

# МОДЕЛ LEAN & SIX SIGMA КАО ОСНОВА МЕНАѢМЕНТА КВАЛИТЕТА У АУТОМОБИЛСКОЈ ИНДУСТРИЈИ

## LEAN & SIX SIGMA MODEL AS THE BASIS OF QUALITY MANAGEMENT IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Марија САВКОВИЋ, Младен ЂУРИЋ\*, Милица БАРЈАКТАРЕВИЋ  
Факултет организационих наука Универзитета у Београду, Београд, Србија

<https://doi.org/10.24094/ptk.021.34.1.205>

*Аутомобилска индустрија је изузетно турбулентна област у којој се промене дешавају веома често и брзо, и неопходно је пратити их, као и прилагођавати им се. Концепт Lean & Six Sigma је један од најважнијих модела менаѢмента квалитета, који омогућава локалним произвођачима и испоручиоцима аутомобилске индустрије да постану ефикаснији и конкурентнији, а посебно да повећавају способност својих процеса, да побољшају развој технологија и иновација, свој квалитет и рад, као и задовољство купаца. Применом различитих метода и техника овог модела, организације из области аутомобилске индустрије могу, како спровести различита побољшања, тако и постићи одређене уштеде. Први део рада даће приказ модела Lean & Six Sigma у области аутомобилске индустрије, као и користи које се остварују применом овог модела. Након тога, биће приказан преглед најзаступљенијих алата, метода и техника који се примењују у оквиру овог модела у аутомобилској индустрији. У завршном делу рада, биће представљени резултати истраживања спроведеног у Србији, са циљем да се утврди ниво до кога компаније из аутомобилске индустрије примењују овај модел, као и која побољшања са собом овај модел доноси. Стога, налази овог истраживачког рада односиће се на побољшања квалитета која настају применом модела Lean & Six Sigma у аутомобилској индустрији.*

**Кључне речи:** менаѢмент квалитета; модел Lean & Six Sigma; аутомобилска индустрија; побољшавање квалитета; алати

*The automotive industry is an extremely turbulent area where changes happen very often and quickly, and it is necessary to monitor them as well as adapt to them. The Lean & Six Sigma concept is one of the most important Quality Management models, enabling local automotive manufacturers and suppliers to become more efficient and competitive, and in particular to increase the ability of their processes, improve technology and innovation, quality and performance, and satisfaction. customers. By applying different methods and techniques of this model, organizations in the field of automotive industry can both implement various improvements and achieve certain savings. The first part of the paper will present the Lean & Six Sigma model in the field of automotive industry as well as the benefits that are realized by applying this model. After that, an overview of the most common tools, methods and techniques used within this model in the automotive industry will be presented. The final part of the paper will present the results of research conducted in Serbia, with the aim of determining how much the automotive industry company applies this model and what improvements this model brings with it. Therefore, the findings of this research paper will relate to quality improvements resulting from the application of the Lean & Six Sigma model in the automotive industry.*

**Key words:** Quality Management; Lean & Six Sigma model; Automotive industry; Quality Improvement; Tools

---

\* Corresponding author, e-mail: mladen.djuric@fon.bg.ac.rs

## 1 Увод

Овај рад разматра питања која се односе на модел *Lean & Six Sigma*, који представља основу менаџмент квалитета, као и примену овог модела у аутомобилској индустрији.

Постоји велики број алата, метода и техника које се користе у организацији. Само права комбинација алата и примена истих на прави начин могу да доведу до одређених побољшања у организацији. Проблем који ће се разматрати у оквиру ове теме фокусираће се на само побољшање до ког се долази адекватном применом алата у аутомобилској индустрији.

Предмет истраживања представља преглед литературе, који треба читаоца да упозна са основним појмовима, као што су: квалитет, менаџмент квалитета, аутомобилска индустрија, модел *Lean*, модел *Six Sigma*; затим да прикаже саму интеграцију модела *Lean & Six Sigma*, где се они примењују и који су њихови најзначајнији алати.

Сврха рада је повећање свести о значају модела *Lean & Six Sigma*, као и које бенефите са собом доноси овај модел и где се може примењивати.

Циљ овог истраживачког рада је приказ модела *Lean & Six Sigma*, као и приказ техника и алата који се користе у моделу *Lean & Six Sigma*. Поред тога, приказује се однос *Lean & Six Sigma* и менаџмент квалитета и њихова примена у аутомобилској индустрији. Такође, аутор рада жели да утврди колико организација аутомобилске индустрије примењује овај модел, која побољшања са собом доноси, да ли постоје одређена ограничења која спутавају организацију да примени модел *Lean & Six Sigma*, као и који су најчешћи алати који се примењују у аутомобилској индустрији.

Резултати овог истраживачког рада односиће се на резултате и побољшања која настају применом модела *Lean & Six Sigma* у аутомобилској индустрији; да ли су организације приметиле побољшање применом овог модела и који су то најзаступљенији алати које испитаници примењују.

## 2 Модел *Lean & Six Sigma*

### 2.1 Преглед модела *Lean*

Појам „lean“ представља филозофију који је изведен из TPS (Ng et al, 2019). Основна визија lean-а је фокусирање на појединачни производ и његов ток вредности (идентификовање активности које додају вредност и активности без додавања вредности), и елиминисање свих отпада у свим областима и функцијама унутар система (Pepper & Spedding, 2010). *Lean* окружење има вишедимензионалну филозофију која се састоји од производње са смањеним отпадом, непрекидног и несметаног тока, одржавање опреме, добро успостављеног тоталног менаџмента квалитетом и добро обучене и оспособљене радне снаге, који имају значајан утицај (квалитет, трошкови, одживост и флексибилност) на перформансе (Chaurasia, Garg & Agarwal, 2019).

*Lean* производња има за циљ континуирани ток свих производних процеса са минималним расипањем. Читав процес мора бити без чекања, прекида и повратног тока (Sabadka, 2014). Основни принципи lean концепта су: Идентификација активности које додају и које не додају вредност, Стандардизација процеса, Континуирани ток, Вучни систем (pull), Квалитет на првом месту и Континуирано побољшање. (Barac, Milovanović & Andjelković, 2010).

Постоји седам врста муда (отпада) којима се бави Toyota производни систем: Прекомерна производња, чекање, транспорт, неприкладна обрада, Work-In-Process (WIP), прекомерни покрети и неисправни производи (Raghunath & Jayathirtha, 2013):

### 2.2 Преглед модела *Six Sigma*

*Six Sigma* је емпиријска и статистичка техника унапређења процеса (Kohli & Singh, 2015). Израз *Six Sigma* односи се на статистичку меру стопе оштећења у систему. Подложен статистичким техникама, он представља структуриран и систематичан приступ побољшању процеса (Pepper & Spedding, 2010). Процес *Six Sigma* значи да 6 стандардних одступања, односно

девијација, стане на сваку страну од средње вредности, између средње и границе спецификације. Six Sigma у процентима изједначава се са тачношћу 99,9997% или 3,4 недостатака на милион могућности да се направи квар (Vivekananthamoorthy & Sankar, 2011). Six Sigma помаже организацији да идентификује и контролише варијације у процесима који највише утичу на перформансе и добит (Sayer & Williams, 2012). Six Sigma иницијативе смањују број недостатака који помажу компанији да повећа задовољство купаца и финансијску корист (Habidin & Yusof, 2013).

Примена Six Sigma у разним индустријама добро је документована у литератури. У почетку је Six Sigma била усредсређена на производне погоне; међутим, како је приступ са годинама сазревао, Six Sigma је почела да се све више користи у услужној индустрији и у различитим гранама производње, као што су прехранбена индустрија, аутомобилска индустрија и тако даље (Pacheco et al, 2015).

Основни принципи Six Sigma стратегија су: Фокусирање на купце, Фокусирање на процесе, Фокусирање на запослене, Проактивно управљање, Управљање и унапређење засновано на подацима, информацијама и знању, Организација за подршку Six Sigma и Савршенство као дугорочни циљ (Kučerová, Ml̄kva & Rusková, 2013).

### **2.3 Примена модела Lean & Six Sigma**

Lean & Six Sigma се може описати као методологија која прати DMAIC структуру, како би се постигло задовољство купаца у погледу квалитета, испоруке и трошкова. Фокусира се на побољшање процеса, задовољавање купаца и постизање бољих финансијских резултата за пословање (Salah, Rahim & Carretero, 2010).

Кључна разматрања при конструисању новог и свеобухватног оквира за Lean Six Sigma су: мора бити стратешки и усмерен на процес; оквир треба да буде уравнотежен између две филозофије како би се искористиле препознате предности обе; мора се постићи равнотежа између сложености и одрживости; и требало би да буде структуриран према типу проблема који се јављају (Pepper & Spedding, 2010).

### **2.4 Предности и недостаци од примене модела Lean & Six Sigma**

Главне предности система lean производње су: Побољшати продуктивност, Укупно смањење расипања, Смањити трошкове, Смањите недостатке, Свеукупно побољшање квалитета (Sabadka, 2014).

Six sigma може смањити недостатке уклањањем варијација из производних процеса. То заузврат може помоћи у уклањању отпада из процеса на три кључна начина: Смањити број производа који се морају отписати; Смањити сировине, енергију и резултирајући отпад који настаје шкартом; Смањити количину енергије, сировина и отпада насталих поправљањем неисправних производа које треба прерадити (Sabadka, 2014).

Препреке због којих компаније нису у могућности да ефикасно примене Six Sigma, и могу бити наведене као: недостатак ресурса, унутрашњи отпор; недостатак вођства од стране највиших руководиоца; недостатак знања о six sigma; недовољно организационо усклађивање; културне баријере; лоша обука и тренирање; погрешно представљање да је six sigma превише сложена за употребу; погрешна идентификација параметара процеса; јаз у прикупљању података; лош избор six sigma пројекта, итд (Raghunath & Jayathirtha, 2013).

Предности Lean & Six Sigma попут уклањања отпада, смањења недостатака, минимизирања варијација процеса и повећања квалитета, одражава да је Lean Six Sigma иницијатива за унапређење пословања изврности која се бави тренутним изазовима у аутомобилској индустрији. Због тога се Lean Six Sigma у овом контексту сматра важним катализатором континуираног тражења бољих перформанси (Habidin & Yusof, 2013).

## 3 Lean & Six Sigma алати

### 3.1 Преглед Lean алата, метода и техника

#### 3.1.1 Just In Time

JIT је концепт који се користи да се опише правовремена испорука свих услуга или материјала до следећег процеса у VA процесу. Концепт JIT уведен је ради минимизирања расипања вишка залиха и негативних новчаних токова књиговодствених трошкова залиха (Voehl et al, 2014). JIT помаже елиминисању непродуктивних залиха и тако помаже у смањењу залиха, времену извођења радова, поновном раду и простору. Главна сврха је да се сировине или компоненте испоруче на производну линију како би стигле баш у време када су потребне (Kohli & Singh, 2015).

Предности JIT-а могу се навести као повећање продуктивности, смањење укупних производних трошкова, побољшање процеса квалитета и смањење отпада и прераде, што резултира повећањем квалитета производње (Durakovic et al, 2018).

#### 3.1.2 Value Stream Mapping

Мапирање тока вредности први је корак у примени *lean*-а и пружа мапу тренутног стања компаније. Карта је та која приказује активности које додају вредности и активности које не додају вредности производне линије, од фазе сировине до испоруке купцима. Ова мапа се користи за утврђивање разлога настанка отпада и за утврђивање који *lean* алат треба користити за смањење тог отпада. Након примене потребних *lean* алата, развија се још једна мапа која показује будуће стање компаније (Durakovic et al, 2018).

VSM приказује целокупне процесе и активности који стварају вредност за купца, користећи стандардне симболе и бројеве, што доводи до комуникационог алата за унутрашњу комуникацију и приказује резултате са целом организацијом. VSM је поступак визуелног мапирања протока информација и материјала. (Che Ani, Razali & Rhaffor, 2014).

#### 3.1.3 Standard Work

Стандардни рад је алат који се тиче труда радника. У концепту стандардизације рада се користи Pareto графикон, дијаграм расипања, хистограм, итд. Циљ стандардног рада је постизање високог квалитета производа. У стандардном раду је *takt time* веома корисан и важан. Произведени производ треба да буде краћи или једнак *takt time*-у. Стандардни рад следи PDCA циклус. PDCA је врло важан за помоћ у стандардизацији. Стога је стандардизација рада веома користан алат за *Lean* имплементацију (Pandya & Shah, 2015).

Стандардни рад у производњи *lean*-а има неколико главних елемената: Стандардни редослед операција (правило стандардизованих покрета, чиме се смањују варијације у процесу), Стандардно време (у *lean* производњи, *takt time* сваког производног процеса се активно води и контролише што омогућава континуирани то), Стандардни инвентар ( чиме се омогућава континуирани, несметани ток) (Barac, Milovanović & Andjelković, 2010).

#### 3.1.4 5S

5S методологију креирао је *Ohno Shing*. 5S је методологија организације радног места која користи листу од пет јапанских речи: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* и *shitsuke*. Преведени на енглески језик, сви почињу словом С. Када је реч о **првом кораку** – *seiri/sort* организује ствари по реду (Durakovic et al, 2018), то подразумева сортирање: недовршене производње, непотребних алата, неискоришћене машине, дефектних производа, папира и докумената, као и разликовање потребног од непотребног и ослобађање од непотребног (Imai, 2017). **Други корак** – *seiton/set in order* дизајнира и јасно означава где се ствари чувају. Све треба чувати на правом месту како би се елиминисало непотребно време и енергија за тражење (Durakovic et al, 2018). Средити – неопходно је ствари држати сређене како би се искористиле када затребају (Imai, 2017). Наредни корак обухвата *seiso* – **сијати**. Под тим се подразумева да радно место треба да буде уредно и чисто. Обухвата комплетно чишћење и одржавање радног места и машина, чији је циљ да се лакше уочавају кварови. **Корак 4 је стандардизовати** – *seiketsu/standardize*

документује методе рада (Durakovic et al, 2018), и под тим се сматра да радници треба да се навикну на уредност и чистоћу. То ново постигнуто стање (чисто и уредно радно место) треба стандардизовати. Свака метода да би дала ефекте мора имати стандардизоване процедуре и процесе. Последњи корак је *shitsuke/sustain* – **стабилизирати**, континуирано гради поступке унапређења и придржава се тога (Durakovic et al, 2018). Под тим се подразумева да највише руководство мора да буде посвећено самој примени и одржавању 5S методе, да би радници могли да следе њихов пример (Imai, 2017).

Континуирана примена 5S има неке предности, попут: побољшање квалитета производа или услуга, чисто и продуктивно радно окружење, смањење трошкова, повећање ефикасности и ефективности у процесима, смањење отпада: мање простора за складиштење и изгубљено радно време, смањено времена производње и постављања итд. (Durakovic et al, 2018).

### 3.1.55 whys

Алат који се користи за утврђивање узрока је „5 зашто“. 5 зашто је алат због којег тим наставља да поставља питање „Зашто?“ 3–5 пута како би се дубље дошло до узрока проблема (Furterer, 2009). Питајући "Зашто?" до пет пута се обично може осећати као да се суштина проблема разуме и да би узрок требао бити такође очигледан. Приступ 5 зашто омогућава дубљу истрагу од оне која је обично повезана са дијаграмом рибље кости (Goldsby & Martichenko, 2005).

Предности дијаграма 5 зашто: Помаже у идентификовању основног узрока проблема, Утврђује везу између различитих основних узрока проблема, Један је од најједноставнијих алата (Calohan, 2018).

### 3.1.6 SMED – Single Minute Exchange of Die

*SMED* – једноминутна размена алата. То је методологија која се користи да минимизира времена за промену процеса да би се произвео други излаз (Voehl et al, 2014). Како би што боље пратили тражњу купаца, *lean* производња је увела *SMED* алат који избегава „мртва времена“ и смањује време подешавања операција. Смањивање времена подешавања операција значи да радници могу мењати делове аутомобила који се чешће обрађују на машини и на тај начин доводе до смањења залиха (Chiarini & Vagnoni, 2018).

*SMED* има за циљ да стандардизује и поједностави рад. Важан недостатак *SMED*-а било је разматрање и мотивација људског фактора. Применом *SMED*-а побољшања су била значајна са почетним подацима који су показали смањење времена подешавања у распону од 25% до чак 85%. Употреба машина и опрема повећала се са смањеним подешавањем. *SMED* је, другим речима, „брза замена“ и даље погодна метода не само за побољшање производње већ и за развој опреме (Ulutas, 2011).

### 3.1.7 TPM – Total Productive Maintenance

Тотално продуктивно одржавање (*TPM*) је основна *lean* методологија увођења превентивног одржавања машина, опреме и подизања свести радника о самоодржавању (Chiarini & Vagnoni, 2018). „*TPM* настоји да максимизира ефикасност постројења помоћу свеобухватног система превентивног одржавања, током читавог животног века постројења. Ангажује све запослене, у свим одељењима и на свим нивоима. Мотивише људе на одржавање фабрике преко малих група и добровољних активности“ (Imai, 2017). Његов циљ је најефикасније коришћење постојеће структуре производа (Kohli & Singh, 2015).

Поузданост опреме у производњи је веома важна, јер ако се једна машина поквари читава производна линија могла би да стане. Важно средство које је неопходно за узимање у обзир наглих кварова машине је тотално продуктивно одржавање. У скоро сваком *lean* окружењу тотално продуктивно одржавање је веома важно. Постоје три главне компоненте тоталног продуктивног одржавања: превентивно одржавање, корективно одржавање и превенција одржавања. Превентивно одржавање се односи на редовно планирано одржавање целокупне опреме, а не на случајне прегледе. Радници морају да врше редовно одржавање опреме како би открили било какве аномалије пре него што се појаве. Тиме се могу спречити изненадни

прекиди машина, што доводи до побољшања пропусности сваке машине (Pandya & Shah, 2015).

### 3.1.8 Канбан

Порекло речи Канбан потиче из Јапана, и преводи се као „карта“ или као „етикета“. (Васиљевић & Јовановић, 2008). Канбан је један од главних алата правремено постављеног система који се користи да се олакша равномерни ток производње и равномерна расподела посла између различитих фаза производње и транспорта. Канбан одржава уредан и ефикасан проток робе, материјала и информација током целог процеса производње (Juran & Godfrey, 1998). Канбан систем подржава праћење материјала, процеса и радних станица, олакшавајући запосленима да добију информације, али и смањују време циклуса. Канбан штеди трошкове елиминисањем прекомерне производње, развојем флексибилних радних места, смањењем отпада и шкарта, минимизирањем времена чекања и логистичких трошкова; смањујући тако ниво залиха и опште трошкове (Durakovic et al, 2018).

Канбан је обично штампана картица у провидном пластичном омоту која садржи одређене информације као што су опис дела, број дела и количина или величина серије. Ова картица се поставља на различите контејнере, канте и полице, који држе делове. Ове канбан картице се користе за повлачење додатних делова из претходног поступка како би се заменили они који се користе. При томе се користе само прави делови, у правим количинама и у право време. На то би могли да гледате као на средство за производњу и преношење материјала без отпада (Juran & Godfrey, 1998).

### 3.1.9 Poka-Yoke

„*Poka Yoke* (јапанска синтагма, изворно је имала увредљиву конотацију, у смислу „чак ни особа ограничених могућности ту не може да погрешити“) је приступ за спречавање грешака коришћењем аутоматских уређаја и метода којима се избегавају једноставне грешке, настале као резултат деловања извршилаца“. Као основна идеја овог алата може се рећи да је то избегавање неких радњи и активности које се понављају више пута заредом. То пре свега зависи од саме концентracије извршиоца као и његове меморије. Извршиоци би требали бити креативнији и имати више времена који треба да резултирају повећањем вредности производа (Филиповић & Ђурић, 2009).

### 3.1.10 Kaizen

Каизен је јапанска реч која има значење непрекидно побољшавање, и скуп је пракси које су усредсређене на континуирано побољшање квалитета (Sabadka, 2014). Каизен је стратегија у којој запослени на свим нивоима компаније проактивно раде заједно како би постигли редовна, постепена побољшања (Calohan, 2018). „Каизен је филозогија која је усредсређена на мала побољшања која су учестала и постепена на дуже стазе. Такође, не захтева висока финансијска улагања. Неопходно је да сви запослени буду део процеса, а самим тим резултати ће представљати резултат примене „*know-how*“ радника и њиховог искуства“ (Филиповић & Ђурић, 2009).

Срж каизена је уклањање отпада из циљаног процеса. Каизен укључује све раднике који могу играти критичну улогу у одређеном процесу, и подстиче их да учествују у активностима смањења отпада. Сугестије или мишљења о побољшању процеса и смањењу отпада обично дају запослени који раде у одређеном процесу (Sabadka, 2014).

## 3.2 Преглед Six Sigma алата, метода и техника

### 3.2.1 SIPOC

SIPOC дијаграм је алат који се користи за прикупљање тренутних информација о процесу. SIPOC дијаграми су веома корисни на почетку пројекта за пружање информација пројектном тиму пре него што започну са радом (Vivekananthamoorthy & Sankar, 2011).

У основи SIPOC дијаграма који се користи је комбинација матрице дијаграма тока и она укључује: Додављаче, Улазе, Процес, Излазе и Купце (Voehl et al, 2014).

Општи начин цртања SIPOC-а почиње од купца (десно) и ради се према добављачу (лево) (Rana & Kaushik, 2018). Како би се креирао SIPOC дијаграм неопходно је: Идентификовати кључне активности процеса, Идентификовати резултате процеса и познате купце, Идентификовати улазе у процес и погодне добављаче (Vivekananthamoorthy & Sankar, 2011).

### 3.2.2 FMEA – Failure Mode & Effect Analysis

Анализа начина и ефеката отказа (*FMEA*) је релевантан алат за смањење ризика и спречавање дефеката имплементиран током производног процеса и дизајна процеса (Chiarini & Vagnoni, 2018). *FMEA* систематизована превентивна метода намењена идентификацији и процени потенцијалног неуспеха производа/процеса и његових ефеката, као и одређивања радњи које могу умањити шансу да се потенцијални квар догоди и документује цео процес (Goicoechea & Fenollera, 2012; Furterer, 2009).

Процес *FMEA* укључује следеће кораке: Процес документовања, дефинисати функције, Идентификовати потенцијалне кварове, Навести ефекте сваког начина отказа и узроке, Квантификовати ефекте: озбиљност, појава, откривање, Дефинисање контроле, Израчунавање ризика и губитака, Постављање приоритета кварова, Предузимање акција, Процена резултата (Furterer, 2009).

*FMEA* је обавезно средство у аутомобилској индустрији, како би били свесни различитих кварова који се могу појавити сваког тренутка. Циљ је да се узму у обзир три аспекта: озбиљност отказа, појава неуспеха или вероватноћа појаве и способност откривања или идентификације током процеса (Goicoechea & Fenollera, 2012).

### 3.2.3 SPC – Statistical Process Control

Статистичка контрола процеса (SPC) је скуп статистичких алата за квалитетно оријентисано окружење за решавање проблема у процесима и доношењу одлука од стране менаџера (Paula Alvarenga et al, 2014). SPC помаже да се утврди да ли је процес стабилан и способан да задовољи захтеве корисника. Кроз његову примену људи могу да мере, анализирају и доносе одлуке о посебним узроцима варијације у току процеса. Када се елиминишу узроци, тада се за процес каже да је статистички контролисан (Chiarini & Vagnoni, 2018). SPC карте су ефикасно средство за надгледање и контролу процеса и осигуравање да процес не буде ван контроле. SPC контролне карте су графички алат за праћење активности текућег процеса (Furterer, 2009).

SPC се састоји од седам главних алата, и то су: хистограми, контролни листови, Pareto дијаграми, дијаграми узрока и последице, дијаграми концентрације дефекта (раслојавање), scatter дијаграми и контролне карте. Међу алатима, SPC контролне табеле су један од најпопуларнијих алата (Paula Alvarenga et al, 2014).

### 3.2.4 MSA – Measurement Systems Analysis

Анализа система мерења (MSA) је скуп поступака који се користе за одређивање величине варијације због система мерења и да ли су подаци мерења валидни. Један од најчешћих проблема система мерења (мерног система) јавља се када су у питању квалитативне вредности (као што је на пример прошао/одбијен), а не када су квантитативне вредности (бројчани подаци). То је зато што је процењивачима (људима који обично врше мерења) веома тешко да примене исту оперативну дефиницију шта је „добро“, а шта „лоше“. Будући да се у индустрији многи мерни системи баве квалитативним подацима, процена поступка визуелног прегледа је савремени приступ осигурању квалитета у већини производних организација (Simion, 2019).

Анализа мерних система (MSA) је алат за анализу и идентификацију извора варијација у мерном систему. Користи се за утврђивање величине грешака у мерењима и за осигуравање да инспекције и контроле испуњавају захтеве производа (Chiarini & Vagnoni, 2018).

### 3.2.5 DMAIC

DMAIC је мапа, или корак по корак приступ, за разумевање и побољшање организационих изазова (Goldsby & Martichenko, 2005).

**Define** – **Дефинисање** је прва фаза било ког пројекта Six Sigma и углавном се бави праћењем захтева купаца. Спецификације које пружају купци се у овој фази поново постављају и

преиспитују. Одржане су различите сесије brainstorming-а и нацртан је дијаграм процеса и SIPOC дијаграм. (Rana & Kaushik, 2018).

**Measure – Мерење** је други корак методологије Six Sigma. Циљ фазе мерења је успостављање јасног разумевања тренутног стања процеса који се жели побољшати (Vivekananthamoorthy & Sankar, 2011).

**Analysis – Анализа**, трећа фаза методологије Six Sigma. У овој фази се врши анализа утврђивања стварног узрока помоћу различитих статистичких алата. После сазнања опсега проблема у фази мерења, одржавају се различите сесије о brainstorming-у и припрема се листа сумњивих извора и узрока проблема (Rana & Kaushik, 2018). Тим идентификује неколико могућих узрока варијација или недостатака који утичу на излазе процеса. Један од најчешће коришћених алата у фази анализе је „Дијаграм узрока и последице“ (Vivekananthamoorthy & Sankar, 2011).

**Improve – Побољшање** је четврта фаза Six Sigma Dmaic методологије, и у овој фази се побољшава узрок проблема применом корективних мера које препоручује тим у фази анализе (Rana & Kaushik, 2018). У овом кораку, фази побољшања, тим би спровео brainstorming како би изабрао мере које би отклониле потврђене узроке, и које би довеле до трајних побољшања процеса. Најпожељнији алат који се користи у овој фази је дијаграм афинитета. Мерење податка довело је и до анализе података да би се знало где је процес, као и време за побољшање тог процеса. Једна од важних метода која се користи за побољшање процеса је дизајн експеримената (Vivekananthamoorthy & Sankar, 2011).

**Control – Контрола** је завршна фаза Six Sigma Dmaic методологије. У овој фази се проверавају резултати фазе побољшања. Прави циљ ове фазе је да се провери имплементација и подигне систем повратних информација уколико се примете одступања (Rana & Kaushik, 2018). Једно од важнијих средстава које се могу користити за постизање овог циља је SPC. Сврха SPC-а је да практиканту пружи повратну информацију у реалном времену која показује да ли је процес под контролом или не. Постоје и неки lean алати попут 5S-а, Kaizen-а, канбана, рока-уоке итд. (Vivekananthamoorthy & Sankar, 2011).

### 3.2.6 Дијаграм узрока и последице

Дијаграми узрока и последице су графикони који идентификују потенцијалне узроке одређених проблема квалитета. Они се често називају дијаграмима рибље кости јер изгледају као кости рибе (Isac, 2010). *Kaoru Ishikawa* је први примео овај алат у Јапану, па је због тога у свету познат и под именом „*Ishikawa* дијаграм“ (Филиповић & Ђурић, 2009). Његова употреба усмерава пажњу свих на структуриран начин на стварне основне узроке проблема и избегава да се пажња одврати од симптома (Raghunath & Jayathirtha, 2013). Осим тога помаже да се идентификују највероватнији узрокови узроци проблема. Овај алат може помоћи да се фокусира на решавање проблема и смањи субјективно одлучивање (Vivekananthamoorthy & Sankar, 2011).

### 3.2.7 Pareto дијаграм

Pareto дијаграм приказује да је већина ефеката проузрокована од стране мањег броја утицаја, односно чинилаца. Овај дијаграм је први примео Juran, у области квалитета (Филиповић & Ђурић, 2009). Назив овог дијаграма потиче од италијанског економисте Vilfredo Pareto, који је запазио да је 80% богатства у Милану било у рукама само 20% становништва. Импликација правила 80/20 је да већина напора није ефикасна и треба их смањити. Стратешки циљ би био искористити и максимизирати напоре који доносе већину резултата (Powell & Sammut Bonnici, 2017).

Pareto дијаграм помаже да се изврши раздвајање између мањег броја најважнијих чинилаца и већег броја неважних чинилаца, а то самим тим доводи до побољшања. Овај алат помаже да се изврши анализа података које се налазе у табелама за управљање (Филиповић & Ђурић, 2009). Применом Pareto дијаграма могуће је приказати: Укупан ефекат појава, рангираних према величини, Нумерички изражене вредности, и Кумулативни проценат вредности (Juran & De Feo, 2010).



## 4 Истраживање и завршна дискусија

### 4.1 Методологија истраживања

Метода која је коришћена за прикупљање података овог истраживања је испитивање на основу анкетног упитника. Испитивање је вршено уз помоћ друштвене мреже LinkedIn, где је анкетни упитник дистрибуиран циљној групи. На основу прегледа литературе, аутор овог рада је дефинисао анкетни упитник са циљем прикупљања података који би потврдили или оповргнули постављене хипотезе. Такође, циљ анкетног упитника је и упознатост запослених, који раде на различитим позицијама у организацији, са моделом *Lean & Six Sigma*; да ли они примењују овај модел, и ако примењују да ли су приметили побољшања која настају применом поменутог модела, као и у којој мери су приметили побољшања.

Упитник је попунило 133 испитаника, док је послато 250 упитника. Стопа одговора анкетног упитника износи 53,2%.

### 4.2 Резултати истраживања

#### **ПРВИ ДЕО – Структура испитаника и њихове организације**

Први корак приликом анализе резултата упитника који је спроведен, подразумева дефинисање структуре испитаника, као и увид у то која је структура испитаника највише упозната са моделом *Lean & Six Sigma* у аутомобилској индустрији.

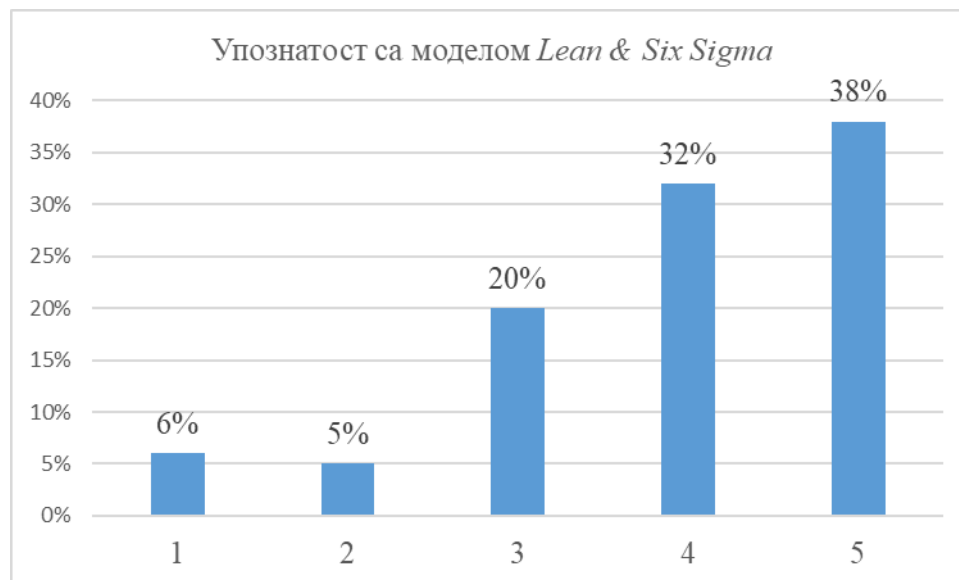
У Табела 1, можете видети структуру испитаника и њихове организације. Аутор овог рада је анкетни упитник проследио запосленима у аутомобилској индустрији, који су запослени на различитим хијерархијским нивоима у организацији, како би се увидео да ли су упознати са самим моделом *Lean & Six Sigma* и његовом применом у организацији. Стога као резултат истраживања у највећој мери структуру испитаника чини топ менаџмент (45%). Углавном су испитаници запослени у организацијама, које броје преко 1000 запослених (57%), али и једна десетина запослених је део мале организације (10%). Стога може се закључити да 86% испитаника броји више од 250 запослих у организацији, и то показује да су овај упитник попуниле велике организације, ако се посматра према критеријуму величине организације. Када је реч о постојаности организација на тржишту, у највећој мери реч је организацијама које имају дугу традицију на тржишту, преко више од 12 година (44%). Али не треба запоставити ни организације које су да кажемо новије, са постојаношћу до 3 године, којих има око 27%.

Табела 1 Структура испитаника и њихове организације (Извор: аутор)

Фактор	Категорија	Процент учешћа у истраживању (%)
Хијерархијски ниво испитаника	Топ менаџмент	45%
	Средњи менаџмент	37%
	Оперативни менаџмент	19%
Број запослених у организацији	До 50 запослених	10%
	Од 51 до 250 запослених	4%
	Од 251 до 1000 запослених	29%
	<b>Више од 1000 запослених</b>	<b>57%</b>
Постојаност организације на тржишту	Мање од годину дана	5%
	Од 1 до 3 године	23%
	Од 4 до 6 година	14%
	Од 7 до 12 година	14%
	<b>Више од 12 година</b>	<b>44%</b>

## ДРУГИ ДЕО – Упознатост испитаника са моделом *Lean & Six Sigma*

Када је реч о нивоу упознатости са моделом *Lean & Six Sigma*, што је и један од циљева, испитаници су оцењивали на скали од 1 до 5, при чему 1 означава да „нису упознати“, док 5 означава „потпуно сам упознат/а“. Резултати су приказани на графикаону 1. Дакле, 70% испитаника се изјаснило да су у великој мери или потпуно упознати са моделом *Lean & Six Sigma*, што је одличан показатељ „популарности“ овог модела који са собом доноси одређена побољшања, наравно уколико се адекватно примењује.



Графикон 1 Упознатост испитаника са моделом *Lean & Six Sigma* (Извор: аутор)

Карактеристике примене модела *Lean & Six Sigma* су приказане у Табела 2. Као што се може видети чак 90% испитаника примењује модел *Lean & Six Sigma*, односно 120 испитаника. Остали испитаници ће се искључити из даљег истраживања, тј. организације које не примењују модел *Lean & Six Sigma* или нису упознати са моделом *Lean & Six Sigma*. Ако се осврнемо на Графикон 1, можемо да закључимо да 70% испитаника, који су у великој мери упознати са моделом *Lean & Six Sigma*, примењују сам модел на своје пословање у организацијама аутомобилске индустрије.

Када је реч о временском оквиру саме примене овог модела, у највећој мери реч је о периоду између 1 и 6 година (54%). Уколико би се извршило анализирања питања „Колико дуго организација постоји на тржишту и колико дуго примењује модел *Lean & Six Sigma*?“, дошло би се до закључка да је највећи проценат примењености модела у односу на постојање организације на тржишту у периоду од 1 до 3 године. Такође, може се закључити да и организације које послују више од 12 година, доста дуго примењују овај модел.

Начин примене модела *Lean & Six Sigma* у испитаним организацијама аутомобилске индустрије показује да је код 50% испитаника најпре примењен *Lean* модел, затим проценат од 45% показује да је модела *Lean & Six Sigma* истовремено примењен у испитаним организацијама, док је само 5% испитаника одговорило да је прво примењен *Six Sigma* модел. Према литератури, која је наведена у овом раду, најбоље и најефикасније је применити модел истовремено, односно извршити интеграцију, јер ће се на тај начин приказати побољшања која се остварују његовом применом.

Добијени резултати говоре да је половина испитаника користило сопствене реурсе у интеграцији са ангажовањем консултаната за имплементацију модела *Lean & Six Sigma*, или само сопствене ресурсе (47%), док је мали број свега 3% искључиво анаговало консултанте. Стога се може рећи да су се организације ослониле на сопствене запослене, чиме смо и имали прилику да сведочимо када је реч о упознатости са моделом *Lean & Six Sigma* (око 70%).

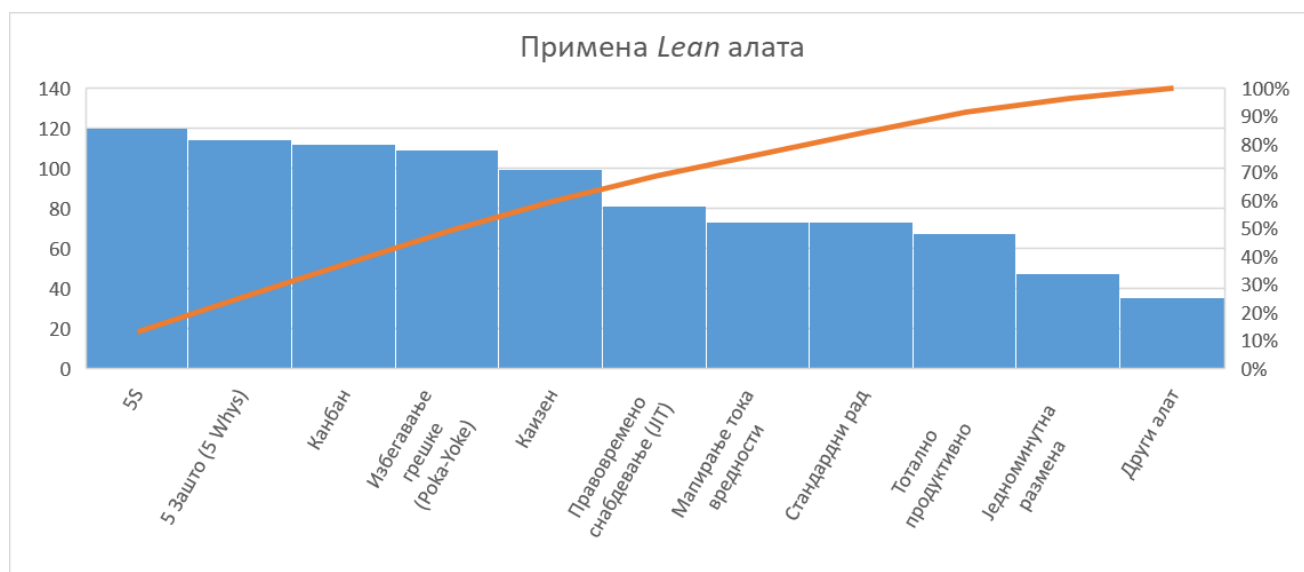
Табела 2 Карактеристике примене модела Lean & Six Sigma (Извор: аутор)

Фактор	Категорија	Процент учешћа у истраживању (%)
Примена модела Lean & Six Sigma	Да	<b>90%</b>
	Не	5%
	Нисам упознат/а	5%
Временски оквир примене модела Lean & Six Sigma	Мање од годину дана	11%
	<b>Од 1 до 3 године</b>	<b>30%</b>
	Од 4 до 6 година	24%
	Од 7 до 12 година	16%
	Више од 12 година	19%
Начин примене модела Lean & Six Sigma	<b>Прво је примењен модел Lean</b>	<b>50%</b>
	Прво је примењен Six Sigma модел	5%
	Истовремено је примењен модел Lean & Six Sigma	45%
Коришћени ресурси за имплементацију модела Lean & Six Sigma	Искључиво сопственим ресурсима	47%
	<b>Сопственим ресурсима и ангажовањем консултаната</b>	<b>50%</b>
	Искључиво ангажовањем консултаната	3%

### **ТРЕЋИ ДЕО – Алати, побољшања, препреке и бенефити приликом примене модела Lean & Six Sigma**

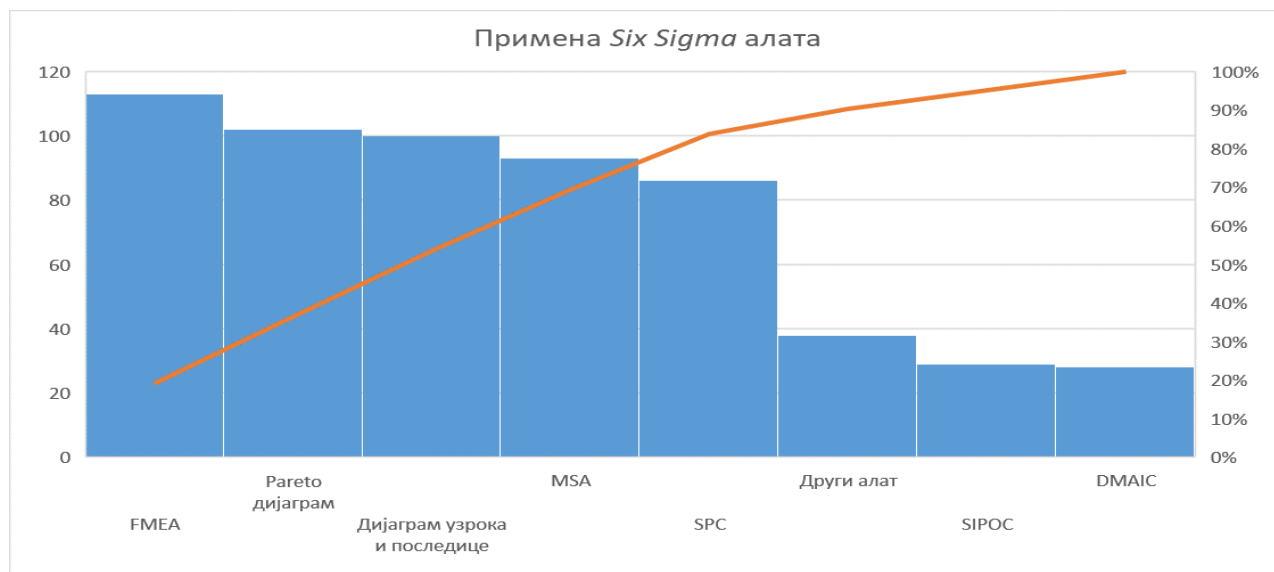
У оквиру теоријског дела, представљени су *Lean* и *Six Sigma* алати, са њиховим дефиницијама, али и предностима и бенефита од њихове примене.

Примена *Lean* алата приказано је на *Графикон 2*, Парето дијаграмом. Резултати упитника показују да су топ 5 најчешће коришћен *Lean* алат: 5S (120 испитаника), 5 whys (114 испитаника), Канбан (112 испитаника), Рока-Јоке (109 испитаника), Каизен (99 испитаника).



Графикон 2 *Lean* алати који се примењују у аутомобилској индустрији (Извор: аутор)

Примену Six Sigma алата можете погледати на Графикон 3. Као најзаступљенији Six Sigma алати, нашли су се FMEA (113 испитаника), Pareto дијаграм (102 испитаника) и Дијаграм узрока и последице, познатији као Ишикава дијаграм (100 испитаника).



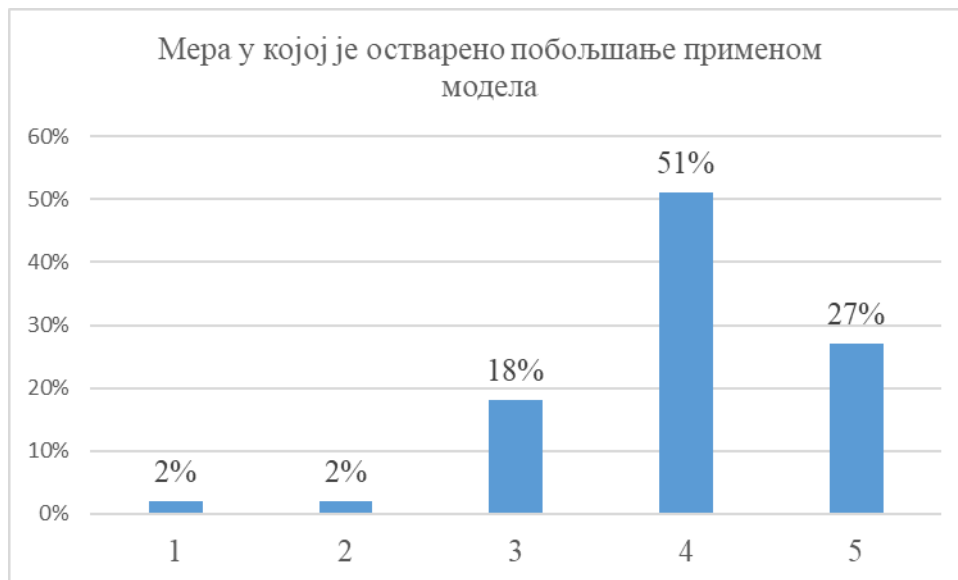
Графикон 3 Six Sigma алати који се примењују у аутомобилској индустрији (Извор: аутор)

На питање да ли су испитаници приметили побољшања која настају као резултат примене модела Lean & Six Sigma (Графикон 4) закључује се да је преко 90% испитаника уочило побољшања (тачније 92%), само 2% испитаника је одговорило да нису приметили побољшања, док 6% није упознато са тим. Овако велики проценат примећеног побољшања од примене модела Lean & Six Sigma може се довести у везу са самом упознатомшћу и применом модела у организацијама испитаника, али и колико дуго организације примењују овај модел. Такође, уочена побољшања настају и на основу примене алата, метода и техника из којих се састоји модел Lean & Six Sigma.



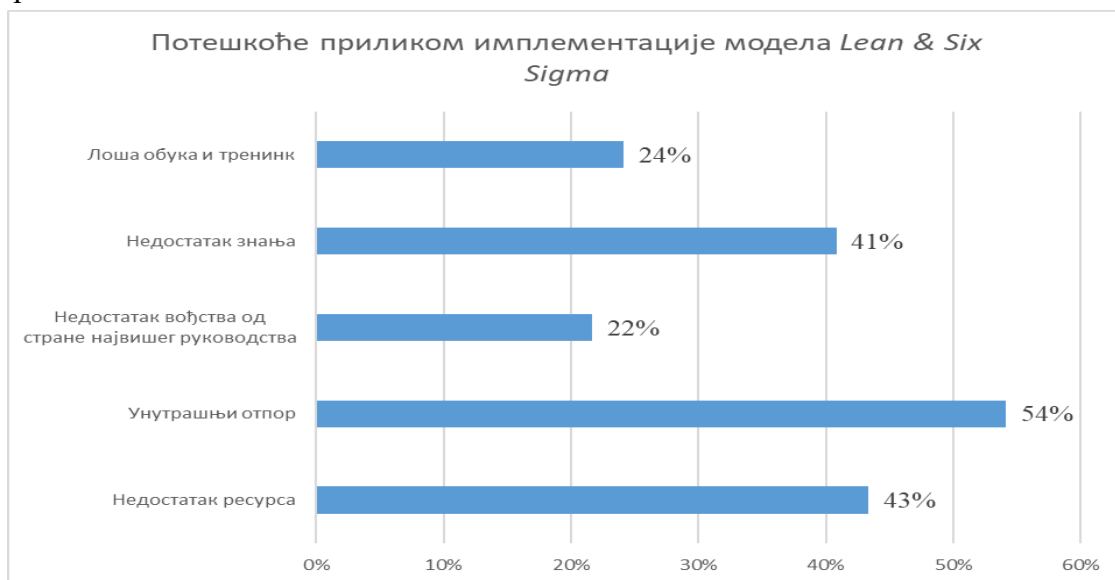
Графикон 4 Уочавање побољшања која су резултат примене модел Lean & Six Sigma (Извор: аутор)

На Графикон 5 су приказане оцене испитаника у којој мери је примећено побољшање од примене модела Lean & Six Sigma. Побољшана су дата на скали од 1 до 5 на следећи начин (1 – није примећено побољшање; 5 – у великој мери је примећено побољшање). Дакле, од 92% испитаника који су уочили побољшање (видети Графикон 4), 78% су у већој мери остварили побољшања применом модела Lean & Six Sigma.



Графикон 5 Мера у којој је остварено побољшавање приликом примене модела *Lean & Six Sigma* (Извор: аутор)

На основу литературе, примећене су и одређене потешкоће приликом имплементације овог модела. Аутор рада је на основу одговора упитника јасно увидео да и у великим и у малим организацијама постоје одређене потешкоће, односно препреке, које онемогућавају или успоравају имплементацију овог модела. На Графикон 6, јасно се виде потешкоће и њихова учесталост у испитаним организацијама. Такође, као потешкоће, испитаници су додали и непостојање контрол плана, одрживост побољшања, неповерење људи у предлоге и решења, покушај примене унапређења без потпуне имплементације стандардизованих процеса; док неки нису приметили потешкоће.



Графикон 6 Потешкоће приликом имплементације модела *Lean & Six Sigma* (Извор: аутор)

Како су у оквиру рада приказане потешкоће приликом имплементације модела *Lean & Six Sigma*, тако су у раду приказана и побољшања ( до којих се долази приликом адекватне примене модела. Највећи број испитаника је навело да се применом модела *Lean & Six Sigma* остварује смањење трошкова (83% испитаника), повећање продуктивности (82% испитаника), побољшавер квалитета (81% испитаника) и смањење дефекта. Такође, испитаници су навели још нека побољшања која су приметили, и то су повећање доступности опреме и повећање мотивисаности запосних. Ово питање доводи се у везу са питањем у којој је мери остварено побољшање (Графикон 5), а обзиром да је 78% испитаника у већој мери увидело побољшања,

може се закључити да су заиста применили модел и сагледали резултате на основу примене модела који доводе до побољшања у пословању.



Графикон 7 Бенефити који се остварују применом модела Lean & Six Sigma (Извор: аутор)

## 5 Закључак

Аутомобилска индустрија је постигла велики раст у претходним годинама, а то се доводи у везу са квалитетом који „излази“ из фабрика и производних погона ове индустрије. Све заједно показује да без квалитета не би могла опстати аутомобилска индустрија; а с друге стране у овој индустрији се примењује највише алата, метода и техника који представљају део модела Lean & Six Sigma.

Циљ рада је да прикаже, односно покаже да примена модела Lean & Six Sigma у аутомобилској индустрији доводи до одређених побољшања. Стога се на крају може закључити да су организације упознате са моделом Lean & Six Sigma и његовом применом у организацији, као и са побољшањима које овај модел са собом доноси. Такође, препознати су улога, значај и важност примене овог модела.

Најефикасније је применити истовремено модел Lean & Six Sigma, јер се на тај начин могу уочити побољшања, али и истовремена примена доводи до сталног унапређење процеса. Као препознати бенефити, односно побољшања, који су настали применом овог модела могу се издвојити: смањење трошкова, побољшање продуктивности, побољшање квалитета, смањење дефеката и многа друга побољшања.

Резиме закључка и резултата истраживачког рада обухвата констатацију да:

- постоји веза између примене модела Lean & Six Sigma и менаџмента квалитета кроз побољшавање квалитета,
- је аутомобилска индустрија од битног значаја за будући развој неких нових алата, техника и метода,
- је услов за опстанак на тржишту, стално побољшавати, пратити и унапређивати пословање у организацији,
- запослени у овим организацијама примењују које бенефите остварују приликом имплементације и примене модела Lean & Six Sigma.

Када се говори о ограничењима, један од фактора који утиче на резултате овог истраживања је време. Под тим се подразумева време које је неопходно за спровођење истраживања и прикупљање података, јер је ова тема изузетно комплексна. Аутор овог рада сматра да би додатно време још више утицало релевантност података.

На основу дуге историје и позитивних резултата прочитаних у другим радовима, аутор овог рада сматра да ће модел Lean & Six Sigma наставити са тенденцијом сталног развоја.

## 6 Литература

- [1] **Alvarenga, T., A.J., Abreu, C.M., Piekarski, J., Bittencourt, E.A., Matos,** Statistical process control (SPC): A control tool against waste of inputs in Brazilian dairy, *Intenational independent Journal of Management & Production (IJM&P)*, 5 (2014), pp. 214-226.
- [2] **Barac, N., G., Milovanović, G., A., Andjelković,** Lean production and Six Sigma quality in lean supply chain management, *Economics and Organization*, 7 (2010), pp. 319–334.
- [3] **Calohan, J.,** LEAN/Six Sigma – Concepts & Principles, *CURIS Consulting*, 2018
- [4] **Chaurasia, B., D., Garg, A., Agarwal,** Lean Six Sigma approach: a strategy to enhance performance of first through time and scrap reduction in an automotive industry, *International Journal of Business Excellence, Inderscience Enterprises Ltd*, 17 (2019), pp. 42-57.
- [5] **Che Ani, M.N., M.A., Razali, K.A., Rhaffor,** The Effectiveness of Value Stream Mapping (VSM) as an Improvement Tool for the Manufacturing Operation, *Advanced Materials Research, Applied Mechanics and materials*, 575 (2014), pp. 905-909.
- [6] **Chiarini, A., E. Vagnoni,** Can IATF 16949 certification facilitate and foster Lean Six Sigma implementation? Research from Italy, *Total Quality Management & Business Excellence*, 31 (2018), pp. 887-906.
- [7] **Durakovic, B., R., Demir, K., Abat, C., Emek,** Lean Manufacturing: Trends and Implementation Issues, *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 6 (2018), pp. 130-143.
- [8] **Furterer, S. L.,** *Lean Six sigma in service: applications and case studies*, CRC Press, Taylor & Francis Group, London, United Kingdom, 2009.
- [9] **Goicoechea, I., M., Fenollera,** Quality management in the automotive industry, *DAAAM International Scientific book*, 11(2012), pp. 619-632.
- [10] **Goldsby, T., R., Martichenko,** *Lean Six Sigma logistics Strategic Development to Operational Success*, J. Ross Publishing, Boca Raton, Florida, 2005.
- [11] **Habidin, N.F., S.M., Yusof, S.M.,** Critical success factors of Lean Six Sigma for the Malaysian automotive industry, *International Journal of Lean Six Sigma*, 4 (2013), pp. 60-82.
- [12] **Imai, M.,** *Ključ japanskog poslovnog uspeha*, Kaizen, Kaizen institut Srbija, Beograd, 2017.
- [13] **Isac, N.,** (2010). Principles of TQM in automotive industry, *Romanian Economic and Business Review*, 5 (2010), pp 187-197.
- [14] **Juran, J.M., A.B., Godfrey,** *Juran's Quality Handbook (5th Edition)*, McGraw-Hill Companies, New York, USA, 1998.
- [15] **Juran, J.M., J.A., De Feo,** *Juran's Quality Handbook. The complete guide to performance excellence. Sixth Edition*, McGraw-Hill Companies, New York, USA, 2010.
- [16] **Kohli, A., R., Singh,** Quality management approaches in Indian automotive industry, *International Journal of Science, Technology & Management*, 4 (2015), pp. 1126-1136.
- [17] **Kučerová, M., M., Míkva, D., Rusková,** Lean six sigma implementation in industrial companies, *Quality Issues and Insights IN THE 21st CENTURY*, 2 (2013), pp. 46-52.
- [18] **Ng, D., G., Vail, S., Thomas, S., N., Schmidt,** Applying the Lean principles of the Toyota Production System to reduce wait times in the emergency department, *Canadian Journal of Emergency Medicine*, 12 (2019), pp. 50-57.
- [19] **Pacheco, D., I., Pergher, G.I., Roeh Vaccaro, C., Fernando Jung, C., Caten,** 18 comparative aspects between lean and Six Sigma: complementarity and implications, *International Journal of Lean Six Sigma*, 6 (2015), pp. 161-175.
- [20] **Pandya H.B., S.I., Shah,** Lean Manufacturing Implementation Using Value Stream Mapping In an Automotive Industry, *International Journal of Advance Engineering and Research Development*, 2 (2015), pp. 812-822.
- [21] **Pepper, M.P.J., T.A., Spedding,** The evolution of lean Six Sigma, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27 (2010), pp. 138-155.

- [22] **Powell, T., T., Sammut Bonnici**, *Pareto analysis*, Wiley Encyclopedia of Management, Strategic Management, 12 (2014).
- [23] **Raghunath, A., D., Jayathirtha**, *Lean and Six Sigma approach for Manufacturing SMEs*, 2013
- [24] **Raghunath, A., D., Jayathirtha**, *Lean Six Sigma approach for auto component manufacturing SMEs*, 2013.
- [25] **Rana, P., P., Kaushik**, Initiatives of six-sigma in an automotive ancillary unit: A case study, *Management Science Letters*, 8 (2018), pp. 569–580.
- [26] **Sabadka, D.**, Innovation Lean principles in automotive green manufacturing, *Acta Logistica - International Scientific Journal*, 1 (2014), pp. 23-27.
- [27] **Salah, S., A., Rahim, J.A., Carretero**, The integration of Six Sigma and lean management, *International Journal of Lean Six Sigma*, 1 (2010), pp. 249-274.
- [28] **Sayer, N., B., Williams**, *Lean For Dummies, 2nd Edition*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2012.
- [29] **Simion, C.**, Measurement system analysis by attribute, an effective tool to ensure the quality of the visual inspection process within an organization, *MATEC Web of Conferences*, 2019, pp. 1-9.
- [30] **Ulutas, B.**, An application of SMED Methodology, *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, 5 (2011), pp. 1194-1197.
- [31] **Vivekananthamoorthy, N., S., Sankar**, *Lean Six Sigma, Six Sigma Projects and Personal Experiences*, 2011.
- [32] **Voehl, F. J.H., Harrington, C., Mignosa, R., Charron**, *The Lean Six Sigma black belt handbook Tools and Methods for Process Acceleration*, Productivity Press, New York, USA, 2014.
- [33] **Васиљевић, Д., Б., Јовановић**, *Менаџмент логистике и ланаца снабдевања*, Факултет организационих наука, Београд, Република Србија, 2008
- [34] **Филиповић, Ј., М., Ђурић**, *Основе квалитета*, Факултет организационих наука, Београд, Република Србија, 2009