Analiza 7+1 vrsta gubitaka u odabranom poduzeću

Bezak, Željko

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:562405

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

SVEUČILIŠTE SJEVER

SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN

DIPLOMSKI RAD br.

013/STR/2020

ANALIZA 7 + 1 VRSTA GUBITAKA U ODABRANOM PODUZEĆU

Željko Bezak, 0918/336D

Varaždin, lipanj 2020. godine

SVEUČILIŠTE SJEVER

SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN

Studij Strojarstva

DIPLOMSKI RAD br.

013/STR/2020

ANALIZA 7 + 1 VRSTA GUBITAKA U ODABRANOM PODUZEĆU

Student:

Željko Bezak, 0918/336D

Mentor:

dr. sc. Živko Kondić

Varaždin, lipnja 2020. godine

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR-42000 Varaždin

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL: Odjel za strojarstvo

STUDIJ: diplomski sveučilišni studij Strojarstvo

PRISTUPNIK: ŽELJKO BEZAK | MATIČNI BROJ: 0918/336D

DATUM: 16.06.2020. | KOLEGIJ: Certifikacija proizvoda i sustava

NASLOV RADA: ANALIZA 7 + 1 VRSTA GUBITAKA U ODABRANOM PODUZEĆU

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU: ANALYSIS 7 + 1 TYPE OF LOSSES IN SELECTED COMPANY

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: 013/STR/2020

OPIS:

Pristupnik u svome diplomskom radu treba obraditi slijedeće:

- U uvodnom dijelu diplomskog rada potrebno je ukratko definirati Lean, prikazati povjesni razvoj i opisati osnovne principe Lean koncepcije (definiranje vrijednosti za kupca, VSM, kontinuirani tok proizvodnje, primjena principa povlačenja i težnja perfekciji u poslovanju).
- Prikazati gubitke koji se javljaju u procesima proizvodnje po principu 3M (Muda, Muri, Mura).
-Analizirati 7+1 gubitke koji se javljaju u proizvodnim poduzećima (Transport, Prekomjerna obrada, zalihe, prekomjerna proizvodnja, Čekanja, nepotrebni pokreti zaposlenika, Škart i neiskorišteni ljudski potencijali).
-U praktičnom dijelu diplomskog rada potrebno je prikazati praktične primjere mjerenja gubitaka.
- U završnom dijelu diplomskog rada pristupnik se treba kritički osvrnuti na svoj rad kao i na ciljeve i hipoteze postavljene prije izrade..

ZADATAK URUČEN: 23.09.2020. | POTPIS MENTORA:

REPUBLIKA HRVATSKA SVEUČILIŠTE SJEVER

Sveučilište
Sjever

SVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

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

Ja, ŽELJKO BEŽAK *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom ANALIZA 7+1 VRSTA GUBITAKA U ODABRANOM PODUZEĆU *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)
ŽBežak
(vlastoručni potpis)

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

Ja, ŽELJKO BEŽAK *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom ANALIZA 7+1 VRSTA GUBITAKA U ODABRANOM PODUZEĆU *(upisati naslov)* čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)
ŽBežak
(vlastoručni potpis)

Predgovor

Zahvaljujem mentoru Živku Kondić koji je pratio cijeli proces nastajanja diplomskog rada i svojim savjetima i usmjeravanjima olakšao izradu istog. Također zahvaljujem na njegovim inspirativnim i intrigantnim podukama o Lean organizaciji proizvodnje bez kojih ne bi mogao realizirati svoj diplomski rad.

Želim spomenuti i nesebičnu pomoć Dušana Berić koji je pomogao svojim iskustvom u praktičnom dijelu diplomskog rada sa svojim savjetima u području statistike i analize.

Također, upućujem i veliko HVALA svojem ocu Robertu Bezak koji mi je olakšao i pružao mogućnost daljnjeg studiranja, te njegovom strpljenju i volji u vezi konzultacija o diplomskom radu.

Sažetak

Ovaj diplomski rad bavi se analizom 7 + 1 vrsta gubitaka prema Lean organizaciji proizvodnje na odabranom poduzeću Bezak MTP d.o.o., s ciljem prezentacije analiziranih gubitaka poduzeću te eliminacijom istih.

U prvom dijelu rada postavljeno je tri osnovnih hipoteza te dvije pomoćne, a glavna hipoteza ispituje tvrdnju da poduzeće nije svjesno 7 + 1 vrstu gubitaka prema Lean organizaciji proizvodnje. U radu su obrađene teorijske osnove Leana i njegovih gubitaka.

U drugom dijelu rada detaljno su ispitani po jedan gubitak za svaku vrstu gubitaka prema Leanu na odabranom poduzeću. Neki gubitci pratili su se pomoću video nadzora, određeni prema knjigovodstvenim bilješkama i gubitak u obliku „neiskorišteni potencijal ljudi“ na primjerima Kaizen prijedloga. Analizom i ispitivanjem dobili su se izračuni gubitka na godišnjoj bazi.

Također, zaključeno je temeljem prezentacije poduzeću o gubicima koji se javljaju u proizvodnji kako su djelomično svjesni o iznosima gubitaka, te da poduzeće ne zna kojim metodama ih eliminirati.

Ključne riječi: Lean, JIT, Kaizen, 6S, 7 +1 vrsta gubitaka, Poka – Yoke, Jidoka

Sažetak na stranom jeziku

This thesis focuses on analysing 7 + 1 types of waste according to the Lean organisation of manufacturing on a chosen company Bezak MTP d.o.o., with the goal of presenting the analysed waste to the company and eliminating said waste.

In the first part, three basic and one side hypothesis were established, and the main hypothesis examines the claim that the company is not aware of the 7 + 1 types of waste according to the Lean organisation of manufacturing. This thesis explains theoretical principles of Lean and its waste.

In the second part of the thesis, one waste for every type of waste according to Lean is examined in detail. Some waste was tracked with video surveillance, determined by bookkeeping notes and waste in the form of “unused human potential”, on examples of the Kaizen proposal. The calculation of yearly waste was carried out by analysing and examining.

Also, according to the presentation to the company on waste that occurs in manufacturing, it was concluded that the company is partly aware of the waste, and that the company does not know how to eliminate it.

Keywords: Lean, JIT, Kaizen, 6S, 7 +1 types of waste, Poka – Yoke, Jidoka

Popis korištenih kratica

H.	Hypothesis
	Hipoteza
P.H.	Auxiliary hypothesis
	Pomoćna hipoteza
TPS	Toyota Production System
	Toyotin Proizvodni Sustav
JIT	Just in time
	Točno na vrijeme
SMED	Single minute exchange of die
	Jednominutna izmjena alata
CNC	Computer Numerical Control
	Računalno numeričko upravljanje
tzv.	tako zvani
itd.	i tako dalje
npr.	na primjer
tj.	to jest
h	sati
god.	godina
kom	komad

Sadržaj

1. UVOD 11
2. LEAN PROIZVODNJA 13
2.1. Što je Lean? 13
2.2. Povijest Lean filozofije 14
2.3. Princip Lean organizacije 17
2.3.1. Tradicionalni princip upravljanja proizvodnjom 17
2.3.2. Princip Lean organizacije upravljanje proizvodnjom 18
3. GUBICI U PROIZVODNJI 20
3.1. Muda, Mura i Muri gubici (3M) 20
3.2. Muda gubici 22
3.2.1. Transport 23
3.2.2. Zalihe 24
3.2.3. Nepotrebni pokreti 26
3.2.4. Čekanje 27
3.2.5. Škart 29
3.2.6. Prekomjerna obrada 30
3.2.7. Prekomjerna proizvodnja 32
3.2.8. Neiskorišteni potencijal ljudi 33
3.3. Mura gubici 35
3.4. Muri gubici 36
4. ANALIZA 7 + 1 VRSTA GUBITAKA U PODUZEĆU 39
4.1. Transport 39
4.2. Prekomjerna obrada 42
4.3. Prekomjerna proizvodnja 45
4.4. Zalihe 48
4.5. Čekanje 48
4.6. Nepotrebni pokreti 51
4.7. Škart 54
4.8. Neiskorišteni potencijal ljudi 55
4.8.1. Primjer 1. – prijedlog zaposlenih 55
4.8.2. Primjer 2. – prijedlog zaposlenih 59
4.8.3. Primjer 3. – prijedlog zaposlenih 62

5. ZAKLJUČAK PRAKTIČNOG DIJELA 66
5.1. Ispitivanje postavljene hipoteze 1 66
5.2. Ispitivanje postavljene hipoteze 2 67
5.3. Ispitivanje postavljene hipoteze 3 67
6. ZAKLJUČAK 69
Literatura 71
Popis slika 73
Popis tablica 74
Prilozi 75
Životopis 76

1. UVOD

Temelj svakog poduzeća je kupac, a temeljni cilj mora biti što veće približavanje kupcu. Kupac diktira cijenu, rokove isporuke, a i traženu kvalitetu proizvoda. Kako bi rasle i praktično ispunjavala očekivanja kupca, poduzeća moraju postati gipka i vitalna, a redovita metoda, menadžera velikih tvrtki, su upravo Lean alati kao najbolje rješenje planiranja i organizacije. Za uspješnu primjenu Lean alata potrebno je osigurati produktivnu okolinu svih zaposlenih, a to je prema mnogim autorima i najveći nedostatak ove metode.

Cilj ovog rada je ispitivanje i analiza po jedan primjer iz 7 + 1 vrste gubitaka prema Lean filozofiji u poduzeću Bezak – MTP d.o.o., te prezentirati ispitane gubitke u obliku novčanog gubitka poduzeću. Zatim intervjuirati poduzeće o ispitanim gubicima i metodama kojima (ako) će ih smanjiti ili ukloniti.

U skladu sa spomenutim ciljevima, ispitane su tri osnovne hipoteze i dvije pomoćne, koje glase:

H. 1. *Poduzeće nije bilo svjesno izračunatih iznosa kod 7 + 1 vrste gubitka prema Lean, odnosno očekivani novčani iznosi s obzirom na dobivene rezultate bili su značajno manji.*

P.H. 1.1. *Poduzeće je djelomično svjesno izračunatih iznosa kod 7 + 1 vrste gubitka prema Lean, ali ne zna s kojim metodama ih smanjiti ili eliminirati.*

H. 2. *Poduzeće će nakon viđenih rezultata ispitivanja kod 7 + 1 vrste gubitka prema Lean poduzet mjere za njihovo djelomično ili potpuno uklanjanje iz organizacije.*

H. 3. *Poduzeće će koristiti Lean alate kao poboljšanje fleksibilnosti organizacije, poboljšanja kvalitete poslovanja, smanjenja robe na skladištu i smanjenje gubitaka koji ne donose vrijednost proizvodu.*

P.H. 3.1. *Poduzeće će barem koristiti 5S metodu za smanjenje ili eliminaciju nekih ispitanih gubitaka iz proizvodnje.*

Postavljene hipoteze ispitivat će se analizom 7 + 1 vrste gubitka prema Leanu, na principu da se u odabranom poduzeću prepoznaju najveći gubici prema svakoj vrsti. Izračunat će se troškovi koji nastaju zbog određenih gubitaka, te će se oni prezentirati poduzeću, odnosno direktoru tvrtke Bezak MTP d.o.o. Na temelju prezentacije vršit će se prihvaćanje ili odbijanje postavljenih hipoteza.

Podaci korišteni za analizu će se prikupljati preko video nadzora koje poduzeće posjeduje, praćenjem i mjerenjem ispitivanih aktivnosti na video materijalu u određenom razdoblju, te će se prema prosjeku pretpostaviti da vrijedi za cijelu godinu. Ostali podaci koje je ne moguće pratiti preko video nadzora prikupit će se iz knjigovodstvenih bilježaka i bazama podataka samog ispitivanog poduzeća. Ovisno o analiziranom gubitku, ispitivanje ili mjerenje će se vršiti minimalno dva tjedna do tri mjeseca.

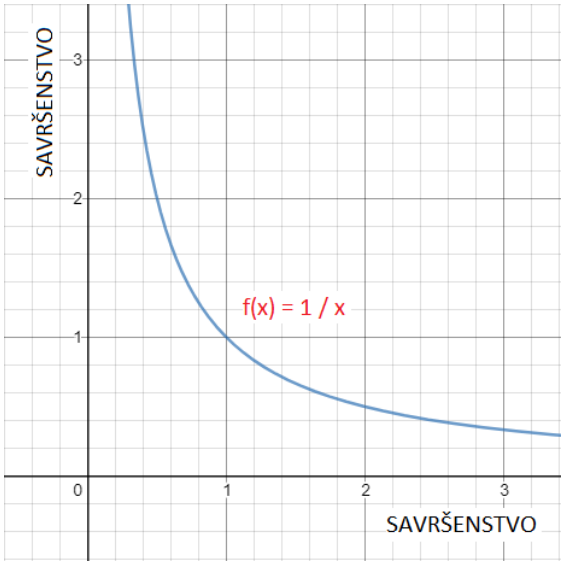
2. LEAN PROIZVODNJA

2.1. Što je Lean?

Lean je prema [1] vitko, odnosno omjer uradi što više sa što manje napora, a s time se želi reći da se postignu poboljšanja tipa:

1. Jednakom količinom rada izraditi veći broj proizvoda,
2. Manjom količinom rada izraditi jednak broj proizvoda,
3. Manjom količinom rada izraditi veći broj proizvoda.

Iako poboljšanja iz točke 1 i 2 su bolja s obzirom na prethodno stanje, poboljšanje iz točke 3 s obzirom na prethodno stanje je najbolje. Najbolje poboljšanje oslobađa kapacitete, a istovremeno poveća profit. Ali Lean filozofija ovdje ne staje. Ako je nešto bolje s obzirom na prethodno stanje, to i ne znači da je savršeno. Uvijek ima mogućnosti kako nešto bolje učiniti još boljim, samo je potrebno naći način kako to izvesti. Lean filozofija je svjesna da se savršenstvo ne može postići, ali ipak teži da se što više približi tom savršenstvu.



Slika 2.1 Objašnjenje Lean filozofije matematičkim primjerom

Primjer Lean filozofije prikazano je slikom (Slika 2.1), gdje funkcija f(x) = 1 / x želi presjeći vertikalnu i horizontalnu asimptotu, iako svi znamo da se to neće nikad dogoditi, ali svakako je sve bliže i bliže.

Lean omogućuje mala poboljšanja uklanjanjem besmislenih koraka, a besmisleno se smatra sve što ne predstavlja dodatnu vrijednost iz perspektive kupca, odnosno aktivnosti koje ne stvaranju dodatne vrijednosti kupcu. [2] Smanjuje se vrijeme isporuke, povećava se fleksibilnost, poboljšava se kvaliteta, smanjuje škart i najvažnije prema Lean filozofiji, poboljšava se zadovoljstvo kupca.

Značenje riječi Lean možemo opisati pomoću pet osnovnih načela:

- Precizno definiranje vrijednosti proizvoda sa stajališta kupca
- Prepoznavanje toka vrijednosti za određenu vrstu proizvoda
- Ujednačen i kontinuiran tok proizvodnje
- Povlačenje („pull“) proizvoda kroz cjelokupan proces proizvodnje
- Težnja za savršenstvom [1]

„*Jednako kao i sve filozofije u poslovanju, odnosno upravljanju kvalitetom, Lean pristup ima svoje prednosti i nedostatke. U osnovi prednosti su već spomenute, a nedostaci ovakvog pristupa u proizvodnji nisu vidljivi preko noći i često je potrebno duže vrijeme kako bi se pojavili znakovi poboljšanja*“. [3]

Prema mnogim autorima, najveći nedostatak Lean filozofije su ljudi koji nisu spremni na promjene, a razlog leži u tome da za uspješnu primjenu Lean organizacije potrebna je suradnja svih ljudi nekog radnog mjesta.

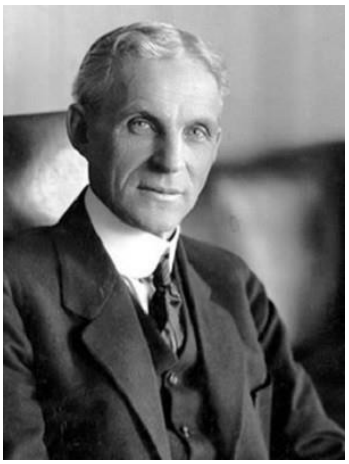
2.2. Povijest Lean filozofije

Osnovni principi Lean-a postavljeni su u Japanu u Toyoti. Nakon Drugog svjetskog rata Taiichi Ohno, direktor Toyote, odlučio se na nove procese i promjene unutar proizvodnje u to vrijeme slabo stojećeg japanskog poduzeća. Osnovna ideja mu je bila iz proizvodnog procesa ukloniti sve vrste gubitaka i rasipanja, dati veće ovlasti radnicima i time ih maksimalno motivirati za rad, smanjiti skladište i investirati u strojeve koji su nužni, a ipak što više univerzalni. Takvim načinom vođenja proizvodnje i cijele tvrtke Toyotu je stavio na sam svjetski vrh autoindustrije. [4]



Slika 2.2 Taiichi Ohno [5]

Prvi veliki pomak napravio je Henry Ford koji je zaključio kako je za povećanu učinkovitost nužno razmišljati ne samo o automobilu kao krajnjem proizvodu nego i o cjelokupnom procesu proizvodnje automobila. Umjesto 700 – 800 sati koliko su koristili Fordovi konkurenti, u proizvodnju jednog modela T uloženo je svega nešto više od 90 sati, a sam proces proizvodnje od početka do kraja trajao je 2,6 sati. Ovakav rezultat je omogućio veliko snižavanje cijene automobila što ga je odmah učinilo dostupnijim tržištu. Fordov model T, odnosno način proizvodnje na pokretnoj traci pokrenuo je revoluciju u industriji te smo iz obrtničke manufakture prešli u doba masovne proizvodnje. [6]



Slika 2.3 Henry Ford [7]

Henry Ford nije imao problema s protokom proizvodnje i obrtajem zaliha jer su se skladišta kompanije praznila svakih nekoliko dana. Problem je bila nemogućnost pružanja varijantnosti i raznolikosti proizvedenih automobila (zbog specijalnih

strojeva) ovisno o zahtjevima tržišta na kojem je Ford počeo polako gubiti korak s konkurentima.

U tim trenucima Kiichiro Toyoda, osnivač Toyota Motor Company, Taiichi Ohno i drugi u Toyoti, sagledavši takvu situaciju u Fordu zaključili su da je, uz seriju malih i jednostavnih inovacija u proizvodnom procesu, moguće osigurati kontinuitet i brz protok proizvodnje, a istovremeno pružiti tržištu varijantnost i raznolikost proizvoda. Potaknuti takvim razmišljanjem, stručnjaci u Toyoti su revizirali i prilagodili Fordov originalni koncept proizvodnje vlastitim potrebama i potrebama tržišta te je tako nastao poznati Toyotin Proizvodni Sustav ili TPS (Toyota Production System). [6]



Slika 2.4 Kiichiro Toyoda [8]

U Toyoti su zaključili kako bi uz pomoć nekoliko jednostavnih rješenja bili u stanju osigurati:

- Niske troškove proizvoda,
- Visoku varijantnost proizvoda,
- Visoku kvalitetu proizvoda,
- Vrlo kratko vrijeme isporuke.

U cilju brze i kvalitetne reakcije na nestalne odnosno promjenjive zahtjeve tržišta. [6]

Toyota danas predstavlja vodeći svjetski primjer Lean proizvodnje, a kako se Lean filozofija širi svijetom, dolazi u svaku državu svijeta, te se Lean upravljanje uvodi i u proizvodne i neproizvodne organizacije.

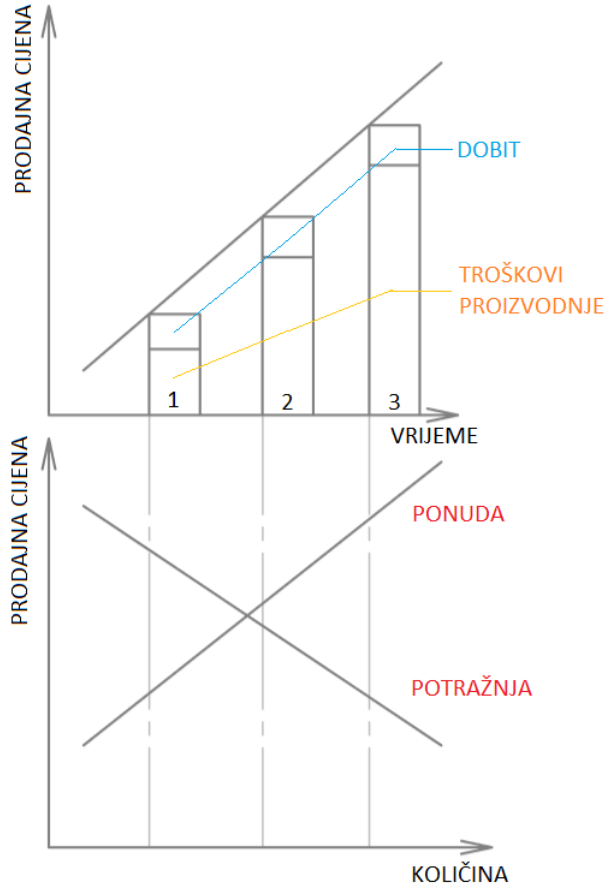
2.3. Princip Lean organizacije

2.3.1. Tradicionalni princip upravljanja proizvodnjom

U tradicionalnom principu prilikom kalkulacije prodajne cijene gleda se kao na funkciju troškova, pa se, prema [4], primjenjuje tzv. troškovni princip:

PRODAJNA CIJENA = TROŠKOVI PROIZVODNJE + DOBIT

Vrlo jednostavna formula koja kazuje da povećanjem cijene raznih energenata, cijene materijala i plaće djelatnika povećavamo troškove proizvodnje te ih zbrajamo sa zamišljenom dobiti i dobivamo prodajnu cijenu proizvoda. Poduzeća vođena tim principom povećavaju cijenu proizvoda i kupac postaje nezadovoljan, odnosno odlazi kod drugog proizvođača. Zatim slijedi pad potražnje, a raste ponuda. To za sobom povlači gomilanje zaliha, opuštanje radnika i smanjenje kapaciteta.



Slika 2.5 Veza između zakona ponude i potražnje i tradicionalnog principa

Zakon ponude i potražnje je ekonomski model određivanja cijene na tržištu. Četiri osnovne zakonitosti ponude i potražnje su:

1. Ako potražnja raste a opskrba ostaje nepromijenjena, to vodi do više ravnoteže cijene i količina (više cijene robe).
2. Ako se potražnja smanjuje a opskrba ostaje nepromijenjena, to vodi do niže ravnoteže cijena i količina (niže cijene robe).
3. Ako ponuda raste a potražnja ostaje nepromijenjena, to vodi do niže ravnoteže cijena i količina (niže cijene robe).
4. Ako ponuda pada a potražnja ostaje nepromijenjena, to vodi do više ravnoteže cijena i količina (više cijene robe). [9]

Slika 2.5 jasno pokazuje što se događa s ponudom i potražnjom kod tradicionalnog principa upravljanja proizvodnjom. Također se jasno mogu vidjeti i nedostaci. Kod slučaja 3 iz navedene slike, povećanjem prodajne cijene smanjuje se potražnja, a povećava ponuda. Smanjenje potražnje donosi smanjenje profita, smanjenje kapaciteta, otpuštanje radnika, a povećanje ponude donosi gomilanje zaliha na skladištu, što je i jedan od 8 „smrtnih“ grijeha Lean filozofije.

2.3.2. Princip Lean organizacije upravljanje proizvodnjom

Shigeo Shingo napominje da je osnovni princip upravljanja proizvodnjom u TPS-u netroškovni princip. [4] Formula je potpuno jednaka kao i kod tradicionalnog pristupa, ali uz jako bitnu razliku promjene prikaza redoslijeda članova:

DOBIT = PRODAJNA CIJENA – TROŠKOVI PROIZVODNJE

Toyota je primijenila tzv. netroškovni princip, a po tom principu kupac i tržište jedino diktiraju cijenu proizvoda. Ako je kupac odredilo cijenu proizvoda (pretpostavka da je cijena proizvoda konstantna), povećanje dobiti moguće je samo smanjenjem troškova proizvodnje. Smanjivanje troškova proizvodnje moguće je uz otklanjanje svih vrsta otpada i gubitaka u procesima, odnosno svih aktivnosti unutar procesa koje ne dodaju vrijednost proizvodu.

Tablica 1 Razlika tradicionalnog i Lean pristupu proizvodnje [10]

Tradicionalni pristup proizvodnji	Lean pristup proizvodnji
Kompleksna organizacija	Jednostavna organizacija
Proizvodnja vođena budžetom	Proizvodnja vođena potražnjom
Prekomjerne zalihe	Zalihe vođene potrebama
Ubrzavanje aktivnosti koje donose vrijednost	Uklanjanje aktivnosti koje ne dodaju vrijednost
Masovna proizvodnja	Proizvodnja u malim serijama
Dugačko vrijeme od narudžbe do isporuke	Minimalno vrijeme od narudžbe do isporuke
Kvaliteta temeljena na inspekciji i kontroli	Kvaliteta ugrađena u konstrukciju proizvoda

3. GUBICI U PROIZVODNJI

Toyota je prepoznala 7 glavnih tipova gubitaka u proizvodnom procesu. Ti gubici ne javljaju se nužno samo u proizvodnji, mogu se pojaviti i u uredima, samo ih je potrebno prepoznati. Prema [1], ti gubici su sljedeći:

- Transport,
- Prekomjerna obrada,
- Prekomjerna proizvodnja,
- Zalihe,
- Čekanje,
- Nepotrebni pokreti,
- Škart.

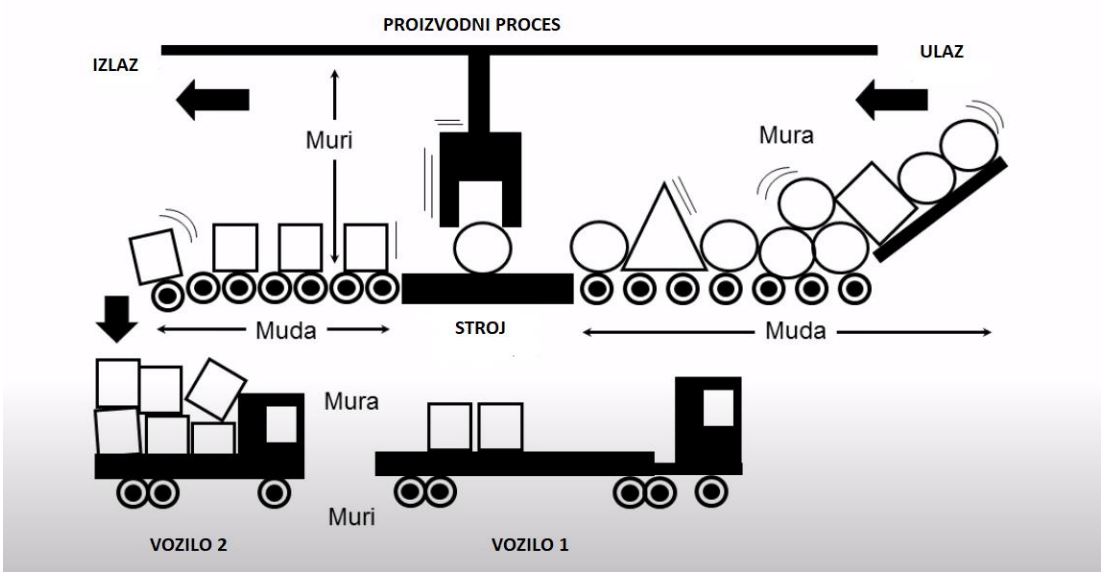
Tri pojma koja se kod Leana koriste za opisivanje svih gubitaka: Muda (otpad), Mura (neujednačenost) i Muri (neracionalnost). Glavni zadatak je ukloniti gubitke iz proizvodnje. Prije navedeni 7 gubitaka spada u gubitak „Muda“. Kasnije je dodani i osmi gubitak, te je on gubitak u smislu neiskorištenog potencijala ljudi. U današnje vrijeme se već priča o 10 + 3 vrste gubitaka, gdje su dodani gubici potrošnje energije, topline, itd.

3.1. Muda, Mura i Muri gubici (3M)

Za objašnjenje 3M gubitaka, koristit će se primjer proizvodnog procesa (Slika 3.1) stvaranjem kocke iz kugle.

Muda gubici podrazumijevaju svaku aktivnost koja troši resurse bez stvaranja vrijednosti. Postoje dva tipa Muda gubitaka. Prvi tip podrazumijeva aktivnosti koje ne dodaju vrijednosti ali su potrebne, kao npr. završna kontrola proizvoda. Drugi tip gubitaka predstavlja aktivnosti koje isto tako ne dodaju vrijednost ali te aktivnosti su nepotrebne za razliku od onih prvog tipa, te ih kao takve treba ukloniti iz proizvodnog procesa.

Na slici (Slika 3.1) vidimo primjer više vrsta Muda gubitaka. Između ulaza i stroja jasno se može uočiti „gužva“, a uzrokovana je prekomjernom proizvodnjom. Zatim se može uočiti da zbog prekomjerne proizvodnje, stvaraju se čekanja proizvoda na danju obradu, što je također jedna vrsta Muda gubitka. Može se također uočiti da ulazni materijal nisu samo kugle, već se javljaju i piramide. Piramide u ovom primjeru prikazuju gubitak u obliku škarta, te umjesto pravovremenog uklanjanja škarta iz proizvodnog procesa, troši se vrijeme i na obradu škarta. Može se uočiti kod ulaza i kocka, koja ponovno ulazi u stroj, a to se smatra gubitkom prekomjerne obrade. I kao posljednji gubici koji se javlja u ovom primjeru su transport i nepotrebni pokreti. Pitanje je vrlo jednostavno, dali pokretna traka mora biti toliko duga ili ju je moguće smanjiti kako bi se oslobodio prostor?



Slika 3.1 Primjer 3M gubitaka [18]

Mura gubici predstavljaju neujednačenost, iregularnost. Mura je tako razlog za postojanje spomenutih sedam gubitaka, drugim riječima to znači da Mura uzrokuje Mudu. Npr. kada u proizvodnom pogonu jedno radno mjesto ima veći kapacitet od ostalih, stvara se gubitak u vidu prekomjerne proizvodnje, čekanja itd. Cilj Leana je ukloniti Mura gubitke tako da se izjednači opterećenje, odnosno da nema neravnoteže ili nakupljanja gubitaka.

Na primjeru slike između ulaza i stroja zbog Mura gubitaka pojavili su se svi gore navedeni problemi. Zbog neravnoteže ulaza kugli, došlo je do „gužve“. Kao drugi

primjer Mura gubitka su vozilo 1 i vozilo 2 (prikazani na slici). Jasno se može uočiti da vozilo 1 ima veći kapacitet od vozila 2, ali svejedno prevozi manji broj kocka.

Muri gubici su jednom riječju preopterećenost. Muri znači „preopterećeno“, „van nečije moći“, „višak nečega“, „nemoguće“ ili „nerazumno“ te u nekim slučajevima mogu biti uzrokovani prevelikim uklanjanjem Muda gubitaka. Muri gubici se stvaraju kada su strojevi ili operateri iskorišteni iznad 100% mogućnosti ili kada obavljaju rad na neodrživ način. Dugoročno, Muri može uzrokovati probleme i sa zaposlenicima, a i kvarovima strojeva. Standardizirani rad može pomoći kod izbjegavanja Muri gubitaka tako da se ravnomjerno raspodjeli radno opterećenje kako se ne bi preopterećivao radnik ili stroj.

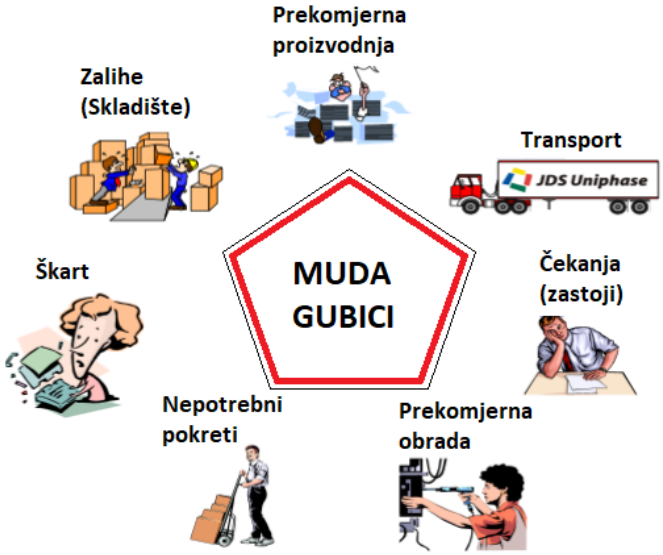
Na primjeru slike vidimo da Muri gubitak se javlja kod vozila 1 i vozila 2, gdje je vozilo 2 znatno opterećenije od vozila 1. Isto tako vidimo i Muri gubitak na stroju od kojeg se očekuje da radi van svoje moći.

Zaključiti se može da su ti gubici međusobno povezani, te uklanjanjem jednog uklanjanju se i ostala dva gubitka. Ali treba biti pažljiv, zbog uklanjanja jedno gubitka mogu se i pojaviti ponovno i ova dva, što na kraju vrača na prisutnost sva tri gubitka.

3.2. Muda gubici

Prema Leanu, postoji 7, odnosno osam vrsta gubitaka, a oni s obzirom na proizvodni proces ne stvaraju nikakvu dodatnu vrijednost proizvodu, drugim riječima kupac ih nije spreman platiti.
7 + 1 vrsta gubitaka:

- Prekomjerna proizvodnja
- Transport
- Čekanje
- Prekomjerna obrada
- Zalihe
- Nepotrebni pokreti
- Škart
- Neiskorišteni potencijal ljudi [1]



Slika 3.2 "Muda" gubici prema Leanu [1]

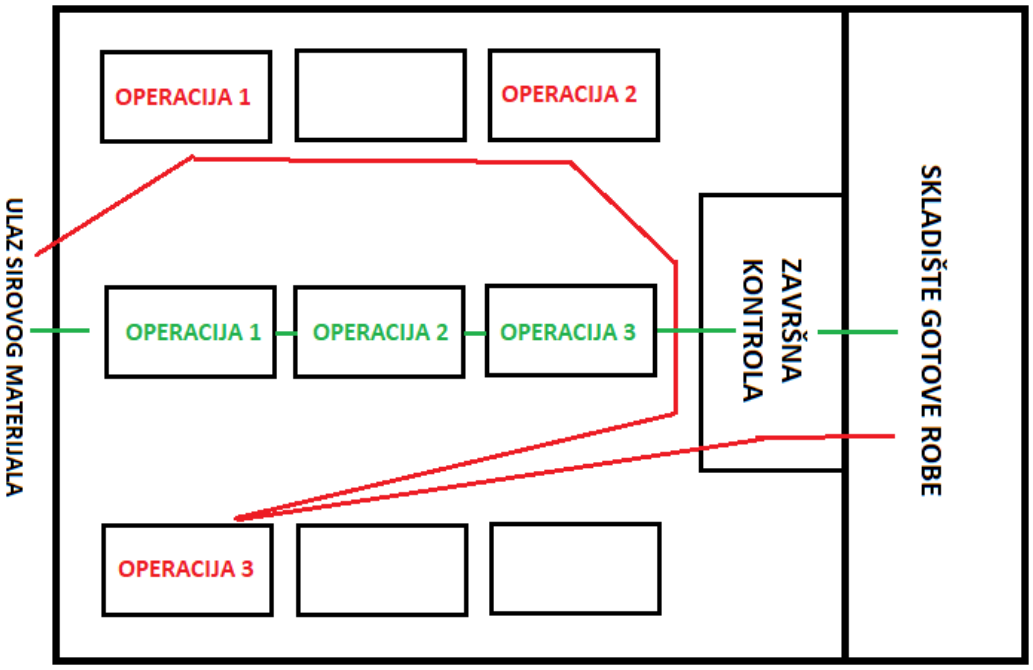
3.2.1. Transport

Pod gubitkom transporta se podrazumijeva kretanje proizvoda ili materijala između dvije lokacije. Npr. transport proizvoda sa završne kontrole na skladište ili transport iz tvornice u trgovinu. Transportom se smatra bilo kakvim premještanjem proizvoda, te on može biti od najmanjeg pokreta pa do i nekoliko tisuća kilometra. Bilo kakvo premještanje proizvoda s točke A u točku B zahtjeva nekakvo vrijeme i resurse, a to dovodi do stvaranja troškova koje kupac nije spreman i ne želi platiti. Eliminacijom, odnosno smanjenjem udaljenosti transporta povećava se dobit, odnosno smanjuje se cijena proizvodu što dovodi do konkurentnosti na tržištu.

Transport često dovodi do toga da operacije moraju čekati, npr. transport izratka između strojeva, odnosno dolazi do čekanja na danju obradu proizvoda. Smanjenjem ili eliminacijom transporta izratka između strojeva skraćuje konačno vrijeme isporuke. Transport često i uzrokuje i oštećenje proizvoda, te što se više proizvod transportira, veća je i šansa od oštećenja.

Gubitak transporta javlja se najvećim dijelom zbog lošeg rasporeda unutar tvornice, odnosno zbog lošeg rasporeda strojeva, a i loše organizacije rada. Prekomjerna proizvodnja dovodi do povećanja ukupnog transporta, tako da umjesto da se gotov

proizvod odmah šalje kupcu, prvo se sprema na skladište, a onda opet dolazi do transporta iz skladišta prema kupcu.



Slika 3.3 Primjer dobrog (zelena) i lošeg (crvena) transporta

Za izbjegavanje gubitaka uzrokovani transportom, raspored unutar tvornice treba biti promijenjen u skladu s Lean proizvodnjom, potrebno je stvoriti tokove vrijednosti i povlačenja proizvodnje na zahtjev kupca, tj. proizvodnja kreće tek od narudžbe kupca. To zahtjeva da se proizvodne linije postave tako da sadrže sve procese koji dodaju vrijednost umjesto da postoje funkcionalne grupe za samo jednu vrstu obrade.

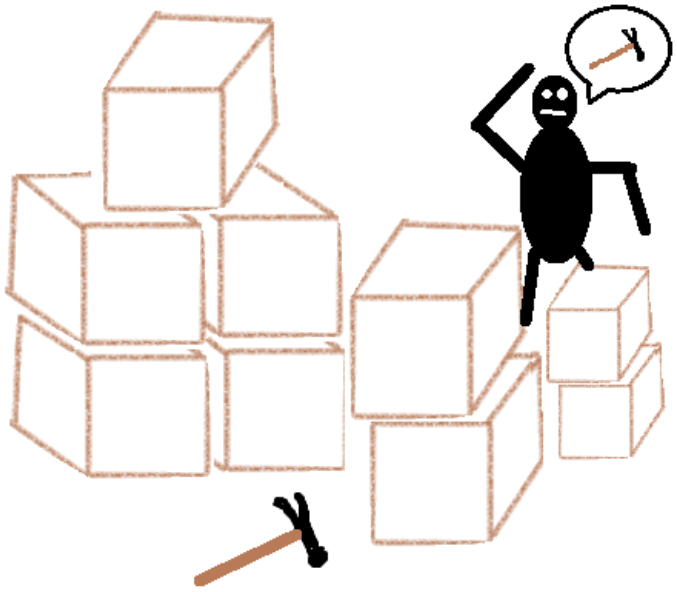
Također je potrebno smanjiti udaljenosti između strojeva s povezanim operacijama, zatim izbjegavati korištenje skupnih „superstrojeva“ i koristiti jeftinije strojeve koji su specijalizirani za jednu određenu obradu. Transport je, dakako nužan, ali gubici uzrokovani istim moraju biti minimalizirani. [12]

3.2.2. Zalihe

Pod zalihama se smatra: sirovi materijal i gotovi proizvodi. Također alati za obradu koji se nalaze u alatnici „za svaki slučaj“, razni vijci i matice te ostala oprema potrebna

za proizvodni proces koja se nalazi u skladištu. Svaki zaliha koja se čuva ima i svoje troškove: određeni troškovi održavanja, vrijeme potrošeno na inventuru, vrijeme izgubljeno na traženje određene zalihe, itd. Naravno, neke zalihe imaju i svoj rok trajanja, a može doći i do starenja proizvoda, koji se zamijenio s novim boljim proizvodom. Zalihe također utječu na gubitak informacija.

Svaka zaliha zahtjeva svoj skladišteni prostor, a svaki skladišteni prostor zahtjeva održavanje, stvara troškove energije, troškove transporta i premještanja tih zaliha, troškovi administracije koja brine o zalihama, te troškove oštećenja koji nastaju zbog premještanja.



Slika 3.4 Zbog velikog skladišta dolazi do zaboravljanja ili gubljenja alata

Zalihe su neobičan oblik gubitka jer prikrivaju ostale gubitke. Jedan od razloga prekomjerne proizvodnje je nepovjerenje i sumnjičavost prema dobavljačima, tj. tvrtke uvijek nastoje imati određene količine zaliha materijala ako dobavljač zakaže ili pogriješi. „*Razina zaliha je kao i razina mora, kad ta razina počne padati na površinu isplivaju problemi u proizvodnji koji se zbog količina zaliha dosad nisu uočavali*“. [11]

Za zalihe se drugim riječima može reći da je to mrtvi kapital. Jer vrijeme i novac potrošeni u proizvodnju nekog proizvoda koji će završiti u skladištu, firma ne bude mogla koristiti sve dok te zalihe ne proda krajnjem kupcu. Što je veće skladište, to je i veći mrtvi kapital neke firme.

Kako bismo se riješili zaliha, treba raditi po JIT (Just in time) principu proizvodnje. Na taj ćemo način ukloniti glavni uzrok stvaranja zaliha, prekomjernu proizvodnju.

3.2.3. Nepotrebni pokreti

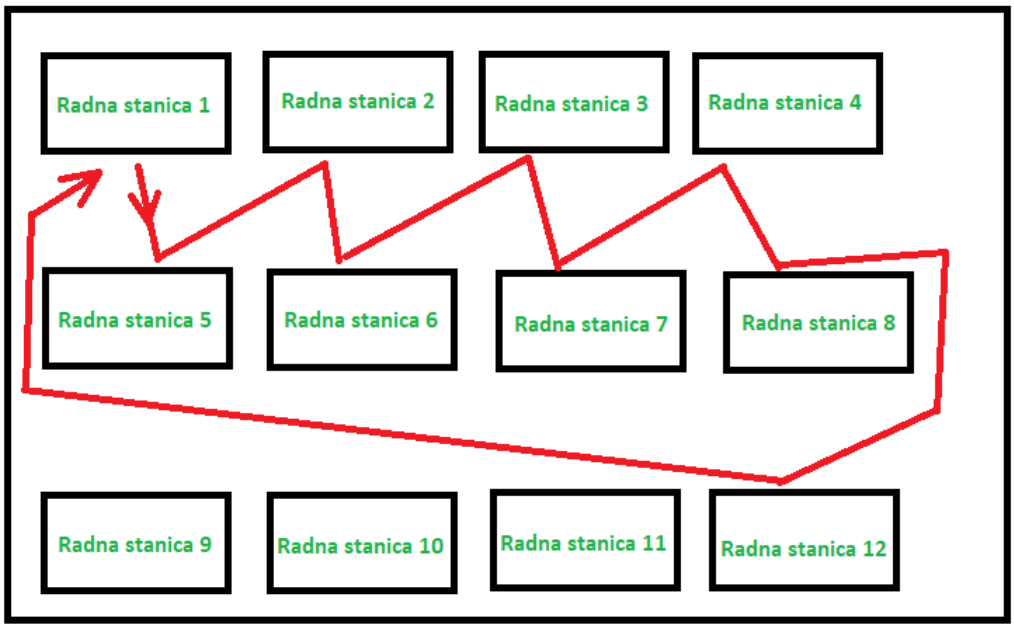
Operacije koje direktno mijenjaju izgled izratka prema gotovom proizvodu su operacije koje dodaju dodatnu vrijednost proizvodu. Prema tome, svi pokreti alata ili proizvoda kako bi ga namjestili u poziciju u kojoj će se obrađivati se smatraju gubitkom. Kako je nemoguće sve takve korake eliminirati iz proizvodnje, treba ih svesti na minimalnu razinu.

Ako zaposlenici moraju provoditi puno vremena dižući, dohvaćajući i tražeći potrebne alate umjesto da se bave montažom proizvoda, njihova će efikasnost biti smanjena. Jedan od pritajenih problema je kad zaposlenici duži period su izloženi konstantnom dizanju predmeta s paleta koje se nalaze na podu, odnosno bit će izloženi naprezanju, ozljeđivanju mišića i kralježnice što će nedugo zatim rezultirati njihovom odsustvu s posla zbog ozljede na radu i narušenog zdravstvenog stanja. Čak i strojevi koji moraju prevali velike udaljenosti u svom radnom ciklusu će biti izloženi nepotrebnom trošenju ležaja i spojeva što će prije ili kasnije dovesti do kvara. [11]

Glavni uzorci gubitka zbog kretanja su loše posložena radna mjesta, neorganiziranost radnog prostora, traženja alata i slično. Također, izradak koji ima puno stezanja i kretanja tijekom obrade je nepotrebni gubitak. Uvijek je cilj proizvest proizvod u jednom stezanju, naravno to uvijek nije moguće, ali potrebno je svest broj stezanja na minimum.
Primjeri gubitaka zbog nepotrebnog kretanja:

- Izrada predmeta malih dimenzija na stroju s velikim radnim gabaritima (neadekvatni posao za stroj)
- Šetanje zaposlenih iz točke A do točke B kako bi se pokupio potreban alat za obradu
- Traženje izgubljenog alata ili opreme
- Konstantno okretanje i namještanje izratka tijekom obrade
- Prolaženje velikih udaljenosti kako bi se došlo do sirovog materijala

Na slici (Slika 3.5) prikazan je primjer nepotrebnog kretanja zaposlenog iz radne stranice 1 kako traži određeni alat po ostalim radnim stranicama, te nakon pronalaženja ponovno vraćanje na svoje radno mjesto. Ovaj problem bi se izbjegao da uvijek ima sav potreban alat na svom radnom mjestu.



Slika 3.5 Primjer nepotrebnog kretanja kod traženja alata

Glavna metoda Leana za rješavanje ovakvih problema je upravo metoda 5S. Najjednostavniji alat da bi se uklonili ovi gubici, koji zahtjeva od zaposlenih da sagledaju svaki korak i odluče je li on potreban ili se može ukloniti. Metoda tvrtku neće zahtijevati velike investicije osim malo vremena zaposlenika, no s obzirom povećanu efikasnost, metoda je isplativa. Ukratko, 5S metoda standardizira proizvodni proces tako da se obavi neka operacija s minimalnim kretanjem zaposlenih. [13]

Radni prostor je potrebno organizirati tako da svaka radna stranica ima sav potreban alat, te da nije potrebno šetati i tražiti opremu ili alat po pogonu.

3.2.4. Čekanje

Svaka tvrtka plaća svoje zaposlene prema potrošenom vremenu provedenom na poslu, uključujući i ono vrijeme kada zaposlenici ne dodaju dodatnu vrijednost

proizvodu. Zaposleni koji npr. čeka sirovi materijal da mu se dostavi na njegovo radno mjesto kako bi nastavio s daljnjom obradom stvara nepotreban gubitak u obliku čekanja.

Često se vrijeme potrošeno na čekanje mora nadoknaditi poslije radne smjene, a tvrtka zaposlenima plaća prekovremeno po većoj satnici što je povoljno za zaposlene, ali ne i za tvrtku. [11]

Ako proces traje duže nego sljedeći proces, tada će doći do čekanja na sljedećem procesu kako bi izradak došao do novog procesa ili će se raditi s manjom efikasnosti, odnosno sporije. Kod dobro organiziranog procesa, čekanja se mogu pojaviti i zbog kvarova strojeva, pa opet dolazi do čekanja.



Slika 3.6 Primjer nepotrebnog čekanja zbog lošeg planiranja rasporeda

Nedostatak informacija uzrokuje također čekanja u slučaju da nije jasno obavljanje određene operacije ili da nije poznato koji proizvod je sljedeći na redu za obradu.
Primjeri gubitaka zbog nepotrebnog čekanja:

- Zaposlenici ili strojevi čekaju sirovi materijal
- Zaposlenici čekaju na uklanjanje kvara
- Čekanje informacija
- Čekanje odobrenja

- Zaposlenici ili strojevi dok čekaju da se dovrši prethodni proces

Na slici (Slika 3.6) prikazan je primjer kako zaposleni čekaju na razgovor s direktorom ili menadžerom zbog lošeg ili nikakvog planiranja rasporeda, te se pojavljuje uzaludno nepotrebno čekanje. Dobrom organizacijom rada i velikom pouzdanošću strojeva čekanje se može u potpunosti eliminirati.

3.2.5. Škart

Škart ili loš proizvod je proizvod koji nije ispunio propisane zahtjeve ili specifikacije. *„Postoji pravilo izračunavanja stvarnih troškova uzrokovanih škartom proizvoda, a ono glasi da se troškovi škarta pomnože s deset. Škart uzrokuje niz različitih problema, od kojih se mnogi mogu izbjeći dobrim promišljanjem pri dizajniranju proizvoda, procesa i opreme"*[11]. Mnogo škarta je uzrok upravo zbog netočne metode izrade, načina izrade između zaposlenih u različitim smjenama, zbog nestandardnih operacija, itd.

Zbog neodržavanja strojeva, povećava se izrade škarta. To se događa jednim primjerom zbog trošenja ležaja, a zbog trošenja ležaja dolazi do izrade krivih mjera. Smatra se da redovito održavanja strojeva je visok trošak za tvrtku, ali zbog neodržavanja dolazi do škarta u tolikim iznosima da tvrtka niti nije svjesna tih troškova.

Zaposleni se boje prijaviti škart na svom radnom mjestu jer misle da će ih poslovođa sankcionirati ili će morati platiti iz svoje plaće, pa zbog toga pokušavaju sakriti škart upravo među dobre proizvode. Za takav sakriveni škart se tek saznaje kod reklamacije kupca, te ovdje nastaju troškovi u tolikom iznosu da je bolje bilo prijaviti škart još u proizvodom procesu. Naravno, takvi troškovi nisu jedini problem koji se javlja kod reklamacije kupca, još bitnije je to da kupac počinje gubiti povjerenje ili najgore trajno gubljenje kupca.

Primjeri gubitaka uzrokovani škartom:

- Škart nastao zbog slabe ili nikakvog održavanja stroja
- Dijelovi montirani pogrešnim redoslijedom ili orijentacijom

- Zaboravljanje na dijelove ili vijke zbog slabe kontrole
- Škart uzrokovan zbog nedostatka informacija
- Oštećeni dijelovi zbog neznanja zaposlenih
- Reklamacija kupca zbog škarta



Slika 3.7 Škart je kao santa leda [18]

Na slici (Slika 3.7) prikazani su troškovi škarta i popravka u obliku sante leda, odnosno samo se mali dio stvarnih troškova vidi iznad „razine mora“. Također, u Lean organizaciji proizvodnje postoje metode koje se bore protiv pojave ili pravovremenog uočavanja škarta, a to je Jidoka, odnosno naziv za strojeve koji posjeduju ljudsku inteligenciju, te su u stanju uočiti pojavu škarta, pa i metoda Poka-Yoke, odnosno izrade naprava i alata koje otkivaju jeli proizvod oštećen. [14]

3.2.6. Prekomjerna obrada

Prekomjernom obradom podrazumijeva se rad koji kupac ne zahtijeva, odnosno ove aktivnosti dodaju vrijednost proizvodu, ali kupac tu dodatnu vrijednost ne želi dodatno platiti, te stoga to predstavlja trošak za tvrtku. Prekomjernom obradom smatraju se i aktivnosti popravka proizvoda koji nije prema zahtjevima kupca.

Gubitak se stvara u obliku izgubljenog vremena zaposlenih, potrošenih resursa i nepotrebnog trošenja opreme. Ti troškovi kroz duži period mogu izrazito narasti.

Prekomjernu obradu uzrokuju nejasni standardi i specifikacije. „*Mnogi zaposleni će se truditi napraviti što je moguće bolji proizvod, nesvjesni onoga što zbilja dodaje vrijednost proizvodu ili krajnjoj upotrebi. Stoga će često provoditi vrijeme polirajući komponente koje to ne zahtijevaju. Još jedan razlog prekomjerne obrade su nestandardni radni postupci radnika u različitim smjenama. Također, gubitak su i nepotrebno zahtijevane tolerancije kad bi u realnosti i labaviji dosjedi sasvim jednako odgovarali zahtjevima*“. [11]

Primjeri prekomjerne obrade su bojanje površina koje nikad neće biti primijećene niti pod utjecajem korozije, prekomjerno poliranje/čišćenje površine koja to ne zahtijeva, nepotrebno usko tolerancijsko polje itd. [11]



Slika 3.8 Prekomjerna obrada je i stvaranje dokumentacije koju nitko ne zahtijeva

Da bi se spriječila prekomjerna obrada postoji mnogo alata, ali najosnovnije je da se uvede 5S sustav i standardizirani rad te radnicima pruži pisane instrukcije za obavljanje posla. „*Ove protumjere će osigurati standardni rad za sve radnike u svim smjenama, također će povećati kvalitetu proizvoda kao i smanjenje prekomjerne obrade. Nadalje, potrebno je ponovno razmotriti sve dizajne i konstrukcijske nacrte te pokušati pronaći tolerancije koje su nepotrebno uske i smanjiti ih kako bi se obrada mogla vršiti na stroju koji je jeftiniji i obrada brža“*. [15]

3.2.7. Prekomjerna proizvodnja

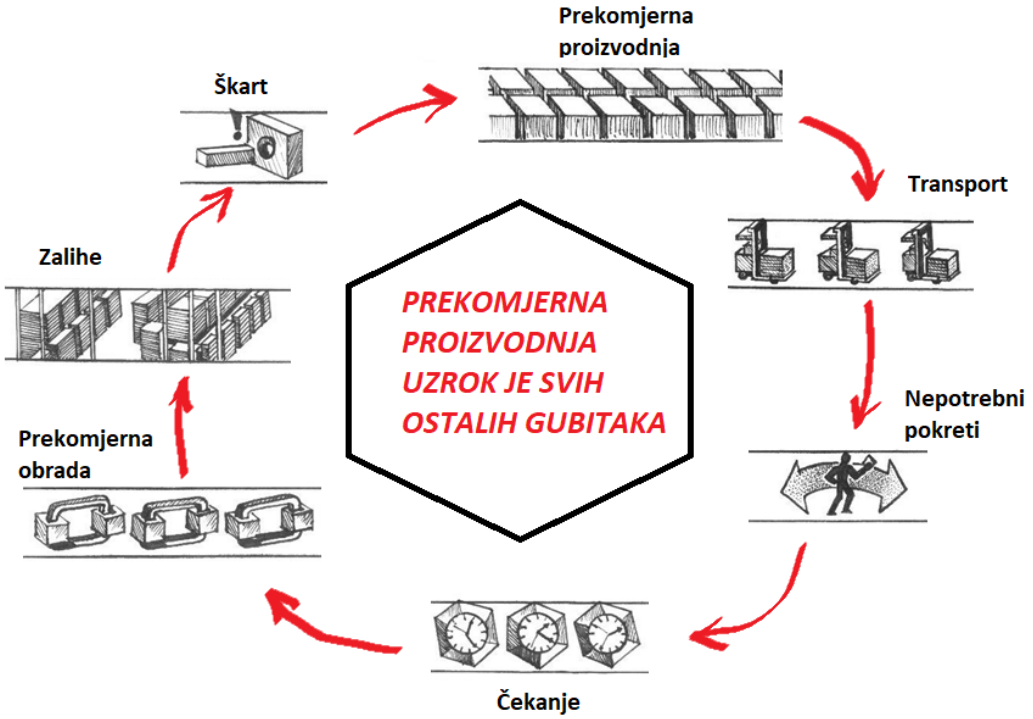
Prekomjerna proizvodnja ili proizvodnja za „svaki slučaj“ smatra se proizvodnjom nečeg prije nego što to tržište zahtjeva, odnosno proizvodnja za skladište. Smatra se najgori tip gubitka prema Leanu jer glavni uzrok nastanka svih ostalih gubitaka. Prekomjerna proizvodnja stvara „mrtvi“ kapital u zalihama, zalihe je potrebno transportirati i brinuti se o njima.

Prekomjerna proizvodnja nastaje jednim razlogom zbog smanjenja prodaje, a drugim većim razlogom zbog problema duge zamjene alata. Tvrtke često proizvode velike serije proizvoda jer imaju dugo vrijeme izmjene alata za novu operaciju te s time nastoje maksimizirati protok proizvoda na strojevima kako bi postigli visoke količinske serije ne vodeći računa kako dio tih proizvoda neće uspjeti prodati.

Prema Leanu, jedan od razloga prekomjerne proizvodnje je i samo nepovjerenje prema dobavljačima. Ako se od dobavljača često dobiva škart, tvrtka naručuje veću količinu kako ne bi produživala krajnji rok isporuke. Također, zbog predugog roka isporuke od dobavljača, tvrtke često naručuju i veće količine sirovog materijala za skladište.

Također, tvrtke nemaju povjerenje u pouzdanost vlastitih strojeva pa planiraju razmake između svake operacije u slučaju da dođe do kvara na nekom stroju ili se proizvodi više nego što treba jer se očekuje da se stroj pokvari te da se u tom slučaju proizvodnja može nastaviti, što stvara i veliku količinu među – operacijske zalihe.

„Da bi se eliminirala prekomjerna proizvodnja, potrebno je razumjeti da tvrtke često znaju planirati vlastita kašnjenja i velike serije čisto zbog toga što se tako oduvijek radilo. Ako je to slučaj, potrebno je početi uvoditi Lean organizaciju proizvodnje. Potrebno je identificirati tok vrijednosti mapiranjem toka vrijednosti te korištenjem raznih raspoloživih analitičkih alata. Nakon toga je potrebno preurediti pogon tako da se ostvari kontinuirani tok vrijednosti i omogući vučenje proizvodnje“. [11]



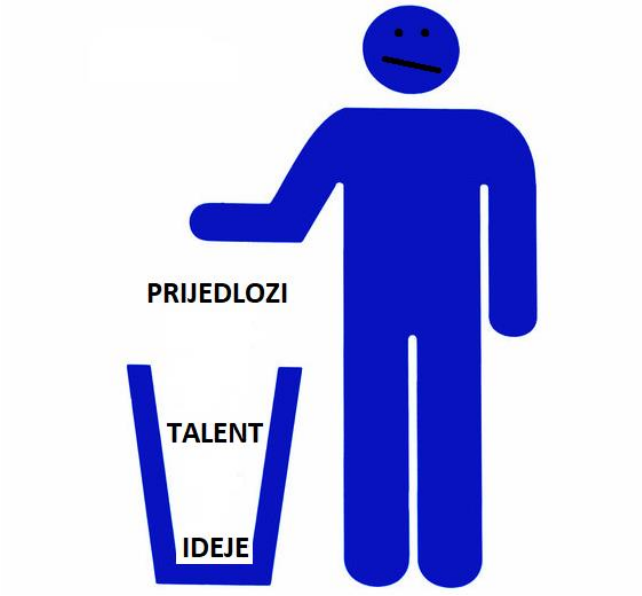
Slika 3.9 Prekomjerna proizvodnja uzrokuje beskonačan ciklus problema [17]

„Preporučuje se korištenje manjih, specifičnih strojeva za svaku posebnu obradu umjesto da se koriste superstrojevi koji mogu izvoditi više različitih operacija na jednom komadu (koji u konačnici uzrokuju usko grlo). Korištenje manjih serija (ili čak jednopredmetnog toka) i SMED tehnike se, dakako, već i podrazumijeva, jednako kao i korištenje JIT tehnika i Kanbana“. [11]

Prekomjerna proizvodnja stvara veći broj komada, veći broj komada zahtjeva više transporta, transport stvara nepotrebne pokrete, zbog povećanja transporta i nepotrebnih pokreta, dolazi do čekanja sirovog materijala. Zbog novonastale „gužve“ u proizvodnom procesu dolazi do prekomjerne obrade, a sve to završava na skladištu te se stvaraju velike količine proizvoda koje se na kraju ne prodaju i završe kao škart.

3.2.8. Neiskorišteni potencijal ljudi

Uz osnovnih 7 tipova gubitaka koji se javlja u svakoj proizvodnji, postoji je osmi tip, a odnosi se o gubitku talenta zaposlenih ljudi. Radi se o neiskorištavanju punog potencijala zaposlenog.



Slika 3.10 Neiskorišteni potencijal ljudi

Zaposlenici su najvrjedniji resurs koji tvrtka posjeduje, bez njihovog sudjelovanja i odanosti tvrtka neće biti kompetitivna na tržištu koliko bi bila uz njihovo sudjelovanje. Ovaj gubitak dolazi na vidjelo onda kada je potrebno uvesti poboljšanja u proizvodni proces ili reagirati na brze promjene zahtjeva kupaca, a tada će tvrtka biti puno sporija ako očekuje samo od svojih stručnjaka (bez obzira na njihovo iskustvo i vještine) da daju ideje i prijedloge, zbog toga što su oni u daleko manjem broju nego što tvrtka ima zaposlenika. [11]

„Vrlo je važno imati ispravnu kulturu tvrtke gdje će se prepoznati prednosti i doprinosi zaposlenika. Velik broj kompanija ne dozvoljava radnicima da sudjeluju u proizvodnji više nego što je to potrebno jer se boje da će postati prekvalificirani i da će tražiti veće plaće ili možda otići u drugu tvrtku koja će im pružiti bolje uvjete za njihovo novostečeno znanje i iskustvo“. [11]

Primjeri ovog gubitka su:

- Probleme rješavaju samo stručnjaci, ignoriraju se prijedlozi ostalih zaposlenika
- Ideje za poboljšanje se prisiljavaju u određenim sekcijama, umjesto da su te sekcije same osmislile poboljšanje
- Radna snaga koja smatra da nema smisla predlagati poboljšanja
- Zaposlenici koji nisu motivirani za davanje prijedloga [11]

„Timskim radom i vježbom te odlučnim vodstvom uključuju se svi zaposlenici u tvrtki na primjenu kontinuiranih poboljšanja kako bi tvrtka nastavila svoj put prema savršenosti. Poželjno je istaknuto zalaganje zaposlenika nagraditi određenim mjerama i kompenzacijama, potrebno je usaditi u svijest radnika da će poboljšanje za tvrtku biti i poboljšanje koje će i oni osjetiti (a ne samo menadžment)“. [11]

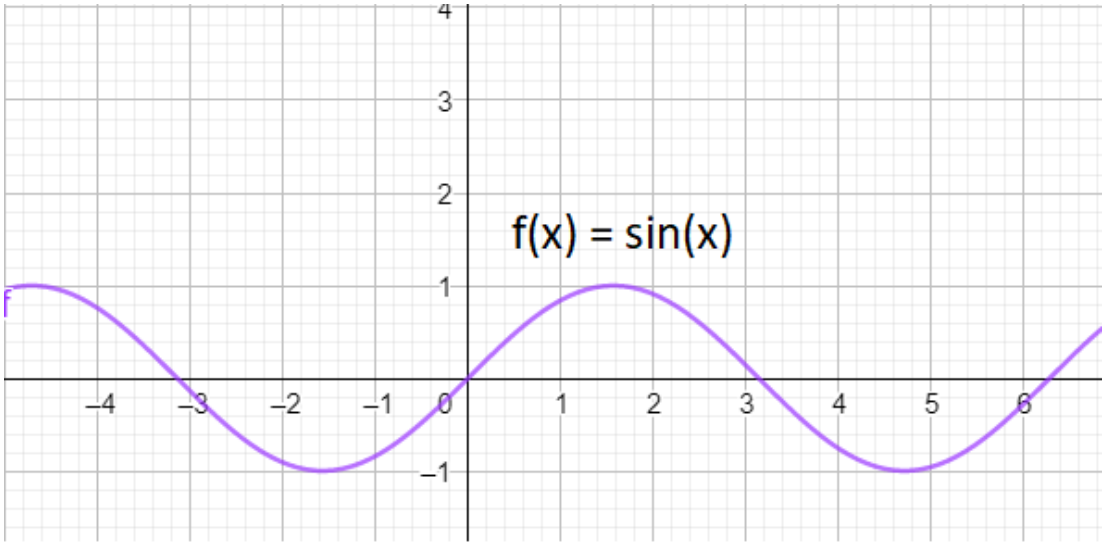
Činjenica je da zaposlenici na svom radnom mjestu najbolje znaju koji su problemi, a i možda znaju najbolje rješenje za takav problem. Tvrtke jednostavno svojim zaposlenicima ne pružaju mogućnost sudjelovanju u problemima o kojima oni sami znaju najviše.

3.3. Mura gubici

"Mura" je varijacija ili neusklađenost u proizvodnji. „*Čest primjer činjenice, da nam se dešava "Mura", a mi smo nedjelotvorni, je zbog fluktuacije potražnje kupaca. Na primjer, ako se potražnja kupaca povećava ciklički u prvom tromjesečju, nakon čega slijedi mjeseci pada prodaje, bilo bi smisla malo povećati proizvodnju prije prvog tromjesečja, čime bi se izbjeglo preopterećenje. Time bi se izbjeglo prekomjerno privremeno zapošljavanje i neproizvodni prekidi. Uglavnom, više rasipa na području "Mura", uzrokuje i više "Muda"“.* [16]

„Npr. Možda će kupac tražiti 2000 proizvoda u ponedjeljak i utorak, 1500 u srijedu i četvrtak, a u petak samo 500. Radnici će se u tom slučaju pretrgnuti od posla u ponedjeljak dok će u petak posao završiti za nekoliko sati. Stoga je u tom slučaju potrebno ujednačiti proizvodnju i proizvoditi u prosjeku 1500 proizvoda dnevno. Nije svaki posao potrebno odraditi kao utrku, ponekad je potrebno slijediti taktno vrijeme i sagledati zahtjeve kupaca.“ [11]

„U slučaju da kupac želi 1200 komada tjedno, a tvrtka na raspolaganju ima 5 osmosatnih smjena, to je 2400 minuta, što znači da jedan komad mora biti proizveden svake dvije minute. To je taktno vrijeme i taj podatak treba diktirati brzinu procesa. No ako kupac želi različite tipove proizvoda, potrebno je imati što manje serije (idealno jednopredmetni tok) i proizvoditi male serije svih proizvoda na dnevnoj bazi.“ [11]



Slika 3.11 Primjer potražnje kupca u obliku funkcije sinusoide

Smanjenje Mure zna biti kompliciranо i teško te stoga mnoge kompanije to izbjegavaju te nastoje raditi što veće moguće serije proizvoda, no ustvari je potrebno da svi rade konstantnim i predvidivim tempom. Kada potražnja kupca redovito oscilira, tvrtke ne znaju kako bi se nosile s manjkom ili preopterećenosti proizvodnje (Slika 3.11). Također je potrebno i ujednačiti raznolikost proizvoda koji se proizvode. Mura se zaobilazi korištenjem JIT sustava koji se zasnivaju na korištenju minimalnih zaliha, a to za sobom povlači vučenje proizvodnje i kontinuirani tok proizvodnje, te Kanban. Problem kod ovih rješenja leži upravo u tome da se nema prostora za pogreške. Najkorisniji alat za ujednačavanje proizvodnje je Heijunka. [11]

3.4. Muri gubici

„Jeste li ikada instalirali program na računalo, koji je izazvao smrzavanje, jer nije imao dovoljno operativne snage? Ili situaciju, kada trebate stalno čekati operaciju da se izvrši zbog nedostatka kapaciteta računala. Ovo je primjer "Muri" ili primjer zagušenja. Kada stroj ili radnik mora nositi teška opterećenja, dolazi do poremećaja, kao otkaz, ne-kvalitetni proizvod, dok troškovi i dalje rastu. "Muri" može, u različitim situacijama ili kombinacijama, dovesti do različitih uzroka ili "Muda" gubitaka.“ [16]

Primjeri preopterećenja:

- Radnici rade na procesima za koji nisu osposobljeni
- Loš raspored radnog prostora

- Nejasne instrukcije
- Nedostatak adekvatnih alata i opreme
- Izraziti ekstremi u razinama proizvodnje (Mura)
- Nedostatak adekvatnog održavanja i nepouzdana oprema
- Nepouzdani procesi
- Slaba komunikacija



Slika 3.12 Primjer zagušenja ili "Muri" gubitka [17]

Potrebno je posvetiti vrijeme na eliminaciju gubitaka. To se može postići primjenom nekih Lean alata, od kojih je najznačajniji 6S. 6S je jednostavan, no izrazito moćan alat koji se bori protiv širokog spektra preopterećenja u bilo kojem radnom prostoru i okruženju. Primjenom ovog alata traže se nepotrebni pokreti i aktivnosti koji uopće nisu bitni za proces te ih se stoga nastoji ukloniti, svaki alat i dio opreme mora biti na točno predviđenom mjestu kako bi se najefikasnije iskoristio.

Dobro implementiran 6S osigurat će da radnici imaju visoko efikasnu, ergonomičnu i sigurnu radnu okolinu koja im olakšava život i smanjuje stres na poslu, a to povećava zadovoljstvo zaposlenih, a na kraju i kupca. 6S počinje standardizaciju radnih postupaka. Imajući sve procese dokumentirane i sve radnike uvježbane da rade posao na najbolji mogući način, omogućit će da svi obave svoj posao kvalitetno uz minimalnu izloženost stresu i naporu.

Standardni radni postupci moraju pokriti sve aspekte rada, od postavljanja stroja i izmjene alata pa do dostave računa kupcu. „*Još jedan alat koji će doprinijeti smanjenju preopterećenja je Jidoka. Primjenom Jidoke radnici će imati veće povjerenje u proces i strojeve, te će to olakšati njihov posao i smanjiti stres. SMED postupak je još jedan alat kojim se može smanjiti preopterećenje jer pomaže ujednačiti proizvodnju što ujedno smanjuje Muru (a samim time i Muri).“* [11]

4. ANALIZA 7 + 1 VRSTA GUBITAKA U PODUZEĆU

4.1. Transport

U poduzeću Bezak poznato je da transport između pogona 1 i pogona 2 stvara gubitke, ali je ne poznato o kojoj vrijednosti gubitka se radi. Kako bi izmjerili vrijednost gubitka transporta, pratili su se podaci transporta 3 mjeseca za sve radne dane.

U tablici (Tablica 2) prikazani su po svakom pojedinom danu veličine koliko puta se transport između pogona 1 i pogona 2 dogodio.

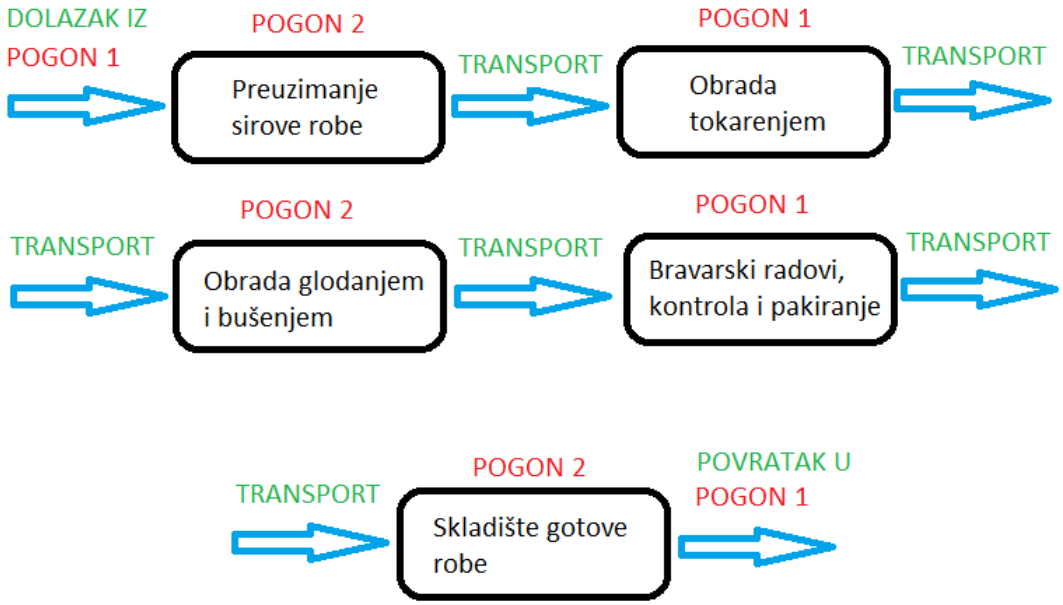
Tablica 2 Analiza gubitaka kod transporta robe

Datum	Broj dolazaka	Min provedeno	Ukupno min provedeno	Kilometara napravljeno
1.6.2020	13	16	208	49,4
2.6.2020	11	14	154	41,8
3.6.2020	7	24	168	26,6
4.6.2020	6	21	126	22,8
5.6.2020	3	19	57	11,4
8.6.2020	10	16	160	38
9.6.2020	5	17	85	19
10.6.2020	9	15	135	34,2
12.6.2020	2	9	18	7,6
15.6.2020	12	20	240	45,6
16.6.2020	3	38	114	11,4
17.6.2020	12	15	180	45,6
18.6.2020	5	16	80	19
23.6.2020	7	21	147	26,6
24.6.2020	11	17	187	41,8
25.6.2020	4	14	56	15,2
29.6.2020	6	35	210	22,8
30.6.2020	7	13	91	26,6
1.7.2020	10	15	150	38

2.7.2020	3	26	78	11,4
6.7.2020	15	17	255	57
7.7.2020	1	19	19	3,8
8.7.2020	6	22	132	22,8
9.7.2020	3	29	87	11,4
10.7.2020	3	15	45	11,4
13.7.2020	10	19	190	38
14.7.2020	7	19	133	26,6
15.7.2020	13	18	234	49,4
16.7.2020	4	31	124	15,2
20.7.2020	9	22	198	34,2
21.7.2020	7	13	91	26,6
22.7.2020	16	14	224	60,8
23.7.2020	5	23	115	19
10.8.2020	10	25	250	38
11.8.2020	8	32	256	30,4
12.8.2020	9	21	189	34,2
13.8.2020	9	19	171	34,2
14.8.2020	2	11	22	7,6
17.8.2020	12	15	180	45,6
18.8.2020	13	19	247	49,4
19.8.2020	4	40	160	15,2
20.8.2020	7	26	182	26,6
24.8.2020	2	18	36	7,6
25.8.2020	4	17	68	15,2
26.8.2020	6	23	138	22,8
27.8.2020	8	17	136	30,4
31.8.2020	11	28	308	41,8
UKUPNO:			6834	1330

Kako bi se razumio gubitak transporta koji se ispituje, opisat će se najčešći tijek transporta.

U pogonu 2 dolazi do preuzimanje sirove robe, te se sirova roba dostavlja u pogon 1 na obradu tokarenjem. Zatim slijedi transport polu gotove robe u pogon 2 na obradu glodanjem i bušenjem. Nakon obrade glodanjem i bušenjem, roba se transportira opet u pogon 1 na bravarske radove, završnu kontrolu i pakiranje, te se zatim ponovno transportira u pogon 2 na skladište gotove robe.



Slika 4.1 Dijagram toka kod transporta

Kako bi izračunali čisti gubitak u ovom transportu, koristit ćemo razne veličine: bruto satnicu radnika, prosječna potrošnja kombija, prosječno vrijeme provedeno u transportu, prosječan broj kilometra u danu, cijena litre dizela, itd. U obzir se neće uzeti troškovi održavanja vozila (registracija, osiguranje, itd.). Ispitivanje se sastoji od 48 radnih dana.

$$Prosječno\ vrijeme\ po\ danu = \frac{Ukupno\ minuta\ provedeno}{Broj\ radnih\ dana\ ispitivanja}$$

$$Prosječno\ vrijeme\ po\ danu = \frac{6834}{48} = 142{,}4\ \text{min} \approx 2{,}37\ sati$$

$$Prosječna\ kilometraža = \frac{Ukupno\ kilometra\ napravljeno}{Broj\ radnih\ dana\ ispitivanja}$$

$$Prosječna\ kilometraža\ po\ dan = \frac{1330}{48} = 27{,}71\ km$$

$$Bruto\ satnica\ radnika = 60\ kn$$

$$Prosječna\ potrošnja\ vozila = 12{,}9\frac{l}{100\ km}$$

$$Cijena\ litre\ dizela = 8{,}93\ \frac{kn}{l}$$

$$Broj\ radnih\ dana\ u\ godini = 250\ dana$$

$$Ukupan\ gubitak\ po\ danu$$
$$= Bruto\ satnica\ radnika\ x\ Prosječno\ vrijeme\ po\ danu$$
$$+ Prosječna\ kilometraža\ po\ danu\ x\ \frac{Prosječna\ potrošnja\ vozila}{100}\ x\ Cijena\ litre\ dizela$$

$$Ukupan\ gubitak\ po\ danu = 60\ x\ 2{,}37 + 27{,}71\ x\ \frac{12{,}9}{100}\ x\ 8{,}93 = 174{,}12\ kn/dan$$

$$Ukupan\ gubitak\ na\ godinu = Ukupan\ gubitak\ po\ danu\ x\ Broj\ radnih\ dana$$

$$Ukupan\ gubitak\ na\ godinu = 174{,}12\ x\ 250 = 43\ 530\ kn/god$$

Gubitak dobiven izračunom iznosi 43 530 kuna na godinu. U obzir nisu uzeti troškovi održavanja vozila, za vozilo koje se koristi u 99% u ovu svrhu. Također, u obzir nisu uzeti i troškovi viljuškara koji se u svakom transportu koristi. Ako se uzme u obzir da i zaposlenik prosječno na dan nije 2,37 sati stvarao prema Leanu dodatnu vrijednost proizvodu, ukupan gubitak na godinu se penje i iznad 100 000 kuna samo zbog jedne vrste transporta.

Naravno da se u ovom transportu javljaju i razni ostali problemi kao npr. oštećenje robe, gubitak robe i informacije, dodatno vrijeme potrošeno na popravak i pronalaženje robe, itd. Smanjenjem tog transporta ili njegovom eliminacijom značajno se smanjuju troškovi proizvodnje.

4.2. Prekomjerna obrada

U poduzeću se kao najveća prekomjerna obrada smatra dorada izradaka koji nisu unutar zadanih tolerancija, odnosno izradaka koji moraju ponovno nakon završne

kontrole na stroj kako bi se doradili. Za mjerenje gubitka mjerilo se vrijeme ukupno provedeno na doradi u posljednjih mjesec dana.

U tablici (Tablica 3) prikazano je ukupno vrijeme provedeno na doradu po svakom radnom danu.

Tablica 3 Analiza gubitaka kod prekomjerne obrade

Datum	Stroj 1 - smjena 1	Stroj 2 - smjerna 1	Stroj 1 - smjena 2	Stroj 2 - smjerna 2	Ukupno
10.8.2020	7,5	4,5	3	0	15
11.8.2020	3,5	6,5	0	0	10
12.8.2020	7,5	7,5	0	7,5	22,5
13.8.2020	6	7,5	2	0	15,5
14.8.2020	2	0	0	0	2
17.8.2020	0	0	7,5	7,5	15
18.8.2020	2,5	0	0	6,5	9
19.8.2020	4	0	1	7,5	12,5
20.8.2020	7,5	7,5	7	7	29
24.8.2020	2	7,5	3,5	6	19
25.8.2020	7,5	0	0	7,5	15
26.8.2020	0	0,5	0	7,5	8
27.8.2020	0	7,5	0	0	7,5
31.8.2020	7,5	7,5	7,5	7,5	30
UKUPNO:	57,5	56,5	31,5	64,5	210

Za razumijevanje analizirane prekomjerne obrade opisat će se tijek i razlog zašto dolazi do prekomjerne obrade.

Nakon proizvodnog procesa izradak dolazi na završnu kontrolu kako bi se provjerilo dali je izradak u potpunosti izrađeni prema željama i nacrtu kupca. Zbog same činjenice da su u prosjeku proizvodi težine od oko 50 kg, može se zaključiti da obrada jednog proizvoda na stroju traje i preko nekoliko sati. Zbog vremenske dužite obrade, na proizvodu dolazi do velike promjene temperature, a temperatura značajno utječe na težu kontrolu uskih tolerancija tipa H6/h6 tolerancije. S ciljem da proizvod na kraju

svog proizvodnog procesa bude dobar, neke tolerancije se izrađuju na „sigurnoj“ mjeri kako ne bi došlo, da nakon hlađenja komada, tolerancije „izađu“ van mjere koju je ne moguće popraviti (dodatno skidanje materijala je moguće, dok dodavanje materijala je ne moguće). Pa s tim razlogom i teškom kontrolom mjera, često je potrebna dorada nekih mjera na klasičnim tokarilicama s brusnim papirom kako bi se 0,01 – 0,02 mm materijala uopće mogao skinuti. Nije teško zaključiti da dorada s brusnim papirom ne traje kratko.

Nakon dorade mjera, proizvod ponovno dolazi na završnu kontrolu, te ako je sve izrađeno prema nacrtu, slijedi pakiranje i spremanje proizvoda na skladište.

Za izračun gubitka zbog prekomjerne obrade koristit će se sljedeće veličine: prosječna bruto satnica kontrolora i prosječno vrijeme provedeno na popravak po danu. U obzir se neće uzimati troškovi brusnog papira, tokarskih pločica, električne struje, itd.

$$Bruto\ satnica\ radnika = 80\ kn$$

$$Prosječna\ vrijeme\ popravka\ po\ danu = \frac{Ukupno\ vrijeme\ popravka}{Broj\ radnih\ dana\ ispitivanja}$$

$$Prosječna\ vrijeme\ popravka\ po\ danu = \frac{210}{14} = 15\ h/dan$$

$$Ukupni\ gubitak\ popravka\ po\ danu = Bruto\ satnica\ radnika\ x\ Prosječno\ vrijeme\ popravka\ po\ danu$$

$$Ukupni\ gubitak\ popravka\ po\ danu = 80\ x\ 15 = 1200\ kn/dan$$

$$Ukupni\ gubitak\ na\ godinu = Ukupni\ gubitak\ popravka\ po\ danu\ x\ Broj\ radnih\ dana$$

$$Ukupni\ gubitak\ na\ godinu = 1200\ x\ 250 = 300\ 000\ kn/god$$

Dobiveni gubitak na godinu iznosi 300 000 kuna. Uzimajući i razne ostale troškove koji se javljaju zbog prekomjerne obrade, mogući iznos gubitka nalazi se između 400 000 do 500 000 kuna na godinu zbog samo jedne vrste prekomjerne obrade.

Druga zanimljiva činjenica dobivena ovom analizom je da u prosjeku 15 sati na dan se nešto popravlja. Ovom dobivenom brojkom dobiva se podatak da dva zaposlena

u prosjeku cijelu svoju smjenu ne rade ništa što dodaje dodatnu vrijednost proizvodu. U prosjeku tih 15 sati kupac ne želi i nije spreman platiti.

Eliminacijom samo ovog primjera prekomjerne obrade, godišnja dobit se povećava za oko 10%, ako se eliminiraju dva zaposlena iz proizvodnog procesa. Boljem iskorištavanjem ovih dva zaposlena, bez sumnje godišnja dobit bi se mogla povećati i više od 10%.

4.3. Prekomjerna proizvodnja

U poduzeću postoji nekoliko različitih lokacija skladišta. U ovom primjeru prikazat će se prekomjerna proizvodnja kao rješenje preživljavanja svjetske ekonomske krize iz 2008/2009. godine. Kao što je poznato, ekonomija je doživjela kolaps, narudžbe kupaca nisu stizale, zaposlenici su se otpuštati, pa kako je poduzeće posjedovalo kapital za „crne dane“ proizvodnja se vršila isključivo na vlastito skladište kako bi se barem neki zaposlenici mogli zaposliti.

Najgori dio krize odvijao se punih 6 mjeseca, a za to vrijeme poduzeće je posjedovalo robu na skladištu vrijednu više od 5 milijuna kuna. Kasnijim oporavkom tržišta i kupca, poduzeće se lagano rješavalo tog skladišta. Bilo je potrebno nekoliko godina da se skladište u smislu prekomjerne proizvodnje u većem dijelu isprazni. Naravno, zbog dugog vremena stajanja robe na skladištu dolazilo je do korozije komada, što je zahtijevalo kasnije dodatnu obradu u smislu uklanjanja iste. Neki proizvodi zbog korozije jednostavno se nisu mogli spasiti.

Zbog velikog skladišta, transport robe se redovito odvijao Lobor – Ivanec, pošto su se ti proizvodi skladištili, u to vrijeme, u novo izgrađeni pogon u Ivancu. Drvene kutije u smislu ambalaže, također su oštećivala, pa je bila potreba za prepakiravanje proizvoda. U kratko, zbog prekomjerne proizvodnje kao rješenje preživljavanja svjetske ekonomske krize, u poduzeću su se javili svi tipovi gubitaka prema Leanu.

Nažalost, i nakon više od 12 godina, to skladište još uvijek postoji. Neke dijelove je kupac zamijenio s novim dijelovima, neke je potpuno izbacio iz potražnje, a ostali

dijelove potražuje samo u obliku jednog komada kao popravak, odnosni zamjenski dio nekog starijeg sustava.

Tablica 4 Skladište staro više od 12 godina kao razlog prekomjerne proizvodnje

Broj pozicije	Broj komada	Cijena po komadu	Ukupna cijena
10000	3	129,95 €	389,85 €
10001	120	36,95 €	4.434,00 €
10002	8	79,95 €	639,60 €
10003	157	12,95 €	2.033,15 €
10004	76	9,34 €	709,84 €
10005	49	64,95 €	3.182,55 €
10006	64	42,95 €	2.748,80 €
10007	3	96,95 €	290,85 €
10008	9	112,95 €	1.016,55 €
10009	2	38,95 €	77,90 €
10010	9	190,95 €	1.718,55 €
10011	27	Nepoznato	Nepoznato
10012	3	18,95 €	56,85 €
10013	52	14,50 €	754,00 €
10014	6	159,95 €	959,70 €
10015	20	19,95 €	399,00 €
10016	101	55,40 €	5.595,40 €
10017	37	29,95 €	1.108,15 €
10018	4	87,95 €	351,80 €
10019	3	79,95 €	239,85 €
10020	112	Nepoznato	Nepoznato
10021	60	Nepoznato	Nepoznato
10022	2	380 €	760,00 €
10023	10	63,60 €	636,00 €
10024	22	48,95 €	1.076,90 €
10025	2	199,95 €	399,90 €
10026	2	143,95 €	287,90 €

10027	52	42,95 €	2.233,40 €
10028	102	15,30 €	1.560,60 €
10029	47	32,95 €	1.548,65 €
10030	5	19,95 €	99,75 €
10031	22	55,50 €	1.221,00 €
10032	1	275 €	275,00 €
10033	46	29,40 €	1.352,40 €
10034	5	85,95 €	429,75 €
10035	252	Nepoznato	Nepoznato
10036	72	26,80 €	1.929,60 €
UKUPNO:	1567	/	40.517,24 €

Tablica 4. prikazuje stanje skladišta kao razlog prekomjerne proizvodnje koja se dogodila prije 12 godina.

Nakon svog tog vremena, neke pozicije su se jednostavno „izgubile“, nitko ne zna o kojoj poziciji je riječ, hoće li je ikad više kupac potraživati ili jednostavno samo zauzimaju mjesto u skladištu kao škart. Poduzeće ih i dalje ne želi maknuti iz skladišta zbog razloga „za svaki slučaj“.

U tablici 4. se vidi da je „mrtvi kapital“ poduzeća zbog prekomjerne proizvodnje malo veći od 300 tisuća kuna, iako poduzeće danas već smatra da je to izgubljeni novac i da za ove pozicije može samo dobiti jedan mali dio novca natrag u obliku prodaje materijala reciklažnom dvorištu. 300 tisuća kuna nije jedini gubitak koji se javio zbog prekomjerne obrade, ovdje se moraju uključiti gubici transporta, popravka određene robe zbog korozije, gubitka određenih proizvoda zbog korozije, redoviti popravci ambalaže i prepakiravanja, dorade određenih pozicija zbog promjene nacrta, te veliko izgubljeno vrijeme na traženje određene pozicije u velikom skladištu.

Na temelju gore navedenih raznih ostalih gubitaka, procijenjeni je gubitak u iznosu većem od 600 tisuća kuna. U obzir procjene nije uzet gubitak skladišnog prostora i održavanja tog dijela skladišta.

4.4. Zalihe

Iako poduzeće ima veliko skladište gotove robe i velike probleme s istim, ipak će se analizirati jedan dio zaliha alata, odnosno tokarskih najčešćih pločica: CNMG i DNMG. Analizirat će se gubitak nastao zbog zaboravljanja, tj. „gubljenja“ pločica na duži period u alatnici.

Za tokarske pločice se nije znalo više od 25 godina da se nalaze u alatnici iza ormara. Nakon nedavnog čišćenja alatnice i izrade potpune inventure, pronašlo se 179 paketa pločica koje su jednostavno zastarjele. Razlog leži u tome što se alatnica nikad nije držala uredna, te je stalno bila pod ključem, a velika zaliha pločica uvijek je bila prisutna „za svaki slučaj“.

U današnje vrijeme cijena pločica varira jako ovisno od proizvođača do proizvođača, pa će se za analizu uzet prosječna cijena jedne pločice po kojoj poduzeće danas nabavlja pločice.

$$Prosječna\ cijena\ pločica = 21\ kuna\ /kom$$

$$Vrijednost\ zastarjelih\ pločica = Prosječna\ cijena\ pločica\ x\ paketa\ x\ 10$$
$$Vrijednost\ zastarjelih\ pločica = 21\ x\ 179\ x\ 10 = 37\ 590\ kuna$$

Poduzeće opet stvara novu zalihu pločica „za svaki slučaj“, iako određeni zaposlenici imaju svoje ormare s alatima u kojima se inventura i punjenje rade svaki tjedan, a prema potrebi i prije. Te se opet stvara mogućnost gubitka, odnosno zastare.

4.5. Čekanje

CNC strojevi zarađuju novac samo onda kada strugotina „pada“. Bilo kakvo vrijeme na CNC strojevima koje se javi, a da za to vrijeme stroj ne obrađuje smatra se „mrtvim“ vremenom. Priprema stroja od 4 sata za neku poziciju je „mrtvo“ vrijeme. Izmjena komada je „mrtvo“ vrijeme. Provjera ili zamjena pločica i alata je „mrtvo“ vrijeme. Stroj čeka i ne donosi zaradu. Glavni cilj poduzeća mora biti smanjenje „mrtvih“ vremena.

Za analizu gubitka u vezi čekanja analizirat će se dva CNC obradna centra:

1. GILDMEISTER GMX Twin 500 Linear
2. Deckel Maho DMP 60 Linear



Slika 4.2 GILDMEISTER GMX Twin 500 Linear

Tablica 5 Podaci o efikasnosti stroja GILDMEISTER GMX Twin 500 Linear

Godište stroja	2002.
Sati rada računala stroja	124 000h
Sati rada vretena stroja	26 000h
Isplativost stroja	20,9%

Prema tablici (Tablica 5) jasno se vidi da je isplativost stroja izrazito mala, odnosno da je stroj 79,1% vremena „čekao“ na obradu. Mala isplativost ovog stroja ponajviše leži u tome što je potrebno strašno veliko vrijeme za izmjenu različitih pozicija. Stroj posjeduje dvanaest osi, te ga to čini vrlo kompleksnim za programiranje, a zahtjeva adekvatan posao, tj. obradu pozicija kompleksne geometrije. Pozicije s kompleksnom geometrijom zahtijevaju veliki broj potrebnih alata za obradu, itd. Prednost ovog stroja je visoka cijena sata rada.

Nedostaci stroja su da tijekom izmjene komada, dolazi do čekanja za danju obradu. Također je potrebno mijenjati alat zbog trošenja, gdje stroj opet „čeka“. Kako bi se izračunao izgubljeni profit zbog „čekanja“ stroja koristit će se podaci iz tablice (Tablica 5).

$$Satnica\ rada\ stroja = 45€/h$$

$$Vrijeme\ čekanja = Sati\ rada\ računala\ stroja - sati\ rada\ vretena\ stroja$$
$$Vrijeme\ čekanja = 124\ 000 - 26\ 000 = 98\ 000\ sati$$

$$Gubitak\ uz\ 100\%\ isplativost = \frac{Vrijeme\ čekanja\ x\ satnica\ rada\ stroja}{Starost\ stroja}$$

$$Gubitak\ uz\ 100\%\ isplativost = \frac{98\ 000\ x\ 45}{18} = 245\ 000\ € \sim 1\ 800\ 000\ kn/god$$

$$Gubitak\ uz\ 75\%\ isplativost = \frac{98\ 000\ x\ 45\ x\ 0{,}75}{18} = 183\ 750\ € \sim 1\ 400\ 000\ \frac{kn}{god}$$

Uz realnu isplativost stroja od 75%, stroj u prosjeku nije zarađivao oko 1 400 000 kuna na godinu zbog čekanja. Uz primjenu Lean alata i smanjenja izmjene alata, isplativost stroja može se značajno povećati, a i samog poduzeća.



Slika 4.3 Deckel Maho DMP 60 Linear

Tablica 6 Podaci o efikasnosti stroja Deckel Maho DMP 60 Linear

Godište stroja	2008.
Sati rada računala stroja	65 000h
Sati rada vretena stroja	49 000h
Isplativost stroja	75,4%

Drugi primjer stroja prikazan je u tablici (Tablica 6) gdje se odmah na prvi pogled može uočiti da je isplativost stroja značajno veća od prvog. Jednim djelom zbog toga što stroj posjeduje dvije palete, pa ne dolazi do gubitka vremena na izmjenu komada. Ali na žalost to nije jedini razlog, već glavni razlog leži u tome što stroj proizvodi visoko serijske pozicije za autoindustriju, pa se izmjena alata ne događa tako često.

Ovim drugi primjerom dokazano je da poduzeće u općenitom smislu jako slabo što se tiče efikasnosti i prilagodbe na nove pozicije. Velika većina vremena gubi se na promjenu alata, a to kupac ne želi platiti. Može se zaključiti da težnja poduzeća nije u rješavanju problema brze izmjene alata, već visoko serijske proizvodnje. A to je suprotno od 5 osnovnih principa Lean proizvodnje.

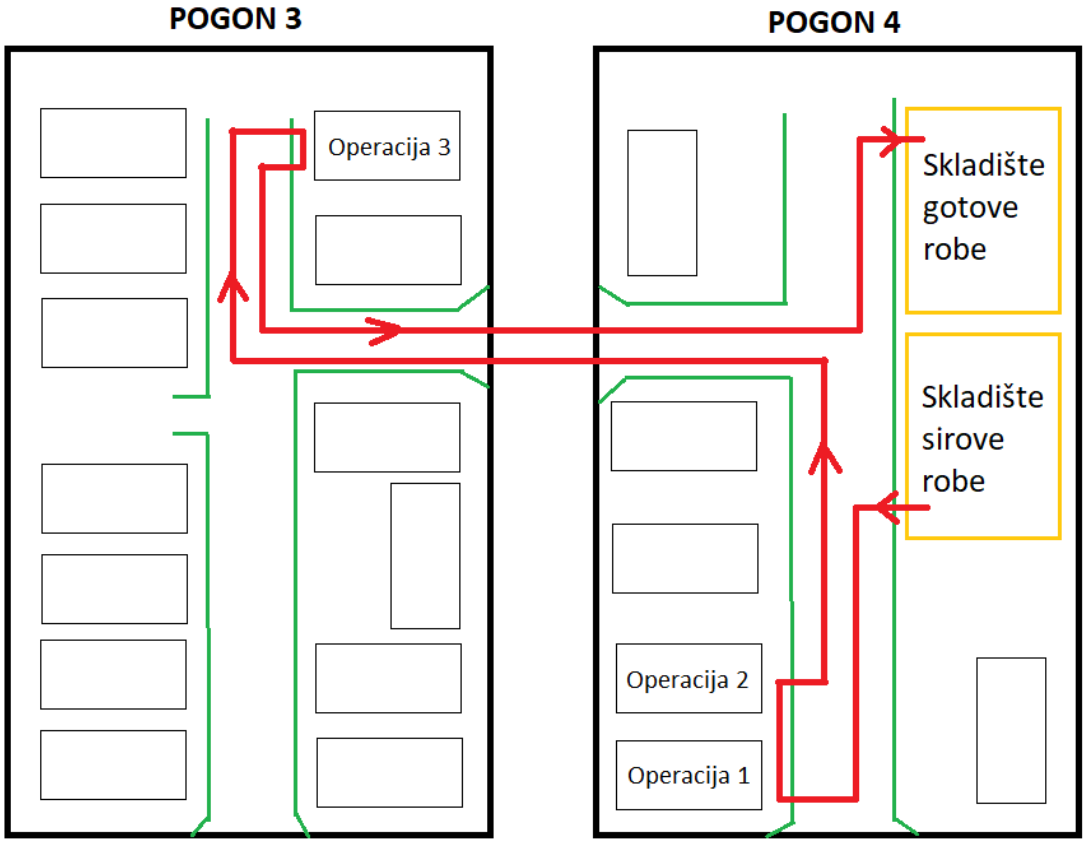
4.6. Nepotrebni pokreti

Poduzeće proizvodi dijelove za vjetroelektrane u visokoj seriji od 6000 komada godišnje. S tom količinom dvije CNC tokarilice su u cijeloj godini u 100 postotnom kapacitetu zauzetosti. Treća operacija obrade odvija se na CNC obradnom centru koji se nalazi u drugom pogonu. Zbog loše organizacije prostora, odnosno rasporeda strojeva, javljao se gubitak u nepotrebnom pokretu između 2 i 3 operacije.

Na slici (Slika 4.4) je prikazan tijek kretanja proizvoda kroz pogone.

Nakon preuzimanja sirove robe slijedi transport dostave iste do stroja gdje se izvodi prva operacija. Operacija 2 slijedi odmah nakon operacije 1, te je transport u tom slučaju minimalan. Zatim dolazi do glavnog nepotrebnog kretanja, a to je transport gibanja polu sirove robe na operaciju 3. Potrebno je otvarati vrata u oba dva pogona

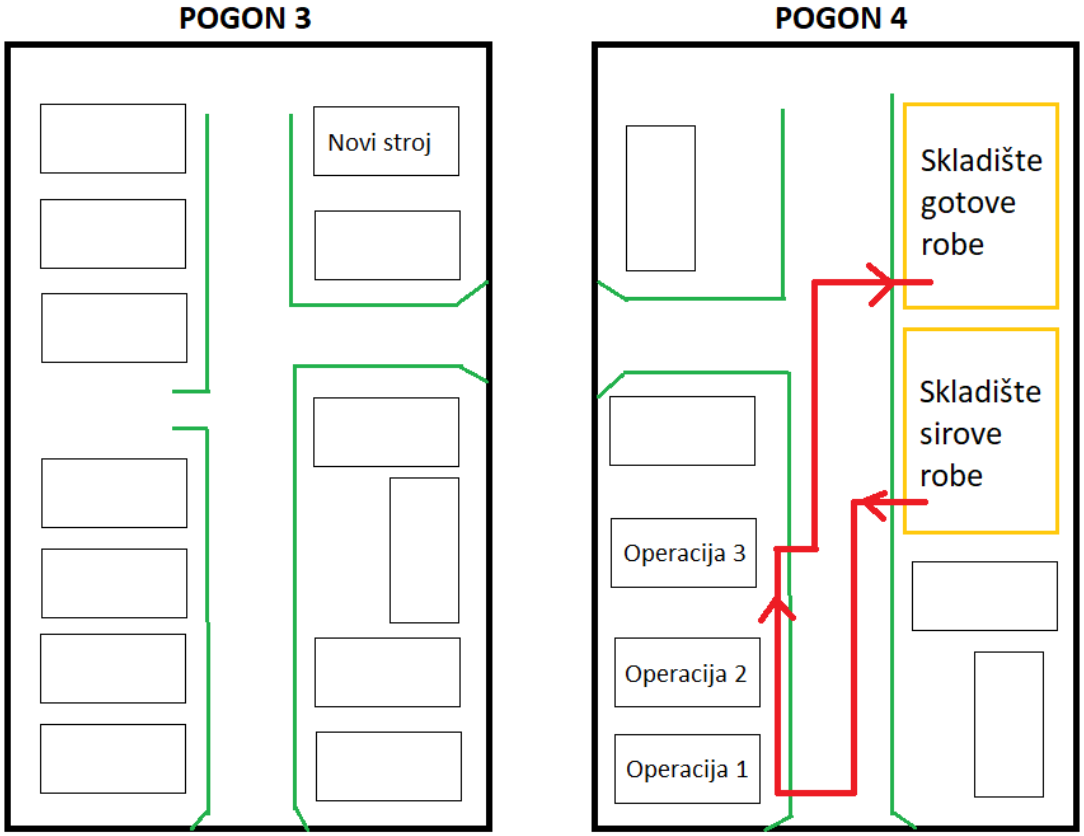
kako bi se izvršio transport. Poslije operacije 3, ponovno slijedi transport gotovog proizvoda istim putem kako bi se smjestio u skladište gotove robe.



Slika 4.4 Nepotrebni pokreti zbog lošeg rasporeda strojeva prikazani crvenim linijama

Nakon uloženog vremena za redizajn rasporeda strojeva, tako da se stroj na kojem se izvodila operacija 3 preselio u pogon 4, na mjesto odmah pokraj stroja koji izvodi operaciju 2, pa se stanje nepotrebnog pokreta značajno promijenilo, te se na slici (Slika 4.5) može vidjeti promijenjeno stanje. Na mjesto stroja gdje se izvodila operacija 3 stavio se novi stoj.

Jasno se može uočiti koliko je nepotrebnog kretanje skraćeno (crvena crta s obzirom na prije i poslije). Transport polu sirovog proizvoda s operacije 2 na operaciju 3 kreće se s minimalnim putem, te nije potrebno nikakvo otvaranje vrata, gdje po hladnim vremenima značajno dolazi do gubitka toplinske energije. Transport robe se skratio za 70%.



Slika 4.5 Eliminacija značajnog dijela nepotrebnog pokreta

Za izračun o iznosu gubitka uzet će se najviše potrošeno vrijeme zaposlenika zaposlenog na operaciji 3 kada preuzima polu gotovu robu za završnu operaciju. Gubici u smislu izgubljene toplinske energije, energije viljuškara i ostale gubitke neće se uzet u obzir.

Izmjereno vrijeme za otvaranje vrata na oba pogona, transport gotovih proizvoda s operacije 3 na skladište gotove robe, te preuzimanje polu sirove robe za operaciju 3 nakon operacije 2, a i ponovno zatvaranje vrata na oba pogona iznosilo je 7 minuta. Tijekom jedne dostave, maksimalni broj komada polu sirove robe iznosi 6 komada (na paleti se nalazi šest komada).

$$Bruto\ satnica\ radnika = 80\ kn$$
$$Izmjereno\ vrijeme = 7\ min$$

$$Transport\ polu\ sirove\ robe = \frac{Ukupan\ broj\ komada\ u\ seriji}{Broj\ komada\ u\ jednoj\ dostavi}$$

$$Transport\ polu\ sirove\ robe = \frac{6000}{6} = 1000\ puta/god$$

$$Utrošeno\ vrijeme\ transporta = Transport\ polu\ sirove\ robe\ x\ izmjereno\ vrijeme$$
$$Utrošeno\ vrijeme\ transporta = 1000\ x\ 7 = 7000\ min \sim 117\ sati\ /god$$

$$Gubitak = Bruto\ satnica\ radnika\ x\ utrošeno\ vrijeme\ transporta$$
$$Gubitak = 80\ x\ 117 = 9360\ kuna\ /god$$

$$Ukupni\ dosadašnji\ gubitak = Gubitak\ x\ vrijeme\ trajanja\ serije$$
$$Ukupni\ dosadašnji\ gubitak = 9360\ x\ 5 = 46\ 800\ kuna$$

Iako se nepokretni pokreti smatraju kao jako mali iznosi gubitka, eliminacijom više njih dolazi se do povećeg iznosa uštede. Zastrašujuća činjenica je to da je zaposlenik skoro mjesec dana u godini potrošio na nepotrebno kretanje. Ovaj primjer nepotrebnog kretanja uspješno je elimininiran iz poduzeća Bezak MTP d.o.o.

4.7. Škart

Problem koji je prisutan kod visoko serijske proizvodnje za automobilsku industriju je taj da dolazi do velike količine škarta. Do škarta dolazi jednim razlogom zbog nepažnje djelatnika od kojeg se očekuje da daje svoj maksimum kako bi se postigla minimalna norma proizvodnje kako bi se nadoknadile male cijene visoke serije. Drugim razlogom dolazi do škarta zbog loše i već potrošene naprave na kojima se proizvode dijelovi. Jednostavno se ne pronalazi vrijeme za investiciju u popravak ili potpunu izradu nove, ali bolje naprave. Nažalost, postoji rješenje kojim bi se značajno smanjio škart uzrokovan zbog loše izvedbe naprave i još dodatnim razmišljanjem, odnosno upotrebom Poka – Yoke metode, riješio bi se i problem stvaranja škarta zbog nepažnje djelatnika.

Analizirana pozicija izrađuje se u količini od 18 000 komada na godinu, za što je potrebno 40 radnih dana za izradu ukupne serije u idealnoj situaciji. Završetkom izrade serije prebrojano je 586 komada, koji ne ispunjavaju zahtjeve kupca, u kutiji za škart.

$$Satnica\ rada\ stroja = \frac{Ukupna\ količina\ x\ cijena\ obrade}{Broj\ dana\ izrade\ x\ sati\ dnevno}$$

$$Satnica\ rada\ stroja = \frac{18\ 000\ x\ 1{,}01}{40\ x\ 16} = 28{,}4\ €/h$$

$$Gubitak\ uzrokovan\ škartom = Škartni\ komadi\ x\ (cijena\ materijala\ odkivka + cijena\ obrade)$$

$$Gubitak\ uzrokovan\ škartom = 586\ x\ (3{,}1 + 1{,}01) = 2408{,}46\ € \approx 18\ 000\ kn\ /god$$

$$Stvarna\ satnica\ rada\ stroja = Satnica\ rada\ stroja - \frac{Gubitak\ uzrokovan\ škartom}{Broj\ dana\ izrade\ x\ sati\ dnevno}$$

$$Stvarna\ satnica\ rada\ stroja = 28{,}4 - \frac{2408{,}46}{40\ x\ 16} = 24{,}64€/h$$

Iako je na prvi pogled samo 3,25% škarta na ukupnu seriju, gubitak uzrokovan škartom je veliki, a satnica rada stroja se značajno smanjuje uzevši u obzir škart.

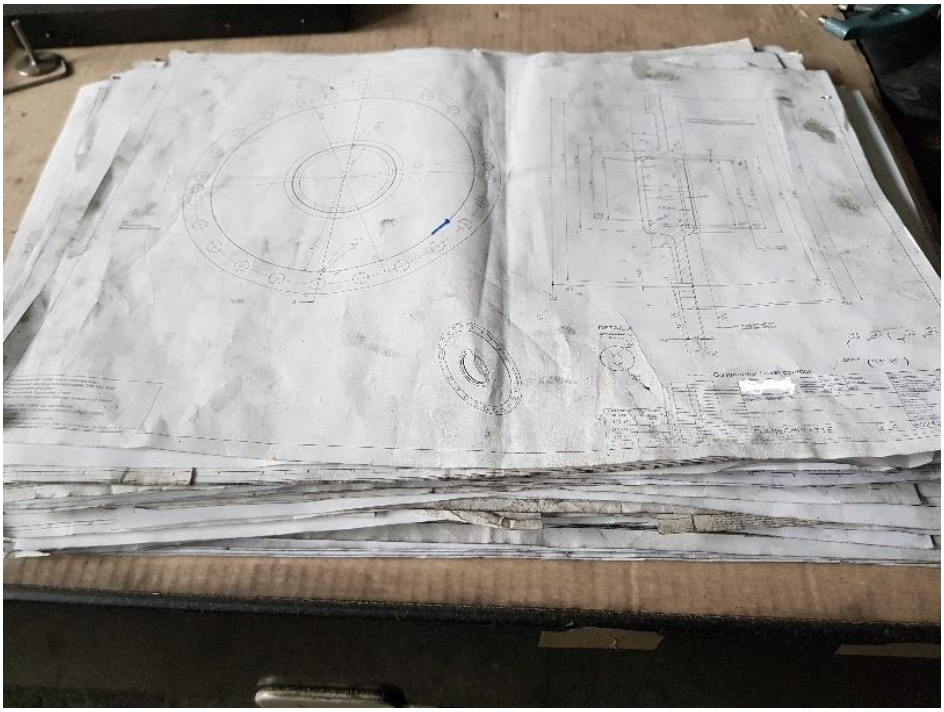
4.8. Neiskorišteni potencijal ljudi

Prema Leanu, ljudi su najveći resurs koje poduzeće posjeduje. Zaposlenici su ti koji znaju najbolje svoje radno mjesto, provode 8 sati dnevno na poslu. Poznati su im problemi na njihovom radnom mjestu, a većina ljudi zna kako bi riješila te probleme. Neki prijedlozi su loši, odnosno zahtijevaju velike investicije, neki su dobri, a neki su odlični, tj. zahtijevaju male ili nikakve investicije. Problem se javlja zbog toga što menadžeri ne motiviraju svoje zaposlene da ponude prijedloge. U daljnjem radu prikazani su tri primjera prijedloga zaposlenih, te ekonomski pokazatelji uspješnosti tih prijedloga.

4.8.1. Primjer 1. – prijedlog zaposlenih

Zaposlenik na završnoj kontroli kvalitete primijetio je da veliku veću svojeg radnog dana „traži“ nacrte postojećih dijelova. Nacrt se „traži“ zbog razloga provjere mjera i

ostalih zahtjeva kupca. Na slici (Slika 4.6) prikazano je stanje čuvanja nacrta prije provedenog prijedloga zaposlenika.



Slika 4.6 Primjer 1 - stanje čuvanja nacrta prije provedenog prijedloga

Na slici (Slika 4.6) jasno se vide nedostaci ovog dosadašnjeg načina čuvanja nacrta: oštećenja na papiru, zamazani papir s teško vidljivim mjerama, velika količina papira na jednom mjestu, veliko vrijeme provedeno na traženje određenog nacrta što dovodi često i do problema da tog nacrta uopće nema, odnosno prolazi se ponovno kroz iste nacrte da se stvarno ustanovi da ga nema. Konstantan ispit novih nacrta da zamjene one koji su „nestali“ ili na kojima se određeni detalji ne vide, itd.

Kao moguća rješenja ovih problema, zaposlenik na završnoj kontroli kvalitete ponudio je dva prijedloga:

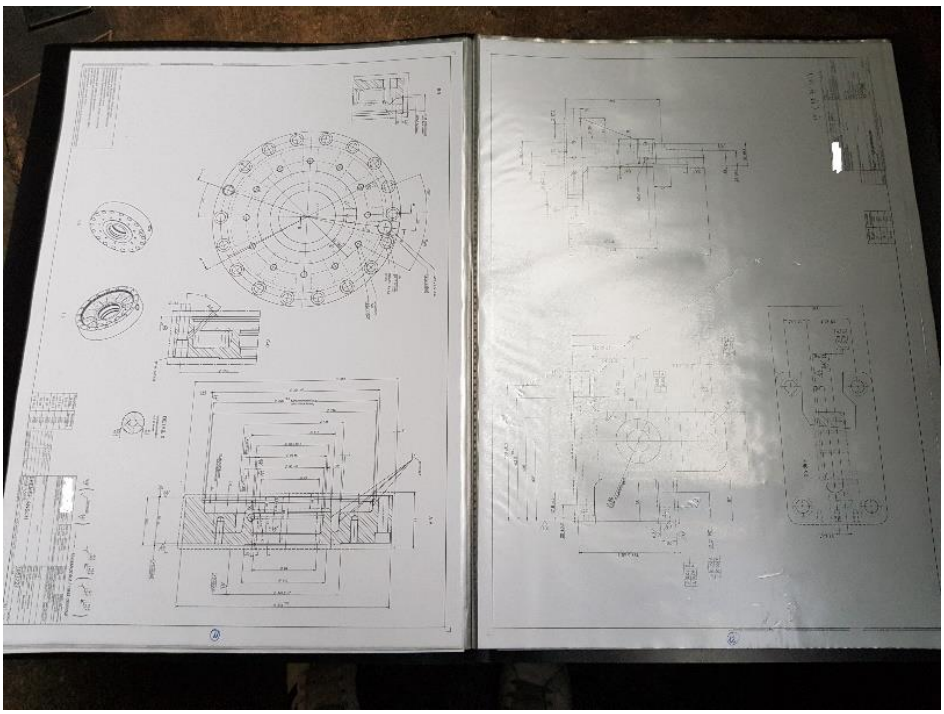
1. A4 mape s folijom
2. Nabava računala i printera za kontrolu

Nakon detaljne analize i konzultacije s direktorom, kao rješenje odabrao se prijedlog s A3 mapama iz više razloga, a neki su:

- Svi kontrolori zaduženi za završnu kontrolu su stariji ljudi koji se ne znaju služiti računalom i printerom,

- Potrebno je nabaviti računalo posebno izrađeno za takvu vrstu okoline, kako ne bi došlo do oštećenja istog,
- Pošto je kontrola daleko od izvora internet signala, potrebno je dovesti internet signal do kontrole tako da se vuku žice kroz pogon,
- Visoka cijena nabave računala i metalnog ormarića za zaštitu od oštećenja,
- Zloupotreba računala, itd.

Za početno prihvaćanje prijedloga nabavilo se osamnaest A3 mapa s 20 listova, odnosno za 40 papira. Bilo je potrebno oko 550 nacrta organizirati u mape. Kao rješenje uzele su se po dvije mape za nacrte kojim zadnje tri znamenke broja nacrta počinju od „000“ pa do 099“, zatim dvije nove mape za nacrte čija tri zadnja broja nacrta počinju od „100“ pa do „199“, itd. Mape su se nabavile u dvije boje, jedne svjetlo plave, druge tamno plave. U svjetlo plave mape smjestili su se nacrti od broja „001“ pa do „499“, a u tamno plave mape nacrti od broja „500“ pa do „999“.

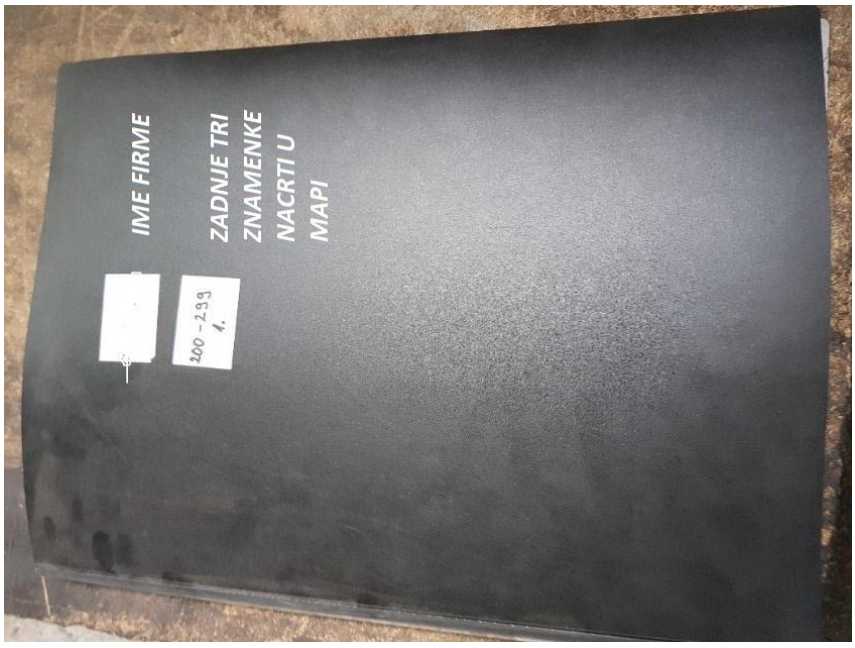


Slika 4.7 Primjer 1 - stanje čuvanja nacrta poslije provedenog prijedloga



Slika 4.8 Primjer 1 - stanje čuvanja nacrta u mapama poslije provedenog prijedloga

Na prvoj stanici mape, stavila se tablica od 39 redaka i u svaki redak se upisao kompletni broj i datum nacrta, te više stupaca za izmjene/dopune novih nacrta. Svaka stanica folije označila se s rednim brojem od 1 do 39. Na vanjskoj stranici mape zalijepila se naljepnica za ime kupca čiji su nacrti, a na drugu naljepnicu od kojeg do kojeg broja se nalaze u nacrti u toj mapi.



Slika 4.9 Primjer 1 - vanjski izgled mapa za čuvanje nacrta

Na ovaj način se podjela napravila na 3 dijela. Ako je potreban nacrt 60232080**329**, pomoću zadnja tri broja zna se da je taj nacrt u svjetlo plavoj mapi, te se zatim od mogućih devet mapa na početnoj stanici, potraži se mapa koja ima nacrte u rasponu od „300“ pa do „399“, zatim se otvori mapa i odmah na prvoj stanici je popis svih nacrta u toj mapi i bez nepotrebnog listanja po mapi odmah se zna na kojoj stranici je nacrt. Uz dobru organizaciju, u mape se djelomično uvela Lean metoda 5S.

Prosječno vrijeme za traženje nacrta, prije provedenog prijedloga, izmjereno je oko 10 minuta + vrijeme, ako nacrta nema u tom „kupu“, za traženje zaduženih ljudi za ispis novog nacrta. Novo vrijeme za traženje nacrta, nakon provedenog prijedloga, izmjereno je ispod 1 minute, a nove pozicije su već u mapi prije nego to kontrola treba. Nabavna vrijednost svih osamnaest mapa bila je 450 kuna. Bruto cijena sata rada kontrola je oko 70 kuna, a minimalno se na dan u jednoj smjeni kontrolira 5 pozicija (kontrola radi u dvije smjene). Prema ovim podacima slijedi:

$$Gubitak = vrijeme(prije - poslije) \times cijena\ rada\ kontrolora \times pozicija\ dnevno$$

$$Gubitak_{minimalni} = 0{,}15[h] \times 80\left[\frac{kn}{h}\right] \times 10 = 120\ kn/dan$$

$$Ušteda = Gubitak \times broj\ radnih\ dana\ u\ godini$$

$$Ušteda = 120\frac{kn}{dan} \times 250 = 30\,000\ kn/god$$

$$Povrat\ investicije = \frac{Cijena\ investicije}{Gubitak}$$

$$Povrat\ investicije = \frac{450\ kn}{120\ kn/dan} \approx 4\ dana$$

Prema dobivenim izračunima vidi se kako jednostavan prijedlog s malom investicijom isplati se u jako brzom roku, a može se zaključiti kako su kontrolori 2,2 mjeseca na godinu „tražili“ nacrte.

4.8.2. Primjer 2. – prijedlog zaposlenih

Najveći uočeni gubitak vremena kod izmjene alata, odnosno pripreme CNC stroja za rad, bilo je fino tokarenje pakna. Također je ponekad bilo potrebno i do trideset minuta

za pronalazak odgovarajućeg kružnog komada za fino tokarenje pakna. Veliki problem se javljao ako se nije pronašao odgovarajući kružni komad, pa se „meso“ finih pakni uzalud previše skidao kako bi se pakne fino po tokarile.

Kao moguća rješenja ovog problema, zaposlenik na CNC tokarilicama ponudio je dva prijedloga:

1. Izrade 225 komada različitih promjera x 3 puta (za tri različita pogona u kojima se nalaze CNC tokarilice)
2. Izrada podesivih prstena x 6 puta

Nakon detaljne analize i konzultacije s direktorom, kao rješenje odabrao se prijedlog izrade podesivih prstena iz više razloga, a neki su:

1. Samo vrijeme i cijena izrade potrebni za izradu 675 komada,
2. Veliki broj prstena koji će zauzeti mjesto u pogonu,
3. 225 komada bi se smjestilo u jedan dio pogona i cijeli pogon bi koristio iste, a podesivi prsteni bi se smjestili na dva različita mjesta u pogonu, te tako smanjilo vrijeme i količina hodanja po pogonu,
4. Veliko vrijeme za traženje potrebnog prstena u kutiji od ukupno 225 prstena, itd.



Slika 4.10 Primjer 2 - podesivi prsteni nakon realizacije prijedloga zaposlenog

Drugi problem, osim za vrijeme potrebno da se pronađe odgovarajući kružni komad za fino tokarenje pakna, bio je taj da je svaki stoj je imao svoju „kolekciju“ komada razbacanu oko stroja koji su se koristiti za tokarenje pakna. Ovim rješenjem svelo se vrijeme za tokarenje finih pakna na minimalno, te se oko strojeva uklonio veliki broj komada koji su se prije koristili.

Prsteni su se izradili u šest kompleta, po pet različitih veličina u svakom kompletu. Kako se može uočiti na slici (Slika 4.10), svaki prsten na sebi ima šest vijaka s imbus glavom. Tri duža vijka i tri kraća vijka. To je zbog što kraćeg vremena potrebnog za podešavanje veličine vijka. Ako je prsten za raspon po promjeru od 200 do 280 mm, mali vijci su od 200 do 240, a veći vijci od 240 do 280 mm. Ovim pod rješenjem se dobilo u slučaju da je potreban prsten promjera 256 mm, onda se veći vijci namještaju i ne gubi se „prazni“ hod manjih vijaka da dođu s 200 na 256 mm.

Prosječno vrijeme za traženje komada za fino tokarenje pakna, prije provedenog prijedloga, bilo je oko 15 minuta. Novo vrijeme za traženje prstena, nakon provedenog prijedloga, je 0 sekundi. Prsteni imaju svoje mjesto u pogonu, a zaposlenici nakon korištenja ih vraćaju na svoje mjesto. Uvijek se zna gdje su prsteni. Dnevno se minimalno u sva tri pogona pakne tokare šest puta.

Za realizaciju prijedloga bilo je potrebno 3 radna dana za izradu svih prstena. Materijal od kojih su prstene izrađeni, bili su otpadni dio materijala nakon laserskog rezanja, te nije bilo potrebno kupovati materijal. Vijci i matice su se kupili. Troškovi za izradu prstena iznosili su oko 5000 kuna. Prema podacima slijedi:

$$Gubitak = vrijeme(prije - poslije) \times strojna\ cijena\ rada\ \times pozicija\ dnevno$$

$$Gubitak = 0{,}25\ h\ \times 330\,\frac{kn}{h} \times 6 = 495\ kn/dan$$

$$Ušteda = Gubitak \times broj\ radnih\ dana\ u\ godini$$

$$Ušteda = 495\,\frac{kn}{dan} \times 250 = 123\,750\ kn/god$$

$$Povrat\ investicije = \frac{Cijena\ investicije}{Gubitak}$$

$$Povrat\ investicije = \frac{5000\ kn}{495\ \frac{kn}{dan}} \approx 11\ dana$$

Prema dobivenim izračunima da se zaključiti da su svi strojevi zajedno u prosjeku „čekala“ 90 minuta zbog samog traženja kružnog komada za fino tokarenje pakna. Činjenica je da strojevi u prosjeku nisu zarađivali 495 kuna dnevno zbog tih 90 minuta. To vrijeme je izgubljeno vrijeme zbog „čekanja“, odnosno loše organizacije proizvodnje. Možda ideja o podesivim prstenima nije došla direktno od zaposlenog, već iz njegovog iskustva kod bivših poslodavaca, ali svakako je prijedlog donio velike uštede i poboljšanja.

4.8.3. Primjer 3. – prijedlog zaposlenih

Veliki uočeni gubitak vremena kod završnog pakiranja proizvoda prema kupcu događao se kod samog označavanja proizvoda. Kupci traže da se svaki proizvod označi njihovim imenom, brojem nacrta pozicije, te rednim brojem komada po mjernom protokolu.



Slika 4.11 Primjer 3 - stariji način označavanja proizvoda prije prijedloga

Stariji način označavanja proizvoda prikazan je na slici (Slika 4.11). Stalno je bila potreba za traženjem odgovarajućeg slova ili znamenke za svaki pojedini proizvod, te se svako slovo moralo posebno udarati s ručnim batom, jedno po jedno. Zbog konstantnih udaraca batom, postupak je bio naporan, a i redovito su se javljale greške zbog ne pažnje zaposlenog u vidu krivog redoslijeda znamenaka. Dodatan problem je bio taj da su znamenke bile i teško čitljive.

Osim postupka označavanja proizvoda prikazanom na slici (Slika 4.11), pokušalo se s ručnim uređajem s električnom vibrirajućom iglom, ali neuspješno.

Nedostaci uređaja s električnom vibrirajućom iglom:

1. Potrebna je bila električna utičnica u blizini radnog mjesta (bez mogućnosti upotrebe baterije),
2. Zbog radne okoline stalno je dolazilo do kvarova (u uređaj je ulazila sitna prašina od obrade sivog lijeva),
3. Zbog slabog traga oznake, često su bile reklamacije kupca,
4. Oznaka je ovisila o ruci zaposlenog (uređaj se koristio na jednak način kao olovka za pisanje), itd.

Kao rješenje ovog problema, zaposlenik na završnom pakiranju preporučio je uređaj koji se koristi kod njegovog bivšeg poslodavca za označivanje proizvoda.



Slika 4.12 Primjer 3 - noviji način označavanja proizvoda nakon prijedloga

Na slici (Slika 4.12) prikazan je uređaj za označavanje proizvoda nakon preporuke zaposlenog. Lagano se može uočiti da uređaj ima cijelu tastaturu svih slova i brojeva, odnosno posjeduje mogućnost programiranja.

Prednosti novog načina označavanja proizvoda s obzirom na stariji način:

1. Lagano programiranje i upisivanje teksta (način programiranja na principu pisanja teksta u osnovnom sučelju word-a),
2. Jednom iz programirani tekst ostaje sve dok se ne promijeni,
3. Aktivacija uređaja da obavi označavanje proizvoda funkcionira na isti način kao i ručni pištolj, potrebno je samo nasloniti uređaj na površini i pritisnuti određenu tipku za aktivaciju,
4. 10 znamenaka u sekundi kod veličine fonda 6, dok stariji način je zahtijevao do 10 sekundi po jednoj znamenki,
5. Prijenosan je, bez potrebe za električnom utičnicom (baterije),
6. Eliminira ljudske greške kod označavanja proizvoda,
7. Jasan trag nakon označavanja, itd.

Uređaj dolazi s aluminijskim postoljem (Slika 4.13) na kojeg se može direktno spojiti na električnu struju. Dodatna prednost aluminijskog postolja je u tome što se zaposlenik mora manje zamarati, tj. nije potrebno držati pisač u rukama.



Slika 4.13 Primjer 3 - aluminijsko postolje za uređaj

Prosječno izmjereno vrijeme po starijim načinom označavanja komad bilo je oko 5 minuta po komadu, gdje je bilo potrebno sagnut se i uzeti proizvod s palete, te ga staviti na stol kako bi se označio. Novijim načinom označavanja proizvoda potrebno je 3 sekunde po komadu, te se proizvodi ne moraju stavljati na stol da se označe, već se mogu označavati direktno na paleti.

Bruto cijena sata rada djelatnika kod pakiranja je 60 kuna. Novijim načinom označivanja proizvoda, zaposlenik je dobio i na vremenu da može premazati uljem komad kako ne bi došlo do korozije, dok kod starijeg načina rada, cijelo svoje radno vrijeme je „tukao“ samo po proizvodima. Novim uređajem jedan zaposlenik zamijenio je dva radna mjesta.

$$Gubitak = vrijeme(prije - poslije) \times bruto\ cijena\ sata\ rada\ \times komada\ dnevno$$

$$Gubitak = 0{,}083\ h\ \times 60\frac{kn}{h} \times 180\ kom = 897\ kn/dan$$

$$Ušteda = Gubitak \times broj\ radnih\ dana\ u\ godini$$

$$Ušteda = 897\frac{kn}{dan} \times 250 = 224\ 250\ kn/god$$

$$Povrat\ investicije = \frac{Cijena\ investicije}{Gubitak}$$

$$Povrat\ investicije = \frac{45000\ kn}{897\frac{kn}{dan}} \approx 51\ dana$$

Kao zaključak neiskorištenog potencijala ljudi leži upravo na prikazanim trima primjerima gdje je izračunima dobivena ušteda u iznosu od 378 000 kuna godišnje. Zaposlenici se za ove prijedloge nažalost nisu nagradili, što je velika greška menadžera. Zaposlenici su se morali nagraditi kako bi se potaknuli na daljnje dobre ili loše prijedloge, kako bi se ostvarile još veće uštede. Dovoljna bi bila nagrada i od dvjestotinjak kuna.

5. ZAKLJUČAK PRAKTIČNOG DIJELA

5.1. Ispitivanje postavljene hipoteze 1

Ispitivanjem glavne hipoteze jedan, koja glasi:

> *Poduzeće nije bilo svjesno izračunatih iznosa kod 7 + 1 vrste gubitka prema Lean, odnosno očekivani novčani iznosi s obzirom na dobivene rezultate bili su značajno manji,*

donosi se zaključak od odbijanja iste, te prihvaćanja pomoćne hipoteze, koja glasi:

> *Poduzeće je djelomično svjesno izračunatih iznosa kod 7 + 1 vrste gubitka prema Lean, ali ne zna s kojim metodama ih smanjiti ili eliminirati,*

zbog razloga što je poduzeće bilo svjesno iznosa u vezi ispitanih primjera na temelju transporta, prekomjerne proizvodnje i zaliha. Također, poduzeće je bilo svjesno da ispitani primjer nepotrebnog kretanja stvara gubitke, te ga je i tim razlogom eliminiralo iz proizvodnog procesa, ali nije bilo svjesno iznosa, te je podatak od 117 h/god izgubljenog vremena zaposlenog na nepokretno kretanje poduzeće neugodno iznenadilo.

Zatim, poduzeće je u potpunosti bilo nesvjesno ispitanih gubitaka temeljem prekomjerne obrade, čekanja i škarta. Dobiveni gubitak u iznosu od 300 tisuća kuna temeljem prekomjerne obrade, poduzeće je izjavilo da ne zna kojim metodama bi taj gubitak eliminiralo ili barem ga smanjilo. Na gubitku temeljem čekanja, poduzeće je izjavilo kako je tek postalo svjesno uzaludnog redovitog ulaganja u nove strojeve, pošto stariji strojevi nikad nisu radili u punom kapacitetu, te dok se ne maksimizira kapacitet postojećih strojeva, poduzeće neće ulaziti u investiciju novih strojeva. Također je izjavilo da ne zna s kojim metodama bi se povećala efikasnost strojeva, a da nije potrebno veliko ulaganje u nabavu alata i specijalnih naprava.

Zbog gore navedenih razloga, hipoteza jedan je odbijana i prihvaćena je pomoćna hipoteza.

5.2. Ispitivanje postavljene hipoteze 2

Ispitivanjem hipoteze dva, koja glasi:

> *Poduzeće će nakon viđenih rezultata ispitivanja kod 7 + 1 vrste gubitka prema Lean poduzet mjere za njihovo djelomično ili potpuno uklanjanje iz organizacije,*

donosi se zaključak o prihvaćanju postavljene hipoteze zbog toga što je poduzeće bilo vrlo neugodno iznenađeno dobivenim rezultatima, te im je cilj poboljšati efikasnost, a i fleksibilnost proizvodnih procesa.

Poduzeće je izjavilo kako je sve svoje vrijeme za poboljšanje procesa, odnosno konkurentnosti na tržištu ulagalo u ubrzanje obrade, gdje su parametri obrade na maksimumu, a to znači i brže trošenje strojeva, te češći kvarovi.

Poduzeće je na temelju analiziranih gubitaka izjavilo kako će za poboljšanje procesa u budućnosti ulagati puno veće vrijeme u sporedne operacije, a ne samo u operacije gdje dolazi do promjene proizvoda.

5.3. Ispitivanje postavljene hipoteze 3

Ispitivanjem hipoteze tri, koja glasi:

> *Poduzeće će koristiti Lean alate kao poboljšanje fleksibilnosti organizacije, poboljšanja kvalitete poslovanja, smanjenja robe na skladištu i smanjenje gubitaka koji ne donose vrijednost proizvodu,*

Donosi se zaključak od odbijanja iste, te prihvaćanje pomoćne hipoteze, koja glasi:

> *Poduzeće će barem koristiti 5S metodu za smanjenje ili eliminaciju nekih ispitanih gubitaka iz proizvodnje,*

zbog razloga što je trenutno stanje poduzeća vrlo neefikasno i nefleksibilno, te je potrebno uložiti mnogo vremena u obrazovanje zaposlenih kako bi poduzeće moglo izrađivati manje, ali češće serije.

Poduzeće je izjavilo kako je trenutni temeljni cilj postao eliminacija, odnosno smanjenje skladišta, a zatim i ostalih gubitaka. Također je izjavilo da ne zna kako će zaposleni reagirati na željene nove promjene, te će pokušati promjene u poduzeću provoditi u malim koracima.

Odluka poduzeća, kao prvi korak je smanjenje skladišta, te pražnjenja svih prostora s nepotrebnim stvarima kako se ne bi dogodio primjer gubitka temeljem zalihe analiziran u ovom radu. Istovremeno će poduzeće koristiti metodu Poka – Yoke na obnovi postojećih, a i izradi novih naprava kako bi eliminiralo nepotrebne gubitke zbog nepažnje ljudi.

Temeljem gore navedene izjave poduzeća, zaključuje se da će poduzeće krenuti s prvim korakom metode 5S, odnosno uklanjanja svih nepotrebnih predmeta iz radnih prostora. Daljnjim obrazovanjem poduzeća u vezi Lean alata za poboljšanje efikasnosti i fleksibilnosti, vjeruje se da će poduzeće u bližoj budućnost uspostaviti pojednostavljenu metodu 3S, a kasnije i 5S + 1S.

Zbog gore navedenih razloga, hipoteza jedan je odbijana i prihvaćena je pomoćna hipoteza.

6. ZAKLJUČAK

Lean je proizvodna filozofija koja kao glavni cilj ima eliminaciju svih vrsta rasipanja, tj. gubitaka u proizvodnji. Pravilnom implementacijom, skraćuje se vrijeme od narudžbe kupca do isporuke gotovog proizvoda, uz minimalne troškove izrade, a maksimalnim zadovoljstvom kupca. Lean razmišljanje počinje od kupca, što on želi ili ne želi platiti, te se na tome gradi lanac vrijednosti.

Implementacija Leana u organizacije nije jednostavno, dapače traži puno vremena i suradnju cijele organizacije za uspješnu implementaciju. To je i jedan od negativnih strana ove filozofije, tj. suradnja ljudi je najveći problem koji se mora riješiti prije implementacije. Iako Lean filozofija ima puno prednosti, ključan nedostatak je upravo u tome što ostavlja jako malo prostora za pogreške, a to znači rad bez skladišta. Potrebno je biti oprezan kod implementacije i promjene izvoditi u malim, ali značajnim koracima kako se ne bi nagle promjene odrazile na loše poslovanje. Pravilnom implementacijom postiže se fleksibilnost i povećava efikasnost na promjene zahtjeva kupaca.

Kako bi se donijela odluka o implementaciji Lean filozofije u poduzeća, prvo je potrebno dobro proučiti sedam „smrtnih grijeha“, a zatim ih i prepoznati u vlastitom poduzeću. Bez prepoznavanja sedam „smrtnih grijeha“ na vlastitom poduzeću, implementacija Leana jednostavno neće uspjeti. Sedam „smrtnih grijeha“ moguće je prepoznati u svim djelatnostima i organizacijskim strukturama, pa prema tome Lean filozofija primjenjiva je svugdje.

Neke metode Lean filozofije su jednostavnije, a neke kompleksnije, pa tako npr. metoda 5S smatra se metodom s kojom se uvijek počinje implementacija. Vrlo je jednostavna za razumijevanje i implementaciju ako postoji suradnja ljudi. Neke metode zahtijevaju poveće vrijeme razmišljanja, npr. Poka – Yoke, odnosno metoda kojoj se jednostavnim putem sprječavaju ljudske greške. Najbitnije od svega, Lean filozofija ne zahtijeva velika ulaganja, a do savršenstva se stiže velikim brojem malih koraka.

Neki analizirani podaci u ovom radu nisu bili iznenađujući, a bilo je i onih koji su poduzeće jednostavno „šokirali“. Kako je i prije spomenuto, skladište prekriva sve

ostale gubitke, a pošto se poduzeće temelji na prekomjernoj proizvodnji, skladište je veliko.

Već je prije spomenuto da se poduzeće bori sa skladištem nastalim još prije dvanaest godina, pa na temelju analiza poduzeće je donijelo odluku o prekidu rada za skladište, odnosno odlučilo je investirati u poboljšanje efikasnosti i fleksibilnosti, te tako smanjiti do minimuma skladište. Nakon smanjenja skladišta, krenut će u rješavanje svih ostalih gubitaka u proizvodnji.

Literatura

[1] Internet stranica: https://hrcak.srce.hr/85887 Preuzeto dana 22.10.2019.

[2] Internet stranica: http://www.qualitas.hr/poslovno-savjetovanje/lean-upravljanje.html Preuzeto dana 22.10.2019.

[3] Internet stranica: http://www.laser-ing.hr/blog/lean-proizvodnja-i-sve-o-njoj/ Preuzeto dana 22.10.2019.

[4] PROCES IMPLEMENTACIJE LEAN-a U MALIM ORGANIZACIJAMA Piškor M., Kondić V., Mađerić D., Oprema-uređaji d.d., Ludbreg, Hrvatska, Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

[5] Internet stranica: https://en.wikipedia.org/wiki/Taiichi_Ohno Preuzeto dana 23.10.2019.

[6] Internet stranica: http://repozitorij.fsb.hr/788/1/12_11_2009_Ana_Bertina_-Diplomski_rad.pdf Preuzeto dana 23.10.2019.

[7] Internet stranica: https://hr.wikipedia.org/wiki/Henry_Ford Preuzeto dana 23.10.2019.

[8] Internet stranica: https://en.wikipedia.org/wiki/Kiichiro_Toyoda Preuzeto dana 23.10.2019.

[9] Internet stranica: https://hr.wikipedia.org/wiki/Zakon_ponude_i_potra%C5%BEnje Preuzeto dana 24.10.2019.

[10] Internet stranica: http://repozitorij.fsb.hr/1906/1/06_07_2012_Zavrsni_rad_Razum.pdf Preuzeto dana 24.10.2019.

[11] Internet stranica: https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A1949/datastream/PDF/view Preuzeto dana 28.10.2019.

[12] Internet stranica: http://leanmanufacturingtools.org/101/waste-of-transport-causes-symptoms-examples-solutions/ Preuzeto dana 28.10.2019.

[13] Internet stranica: http://leanmanufacturingtools.org/96/the-waste-of-motion-causes-symptoms-solutions/ Preuzeto dana 28.10.2019.

[14] Internet stranica: http://leanmanufacturingtools.org/129/waste-of-defects-causes-symptoms-examples-and-solutions/ Preuzeto dana 28.10.2019.

[15] Internet stranica: http://leanmanufacturingtools.org/121/waste-of-overprocessing-causes-symptoms-examples-and-solutions/ Preuzeto dana 28.10.2019.

[16] Internet stranica: https://demetra-leanway.com/hr/ucinkovit-radni-pogon-muda-muri-mura/ Preuzeto dana 28.10.2019.

[17] Internet stranica: https://www.youtube.com/watch?v=e3D__vikjiY Preuzeto dana 28.10.2019.

[18] Internet stranica: https://www.youtube.com/watch?v=gAwABz7CkSY&t Preuzeto dana 28.10.2019.

Popis slika

Slika 2.1 Objašnjenje Lean filozofije matematičkim primjerom 13
Slika 2.2 Taiichi Ohno [5] 15
Slika 2.3 Henry Ford [7] 15
Slika 2.4 Kiichiro Toyoda [8] 16
Slika 2.5 Veza između zakona ponude i potražnje i tradicionalnog principa 17
Slika 3.1 Primjer 3M gubitaka [18] 21
Slika 3.2 "Muda" gubici prema Leanu [1] 23
Slika 3.3 Primjer dobrog (zelena) i lošeg (crvena) transporta 24
Slika 3.4 Zbog velikog skladišta dolazi do zaboravljanja ili gubljenja alata 25
Slika 3.5 Primjer nepotrebnog kretanja kod traženja alata 27
Slika 3.6 Primjer nepotrebnog čekanja zbog lošeg planiranja rasporeda 28
Slika 3.7 Škart je kao santa leda [18] 30
Slika 3.8 Prekomjerna obrada je i stvaranje dokumentacije koju nitko ne zahtijeva 31
Slika 3.9 Prekomjerna proizvodnja uzrokuje beskonačan ciklus problema 33
Slika 3.10 Neiskorišteni potencijal ljudi 34
Slika 3.11 Primjer potražnje kupca u obliku funkcije sinusoide 36
Slika 3.12 Primjer zagušenja ili "Muri" gubitka [17] 37
Slika 4.1 Dijagram toka kod transporta 41
Slika 4.2 GILDMEISTER GMX Twin 500 Linear 49
Slika 4.3 Deckel Maho DMP 60 Linear 50
Slika 4.4 Nepotrebni pokreti zbog lošeg rasporeda strojeva prikazani crvenim linijama 52
Slika 4.5 Eliminacija značajnog dijela nepotrebnog pokreta 53
Slika 4.6 Primjer 1 - stanje čuvanja nacrta prije provedenog prijedloga 56
Slika 4.7 Primjer 1 - stanje čuvanja nacrta poslije provedenog prijedloga 57
Slika 4.8 Primjer 1 - stanje čuvanja nacrta u mapama poslije provedenog prijedloga 58
Slika 4.9 Primjer 1 - vanjski izgled mapa za čuvanje nacrta 58
Slika 4.10 Primjer 2 - podesivi prsteni nakon realizacije prijedloga zaposlenog 60
Slika 4.11 Primjer 3 - stariji način označavanja proizvoda prije prijedloga 62
Slika 4.12 Primjer 3 - noviji način označavanja proizvoda nakon prijedloga 63
Slika 4.13 Primjer 3 - aluminijsko postolje za uređaj 64

Popis tablica

Tablica 1 Razlika tradicionalnog i Lean pristupu proizvodnje [10] 19
Tablica 2 Analiza gubitaka kod transporta robe 39
Tablica 3 Analiza gubitaka kod prekomjerne obrade 43
Tablica 4 Skladište staro više od 12 godina kao razlog prekomjerne proizvodnje 46
Tablica 5 Podaci o efikasnosti stroja GILDMEISTER GMX Twin 500 Linear 49
Tablica 6 Podaci o efikasnosti stroja Deckel Maho DMP 60 Linear 51

Prilozi

CD – R disk

Životopis

Osobni podaci:

Ime i prezime:	Željko Bezak
Datum i mjesto rođenja:	3. srpnja 1996., Zabok
Adresa:	Matije Gupca 2, 49253 Lobor
E-mail:	zebezak@unin.hr
	zeljko.bezak@bezak-mtp.hr

Obrazovanje:

2018. – 2020. Diplomski sveučilišni studij Strojarstvo na Sveučilištu Sjever u Varaždinu,

Diplomski rad: Analiza 7 + 1 vrsta gubitaka u odabranom poduzeću

Titula: Magistar inženjer strojarstva

2015. – 2018. Preddiplomski stručni studij Proizvodno strojarstvo na Sveučilištu Sjever u Varaždinu,

Završni rad: Testiranje CAD/CAM sustava u proizvodnji

Titula: stručni prvostupnik, inženjer strojarstva

2011. – 2015. Računalni tehničar za strojarstvo na Strojarska i Prometna škola Varaždin

2003. – 2011. Osnovna škola Franje Horvata Kiša Lobor

Dodatno obrazovanje:

2019. SolidCAM HSP, HSR, HSS, 4 i 5 osno simultano, Zagreb

2018. SolidCAM 2.5 Milling, Zagreb

2018. SOLIDWORKS Essentials, Zagreb

Radno iskustvo:

2020. – danas Bezak MTP d.o.o.

- Programiranje 5 osnih CNC strojeva,
- Kontrola kvalitete,
- Modeliranje, konstruiranje i izrada alata i naprava,

- Kalkulacija ponuda i razgovor s kupcima,
- Organizacija rada,
- Poboljšanja procesa obrade.

2016. – 2019. Rad preko studentskog ugovora – Bezak MTP d.o.o.

- Programiranje i posluživanje CNC strojeva,
- Kontrola kvalitete.

2011. – 2015. Rad preko učeničkog ugovora – Bezak MTP d.o.o.

- Posluživanje CNC strojeva,
- Kontrola kvalitete.

Dodatna znanja i vještine:

Jezici:	njemački i engleski, aktivno u govoru i pismu
Rad na računalu:	Windows OS, Microsoft Word, napredno korištenje Microsoft Excel-a, Microsoft Powerpoint, SolidWorks, SolidCAM, Mastercam, CREO Parametric 4.0, AutoCAD, Catia V5, Matlab, MathCad, FluidDraw, RobotStudio, Sony Vegas PRO.
Vozačka dozvola:	B kategorija
Ostalo:	Visoko znanje matematike

Interesi i aktivnosti:

Aktivno igranje šaha i strateških igrica,

Čitanje, gledanje i proučavanje mogućnosti vanzemaljskog života,

Rad na projektima (ne vezanim uz posao i fakultet).