremena kod traženja i uzrokovanje mogućih ozljeda zbog neorganiziranog radnog mjesta. Nadovezujući se na to planira se formiranje tima zaduženog za provođenje Lean filozofiju u prostorima poduzeća započevši od kratkih

predavanja na temu metode 5S+1 koje radnicima detaljnije prikazuje važnost svake faze i pozitivne utjecaje korištenja tj. potencijalne negativne utjecaje ako se ne koristi.

7. LITERATURA

- [1] Womack, P.J. ; Jones, D.T. Lean thinking: banishwaste and createwealth in your corporation. Simon&Schuster: New York, 1996.
- [2] Abdullah, F., LEAN MANUFACTURING TOOLS AND TECHNIQUES IN THE PROCESS INDUSTRY WITH A FOCUS ON STEEL, BS in Mechanical Engineering, University of South Carolina, 1996, MS in Industrial Engineering, University of Pittsburgh, 1999, 9-10., <http://d-scholarship.pitt.edu/7968/1/Abdullah.pdf>, dostupno 16.8.2023.
- [3] LGN, 2009. About Us. Lean Global Network. <http://Leanglobal.org> dostupno 16.8.2023.
- [4] Liker, K. The Toyota Way Fieldbook. McGraw-Hill Professional, 2006.
- [5] Piškor, M. i Kondić, V. (2010). Lean production kao jedan od načina povećanja konkurentnosti hrvatskih poduzeća na globalnom tržištu. Tehnički glasnik <https://hrcak.srce.hr/85887/>, dostupno 17.8.2023
- [6] Hil, M. (2020). *Unapređenje poslovanja poduzeća korištenjem Kaizen metode* (Diplomski rad). Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek.
- [7] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Kaizen> dostupno 16.8.2023.
- [8]<https://safetyculture.com/topics/kaizen-continuous-improvement/10-kaizen-rules/> dostupno 16.8.2023.
- [9] Bilić, B. (2016.) Kvaliteta: planiranje, analiza i upravljanje, Split, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje u Splitu
- [10]<https://codel.hr/wp-content/uploads/2019/12/Codel-5S-metoda.pdf>, str. 1, dostupno 17.8.2023.
- [11] <https://codel.hr/wp-content/uploads/2019/12/Codel-5S-metoda.pdf>, str. 2,3 dostupno 17.8.2023.
- [12] <https://codel.hr/wp-content/uploads/2019/12/Codel-5S-metoda.pdf>, str. 2,3 dostupno 17.8.2023.
- [13] <https://codel.hr/wp-content/uploads/2019/12/Codel-5S-metoda.pdf>, str. 2,4 dostupno 17.8.2023.
- [14] <https://codel.hr/wp-content/uploads/2019/12/Codel-5S-metoda.pdf>, str. 2,4 dostupno 17.8.2023..
- [15] Pandža, M. (2018). Upotreba 5S alata u svrhu poboljšanja sigurnosti (6S). Sigurnost, 60 (3), 273-275. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/209116> , dostupno 17.8.2023
- [16] Izvor: Veža, I.; Rovani, M.: Proizvodni sustavi. – Split: FESB, 1998.
- [17] <https://ufuture.com/top-10-Lean-manufacturing-companies-world/> ,dostupno 17.8.2023

[18] Šoštarić, A. (2018). *Mapiranje toka vrijednosti u Lean proizvodnji* (Završni rad). Koprivnica: Sveučilište Sjever. Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:921692> dostupno 16.8.2023

[19]chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.koncar.hr/wp-content/uploads/2022/11/Koncarevac-1481.pdf dostupno 17.8.2023.

8. POPIS SLIKA

| | |
|---|----|
| Slika 1. Daniel T. Jones..... | 3 |
| Slika 2. JP Womack | 3 |
| Slika 3 Taiichi Ohno | 4 |
| Slika 4. Lean Kuća | 5 |
| Slika 5. Koncept Lean filozofije | 7 |
| Slika 6. Lean Gubici..... | 9 |
| Slika 7. Alati Lean proizvodnje..... | 11 |
| Slika 8. Prikaz PDCA kruga..... | 15 |
| Slika 9. Koraci 5S+1 Metode | 19 |
| Slika 10. Radnici u Toyoti..... | 25 |
| Slika 11. Sortirnica paketa u skladištu Nike-a | 26 |
| Slika 12. Skladište poduzeća Eko Međimurje..... | 27 |
| Slika 13. Sigurnosne barijere | 29 |
| Slika 14. Prednja strana automatizirane linije | 32 |
| Slika 15. Unutarnji dio automatizirane linije | 33 |
| Slika 16. Udarni klinovi spremni za isporuku..... | 34 |
| Slika 17. Prikaz programa za rezanje pozicija | 35 |
| Slika 18. Narezane pozicije..... | 36 |
| Slika 19. Mjerenje deformacije nakon zavarivanja..... | 37 |
| Slika 20. Lijevani pinovi | 39 |
| Slika 21. Nova vrsta pinova | 39 |
| Slika 22. Kolica sa pozicionerom i uređajem za zavarivanje..... | 40 |
| Slika 23. Nesortirani limovi raznih dimenzija | 41 |
| Slika 24. Sortirani limovi u regalu | 42 |

10. POPIS TABLICA

| | |
|---|----|
| Tablica 1. Razlika tradicionalne i Lean organizacije | 10 |
| Tablica 2. Elementi poduzeća | 10 |
| Tablica 3. Koraci 5S+1 metode..... | 19 |
| Tablica 4. Prednosti 5S+1 metode..... | 22 |
| Tablica 5. Razine postizanja 5S+1 | 24 |
| Tablica 6. Rezultati provedene ankete u poduzeću DELTABLOC Components d.o.o. | 31 |
| Tablica 7. Usporedba rezultata..... | 38 |

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

| | | | |
|--------------------------------|---|--------------|--------------------------|
| ODJEL | Odjel za strojarstvo | | |
| STUDIJ | diplomski sveučilišni studij Strojarsstvo | | <input type="checkbox"/> |
| PRISTUPNIK | KARLO ZADRAVEC | MATIČNI BROJ | 2076/336D |
| DATUM | 01.04.2023. | KOLEGIJ | LEAN PROIZVODNJA |
| NASLOV RADA | POVEĆANJE USPJEŠNOSTI ODABRANOG POSLOVNOG PROCESA NA TEMELJU LEAN PRINCIPA | | |
| NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU | INCREASING THE SUCCESS OF THE SELECTED BUSINESS PROCES BASED ON THE LEAN PRINCIPLE | | |
| MENTOR | prof.dr.sc. Živko Kondić | ZVANJE | Redoviti profesor |
| ČLANOVI POVJERENSTVA | 1. doc.dr.sc.Zlatko Botak, predsjednik povjerenstva | | |
| | 2. prof.dr.sc.Živko Kondić, mentor, član | | |
| | 3. doc.dr.sc.Tomislav Veliki, član | | |
| | 4. doc.dr.sc.Matija Bušić, rezervni član | | |
| | 5. | | |

Zadatak diplomskog rada

BROJ: 098/STR/2023

OPIS

Pristupnik u diplomskom radu treba obraditi slijedeće:

- Dati kratki opis pojma Leana, njegovu povijest te povezanost s TPS metodologijom
- Detaljnije opisati principe Lean pristupa te gubitke na koje se fokusira Lean metodologija
- Ukratko opisati najčešće korištene alate i metode koji se koriste u Lean metodologiji, a detaljnije razraditi metodu 5S
- Navesti nekoliko primjera uspješne primjene Lean filozofije.
- U odabranom poslovnom sustavu detaljnije razraditi nekoliko primjera uspješno riješenih problema koristeći Lean principe. Prikazati problem, način rješavanja i rezultate njegova rješenja.
- U završnom dijelu diplomskog rada pristupnik se treba kritički osvrnuti na svoj rad te ograničenja koja su bila aktualna tijekom izrade.

ZADATAK URUČEN

22.09.2023.

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE
SJEVER

