

Lean alati kao temelj upravljanja proizvodnjom

Batrac, Gloria

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics and Business in Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:145:490010>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-27**



Repository / Repozitorij:

[EFOS REPOSITORY - Repository of the Faculty of Economics in Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera
Ekonomski fakultet u Osijeku
Sveučilišni prijediplomski studij Ekonomija i poslovna ekonomija

Gloria Batrac

Lean alati kao temelj upravljanja proizvodnjom

Završni rad

Osijek, 2024.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera
Ekonomski fakultet u Osijeku
Sveučilišni prijediplomski studij Ekonomija i poslovna ekonomija

Gloria Batrac

Lean alati kao temelj upravljanja proizvodnjom

Završni rad

Kolegij: Upravljanje opskrbnim lancem

JMBAG: 0010238450

e-mail: gbatrac@efos.hr

Mentor: prof.dr.sc Davor Dujak

Osijek, 2024.

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Economics and Business in Osijek
University Undergraduate Study Programme Economics and Business

Gloria Batrac


Lean tools as the basis of modern production management

Final paper

Osijek, 2024.

IZJAVA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI, PRAVU PRIJENOSA INTELEKTUALNOG VLASNIŠTVA, SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni (navesti vrstu rada: završni/diplomski/specijalistički/doktorski) rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na vlastitim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da je Ekonomski fakultet u Osijeku, bez naknade u vremenski i teritorijalno neograničenom opsegu, nositelj svih prava intelektualnoga vlasništva u odnosu na navedeni rad pod licencom *Creative Commons Imenovanje – Nekomercijalno – Dijeli pod istim uvjetima 3.0 Hrvatska*. 
3. Kojom izjavljujem da sam suglasan/suglasna trajnom pohranjivanju i objavljivanju mog rada u Institucijskom digitalnom repozitoriju Ekonomskoga fakulteta u Osijeku, Repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom Repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti, NN 119/2022).
4. Izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan s dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

Ime i prezime studenta/studentice: Gloria Batrac

JMBAG: 0010238450

OIB: 92455874049

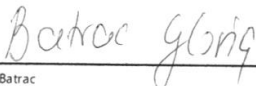
e-mail za kontakt: gbatrac@efos.hr

Naziv studija: Ekonomija i poslovna ekonomija

Naslov rada: Lean alati kao temelj upravljanja proizvodnjom

Mentor/mentorica rada: Davor Dujak

U Osijeku, 03.09.2024.godine

X 
Gloria Batrac

Lean alati kao temelj upravljanja proizvodnjom

SAŽETAK

U ovom završnom radu obrađena je tema *lean* i *lean* alati u proizvodnji. Naglasak je bio na studiji slučaja tvrtke Vertiv d.o.o. gdje se proučavala 5S metoda, implementacija *lean*-a te rezultati *lean*-a. U završnom radu fokus je na samoj svrsi *lean*-a te njegovih alata. Uz studiju slučaja obrađena je i sama tema lean menadžmenta, kao i osam alata koji služe u implementaciji *lean*-a.

Ključne riječi: *lean* menadžment, *lean* alati, 5S metoda, proizvodnja, eliminiranje gubitaka, poboljšanje produktivnosti

Lean tools as the basis of modern production management

ABSTRACT

In this final thesis, the topic of lean and lean tools in production is covered. The emphasis was on a case study of the company Vertiv d.o.o., where the 5S method, lean implementation, and lean results were studied. The focus of the thesis is on the purpose of lean itself and its tools. In addition to the case study, the thesis also covers the topic of lean management and the eight tools used in lean implementation.

Keywords: lean management, lean tools, 5S method, production, waste elimination, productivity improvement

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. Uvod | 1 |
| 2. Metodologija istraživanja..... | 2 |
| 2.1. Predmet istraživanja | 2 |
| 2.2. Istraživačka pitanja | 2 |
| 2.3. Metode istraživanja | 3 |
| 2.4. Izvori podataka | 3 |
| 3. <i>Lean</i> menadžment | 4 |
| 3.1. <i>Lean</i> kao način vođenja i upravljanja proizvodnjom | 5 |
| 3.1.1. Toyota – proizvodni sustav (TPS)..... | 5 |
| 3.1.2. Ciljevi i principi <i>lean</i> načina upravljanja proizvodnjom | 6 |
| 3.1.3. Vrste gubitaka + 1 potencijal zaposlenika | 9 |
| 3.1.3.1. Zeleni gubitci | 10 |
| 3.2. Alati za provođenje <i>lean</i> načina proizvodnje..... | 11 |
| 3.2.1. 5S..... | 11 |
| 3.2.2. Kanban | 13 |
| 3.2.3. <i>Kaizen</i> | 15 |
| 3.2.4. Demingov krug – PDCA | 16 |
| 3.2.5. <i>Just In Time</i> – JIT..... | 17 |
| 3.2.6. <i>Poka-Yoke</i> | 18 |
| 3.2.7. <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) – mapiranje toka vrijednosti | 19 |
| 3.2.8. Ključni pokazatelji uspješnosti (<i>Key Performance Indicator</i> - KPI) | 20 |
| 4. Studija slučaja – <i>lean</i> u Vertivu d.o.o. | 21 |
| 4.1. O Vertivu | 21 |
| 4.2. <i>Lean</i> kuća Vertiva..... | 22 |
| 4.3. VOS (<i>Vertiv Operating System</i>) – osnovni VOS trening | 23 |
| 4.4. 5S u Vertivu..... | 29 |
| 4.4.1. <i>Sort</i> - sortirati..... | 30 |
| 4.4.2. <i>Set in order</i> – postaviti na mjesto | 30 |
| 4.4.3. <i>Shine</i> – spremiti | 31 |
| 4.4.4. <i>Standardize</i> – standardizirati..... | 31 |
| 4.4.5. <i>Sustain</i> – održavati | 32 |
| 4.4.6. Audit 5S – Vertiv | 33 |
| 4.4.7. Ključni pokazatelji uspješnosti (<i>Key Performance Indicator</i> - KPI) | 35 |

| | |
|---|----|
| 4.5. Rezultati <i>lean</i> -a u Vertivu | 35 |
| 5. Rasprava | 37 |
| 5.1. Testiranje hipotezi/istraživačkih pitanja..... | 37 |
| 5.2. Prijedlozi za unapređenje proizvodnje..... | 37 |
| 6. Zaključak..... | 38 |

1. Uvod

Brojna istraživanja ukazala su da su *lean* alati u proizvodnji postali ključna komponenta modernih proizvodnih sustava. *Lean* alati omogućavaju tvrtkama smanjenje otpada, optimizaciju procesa i povećanje ukupne efikasnosti. Upravo tim pojmovima, rad detaljno obrađuje, istraživajući primjenu pojedinih *lean* alata i njihov utjecaj na proizvodni proces. Cilj rada je istražiti ulogu *lean* alata u proizvodnji, koristeći se realnim proizvodnim primjerom. Kroz ovaj rad, naglasak je stavljen na 5S, s ciljem razumijevanja njezine uloge u proizvodnji.

Rad se sastoji od 6 dijelova. Započinje uvodom, a nastavlja se metodologijom istraživanja u kojoj su obrađene teme poput predmeta istraživanja, istraživačka pitanja, metode istraživanja te izvori podataka. U sljedećem, trećem dijelu opisan je *lean* menadžment, Toyota Production System, ciljevi i principi, vrste gubitaka + 1 potencijal zaposlenika i zeleni gubitci. Nakon toga, slijedi opis osam *lean* alata: 5S, Kanban, Kaizen, PDCA, JIT, *Poka-yoke*, VSM, KPI. Četvrti dio je studija slučaja – *lean* u Vertivu. Ovaj dio prikazuje *lean* kuću Vertiva, VOS (*Vertiv Operating System*) te opis 5S metode po koracima te obrasci audita 5S metode. Na kraju četvrtog poglavlja prikazan je rezultat *lean*-a u Vertivu. Peti dio je rasprava, koja se sastoji od testiranja istraživačkih pitanja te prijedloga za unapređenje proizvodnje. Zadnji, šesti dio jest zaključak rada.

2. Metodologija istraživanja

Metodološki okvir ovog istraživanja obuhvaća kombinaciju teorijskog pregleda *lean* alata i praktičnu primjenu kroz studiju slučaja.

2.1. Predmet istraživanja

Predmet ovog istraživanja uključuje detaljno ispitivanje uloge *lean* alata u proizvodnom procesu jedne tvrtke, s posebnim naglaskom na detaljniju analizu 5S metode u tvrtki Vertiv. Predmet ovog istraživanja ujedno uključuje primjenu *lean* alata kroz identifikaciju i analizu 5S metode u proizvodnom sustavu tvrtke Vertiv te procjenu učinkovitosti, razmatranje specifičnih koraka implementacije 5S metode. Kroz studiju slučaja, detaljno se proučavaju prednosti i izazovi s kojima se Vertiv suočava prilikom proizvodnje. Prikaz konkretnog primjera i rezultata koji su postignuti kroz *lean* transformaciju, uključujući upitnik koji je ispunio voditelj proizvodnje.

2.2. Istraživačka pitanja

Sljedeća istraživačka pitanja korištena su kako bi se olakšalo istraživanje i samo pisanje rada, stavljajući fokus na ključne aspekte implementacije 5S metode te njezin utjecaj na samu proizvodnju tvrtke Vertiv.

Pitanja su podijeljena u četiri glavne skupine. To su: opće informacije o lean-u, procesi i alati lean-a, rezultati lean-a te proizvodni proces.

Prva skupina pitanja, opće informacije o lean-u, sadrži sljedeća istraživačka pitanja:

Koji je bio motiv za uvođenje lean principa u tvrtku i kako je započeo proces implementacije?

Kako su zaposlenici bili obučeni za primjenu lean pristupa?

Koje su metode i obuke korištene?

Druga skupina pitanja, procesi i alati *lean-a*, sadrži sljedeća istraživačka pitanja:

- Koje lean alate koristite?
- Kako je uvedena i implementirana 5S metodologija u tvrtki?
- Koliko često se provodi 5S aktivnosti?
- Postoji li *lean* ploču i ključne pokazatelje performansi (KPI)?

Treća skupina pitanja, rezultati *lean-a*, sadrži sljedeća istraživačka pitanja:

- Koje su glavne prednosti koje ste postigli implementacijom *lean-a* u tvrtki?
- Kako se mjeri i uspoređuje učinkovitosti proizvodnog procesa prije i nakon implementacije?
- Koji su nedostaci *lean-a*?
- Koji su najveći izazovi u implementaciji *lean* principa i koje se rješenje koristilo?

Četvrta skupina pitanja, proizvodni proces, sadrži općenita pitanja o proizvodnji, poput:

- Koliki je proizvodni kapacitet?
- Koji su najčešći izazovi s kojima se suočava? Kako se rješavaju isti?
- Kako se upravlja zalihama? Kako se nabavljaju materijali?
- Na koji način se motiviraju zaposlenici?

2.3. Metode istraživanja

Primijenjene su sljedeće znanstvene metode istraživanja: metoda deskripcije, metoda analize, metoda sinteze, kvalitativna istraživanja, *content* analiza. Metodom deskripcije nastojalo se detaljnije opisati *lean* proces u proizvodnji, dok se metodom analize nastojalo spomenute pojmove detaljnije analizirati. Metodom sinteze spojilo se sve što je istraživano kako bi stvorili cjelokupnu sliku o *lean* alatima u proizvodnji, s fokusom na 5S metodu. Uz to, koristilo se i kvalitativno istraživanje odnosno intervju sa voditeljem proizvodnje u obliku upitnika sa višestruko ponuđenim odgovorima. *Content* analizom proučavali su se dokumenti i obrasci koji su prethodno dobiveni od strane voditelja proizvodnje.

2.4. Izvori podataka

Prilikom izrade završnog rada korišteni su primarni i sekundarni izvori podataka. Primarni izvor podataka čini upitnik kreiran od strane autora rada, na koje je odgovore dao voditelj proizvodnje. Sekundarni izvor podataka čine informacije i dokumentacija prikupljena iz Vertiv d.o.o. te knjige i članci sa Interneta.

3. *Lean* menadžment

Prema web stranici esavjetovanje.hr: „*Lean* menadžment je poslovna filozofija koja je usmjerena na stvaranje što veće vrijednosti uz primjenu superiornih poslovnih procesa“. *Lean* menadžment konkretno u proizvodnji predstavlja način upravljanja proizvodnjom, razvojem proizvoda i/ili uslugama s ciljem stvaranja točno određene količine proizvoda za kupca, uz fokus na eliminaciju „otpada“ i korištenja minimalnih resursa. *Lean* proces opisuje se kao dinamičan proces jer uključuje stalno preispitivanje i optimizaciju proizvodnih metoda dok istovremeno nastoji eliminirati otpad i povećati efikasnost u svim fazama proizvodnje.

Riječ *lean* na engleskom znači „vitak“ što označava manje svega. U kontekstu proizvodnje, odnosi se na manje pogona, manje vremena, manje ljudskog napora – manje svega što se smatra nepotrebnim. Prema Piškuru i Kondiću (2010:38) značenje riječi *lean* možemo sažeti u pet osnovnih načela:

- I. precizno definiranje vrijednosti proizvoda sa stajališta kupaca
- II. prepoznavanje toka vrijednosti za određenu vrstu proizvoda
- III. ujednačen i kontinuiran tok proizvodnje
- IV. povlačenje proizvoda kroz cjelokupan proces proizvodnje
- V. težnja za savršenstvom.

Ciljevi *lean* menadžmenta (Štefanić, Veža, 2012: 7):

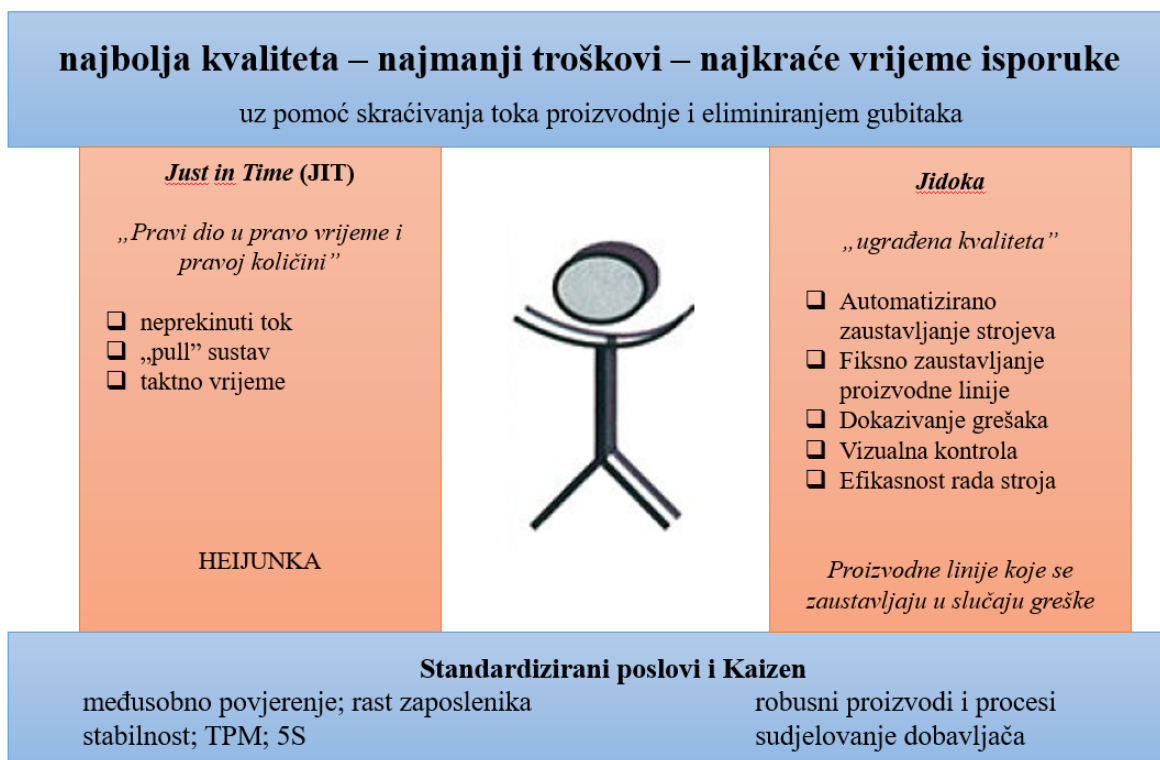
- a) stvoriti proizvode i usluge bolje kvalitete uz korištenje:
 - manje ljudskog rada,
 - manje prostora,
 - manje kapitala,
 - manje informacija i
 - manje vremena
- b) izbalansirani i brzi tok – ostvaruje se kroz:
 - eliminiranje poremećaja,
 - postizanje fleksibilnosti i
 - eliminiranje gubitaka.

3.1. Lean kao način vođenja i upravljanja proizvodnjom

Lean metodologija nastala je u Japanu. Razvio ju je Taichi Ohno u Toyoti, kao dio *Toyota Production System* (TPS). Njegov glavni cilj bio je povećati efikasnost i kvalitetu proizvodnje. „Proizvesti pravi proizvod u pravo vrijeme i u pravoj količini za kupca, te proizvesti točno što nam treba i ništa više od toga... - Taichi Ohno“ (Veža, Štefanić, 2012; 3). Upravo taj način razmišljanja, koji je srž *lean* filozofije, utemeljio je vitku proizvodnju kao ključnu komponentnu upravljanja proizvodnjom. Prema Piškori i Kondiću (2010:37) vitka proizvodnja – VP (eng. *Lean Manufacturing*) je filozofija upravljanja poslovnim procesima koja svoje ishodište nalazi u *Toyota Production Systemu* (TPS). Poznata je po usmjeravanju ka smanjenju 7 vrsta gubitaka s namjerom povećanja vrijednosti za kupca. Posljedice vitke proizvodnje su: poboljšanje kvalitete proizvoda, smanjenje vremena proizvodnje i sniženje troškova.

3.1.1. Toyota – proizvodni sustav (TPS)

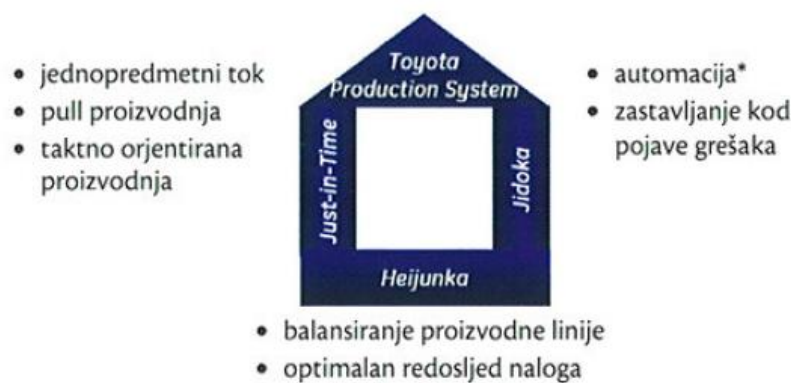
Kao što je već spomenuto, *lean* je započeo u Toyotinom proizvodnom sustavu. Toyota proizvodni sustav – TPS (eng. *Toyota Production System*), predstavlja socio-tehnološki sustav koji kroz trajno unaprjeđenje ide za sve većom kvalitetom, sve manjim troškovima i sve kraćim vremenom isporuke. Na slici 1. nalazi se prikaz koncepta *lean*-a unutar Toyotinog proizvodnog sustava.



Slika 1. Prikaz koncepta *lean*-a unutar TPS (izrada autora prema Veža, Štefanić, 2012: 1)

Iz prikaza se može zaključiti da se temelji na 2 glavna stupa: *Just in Time* (JIT) i *Jidoka*. Prvi dio *Just in Time* (JIT) označava pravi dio u pravo vrijeme i pravoj količini što znači da se treba proizvoditi samo oni dijelovi koji su potrebni, kada i u određenim količinama. Neprekidni tok označava održavanje stalnog toka proizvodnje bez zastoja. „*Pull*“ sustav označava proizvodnju na temelju stvarne potražnje, dok taktno vrijeme predstavlja sinkronizaciju proizvodnog ritma sa ritmom potražnje krajnjih potrošača. Drugi dio *Jidoka* predstavlja ugrađenu kvalitetu odnosno osiguranje kvalitete u svakom segmentu proizvodnog procesa. Uz to, uvedeno je automatizirano zaustavljanje stroja te fiksno zaustavljanje proizvodne linije koja služi da radnik zaustavi liniju, pronade i ukloni grešku. Rabi se i vizualna kontrola. Svi ovi čimbenici kreiraju „*The House of Toyota Production System*“ – kuća Toyotinog proizvodnog sustava. Slika 2. prikazuje „*The House of Toyota Production System*“ prema Veža, Štefanić, 2012; 3.

The House of Toyota Production System



* samostalno otklanjanje nedostatka i eventualnih kvarova, tako da stroj ako slučajno zapne, bez pomoći čovjeka nastavlja rad

Slika 2. „*The House of Toyota Production System*“ (Veža, Štefanić, 2012; 4)

Lean kuća predstavlja model objašnjenja osnovnih principa *lean* menadžmenta. Kao što se može vidjeti iz prikaza, svaka *lean* kuća ima temelje, stupove, krov i ljude. *Lean* kuća ima dvije svrhe. Prva svrha jest vizualni prikaz spomenutih principa, dok druga svrha služi kao alat za edukaciju i obuku zaposlenika.

3.1.2. Ciljevi i principi *lean* načina upravljanja proizvodnjom

Lean način upravljanja proizvodnjom teži stvaranju proizvoda i/ili usluga vrhunske kvalitete fokusirajući se na eliminaciju suvišnih komponenti. To se može postići određenim izmjenama, poboljšanjima i unaprjeđenjima.

Poboljšanja i unaprjeđenja prema M. Martinović, 2018; 7:

- smanjenje skladišnog prostora
- eliminiranje nepotrebnih gotovih proizvoda, sirovina
- eliminiranje gubitaka u proizvodnji
- povećanje iskoristivosti alata i strojeva
- povećanje radne uspješnosti
- postizanje fleksibilnosti
- uključivanje zaposlenika u konstantni proces unaprjeđenja
- smanjenje ljudskog napora
- kraći rokovi isporuke

Sva ova poboljšanja i unaprjeđenja međusobno su isprepletena, stvarajući sinergiju koja rezultira ciljem *lean*-a – povećavanje efikasnost, smanjenje troškova, eliminacija otpada i zadovoljstvo kupaca.

Lean definira pet principa. Principi su prikazani grafički prema Veža, Štefanić, 2012; 6.



Slika 3. Principi *Lean*-a (izrada autora prema Veža, Štefanić, 2012; 7.)

Kupac definira vrijednost proizvoda ili usluge, koja se odnosi na ispunjavanje njegovih želja i potreba. Upravo ta vrijednost predstavlja temelj uspješnog poslovanja. Ukoliko proizvod ili usluga ne donose dodatnu vrijednost za kupca, tada neće biti interesa. Kako bi se izbjegla ta situacija, potrebno je analizirati potrebe i želje kupaca i identificirati procese koji dodaju vrijednost.

Prema Piškoru i Kondiću, 2010; 38, cilj principa – tok vrijednosti predstavlja određivanje grupe proizvoda i mapiranje istih sa što više informacija o procesu. Nakon toga slijedi sagledavanje za svaku grupu proizvoda te analiziranje procesa. Zatim se odredi takt proizvodnje i na temelju toga projektira se treći princip – kontinuirani tok proizvodnje. Kontinuirani tok proizvodnje treba maksimalno optimizirati. Prijelaz proizvoda rada s jedne operacije na drugu kako bi se eliminiralo beskorisno vrijeme proizvoda u procesu koje ne doprinosi vrijednosti proizvoda.

Prema Piškoru i Kondiću, 2010; 38. povlačenje proizvodnje (*eng. pull*) jedan je od temeljnih principa *Lean* proizvodnje. Ono počinje s kupcem odnosno njegovom kupnjom ili narudžbom proizvoda. Kada kupac izrazi potrebu za proizvodom, ta informacija se prenosi na svaki dio proizvodnje. Na taj način informacija putuje duž lanca vrijednosti i pokreće proces u kojem se odvijaju sve specifične aktivnosti. Te aktivnosti dijele se na aktivnosti koje dodaju vrijednost, koje ne dodaju i one koje su čisti gubitak. Tablica 1. prikazuje vrste aktivnosti u procesima.

| Vrste aktivnosti u procesima | |
|---|---|
| Aktivnosti koje dodaju vrijednost VAT - Value Added Time | Predstavlja vrijednost koju je kupac spreman platiti. Transformiraju ili oblikuju informaciju, materijal i ljude. Obavljene su bez greške. |
| Aktivnosti koje ne dodaju vrijednost NVAT - Non Value Added Time | To su aktivnosti koje se ne mogu eliminirati iz procesa, a ne stvaraju vrijednosti. Primjer aktivnosti: mjerenja, postojeća tehnologija, transport i dr. Još se nazivaju i neophodni gubitak. |
| Aktivnosti koje ne dodaju vrijednost WT – Waste Time | Opisuju se kao aktivnosti koje troše resurse, ali ih kupac nije spreman platiti. Najčešće se odnose na čekanja, zalihe, preinake i dr. Nazivaju se još i čisti gubitak. |

Tablica 1. Vrste aktivnosti u procesima (izrada prema Veža, Štefanić, 2012; 8,9).

Svrha ovog principa leži u tome da se na taj način gubi potreba za planiranom proizvodnjom i sprječava se nepotrebno gomilanje zaliha.

Zadnji, peti princip izvrsnost ili kako su ga Piškor i Kondić 2010; 39, nazvali težnja za savršenstvom. Ovaj princip odnosi se na kontinuirano usavršavanje svih procesa i aktivnosti. Odgovornost za usavršavanjem poduzeća je na svim zaposlenicima.

3.1.3. Vrste gubitaka + 1 potencijal zaposlenika

Lean način upravljanja proizvodnjom ima sedam vrsta gubitaka (*eng. waste*). Gubitci i opis istih nalazi se u tablici 2.

| Vrste gubitaka | Opis |
|---|---|
| 1. Prekomjerna proizvodnja (<i>eng. overproduction</i>) | Predstavlja stvaranje proizvoda koji se ne mogu plasirati na tržištu. Uz to stvara se dokumentacija koju nitko ne zahtjeva. Uključuje i slanje uputa prema previše ljudi i obrnuto. Naziva se još i proizvodnja „za svaki slučaj“. |
| 2. Zalihe (<i>eng. inventory</i>) | Visoke zalihe povezane su sa prekomjernom proizvodnjom te više materijala i informacija nego što je potrebno. Ovaj gubitak je poznat po nazivu „zamrznuti kapital u skladištima“. |
| 3. Transport (<i>eng. transport</i>) | U transport se ubrajaju nepotrebna kretanja materijala između operacija, neučinkovito i nepotrebno slanje informacija te neuspješna komunikacija. Neuspješna komunikacija odnosi se na gubitak podataka, nekompatibilnost i nepouzdanost informacija. |
| 4. Čekanje (<i>eng. waiting</i>) | Čekanje se odnosi na: vrijeme čekanja materijala između operacija, čekanje radnika na strojevima, čekanje na podatke, informacije, odluke, potpis, odobrenje i dr. uz to postoji i čekanje na isporuku – npr. kasni sirovina. |
| 5. Nepotrebna kretanja (<i>eng. movement</i>) | U nepotrebna kretanja ubraja se: loš raspored strojeva koje donosi nepotrebno gibanje radnika te ručni rad kako bi se kompenzirali nedostaci u procesu. |
| 6. Škart/greške (<i>eng. defects</i>) | Škart odnosno neispravan dio, najvidljiviji je primjer gubitka. Ovaj gubitak predstavlja prekid rada zbog grešaka, nepotrebni utrošak vremena i prostora te |

| | |
|--|--|
| | troškovi za analizu i otklanjanje. U škart još se ubrajaju i nepotpune, netočne i nepravodobne informacije. |
| 7. Prekomjerna/nepotrebna obrada (eng. <i>overprocessing or incorrest processing</i>) | U prekomjernu obradu ubrajaju se: predimenzionirani strojevi, kriva ili nedostatna tehnološka oprema, previše procesa obrade, loš dizajn proizvoda uz previše korak obrade. |
| 8. Nedovoljno korištenje potencijala zaposlenika (eng. <i>unused employee creativity</i>) | Zaposlenici nisu dovoljno uključeni u aktivnosti poboljšanja procesa. Nisu jasno definirane uloge, odgovornosti i slobode djelovanja. Također, ograničavanje autoriteta i odgovornosti kod donošenja rutinskih odluka. |

Tablica 2. Vrste gubitaka + 1 potencijal zaposlenika prema (izrada autora prema Veža, Štefanić, 2012; 10.)

3.1.3.1. Zeleni gubitci

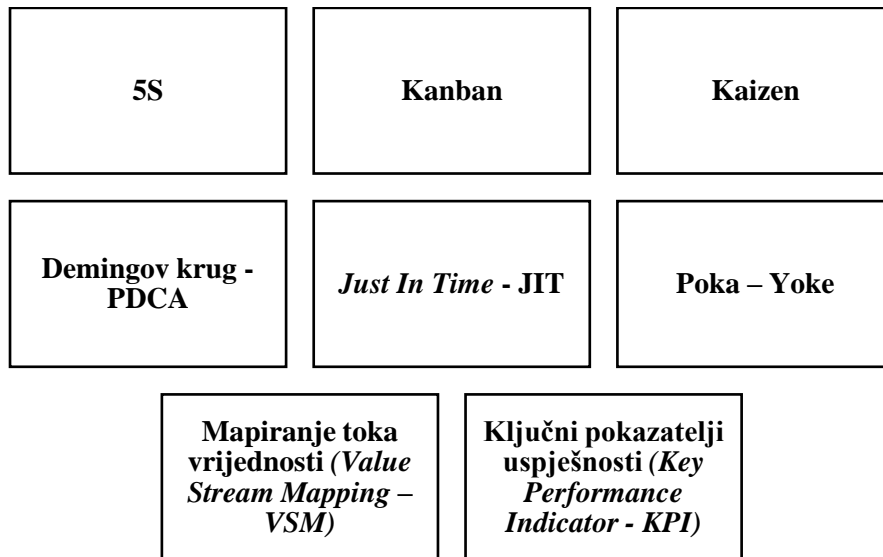
Kerber i Dreckshage, 2011; 237 smatraju da *lean* i zeleno idu ruku pod ruku. *Lean* se fokusira na smanjenje otpada unutar organizacije, a zeleno razmišljanje također se fokusira na smanjenje otpada. Zeleni gubitci (eng. *green wastes*) u *lean* proizvodnji predstavljaju vrste otpada i neefikasnosti koje imaju negativan utjecaj na okoliš. Na slici 4. prikazani su zeleni gubici i njihove karakteristike.

| | |
|-----------------------|--|
| Energija | <ul style="list-style-type: none"> • korištenje više energije nego što je potrebno • ne korištenje obnovljivih izvora energije |
| Voda | <ul style="list-style-type: none"> • plaćanje i korištenje vode nego što je potrebno • vodu je moguće pročititi i ponovno vratiti u proces |
| Materijal | <ul style="list-style-type: none"> • izrada proizvoda od reciklirajućih materijala • zamjena opasnih materijala bezopasnim |
| Otpad | <ul style="list-style-type: none"> • plaćanje za nešto što će se baciti nema smisla • ambalažu i škart treba baciti |
| Transport | <ul style="list-style-type: none"> • plaćanje za nepotrebno kretanje • nepotrebno kretanje materijala, ljudi i informacija |
| Emisije | <ul style="list-style-type: none"> • naknade koje se plaćaju za ispuštanje emisija štetnih plinova |
| Bioraznolikost | <ul style="list-style-type: none"> • direktno uništavanje flore, faune i živih organizama • preveliko iskorištavanje prirodnih resursa |

Slika 4. Zeleni gubitci (izrada autora prema Veža, Štefanić, 2012; 11)

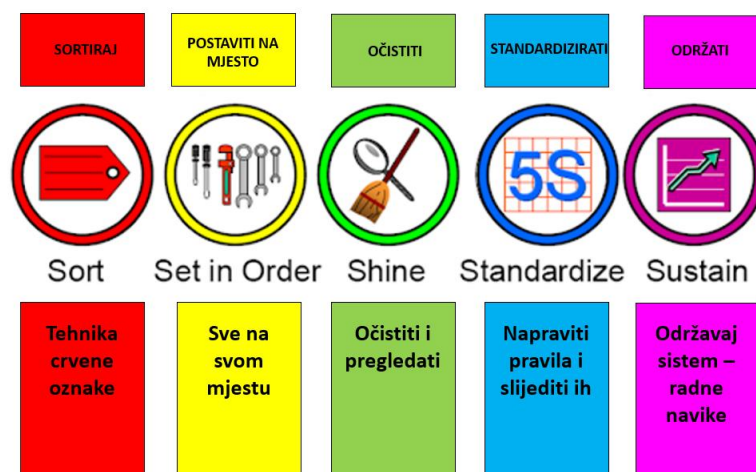
3.2. Alati za provođenje *lean* načina proizvodnje

Lean alati su metode i tehnike koje se koriste u proizvodnji kako bi se povećala efikasnost, smanjio otpad i poboljšala kvaliteta. Piškor i Kondić, 2010; 41 smatraju da vitkost (*lean*) mora biti „filozofija življenja“ organizacije. Postoji preko dvadeset *lean* alata, no ovaj rad obradit će osam kroz teorijsku primjenu dok će fokus u 4. poglavlju biti na 5S metodi, prikazan u obliku studije slučaja. Alati koji će biti prikazani:



3.2.1. 5S

5S metoda smatra se temeljnim alatom *lean* menadžmenta jer kroz nju započinje primjena *lean* pristupa u organizaciju. Slika 5. prikazuje 5S metodu kroz 5 koraka.



Slika 5. Prikaz 5S metode (izrada autora prema *Cim Lean Six Sigma*)

Značenje 5S metode, počinje sa akronimima koji predstavljaju pet koraka organizacije radnog mjesta, na engleskom i japanskom jeziku. U tablici 3. nalaze se spomenuti koraci na tri jezika: japanski, engleski i hrvatski.

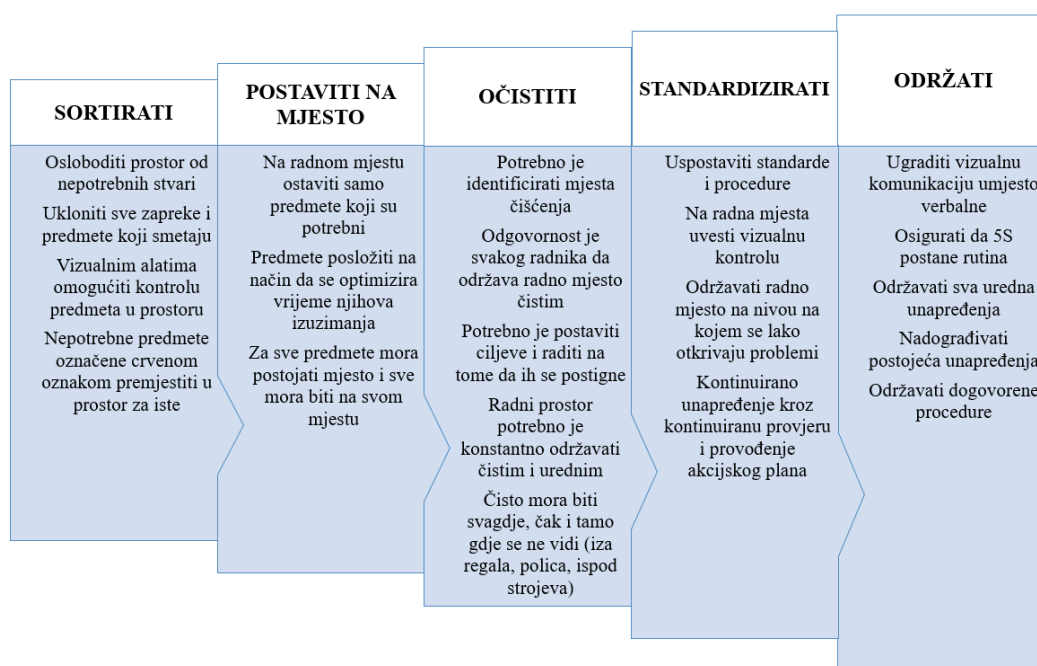
| Japanski | Engleski | Hrvatski |
|-----------------|---------------------|---------------------|
| <i>Seiri</i> | <i>Sort</i> | Sortirati |
| <i>Seiton</i> | <i>Set in order</i> | Postaviti na mjesto |
| <i>Seiso</i> | <i>Shine</i> | Očistiti |
| <i>Seiketsu</i> | <i>Standardize</i> | Standardizirati |
| <i>Shitsuke</i> | <i>Sustain</i> | Održati |

Tablica 3. Značenje 5S-a (izrada autora prema Veža, Štefanić, 2012; 19)

Prema Veža, Štefanić, 2012; 19, implementacijom 5S ostvaruje se povećanje:

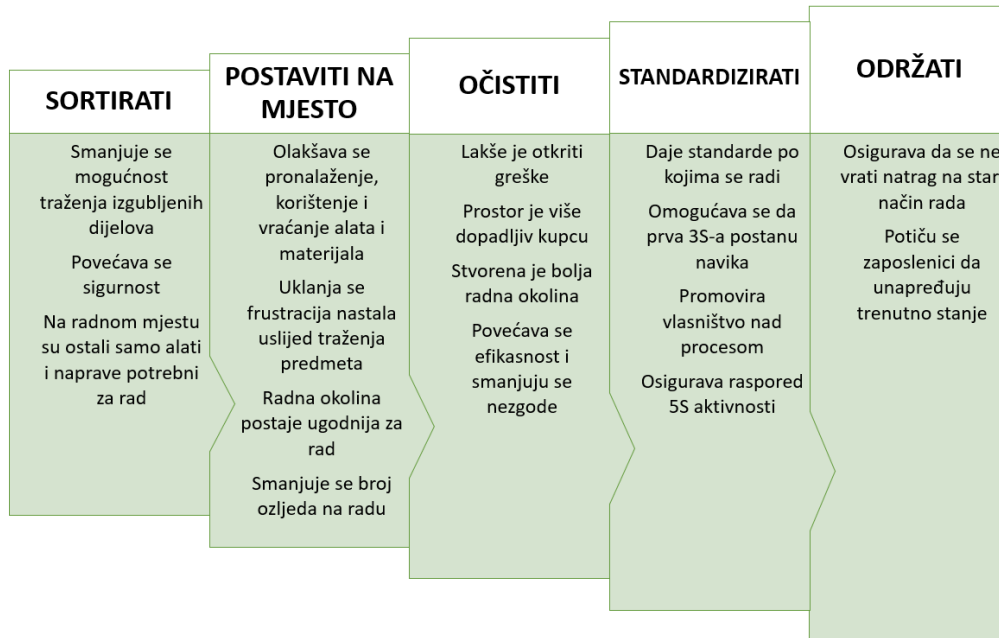
- sigurnosti,
- kvalitete,
- produktivnosti,
- pouzdanosti strojeva.

Koraci 5S metode prikazani su na slici 6., kako bi se vizualno prikazala implementacija 5S alata koja pomaže pri organizaciji radnog prostora i poboljšanja radnih procesa. Svaki od koraka ima ključnu ulogu pri stvaranju učinkovitog radnog okruženja.



Slika 6. Koraci 5S metode (izrada autora prema Veža, Štefanić, 2012; 19, 20, 21)

Svaki korak 5S alata ima i efektnu primjenu. Efektna primjena odnosi se na učinkovitu i uspješnu implementaciju. U kontekstu 5S metode to znači dosljedno provođenje svih pet koraka. Efektna primjena rezultira poboljšanjem produktivnosti u radnom okruženju. Na slici 7. prikazan je korak po korak, efektne primjene 5S alata.

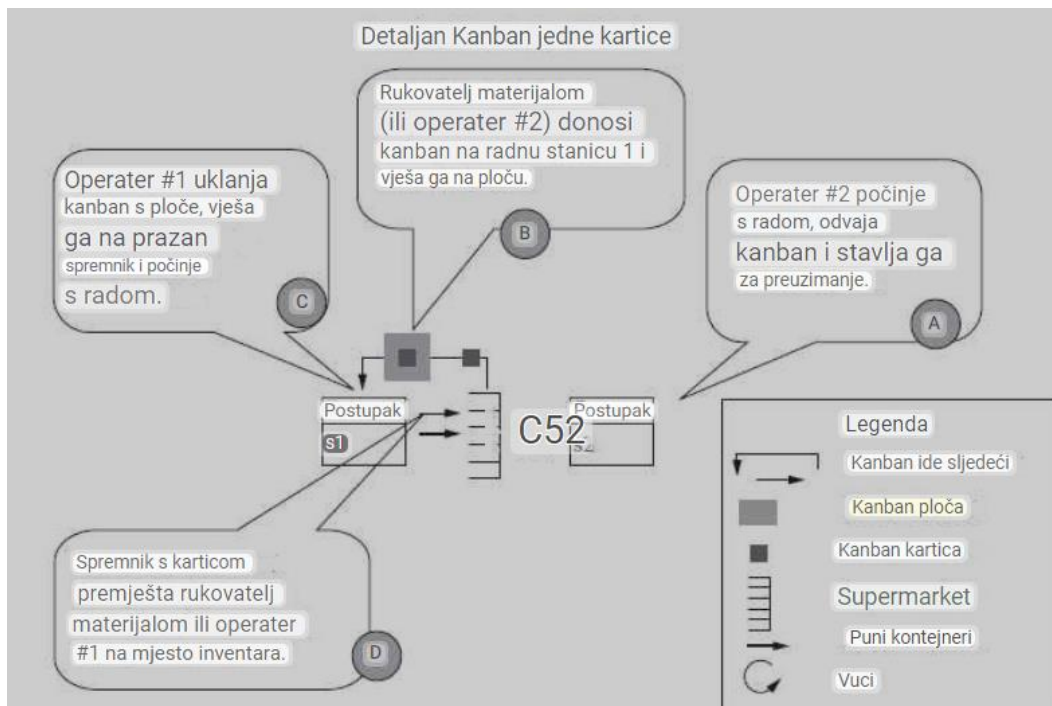


Slika 7. Prikaz efektne primjene (izrada autora prema Veža, Štefanić, 2012; 19, 20, 21)

Uz ovih pet koraka često se dodaje šesti – dodatni korak: sigurnost (*eng. safety*). Nije potrebno posebno naglašavati sigurnost, jer svaki dobar 5S program mora imati sigurnost ukomponiranu u svaki korak (Veža, Štefanić, 2012;21)

3.2.2. *Kanban*

Riječ *Kanban*, japanskog je porijekla i označava karticu, oglasnu ploču ili znak. Prema Dreckshage, Kerber, 2011; 80, *Kanban* predstavlja metodu *Just In Time* proizvodnje koja koristi standardne kontejnere ili veličine serija s priloženom jedinstvenom karticom. To je sustav u kojem radni centri signaliziraju karticom da žele povući dijelove iz opskrbnih operacija ili od dobavljača. Slika 8. prikazuje rad *Kanban* kartice u operaciji.

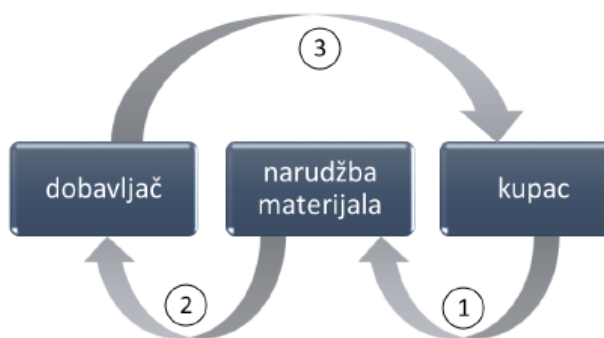


Slika 8. Detaljan *Kanban* jedne kartice (Dreckshage, Kerber, 2011; 80)

Kada se kontejner povuče iz inventara supermarketa, *Kanban* kartica se šalje u opskrbni proces kako bi se napravila zamjenska količina. Kartica visi na ploči pored opskrbe operacije (Dreckshage, Kerber, 2011; 80). Sama ideja *Kanbana* sastoji se od tri koraka. To su:

- narudžba,
- dobavljač,
- kupac.

Slika 9. prikazuje ideju *Kanbana*.

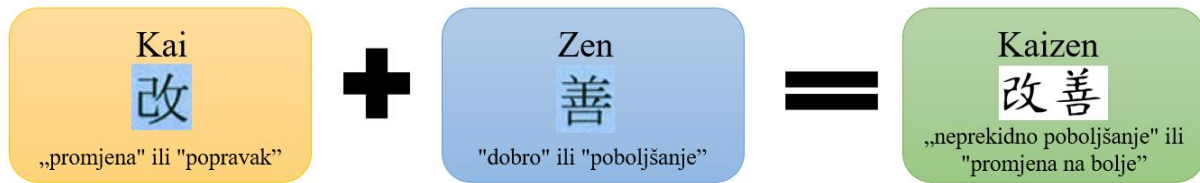


Slika 9. Kanban (M. Martinović, 2018; 15)

Kao što se vidi iz prikaza, prvi korak je narudžba kupca. Nakon toga dobavljač „povlači“ narudžbu iz sustava i potvrđuje ju. Zadnji korak je samo dostavljanje robe kupcu.

1.2.3. Kaizen

Riječ *Kaizen* sastoji se od dvije riječi: *Kai* i *Zen*. Slika 10. prikazuje samo značenje tih riječi i na koji je način povezano sa *lean* alatom – *Kaizen*.



Slika 10. Kaizen (izrada autora)

Prema Veža, Štefanić, 2012; 23, *Kaizen* je sustav uključivanja svih zaposlenika tako da ih se potiče na svakodnevna mala poboljšanja, bilo gdje je to moguće, kao i aktivno uključivanje u radionice gdje se rješavaju konkretni problemi. Šest je značajki *Kaizena* (prema Veža, Štefanić, 2012; 23):

- I. Inovativni proizvodi i usluge
- II. Orijentacija na procese
- III. Nove organizacijske strukture
- IV. Vrijeme kao osnovni faktor uspješnosti
- V. Sudjelovanje svih radnika
- VI. Novi stilovi rukovođenja

Sve ove značajke utječu na razvoj *lean*-a. Inovativni proizvodi i usluge odnose se na stalne fokuse na razvoj novih i poboljšanje starih proizvoda i usluga. Orijentacija na procese predstavlja fokusiranje na optimizaciju i kontinuirano poboljšanje procesa; što vodi smanjenju gubitaka i povećanju učinkovitosti. Nove organizacijske strukture su prilagodbe ili promjene strukture kako bi poticale inovacije i brže donošenje odluka. Vrijeme kao osnovni faktor uspješnosti odnosi se na brzo prihvaćanje ideja, poboljšanu realizaciju, decentralizaciju te osobnu odgovornost. Sudjelovanje svih radnika predstavlja aktivnosti koji se najčešće odvijaju u grupama u kojima se donose novi prijedlozi kao i sami trening i obrazovanje. Kao novi stil rukovođenja izdvaja se rukovođenje prema suradnji (Veža, Štefanić, 2012; 23).

Kaizen radionice odnose se na konkretne probleme, male grupe zaposlenika, podršku menadžmenta te interdisciplinarnosti timova.

Prema Veža, Štefanić, 2012; 24, osnovni koncept *Kaizen* radionice je:

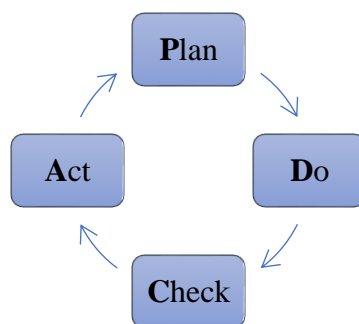
- Definiranje problema,
- Utvrđivanje trenutnog stanja,
- Analiziranje trenutnog stanja,
- Iznašanje činjenica za moguća unapređenja,
- Odabiranje najbolje ideje,
- Definiranje plana provedbe novih mjera,
- Definiranje mjerljivih pokazatelja,
- Praćenje napretka.

Tijek *Kaizen* radionice prema Veža, Štefanić, 2012; 24,

- 1) Prepoznavanje problema
- 2) Identifikacija procesa i područja za poboljšanja
- 3) Analiza korijenskog uzroka problema i definiranje mogućih unapređenja
- 4) Definiranje plana mjera

1.2.4. Demingov krug – PDCA

Prema Piškor, Kondić, 2010; 105, Demingov krug poboljšanja počinje uvijek analizom postojećeg stanja, nakon čega slijedi zaključivanje problema. Ta analiza čini ciklus od 4 faze – PDCA. Naziv PDCA potječe od akronima riječi: *P – plan, D – do, C – check, A – act*. Na hrvatskom jeziku znači: planiraj, učini, provjeri i djeluj.



PDCA ciklus

Kao što se vidi iz prikaza, ciklus se sastoji od četiri faze. Faze sa objašnjenima su prikazane u tablici 4.

| <i>Faza</i> | Pojašnjenje |
|-------------------------|--|
| <i>Plan - planiraj</i> | Izrada plana unapređenja s točnim aktivnostima, rokovima, nositeljima te kriterijima i mjerilima za ocjenjivanje učinkovitosti realiziranog plana. |
| <i>Do – učini</i> | Kako faza kaže do – učini u ovoj fazi dolazi do primjene plana u praksi. |
| <i>Check - provjeri</i> | Provjerava se koliko ostvareni rezultat odgovara planiranim ciljevima. |
| <i>Act - djeluj</i> | Ukoliko su rezultati uspješni, nakon verifikacije, potrebno je novu metodu standardizirati i upoznati sve ljude na koje se na promjena odnosi. Ako se rezultati pokažu nezadovoljavajućima potrebno je analizirati plan ili odustati od istog. |

Tablica 4. PDCA (izrada autora prema Piškor, Kondić, Mađerić 2012; 105, 106)

Ovaj *lean* alat pruža mogućnost za sustavni pristup provođenju kontinuiranog poboljšanja.

1.2.5. Just In Time – JIT

Od svih *lean* alata, ovaj je najpoznatiji. Prema Plenertu, 2007; 282, obično se naziva *Just in time* (točno na vrijeme), pravovremena dostupnost pravog materijala, u pravo vrijeme, u pravim količinama, temelj je *lean* proizvodnje. *Just In Time* čini jedan od dva stupa Toyotinog proizvodnog sustava. Oslanja se na *heijunku* koja čini njegov temelj. *Heijunka* je riječ japanskog podrijetla koja označava izjednačavanje ili izravnavanje. Prema Pleneru, 2007; 281, *heijunka* predstavlja metodu izravnavanja proizvodnje na završnoj liniji montaže koja omogućuje *Just In Time* proizvodnju. To uključuje prosječno izjednačavanje volumena i rasporeda različitih modela na proizvodnoj liniji s mješovitim modelima. Sastoji se od tri operativna elementa: pull sustav, *takt time* (taktno vrijeme) i kontinuirani tok. Na slici 11. prikazani su elementi JIT-a te pojašnjenja.



Slika 11. Operativni elementi JIT-a (izrada autora prema Dreckshage, Kerber, 2011; 11)

JIT zahtijeva savršenstvo jer bilo kakav poremećaj u proizvodnji uzrokuje zaustavljanje JIT-a (Dreckshage, Kerber, 2011; 168).

1.2.6. Poka-Yoke

Poka-yoke metoda koju je prvotno razvio Shiego Shingo, osmišljena je kako bi bilo teže napraviti pogrešku u radu i prenijeti je dalje u proces (Goldsby, Martichenko, 2005; 236). *Poka-yoke* je *lean* alat koji služi za sprječavanje grešaka. Prema primjeru Goldsby, Martichenko, 2005; 87, naručivanje sirovina pomoću sustava za povlačenje znači da se naručuje i nadopunjuje materijal u točnim količinama koje su se potrošile. S podacima događaja i *poka-yokeom*, bit će obavješteni ako narudžba ode dobavljaču koji nije usklađen s onim što je korišteno na proizvodnoj liniji. To znači da se narudžba može odmah ispraviti prije slanja dobavljaču.

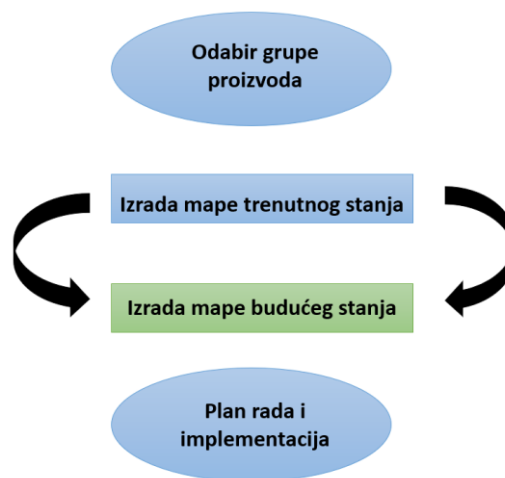


Slika 12. Vizualni prikaz principa *Poka-yoke* (izrada autora prema Endromena, 2017)

1.2.7. Value Stream Mapping (VSM) – mapiranje toka vrijednosti

Value Stream Mapping (VSM) – mapiranje toka vrijednosti je način mapiranja svih aktivnosti, procesa te materijalnih i informacijskih tokova, počevši od sirovog materijala pa sve do gotovog proizvoda odnosno kupca (Veža, Štefanić, 2012; 15). VSM služi za dodatnu vizualizaciju toka jednostavnih procesa, unutar cijelog proizvodnog procesa. Glavni cilj ovog alata je snimiti trenutno stanje te identificirati sve oblike gubitka. Po snimanju trenutnog stanja potrebno je analizirati situaciju i osmisliti plan poboljšanja (M. Martinović, 2018; 17).

Slika 13. prikazuje kako izgleda tok.



Slika 13. Tok (izrada prema Veža, Štefanić, 2012; 15).

Prema Goldsby, Martichenko, 2005; 207, mapa vrijednosnog toka koristi tehnike dijagrama toka kako bi vizualno prikazala zbroj aktivnosti koje se izvode u nabavi, proizvodnji i isporuci određenog proizvoda. Karte vrijednosnog toka slične su procesnim mapa, najveća razlika je u njihovom fokusu. Svrha mape vrijednosnog toka je identificirati:

- aktivnosti koje stvaraju vrijednost u očima kupaca
- aktivnosti koje ne stvaraju vrijednost ali su nužni koraci
- aktivnosti koje ne stvaraju vrijednost i kandidati su za eliminaciju otpada

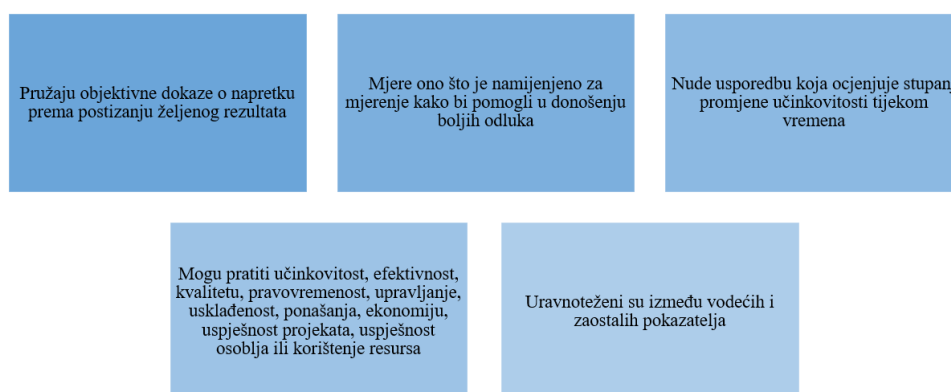
1.2.8. Ključni pokazatelji uspješnosti (*Key Performance Indicator - KPI*)

Prema KPI.org, ključni pokazatelji uspješnosti (*Key Performance Indicator - KPI*) su ključni kvantitativni pokazatelji napretka prema željenom rezultatu. Pružaju fokus za strateško i operativno poboljšanje, stvaraju analitičku osnovu za donošenje odluka i pomažu usmjeriti pažnju na ono što je najvažnije. Ključno obilježje dobrih KPI-ova je njihova mjerljivost. Neki od KPI-ova su (M. Martinović, 2018; 19):

- OEE (*overall equipment effectiveness*) – ukupna učinkovitost opreme
- FPY (*first pass yield*) – prvi polazni prinos
- NPO – nivo ponovne obrade
- Broj isporuka na vrijeme (BIV)
- Škart

Slika 14. predstavlja dobre KPI-ove.

Dobri KPI-ovi:



Slika 14. Dobri KPI-ovi (izrada autora prema stranici KPI.org)

4. Studija slučaja – lean u Vertivu d.o.o.

U ovom poglavlju nalazi se prikaz *lean-a* i *lean* alata u tvrtki Vertiv d.o.o. Kroz studiju slučaja proteže se: *lean* kuća Vertiva, *Vertiv Operating System* (VOS), *lean* alati. Fokus studije slučaja je na 5S metodi.

4.1. O Vertivu

Vertiv Croatia d.o.o., jest podružnica matične kompanije američke tvrtke Vertiv. Vertiv je globalni lider u dizajniranju, izgradnji i održavanju kritične infrastrukture. Poznat je po svojim rješenjima za napajanje, hlađenje i upravljanje infrastrukturom za podatkovne centre, telekomunikacijske mreže, komercijalne i industrijske objekte te druge kritične primjene. Vertiv d.o.o. ima širok spektar proizvoda i usluga, neki od primjera su: uređaji za hlađenje, upravljanje energijom, automatizaciju, rješenja za upravljanje mrežom, servisiranje te podrška korisnicima.



Slika 15. Vertiv – logo

Sjedište Vertiva je u Columbusu, (Ohio, SAD). Trenutno zapošljava oko 20.000 ljudi i posluje u više od 130 zemalja. Glavni klijenti s kojima surađuju su: *Alibaba, Alstom, America Movil, AT&T, China Mobile, Equinix, Ericsson, Reliance, Siemens, Telefonica, Tencent, Verizon i Vodafone*. Vertiv je osnovao svoje brendove: *Alber, Avocent, Chloride, Cybex, Energy Labs, Geist, Liebert, Netsure*.

Prema *AmCham-u* Vertiv Croatia d.o.o. u Hrvatskoj posluje kao podružnica Vertiva te zapošljava preko 250 stručnjaka te ima ulogu prodajno – servisnog centra za područje centralne i južne Europe. U proizvodnom pogonu u Zagrebu modularni podatkovni centri se proizvode, instaliraju, testiraju i šalju kupcima diljem svijeta.

4.2. Lean kuća Vertiva

Kao što je spomenuto u poglavlju 3.1.1., *lean* kuća predstavlja model objašnjenja osnovnih principa *lean* menadžmenta. Svaka *lean* kuća ima temelje, stupove, krov i ljude. Svaka tvrtka smišlja kako će izgledati njihova kuća ovisno o djelatnosti s kojom se bave te specifičnim potrebama i ciljevima. Na slici 16. nalazi se prikaz *lean* kuće Vertiv-a.



Slika 16. Lean kuća Vertiva (slika preuzeta iz internih materijala Vertiv-a)

Lean kuća Vertiva sastoji se od:

1) Temelji *lean* kuće Vertiva su:

- *Visual Management* – vizualno upravljanje olakšava identifikaciju problema
- *Standardization* – standardizacija osigurava konzistentnost i učinkovitost u rješavanju problema
- *5S* – *lean* alat: organizacija radnog prostora
- *Waste* – otpad: aktivnosti i resursi koji ne dodaju vrijednost

2) Stupovi *lean* kuće Vertiva su:

- *Management Support* – podrška menadžmenta
- *Teamwork & Communication* – timski rad i komunikacija: nužni za suradnju

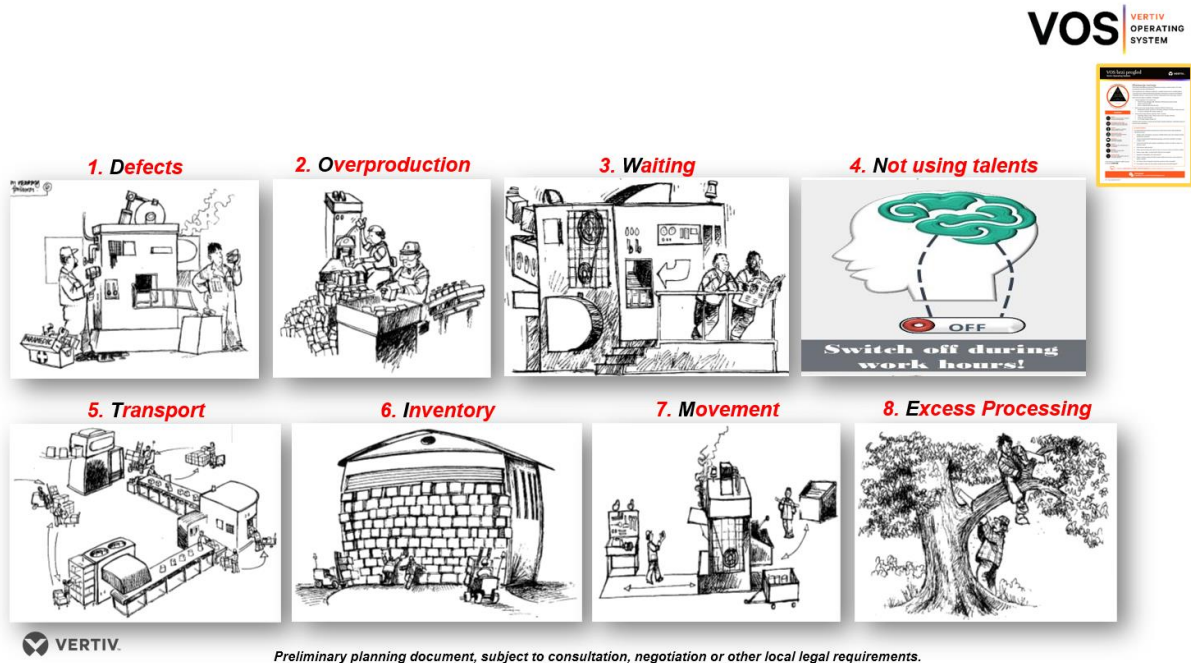
3) Krov *lean* kuće Vertiva je:

- *Safety Quality Delivery Cost* – sigurnost, kvaliteta, isporuka, trošak: cilj je osigurati sigurno radno okruženje, visoku kvalitetu proizvoda, pravovremenu isporuku te optimalne troškove.

4) *Continuous Improvement* – kontinuirano poboljšanje: kao središnji „stup“ koji povezuje sve elemente kuće

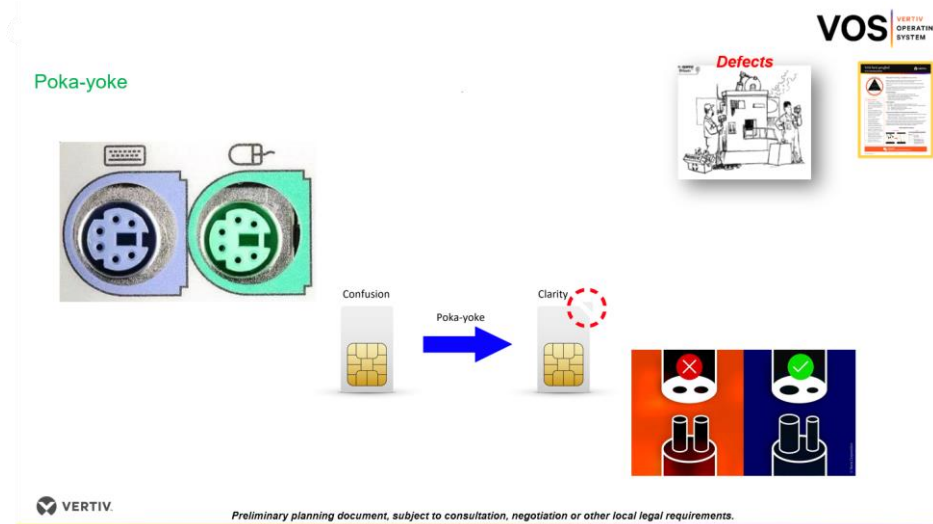
4.3. VOS (Vertiv Operating System) – osnovni VOS trening

VOS (Vertiv Operating System) predstavlja sistem u kojemu su objašnjeni koraci korištenja *lean-a* u Vertivu. Naziva se još i osnovni VOS trening koji služi za obuku zaposlenika. Na slici 17. nalazi se sadržaj VOS treninga.



Slika 17. Sadržaj VOS-a (slika preuzeta iz internih materijala Vertiva)

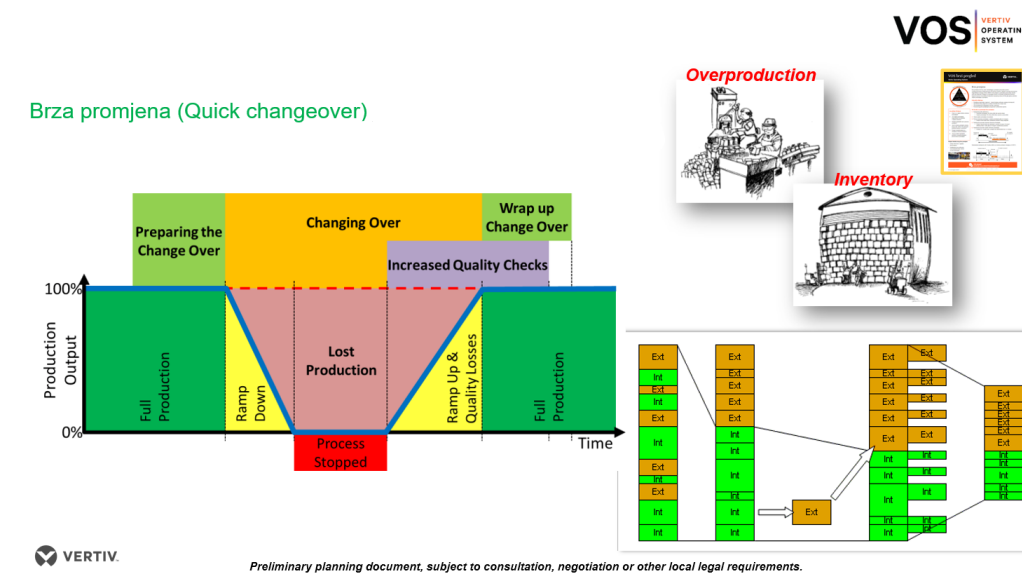
VOS se sastoji od osam koraka. Prvi korak naziva se *defects* odnosno nedostaci. U Vertivu nedostatke rješavaju pomoću metode *Poka-yoke*. *Poka-yoke* je metoda koja sprječava radnika da prouzroči škart svojom radnjom. Na slici 18. nalazi se ilustracija iz VOS-a.



Slika 18. Nedostaci (slika preuzeta iz internih materijala Vertiv-a)

Na slici 18. prikazani su primjeri *Poka-yoke*. Prvi primjer prikazuje priključke koji su dizajnirani na način da mogu biti spojeni samo na pravilan način. Drugi primjer *Poka-yoke* jest čip kartica. Ilustracija s lijeve strane prikazuje karticu koja može izazvati zabunu (eng. *confusion*), dok se na desnoj strani nalazi unaprijeđen čip kroz *Poka-yoke*; prikazuje „odlomljeni dio“ koji ukazuje na to da je to pravilan način umetanja (eng. *clarity*). Treći primjer odnosi se na električne priključke. Ilustracija prikazuje dizajn koji sprečava da se priključci pogrešno povežu jer pogrešan priključak ne može ući u utičnicu i od njega nema koristi.

Drugi korak sastoji se od prekomjerne proizvodnje (eng. *overproduction*) i gomilanja proizvoda u skladištu (eng. *inventory*). Vertiv u svom VOS-u navodi kako ova dva problema rješavaju pomoću metode brze promjene (eng. *quick changeover*). Ova metoda služi za smanjenje grupiranja proizvodnje (eng. *batching*) te smanjenje količine neprodanih proizvoda u skladištu. Na slici 19. nalazi se vizualni prikaz ovog koraka.



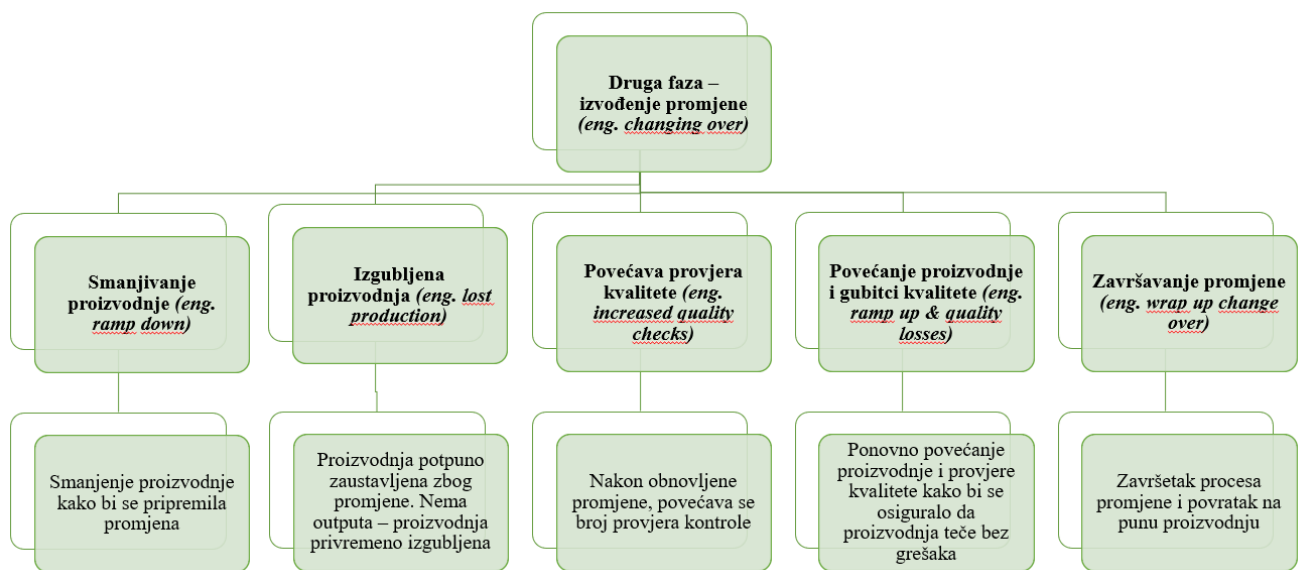
Slika 19. Prekomjerna proizvodnja (*overproduction*) i gomilanja proizvoda u skladištu (*inventory*) (slika preuzeta iz internih materijala Vertiva)

Prema dijagramu iz VOS-a, metoda brze promjene sastoji se od sljedećih stavki podijeljenih u dvije faze:

- I. Prvu fazu priprema za promjenu (eng. *preparing the change over*); čini puna proizvodnja (eng. *full production*) koja označava početno stanje u kojemu proizvodnja radi punim kapacitetom.

- II. Druga faza i najveća, izvođenje promjene (eng. *changing over*) sastoji se od:
- smanjivanja proizvodnje (eng. *ramp down*),
 - izgubljena proizvodnja (eng. *lost production*),
 - povećana provjera kvalitete (eng. *increased quality checks*),
 - povećavanje proizvodnje i gubitci kvalitete (eng. *ramp up & quality losses*),
 - završavanje promjene (eng. *wrap up change over*).

Na slici 20. nalazi se objašnjenje druge faze metode brze promjene.

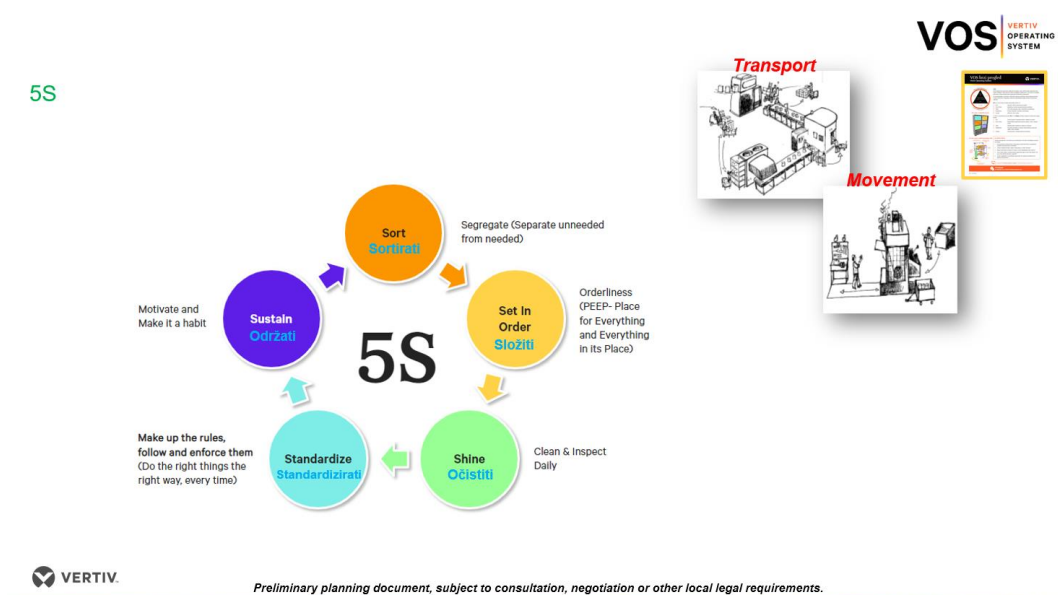


Slika 20. Druga faza metode Brza promjena (izrada autora prema VOS-u)

Treći korak naziva se čekanje (eng. *waiting*). Ovaj korak objašnjava na koji način Vertiv smanjuje čekanje. Vertiv za ovaj korak koristi metodu TPM (*Total Productive Maintenance*) – sveobuhvatno produktivno održavanje. TPM je metoda koja smanjuje vrijeme zastoja i servisa stroja. Na slici 21. nalazi se prikaz tjednog plana održavanja.

U Vertivu program za uključivanje radnika funkcionira na način da zaposlenik iznese svoju ideju i ukoliko se ta ideja pokaže uspješnom, zaposlenik dobije novčanu nagradu.

Kako Vertiv uklanja nepotreban transport i kretanje? Odgovor leži u 5S metodi. U ovoj metodi Vertiv rješava probleme transporta (eng. *transport*) i kretanje (eng. *movement*). 5S je metoda organizacije efikasnog radnog okruženja gdje se uklanjaju sva primijećena traćenja. Sastoji se od 5 koraka: sortirati (*sort*), postaviti na mjesto (*set in order*), očistiti (*shine*), standardizirati (*standardize*), održati (*sustain*). U poglavlju 4.4. detaljno je prikazana 5S metoda u Vertivu. Slika 22. prikazuje 5S metodu iz VOS-a.



Slika 23. 5S (slika preuzeta iz VOS-a)

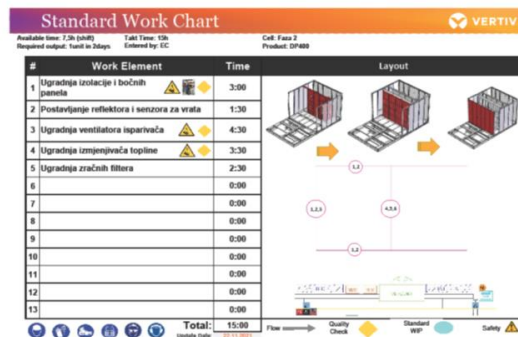
Slika 23. prikazuje 5S metodu kroz sljedećih pet koraka, prema VOS-u:

- 1) *Sort* (Sortirati): razvrstavanje: odvajanje nepotrebnih stvari od potrebnih.
- 2) *Set In Order* (Složiti): urednost: mjesto za sve i sve na svom mjestu (PEEP - *Place for Everything and Everything in its Place*).
- 3) *Shine* (Očistiti): čišćenje i svakodnevna inspekcija.
- 4) *Standardize* (Standardizirati): uspostavljanje pravila, njihovo praćenje i provođenje (raditi ispravno, svaki put).
- 5) *Sustain* (Održati): motiviranje i stvaranje navike.

Sprječavanje nepotrebnog dodatnog rada je zadnji korak VOS treninga. Sprječavanje nepotrebnog dodatnog rada (eng. *excess processing*) odnosi se na eliminaciju aktivnosti koje ne dodaju vrijednost proizvodu. Prema VOS-u, Vertiv koristi standardni rad kako bi spriječili nepotreban dodatni rad. Standardni rad (eng. *standard work*) je metoda koja sprječava djelatnika da nepotrebno vrši dodatne radnje. Slika 23. prikazuje obrazac *Standard Work Chart* pomoću kojeg rješavaju ovaj problem.

Standardni Rad (Standard Work)

Excess Processing



Slika 24. obrazac Standard Work Chart (slika preuzeta iz VOS-a)

Obrazac *Standard Work Chart* sastoji se od radnih elemenata te od vremena - koliko je potrebno da bi se određena komponentna izradila. Kao što se može vidjeti na slici 24. potrebno je 2 radna dana po 7,5 radnih sati kako bi se izvršilo pet radnih elemenata. Radni elementi iz obrasca su: ugradnja izolacija i bočnih panela (tri sata), postavljanje reflektora i senzora za vrata (sat i 30 minuta), ugradnja ventilatora isparivača (četiri i pol sata) te ugradnja zračnih filtera (dva i pol sata). Na obrascu se nalaze i upute za izgradnju.

4.4. 5S u Vertivu

Kao što je navedeno u potpoglavlju 3.2.1., 5S metoda smatra se temeljnim alatom *lean* menadžmenta jer kroz nju započinje primjena *lean* pristupa u organizaciju. 5S sastoji se od 5 koraka: sortiranje, postavljanje na mjesto, čišćenje, standardiziranje i održavanje. U nastavku slijedi opis 5S metode po koracima, prema VOS-u.

5S metodologija, u Vertivu, uvedena je (prema autorovom upitniku):

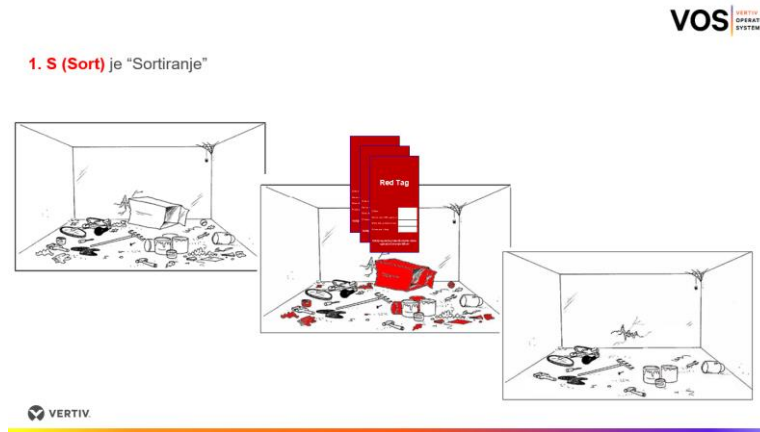
- kroz sveobuhvatne edukacijske sesije koje vode lean stručnjaci
- postupnim implementiranjem u različitim odjelima ili područjima
- kroz pilot projekt koji je slijedio širenje na cijelu tvrtku
- kroz inicijative koje vode zaposlenici uz podršku uprave

Prema upitniku, 5S metoda u Vertivu koristi se:

- svaki dan; na kraju svake smjene odnosno radnog dana zaposlenika; svako radno mjesto organizira se od strane operatera
- svaki tjedan svako područje pregledavaju vođe timova i nadzornici
- svaki drugi tjedan 5S za cijelu tvornicu pregledava upravljački tim
- jednom mjesečno se rezultati pregledavaju i dodjeljuju se akcije za područja koja ne ispunjavaju ciljeve
- jednom godišnje se ciljevi pregledavaju.

4.4.1. *Sort* - sortirati

Prvi S označava *sort* – sortiranje. Vertiv ovaj korak 5S metode koristi na način da zaposlenici označe crvenim karticama sve nepotrebne materijale i alate te njihovo uklanjanje na za to predviđeno mjesto. Slika 25. prikazuje ilustraciju prvog koraka 5S-a, prema VOS-u.

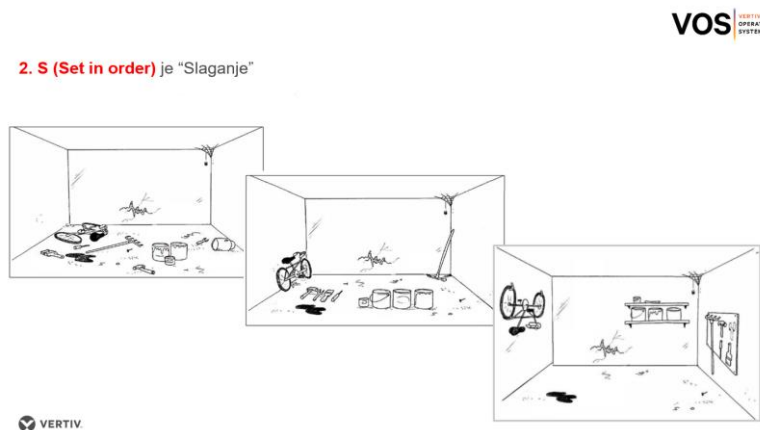


Slika 25. Sortiranje (slika preuzeta iz VOS-a)

U ovoj fazi, glavni je naglasak na uklanjanju svega što nije potrebno na dnevnoj bazi s radnog mjesta i pronalaženje prikladnog mjesta za pohranu.

4.4.2. *Set in order* – postaviti na mjesto

Postaviti na mjesto (eng. *set in order*) je drugi korak 5S metode. U ovom koraku slažu se svi preostali materijali kako bismo imali dobar pregled i brzi pristup. Slika 26. prikazuje ovu ilustraciju ovog koraka, prema VOS-u.

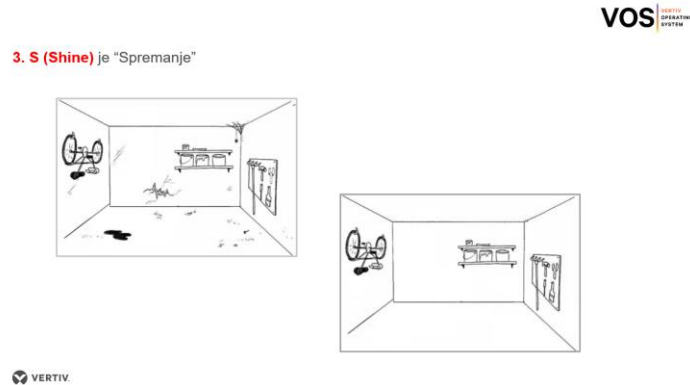


Slika 26. Slaganje (preuzeto iz VOS-a)

U ovoj fazi, osoba odgovorna za područje organizira ga tako da ima sve alate, materijale i dokumentaciju pri ruci (prema autorovom upitniku).

4.4.3. Shine – spremi

Treći korak lean alata 5S jest spremanje, čišćenje (eng. *shine*). U ovom koraku zaposlenici Vertiva čiste i popravljaju radno mjesto. Slika 27. prikazuje ilustraciju iz VOS-a.

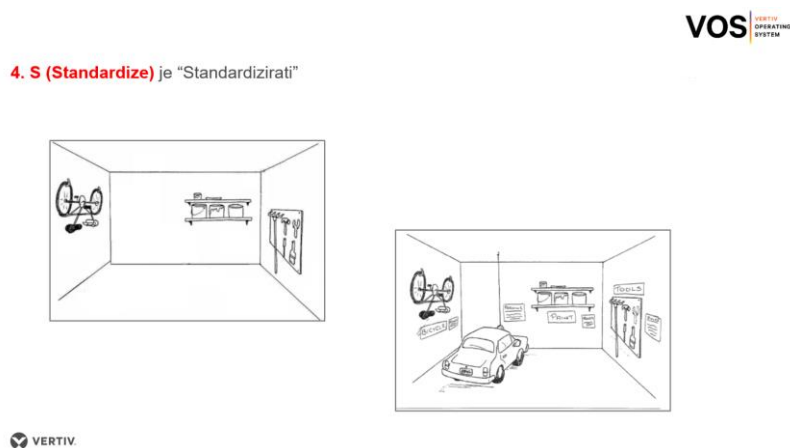


Slika 27. Spremanje (ilustracija preuzeta iz VOS-a)

Prema VOS-u, u ovoj fazi, zaposlenici Vertiva osiguravaju alate i sredstva za čišćenje kako bi nastavili održavati određenu razinu čistoće primjerenu svakom tipu radnog okruženja.

4.4.4. Standardize – standardizirati

„Sve ima svoje mjesto i sve je na svojem mjestu“ predstavlja četvrti korak 5S alata. U četvrtom koraku standardiziranje (eng. *standardize*) označavaju se materijali i alati kako bi uvijek bili na istom mjestu i nadohvat ruke. Slika 28. prikazuje ilustraciju ovog koraka prema VOS-u.



Slika 28. Standardiziranje (preuzeto iz VOS-a)

U ovoj fazi 5S metode, zaposlenici Vertiva stvaraju i dokumentiraju pravila uspostavljena tijekom prethodna tri koraka, na način da svatko tko ulazi u područje može razumijeti i održavati zahtjeve.

4.4.5. Sustain – održavati

Zadnji, pet korak jest održavanje (eng. *sustain*). u ovom koraku uspostavlja se proces koji kontinuirano održava razinu discipline i urednosti. Tablica 5. prikazuje radnu poziciju, implementaciju i održavanje 5S-a i audit 5S. Audit 5S jest sustavni pregled i ocjena radnog mjesta u skladu s 5S principima. Detaljnije u potpoglavlju 4.4.6.




| Radna pozicija | Implementacija i održavanje | Audity 5S |
|---------------------------|---|---|
| Radnik na liniji | Obavlja sve zadatke za uvođenje 5S na radnom mjestu Održava 5S na radnom mjestu | Dio je kontrole 5S discipline od strane majstora |
| Majstor | Obučava radnike na liniji o 5S disciplini prema dostupnim standardnim radovima Upravljanja, održava, poboljšava 5S na svom radnom mjestu | Provodi dnevne kontrole 5S discipline na radnim mjestima prije kraja smjene Obavlja tjedne revizije |
| Supervizor | Nadzire realizaciju Odgovoran za raspored 5S implementaciju na linijama | Osigurava provođenje revizija Obavlja redovne revizije dva puta mjesečno |
| GM, LOB Menadžer | - | Obavlja redovne revizije jednom tjedno |
| VOC/SI Koordinator | Stvara standardni rad za 5S alat Osposobljava kako implementirati 5S Nadzire obuku | Stvara standardni rad za 5S reviziju Osigurava objektivnost ocjenjivanja Osigurava održivost revizija |

Tablica 5. prikazuje radnu poziciju, implementaciju i održavanje 5S-a i audit 5S (izrada autora prema VOS-u)

U ovoj fazi, zaposlenici Vertiva uspostavljaju pravila za reviziju, učestalost i ciljeve.

4.4.6. Audit 5S – Vertiv

Na slici 29. prikazan je obrazac audit 5S + 1 menadžment 2024, iz tvrtke Vertiv. Obrazac je izrađen u Microsoft Excelu.

| 5S Audit Form | | | | | | | | | | VERTIV | |
|---|--|--|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--|
| Datum: | | | Sekcije odjela kojeg auditiramo | | | | | | | UKUPNI ZBROJ | |
| Auditor(s): | | | Warehouse | Hall 1 | Hall 2 | Hall 3 | Outside | Warehouse Outside | Office | | |
| Namjera / Cilj: | Što pitati: | Što gledati: | | | | | | | | | |
|  +1 Sigurnost | SIGURNOST (SAFETY) Uređan prostor je siguran prostor, ozljede se mogu dogoditi bilo kada, spriječimo ih proaktivno. | Sustavi sigurnosti za djelatnike, radni prostor i okolinu se koriste? | 1. Propisana je i koristi se obvezna zaštitna oprema te je pravilno pohranjena kada se ne koristi? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0% | |
|  1S - Sortirati | SORTIRATI (SORT) Uklonjeno je sve što ti nije zaista neophodno. | Predmeti koji nisu potrebni, neautorizirani ili istrošeni su uklonjeni s radnog mjesta? | 3. Sav nepotreban materijal je uklonjen? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0% | |
|  2S - Složiti | SLOŽITI (SET IN ORDER) Osigurano je mjesto za sve i sve je na mjestu. Nema više traženja! | Bitnije za dijeljena područja, predmeti imaju svoje mjesto te ta mjesta su jasno označena? | 4. Sav materijal je uklonjen s poda? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0% | |
|  3S - Očistiti | ČISTITI (SHINE) Čist i uređan radni prostor kako bi nedostaci bili lako uočljivi. Odbačeni su otpad i škart. | Radno mjesto je čisto i uređno, dovoljno čisto od prašine / masnoća / gareža? | 5. Područje je organizirano? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0% | |
|  4S - Standardizirati | POJEDNOSTAVITI I STANDARDIZIRATI (STANDARDIZE) Izrađen je vizualni standard koji prikazuje kako radno mjesto mora izgledati. | 5S standard za radno mjesto je dostupan i poštuje se? | 6. Označena su mjesta rada, materijala, kretanja i nesukladnosti na podu (plava, bijela, žuta i crvena boja). | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0% | |
|  5S - Održati | ODRŽATI (SUSTAIN) Ponavljamo postupke od 1 do 4. To je način života. | Sve akcije od prethodnog 5S audita su izvršene na vrijeme? | 7. Podovi su čisti, bez vode, smeća ili maziva? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0% | |
| | | | 8. Postoji dokaz o redovnom čišćenju? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0% | |
| | | | 9. Sve ima svoje mjesto i sve je na svom mjestu? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0% | |
| | | | 10. Standard za 5S čeliju postoji? Layout od 5S čelije postoji? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0% | |
| | | | 11. Standard za područje je održavan? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0% | |
| | | | 12. 5S audit je aktualan te su izvršeni zadaci od prošlog audita? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0% | |
| UKUPNI ZBROJ BODOVA GRUPE: | | | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | |





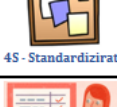
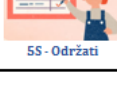
Slika 29. Audit obrazac Vertiv (preuzeto iz internih materijala tvrtke Vertiv)

Obrazac se sastoji od 5 koraka 5S metode + 1 dodatni korak – sigurnost (eng. *safety*). Za svaki korak napisan je cilj/namjera, te što ispitati i što gledati. Prikazane su i sekcije odjela kojeg auditiramo. Pitanja se ocjenjuju od 0 do 4 gdje brojevi označavaju:

- 0: organizacija radnog prostora nije počela,
- 1: organizacija radnog prostora počela, ali postoji puno prostora za unaprjeđenje
- 2: organizacija radnog prostora završena, s malim prostorom za manja unaprjeđenja
- 3: organizacija radnog prostora završena i bez vidljivih grešaka na prvi pogled
- 4: organizacija radnog prostora uzorna za cijelu kompaniju (i kada tražimo grešku, ne nalazimo je).

Maksimalan zbroj po sekciji iznosi 48. Bodovi se zbrajaju po grupama.

Slika 30. prikazuje audit obrazac 5S + 1 Area 2024, iz tvrtke Vertiv. Obrazac je izrađen u Microsoft Excel.

| 5S Audit Form | | | | VERTIV | | | |
|---|--|--|---|---------------------------------|--|--|------------------|
| Datum: | | | | Sekcije odjela kojeg auditiramo | | | |
| Auditor(s): | | | | | | | |
| Namjera / Cilj: | | Što pitati: | Što gledati: | | | | |
|  SIGURNOST (SAFETY) Uređan prostor je siguran prostor; ošteđea se mogu dogoditi bilo kada, spriječimo ih proaktivno. | | Sustavi sigurnosti za djelatnike, radni prostor i okolinu se koriste? | 1. Propisana je i koristi se obvezna zaštitna oprema te je pravilno pohranjena kada se ne koristi? 2. Pravilno se odvajaju otpad te se kemikalije pravilno pohranjuju? | | | | |
|  1S - Sortirati | | Predmeti koji nisu potrebni, neautorizirani ili istrošeni su uklonjeni s radnog mjesta? | 3. Sav nepotreban materijal je uklonjen? | | | | |
|  2S - Složiti | | Bitnije za dijeljena područja, predmeti imaju svoje mjesto te ta mjesta su jasno označena? | 4. Sav materijal je uklonjen s poda? | | | | |
|  3S - Očistiti | | Radno mjesto je čisto i uredno, dovoljno čisto od prašine / masnoća / garaža? | 5. Područje je organizirano? | | | | |
|  4S - Standardizirati | | SS standard za radno mjesto je dostupan i poštuje se? | 6. Označena su mjesta rada, materijala, kretanja i nesukladnosti na podu (plava, bijela, žuta i crvena boja). | | | | |
|  5S - Održati | | Sve akcije od prethodnog SS audita su izvršene na vrijeme? | 7. Podovi su čisti, bez vode, smeća ili maziva? | | | | |
| | | | 8. Postoji dokaz o redovnom čišćenju? | | | | |
| | | | 9. Sve ima svoje mjesto i sve je na svom mjestu? | | | | |
| | | | 10. Standard za SS ćeliju postoji? Layout od SS ćelije postoji? | | | | |
| | | | 11. Standard za područje je održavan? | | | | |
| | | | 12. SS audit je aktualan te su izvršeni zadaci od prošlog audita? | | | | |
| UKUPNI ZBROJ BODOVA SEKCIJE: | | | | | | | |
| Legenda | | | | | | | |
| 0 Organizacija radnog prostora nije počela | | | 3 Organizacija radnog prostora je završena i bez vidljivih pogrešaka na prvi pogled | | | | REZULTAT: |
| 1 Organizacija radnog prostora počela, ali postoji puno prostora za unaprjeđenje | | | 4 Organizacija radnog prostora uzorna za cijelu kompaniju (i kada tražimo grešku, ne nalazimo je) | | | | |
| 2 Organizacija radnog prostora završena, s malim prostorom za manja unaprjeđenja | | | MAX zbroj po sekciji: 48 | | | | |

Slika 30. Audit 5S + 1 Area 2024 (preuzeto iz internih materijala Vertiva)

Obrazac se sastoji od 5 koraka 5S metode + 1 dodatni korak – sigurnost (eng. *safety*). Za svaki korak napisan je cilj/namjera, te što ispitati i što gledati. Prikazane su i sekcije odjela kojeg auditiramo. Pitanja se ocjenjuju od 0 do 4 gdje brojevi označavaju:

- 0: organizacija radnog prostora nije počela,
- 1: organizacija radnog prostora počela, ali postoji puno prostora za unaprjeđenje
- 2: organizacija radnog prostora završena, s malim prostorom za manja unaprjeđenja
- 3: organizacija radnog prostora završena i bez vidljivih grešaka na prvi pogled
- 4: organizacija radnog prostora uzorna za cijelu kompaniju (i kada tražimo grešku, ne nalazimo je).

Maksimalan zbroj po sekciji iznosi 48. Bodovi se zbrajaju po sekcijama. Razlika između ovog obrasca i onog prikazanog na slici 29. jest u tome što ovdje zaposlenik sam dodaje odnosno prilagođava audit prema svojim potrebama.

4.4.7. Ključni pokazatelji uspješnosti (*Key Performance Indicator* - KPI)

Kako je navedeno u potpoglavlju 3.2.8., ključni pokazatelji uspješnosti (*Key Performance Indicator* - KPI) su ključni kvantitativni pokazatelji napretka prema željenom rezultatu. Pružaju fokus za strateško i operativno poboljšanje, stvaraju analitičku osnovu za donošenje odluka i pomažu usmjeriti pažnju na ono što je najvažnije.

Vertiv koristi metodu ključnih pokazatelja uspješnosti. Prema autorovu upitniku, Vertiv ima posebnu *lean* ploču na kojoj se prikazuje napredak 5S-a i relevantni KPI-i. Redovno održavaju sastanke na kojima pregledavaju napretke 5S metode.

4.5. Rezultati *lean*-a u Vertivu

Rezultati *lean* proizvodnje predstavljaju ciljeve i ishode koje organizacija želi postići primjenom *lean* alata.

Glavne prednosti koju je ostvario Vertiv implementacijom *lean* pristupa (prema autorovom upitniku):

- povećana produktivnost i učinkovitost,
- smanjenje otpada i vremena trajanja procesa,
- poboljšana kvaliteta i zadovoljstvo kupaca,
- povećanje morala i angažiranost zaposlenja
- uštede troškova i veća profitabilnost.

Nedostaci *lean*-a (prema autorovom upitniku):

- otpor zaposlenika prema promjenama,
- složenost implementacije i održavanja *lean*-a u praksi,
- mogući pritisak na resurse i kapacitet tijekom prijelaza.

Nedovoljna obuka ili razumijevanje *lean* principa smatra se najvećim izazovom za Vertivove zaposlenike.

U tablici 6. nalaze se primjeri gubitaka u proizvodnji i način na koji ih se eliminira.

| Primjeri gubitaka u proizvodnji | Eliminacija |
|--|---|
| Kvarovi opreme i zastoji | TPM (<i>Total Productive Maintenance</i>) |
| Neispravni proizvodi | Izgradnja kvalitete i <i>Poka-yoke</i> |
| Prekomjerne zalihe i proizvodnja | Kanban, standardni rad |
| Kašnjenja | Vizualno upravljanje, SMED |
| Loša iskorištenost radne snage | Dizajn ćelija i balansiranje linije |

Tablica 6. primjeri gubitaka u proizvodnji i njihova eliminacija (izrada autora prema upitniku)

Programi priznavanja ili nagrade, mogućnost za promaknuće ili napredovanje u karijeri, priznavanje zaposlenika mjeseca/godine te nagrade ili proslave temeljene na timskom radu predstavljaju neke od načina kako Vertiv nagrađuje svoje zaposlenike.

Načini na koje Vertiv promovira kulturu kontinuiranog poboljšanja i angažman zaposlenika u lean procesu (prema autorovu upitniku):

- redovita uloga i edukacija o lean-u,
- poticanje povratnih informacija,
- stvaranje međufunkcionalnih timova,
- uključivanje ciljeva kontinuiranog poboljšanja u procjene radne učinkovitosti.

5. Rasprava

U petom poglavlju slijedi testiranje hipoteza odnosno istraživačkih pitanja te prijedlozi za unapređenje proizvodnje.

5.1. Testiranje hipotezi/istraživačkih pitanja

Istraživačka pitanja korištena su kako bi se olakšalo istraživanje i pisanje samog rada, s fokusom na *lean* proces, *lean* metode i njihov utjecaj na tvrtke. U ovom radu najveći naglasak je bio na 5S metodi u tvrtki Vertiv. Pisanjem samog rada, produbilo se znanje o lean-u i njegovim alatima. Istraživačka pitanja pomogla su pri lakšem prikupljanju informacija.

5.2. Prijedlozi za unapređenje proizvodnje

Prvi prijedlog za unapređenje proizvodnje u Vertivu jest uvođenje „pametnog rješenja“ odnosno IoT (*Internet of Things*) tehnologije. Ono služi za praćenje performansi opreme i predviđanja održavanja istih. Idući prijedlog odnosi se na poboljšanje komunikacije i suradnje između zaposlenika. Cross-funkcionalni timovi formiraju se iz različitih funkcionalnih područja poput nabave, prodaje, proizvodnje, financija, marketinga i dr., kako bi zajednički došli do odgovora na određeni problem ili poboljšali proces. Zadnji prijedlog vezan je uz okoliš i održivi razvoj. Implementacija „*zero waste*“ strategija u proizvodnim procesima. Na taj način bi se minimalizirao otpad. Uključuje bolje iskorištavanje sirovina te recikliranje.

6. Zaključak

Lean proces omogućava tvrtkama da poboljšaju svoje proizvodne procese kroz smanjenje otpada i povećanje vrijednosti za kupce. Uvođenjem *lean* alata, tvrtke si olakšavaju pola posla. Tako 5S metoda organizira radna mjesta, standardizira poslove te održava visoku razinu čistoće, reda, rada i discipline u radnom okruženju. Bitno je da radno okruženje bude ugodno, funkcionalno i produktivno, jer na taj način se zaposlenici osjećaju motivirano i efikasno; a to sve donosi *lean* način. Što se tiče zaposlenika, ključno je osigurati kontinuiranu obuku i podršku kako bi se osigurao uspjeh organizacije ali i samih zaposlenika. Unatoč brojnim izazovima, uključujući otpor prema raznim promjenama, dugoročne koristi *lean*-a značajno pridonose održivom rastu i konkurentnosti tvrtke.

Ovaj rad rezultirao je sveobuhvatnim pregledom trenutne implementacije *lean* metodologije u Vertiv Croatia d.o.o. Analizirajući postojeće procese kroz praktične primjere utvrđeno je da *lean* pristup značajno doprinosi poboljšanju samog procesa, kvalitete proizvoda, zadovoljstvu kupaca te motivirajuće za zaposlene.

LITERATURA

1. AmCham stranica. Dostupno na: <https://www.amcham.hr/vertiv-croatia-doo-m590> pristupljeno 27.04.24
2. Cim Lean Six Sigma, preuzeta slika. Dostupno na: <http://www.cimlss.rs/5s/> . pristupljeno 27.04.2024.
3. Dr. Thomas Goldsby, Robert Martichenko (2005.) Lean Six Sigma Logistic: J. Ross publishing
4. Endromeda Training and Consulting (2017). Poka-yoke slika preuzeta. Dostupno na <https://medium.com/@endromeda/poka-yoke-is-a-error-proofing-simple-technique-3f6be5396370> Pristupljeno 29.06.2024.
5. E savjetovanje, Što je lean menadžment? Dostupno na: <https://esavjetovanje.hr/lean-management/> pristupljeno 17.07.2024.
6. Gerhard Plenert (2007.) Reinventing Lean, Introducing Lean Management into the Supply Chain: Elsevier
7. Interni materijali tvrtke Vertiv
8. Kerber, B. and Dreckshage, J. (2011). *Lean Supply Chain Management Essentials*. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group
9. Martinović, M (2018) Završni rad; *Lean kao način vođenja i upravljanja proizvodnjom klima komora*. Zagreb: Tehničko veleučilište u Zagrebu, rujan.
10. N. Štefanić, I. Veža; Lean menadžment priručnik (2012) *Proizvodnja i usluge*. Zagreb: Lean menadžment inicijativa
11. Piškor, M., Kondić, V. Mađerić, D. (2011.) D. *Proces implementacije Lean-a u malim organizacijama*. Varaždin: Veleučilište u Varaždinu
12. Piškor, M., Kondić, V. (2011.) *Lean Production kao jedan od načina povećanja konkurentnosti hrvatskih poduzeća na globalnom tržištu*. Varaždin: Veleučilište u Varaždinu
13. Stranica KPI.org, <https://www.kpi.org/kpi-basics/> pristupljeno 29.06.2024.
14. Upitnik – izrada autora 2024.
15. Vertiv, Vertiv brošura (2024.) Dostupno na: https://www.vertiv.com/49c675/globalassets/documents/media-kits/vertiv-launch/factsheets/vertiv_factsheet-ig-en-gl-08172018_hrhr_260323_0.pdf pristupljeno 27.04.24

POPIS ILUSTRACIJA I TABLICA

| | |
|---|----|
| Slika 1. Prikaz koncepta lean-a unutar TPS (izrada autora prema Veža, Štefanić, 2012: 3) | 5 |
| Slika 2. „The House of Toyota Production System“ (Veža, Štefanić, 2012; 4)..... | 6 |
| Slika 3. Principi Lean-a (izrada autora prema Veža, Štefanić, 2012; 6.) | 7 |
| Slika 4. Zeleni gubitci (izrada autora prema Veža, Štefanić, 2012; 11)..... | 10 |
| Slika 5. Prikaz 5S metode (izrada autora prema Cim Lean Six Sigma)..... | 11 |
| Slika 6. Koraci 5s metode (izrada autora prema Veža, Štefanić, 2012; 19, 20, 21)..... | 12 |
| Slika 7. Prikaz efektne primjene (izrada autora prema Veža, Štefanić, 2012; 19, 20, 21)..... | 13 |
| Slika 8. Detaljan Kanban jedne kartice (Dreckshage, Kerber, 2011; 80) | 14 |
| Slika 9. Kanban (M. Martinović, 2018; 15) | 14 |
| Slika 10. Kaizen (izrada autora) | 15 |
| Slika 11. Operativni elementi JIT-a (izrada autora prema Dreckshage, Kerber, 2011; 11)..... | 18 |
| Slika 12. Vizualni prikaz principa Poka-yoke (izrada autora prema Endromena, 2017)..... | 18 |
| Slika 13. Tok (izrada prema Veža, Štefanić, 2012; 15). | 19 |
| Slika 14. Dobri KPI-ovi (izrada autora prema stranici KPI.org)..... | 20 |
| Slika 15. Vertiv – logo | 21 |
| Slika 16. Lean kuća Vertiv-a (slika preuzeta iz internih materijala Vertiv-a) | 22 |
| Slika 17. Sadržaj VOS-a (slika preuzeta iz internih materijala Vertiv-a) | 23 |
| Slika 18. Nedostaci (slika preuzeta iz internih materijala Vertiv-a) | 23 |
| Slika 19. Prekomjerna proizvodnja (overproduction) i gomilanja proizvoda u skladištu (inventory) (slika preuzeta iz internih materijala Vertiv-a)..... | 24 |
| Slika 20. Brza promjena (izrada autora prema VOS-u) | 25 |
| Slika 21. Tjedni plan održavanja u Vertiv-u (slika preuzeta iz internih materijala Vertiv-a).. | 26 |
| Slika 22. Program za uključivanje radnika (slika preuzeta iz VOS-a)..... | 26 |
| Slika 23. 5S (slika preuzeta iz VOS-a)..... | 27 |
| Slika 24. obrazac Standard Work Chart (slika preuzeta iz VOS-a) | 28 |
| Slika 25. Sortiranje (slika preuzeta iz VOS-a) | 30 |
| Slika 26. Slaganje (preuzeto iz VOS-a)..... | 30 |
| Slika 27. Spremanje (ilustracija preuzeta iz VOS-a)..... | 31 |
| Slika 28. Standardiziranje (preuzeto iz VOS-a) | 31 |
| Slika 29. Audit obrazac Vertiv (preuzeto iz internih materijala tvrtke Vertiv)..... | 33 |
| Slika 30. Audit 5S + 1 Area 2024 (preuzeto iz internih materijala Vertiva)..... | 34 |

| | |
|--|----|
| Tablica 1. Vrste aktivnosti u procesima prema Veža, Štefanić, 2012; 7..... | 8 |
| Tablica 2. Vrste gubitaka + 1 potencijal zaposlenika prema (izrada autora prema Veža, Štefanić, 2012; 10.) | 10 |
| Tablica 3. Značenje 5S-a (izrada autora prema Veža, Štefanić, 2012; 19)..... | 12 |
| Tablica 4. PDCA (izrada autora prema Piškor, Kondić, 2012; 105, 106)..... | 17 |
| Tablica 5. prikazuje radnu poziciju, implementaciju i održavanje 5S-a i audit 5S (izrada autora prema VOS-u) | 32 |
| Tablica 6. primjeri gubitaka u proizvodnji i njihova eliminacija (izrada autora prema upitniku) | 36 |

Prilog 1. ¹

Case study: Successful Integration of Lean Principles at Vertiv Croatia Zagreb d.o.o.

The questions and data given are solely for the purpose of the final thesis Lean tools as the basis of modern production management, Faculty of Economics, Osijek.

The case study will be elaborated into 3 main categories of questions with multiple answer options, to demonstrate how Lean methodology has improved the business in the best possible way.

1. IMPLEMENTATION QUESTIONS – GENERAL LEAN INFORMATION

PLEASE MARK THE ANSWERS THAT APPLY TO YOUR COMPANY.

What was the motivation for introducing Lean principles into your company and how did the implementation process begin?

- a) Cost reduction and efficiency improvement ✓
- b) Streamlining production processes for data center components ✓
- c) Enhancing quality control in data center manufacturing ✓
- d) Meeting increasing demand for data center infrastructure ✓
- e) Optimizing supply chain management for data center materials ✓
- f) Aligning with industry standards and best practices in data center construction ✓
- g) Adapting to rapid technological advancements in data center design
- h) Other: Engage all employees in Continuous Improvement Process ✓

How were employees trained to apply Lean principles? Please indicate the types of training and methods used.

- a) On-site workshops and seminars tailored to data center production ✓
- b) Specialized online training modules focusing on data center manufacturing ✓
- c) Mentorship programs with Lean experts familiar with data center industry ✓
- d) Simulation exercises using data center assembly processes
- e) Classroom-style training sessions with data center case studies ✓
- f) Cross-functional team training sessions addressing data center challenges ✓
- g) Continuous improvement projects specific to data center manufacturing ✓
- h) Other: _____

Please provide the Vertiv Operating System - Lean Manual.

2. LEAN TOOLS PROCESS, PRACTICE AND FORMS

Which lean tools do you use? **Please mark:**

- 5S ✓
- Kanban ✓
- JIT ✓

¹ Upitnik se koristi u završnom radu te je služio kao interakcija između autora rada i voditelja proizvodnje Vertiva. Upitnik je napisan na engleskom jeziku budući da voditelj proizvodnje ne poznaje hrvatski jezik. Zeleni tekst i zelene kvačice predstavljaju odgovore voditelja proizvodnje.

- Kaizen ✓
- SMED ✓
- Poka-Yoke ✓
- Value Stream Mapping ✓
- Employee Ideas ✓
- Other: _____

Process of Implementation of 5S:

How was the 5S methodology introduced and implemented in your company manufacturing data centers?

- a) Through comprehensive training sessions led by Lean experts ✓
- b) Through gradual implementation in different departments or areas ✓
- c) Through a pilot project followed by company-wide rollout ✓
- d) Through employee-led initiatives with management support ✓
- e) Through outsourcing to specialized consultants
- f) Other: [please specify]

How frequently do you conduct 5S activities in your data center manufacturing company?

- a) Daily ✓
- b) Weekly ✓
- c) Bi-weekly ✓
- d) Monthly ✓
- e) Quarterly
- f) Annually ✓
- g) Other: Explanation: at the end of each shift/day each workstation is being organized by operators, once per week each area is audited by team leaders and supervisors, every second week the 5S for whole factory is audited by management team, once per month the results are reviewed and action assigned for areas not meeting targets, and once per year the targets are being reviewed.

Brief Process Details: *Could you briefly describe the steps involved in the implementation of 5S methodology in your company manufacturing data centers?*

- a) Sort: Organizing and removing unnecessary items from workspaces. In this step, main focus is on removing anything not needed on a daily basis from workstation and finding it appropriate storage location.
- b) Set in Order: Arranging necessary items in an organized manner. In this step, we let the person responsible for the area to organize it in such a way that he has all tools, material and documentation accessible within easy reach.
- c) Shine: Regular cleaning and maintenance of work areas. In this step, we are providing cleaning tools and resources to be able to maintain the level of cleanliness appropriate for each type of work environment.
- d) Standardize: Establishing standard procedures for maintaining cleanliness and orderliness. In this step, we are creating and documenting rules established during previous steps, so everyone entering area can understand and maintain the requirements.

- e) Sustain: Implementing mechanisms to ensure continuous adherence to 5S principles. **In this step, we are establishing auditing rules, frequency and targets.**
- f) Other: [please specify]

Example of 5S Audit Form Used: Can you provide an example of the 5S audit form used to assess adherence to 5S principles in your company manufacturing data centers?

- a) Yes, here is a sample audit form ✓
- b) No, we do not use a standardized audit form
- c) We use a customized audit form tailored to our specific needs ✓
- d) We use digital tools or software for conducting 5S audits
- e) We conduct visual inspections rather than using formal audit forms
- f) Other: [please specify]

Presence of a Lean Board and KPIs for Monitoring 5S Results: Do you have a lean board and key performance indicators (KPIs) to monitor the results of implementing 5S methodology in your company manufacturing data centers?

- a) Yes, we have a dedicated lean board displaying 5S progress and relevant KPIs ✓
- b) No, we rely on other methods for monitoring 5S results
- c) We use digital dashboards or software for tracking 5S performance
- d) We conduct regular meetings or reviews to discuss 5S progress ✓
- e) We utilize visual management techniques rather than a formal lean board
- f) Other: [please specify]

Please provide the forms for 5S that you use in your company.

3. LEAN RESULTS

What are the main benefits or advantages you have achieved by implementing Lean principles in your company? How do you measure and compare the performance of your production process before and after implementing lean approaches?

- A) Increased productivity and efficiency ✓
- B) Reduction in waste and lead time ✓
- C) Improved quality and customer satisfaction ✓
- D) Enhanced employee morale and engagement ✓
- E) Cost savings and higher profitability ✓

What are the disadvantages of Lean?

- A) Initial investment and training costs
- B) Resistance to change from employees ✓
- C) Potential for overemphasis on short-term results
- D) Complexity of implementing and sustaining Lean practices ✓
- E) Possible strain on resources and capacity during transition ✓

What were the biggest challenges in implementing Lean principles in your company, and how did you overcome them?

- A) Resistance from employees or management
- B) Lack of resources or funding
- C) Difficulty in changing entrenched processes or culture
- D) Inadequate training or understanding of Lean principles ✓
- E) Integration with existing systems and practices

Most of the factors mentioned above are present at any Lean implementation (and in general in any major change) and could be overcome by perseverance in providing expert information, support and encouragement.

What are examples of production losses, and how do you eliminate unnecessary losses in the production process?

- A) Equipment breakdowns and downtime *TPM*
- B) Defective products or rework *Build in Quality and Poka-Yoke*
- C) Excessive inventory and overproduction *Kanban, Supermarkets, Standard Work*
- D) Delays or bottlenecks in the production flow *Visual Management, SMED*
- E) Poor workforce utilization and inefficient layout *Cell Design, Line Balancing*

How do you measure and reward employee's improvements or ideas?

- A) Recognition programs or awards ✓
- B) Financial incentives or bonuses
- C) Promotion or career advancement opportunities ✓
- D) Employee of the month/year recognition ✓
- E) Team-based rewards or celebrations ✓

How do you promote a culture of continuous improvement and employee involvement in the lean process?

- A) Regular training and education on Lean principles ✓
- B) Encouragement of feedback and suggestions from all levels of employees ✓
- C) Creation of cross-functional improvement teams or committees ✓
- D) Implementation of suggestion boxes or digital feedback platforms ✓
- E) Incorporation of continuous improvement goals into performance evaluations ✓