

Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство
Ниво студија: Основне академске студије
Модул: Индустијски инжењеринг
Предмет: Производни системи
Број индекса: 4/2009

Урош М. Пејчиновић

Шест сигма као алат за унапређење квалитета
завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Миладин Стефановић
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да проучи домаћу и страну литературу из области шест сигма као алат за унапређење квалитета. На основу прикупљених и систематизованих података треба да размотри све аспекте потребне за дефинисање програма шест сигма и његове имплементације. Посебну пажњу треба обратити на дефинисање шест сигма методологије, на статистички аспект, способност и побољшање процеса. Примену шест сигма методологије потребно је приказати на конкретним примерима из инжењерске праксе.

Препоручена литература:

- [1] Лазић М., Алати, методе и технике унапређења квалитета, универзитетски уџбеник, Машински факултет, Крагујевац, 2006.
- [2] Gyi C., DeCarlo N., Williams B., Six Sigma For Dummies, Wiley Publishing Inc., 2005.
- [3] Кондић З., Прилагодба методологије 6σ малим производним организацијама - докторска дисертација, FSB, Загреб, 2008.

Крагујевац, 12.09.2012.

Ментор:

Проф. др Миладин Стефановић

Резиме рада: Од деведесетих година XX века све шире се примењује популарни метод са скромним називом „шест сигма“. Као модни хит метод се користи за унапређење квалитета производа и пословања компанија. Метод носи различите атрибуте попут: магија и филозофија квалитета, пут ка храму бизниса, визија која стреми савршенству итд. У раду је приказана суштина, филозофија, методологија и имплементација концепта „шест сигма“. Кроз приказ методологије ствара се одговор на питање: зашто је концепција „шест сигма“ методологија унапређења квалитета? Овај рад такође тумачи и настанак и саму примену важних параметара метрике који омогућавају анализу процеса у шест сигма методологији. У раду су наведени и детаљно описани примери шест сигма у банкарству и ланцу снабдевања.

Кључне речи: Шест сигма, Методологија унапређења квалитета, DMAIC метода, DMADV метода.

Summary of work: Since the nineties of the twentieth century, more widely applicable method popular with the modest title "six sigma". As a fashion hit method can be used to improve the quality of products and operations. The method carries different attributes like magic and philosophy of quality, the way to church business, a vision that strives for perfection and so on. The paper presents the essence, the philosophy, methodology and implementation of the concept of "six sigma". Through a review of the methodology created to answer the question: why is the concept of "six sigma" quality improvement methodology?. This paper also explains the origin and use of the very important parameters of metrics that allow the analysis of the six sigma methodology. The paper also presents detailed examples of Six Sigma in banking and supply chain.

Keywords: Six Sigma, quality improvement methodology, DMAIC method, DMADV method.

Садржај

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА	6
2. ОСНОВИ И ДЕФИНИСАЊЕ ШЕСТ СИГМА МЕТОДОЛОГИЈЕ	7
2.1. DMAIC методологија	10
2.2. DMADV методологија	12
3. СТАТИСТИЧКИ АСПЕКТ ШЕСТ СИГМА МЕТОДОЛОГИЈЕ	14
3.1 Основне величине дескриптивне статистике	14
4. СПОСОБНОСТ ПРОЦЕСА У КОНЦЕПТУ ШЕСТ СИГМА	16
4.1 Показатељи способности процеса	18
4.2. Ниво квалитета помоћу шест сигма	20
5. ПОСТУПАК ПОБОЉШАЊА ПРОЦЕСА УСЛЕД ПРИМЕНЕ МЕТОДЕ ШЕСТ СИГМА	22
5.1. Начин побољшавања процеса код шест сигма методологије	25
6. УЛОГА ЗАПОСЛЕНИХ КАДРОВА У СИСТЕМУ ШЕСТ СИГМА	27
7. ПРИМЕНА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ ШЕСТ СИГМА	29
7.1. Имплементација шест сигме у банкарском систему	30
7.1.1. Начин решавања проблема у шест сигма у банкарском систему	31
7.2. Имплементација шест сигма у ланцу снабдевања	32
7.2.1. Квалитет логистичке услуге у ланцу снабдевања	33
7.2.2. Концепт шест сигма у ланцима снабдевања	33
7.2.3. Пример примене концепта шест сигма у ланцима снабдевања	34
8. ЗАКЉУЧАК	37
9. ЛИТЕРАТУРА	38

1. Уводна разматрања

Шест сигма (6σ) представља вид више пословне филозофије. Овај вид пословања је првенствено програм помоћу којег се управља пословањем. Пословна стратегија коју представља шест сигма користи се за унапређење пословне профитабилности, елиминисање грешака, снижење трошкова сиромашног квалитета, унапређење ефективности и ефикасности свих операција за испуњавање и превазилажење потребе и очекивања купаца.

Од средине XX века у процесу производње се примењују достигнућа менаџмента, нове модерне науке означене као модни хит. Та веома млада наука указује на огроман број различитих праваца унапређења пословања компанија и квалитета производа, где сваки од праваца обећава процват и успех у бизнису. Међу модерним и модним правцима, насталим последњих десет година XX века, истиче се и популарни метод са скромним називом “шест сигма”. Шест сигма је унапређење бизниса засновано на проналажењу и елиминисању грешака и узрока појаве грешака или дефеката у бизнису (процесима), усредсређивањем пажње на излазне параметре, критично важне за купца или корисника. Шест сигма је стратегијски прилаз за све процесе, производе и компаније.

Компанија “Motorola” се први пут везује за коришћење шест сигма програма. Тренд све веће примене метода шест сигма изазван је економским достигнућима “Motorole”. Компанија “Allied Signal” је такође указала на ефективност шест сигма и то од 800 милиона долара, у распону од две године. Компанија “General Electric” је, у трећем кварталу 1997., остварила ефекат од око 600 милиона долара, искључиво захваљујући иницијативи шест сигма. Кратка информација показује да је метод шест сигма, компанији “General Electric”, у 1999. обезбедио ефекат више од 2 милијарде долара. Зато компанија “General Electric” каже да “Шест сигма је визија квалитета изражена кроз свега три, четири дефекта на милион могућности за сваку производњу или услугу “[1]. Примена методологије и концепта шест сигма показала је тесну повезаност и са финансијским резултатима рада компанија. Према тим резултатима компаније се, у светским размерама, и разврставају на светску класу, средњу класу и неконкурентне.

Циљ сваке организације која користи шест сигма је врло јасан: производити оно што тржиште жели, уз одређени ниво квалитета, прихватљиву цену и рокове испоруке, константно повећавајући задовољство купаца и осталих заинтересираних страна

Примена шест сигма методологије је од огромног значаја за фирме и предузећа посматрано са свих страна. Значај и успех који ова методологија постиже првенствено креће од уважавања захтева потрошача, једноставност пословања, задржавање постојећих и проналажење нових потрошача, а из перспективе пословања могу се издвојити скраћено време испоруке производа на тржиште, повећање продуктивности и усредсређивање на захтеве потрошача.

2. Основи и дефинисање шест сигма методологије

Концепт шест сигма је систем који комбинује алате за континуирана унапређења који су на располагању како би било могуће усмерити пажњу на процесе, анализирати их и међусобно поредити, те објективно одредити ресурсе за оне процесе који захтевају да им се посвети највећа пажња. Важно је истаћи да заједничка веза између различитих процеса у једној организацији јесте мана (дефект). Јер сваком процесу су иманентне мане које узрокују поправке, дораде, губитке, додатно време израде и повећане трошкове.

Усредсређивањем на те мане и концентрисањем напора за њихово смањење смањиће се норматив времена израде и трошкови процесирања. Систем шест сигма мери мане у процесу и нормализује их тако да се може извести компарација између појединих процеса. А када се реализује поређење између процеса могу се донети објективне одлуке у погледу где и како распоредити ресурсе за постизање бољих перформанси.

Шест сигма је систем мерења у коме се мере мане у датом процесу и омогућује лак графички приказ резултата, а који упућује на правац којим треба ићи за унапређење стања. Шест сигма је поступак одређивања позиције организације у бранши којим се изводи нормализација метрике два или више процеса и омогућава поређење и идентификовање ентитета који је “најбољи у класи”. Шест сигма је визија у којој се стање на нивоу шест сигма практично изједначава са стањем када у процесу нема мана, а што треба да буде жељени циљ сваке организације. Шест сигма је филозофија непрекидних унапређења и усмеравања на “изврсност у свему што радимо”. То је систем који користимо за одређивање где се налазимо у датом тренутку, куда желимо да идемо, како ћемо стићи до циља и како утврђујемо напредовање на том путу. То је алат који користимо за прецизна подешавања машина у процесу, посматрано из угла купца, затим реализујемо непрекидна унапређења и укључујемо запослене унутар и изван организације у те процесе.

Шест сигма је статистички орјентисан концепт квалитета фокусиран на побољшање процеса (смањивање варијабилности процеса) чији је циљни ниво квалитета мање од три, четири неусаглашена производа на милион произведених.

Применом овог концепта смањују се трошкови шкарта са 20-30% на мање од 0,1%. Смањују се циклусна времена, цена и потреба за контролом, а повећавају се квалитет производа и задовољство купаца. Шест сигма користи различите алате, као што су: статистичко управљање процесом SPC (Statistical Process Control), менаџмент тоталним квалитетом, пројектовање на бази експеримената DOE (Design of Experiment), конкурентно инжењерство CE (Concurrent Engineering), планирање материјала MRP (Material Requirements Planning) и управљање производњом на бази залиха JIT (Just in Time) [2].

Постоје одређени проблеми који се јављају приликом производње и нису драматични и обично се јављају током дужег времена. Тешко се решавају и захтевају саставни приступ за разлику од повремених проблема. Идеје за шест сигма пројекте могу доћи на основу анализа:

- Неусаглашених производа
- Рекламација и притужби купаца
- Рекламација према добављачима
- Стања на тржишту и конкуренције
- Предлога запосленика
- Захтева и задовољства купаца

Побољшавање било којег процеса у организацији и комплетног састава је неминовно. Сталном процесу побољшавања мора бити подвргнут и најбоље уређен састав управљања квалитетом. Са гледишта константног побољшавања за квалитет се може рећи да није фиксни циљ. И квалитет се мора дизати према горе, односно с њим се жели реализовати: боље, веће, јаче, сигурније, поузданије, прикладније, јефтиније, итд. За ту реализацију, организација мора ићи путем континуираног побољшања, не само производа или услуга које су крајњи „output“, већ свих фаза у главним и помоћним процесима, које воде до тог „output“.

Константно побољшавање се изводи због:

- купаца и
- конкуренције.

Купци су данас врло захтевни. Њихове се потребе мењају. Оно што се „данас“ лако прода, већ „сутра“ може доживети потпун или делимичан слом. Због тога организација мора пратити, па чак и предвиђати захтеве купаца.

Други разлог, због којег стално побољшавање мора бити „константна“ обавеза, је присутност конкуренције на слободном тржишту. У погледу квалитета, организација мора циљано усмерити своје процесе и пословање тако да иде само „напред“ (до разумљивих граница).

Статистика и статистичке величине нису прави смисао шест сигма методологије, то су само алати који се користе како би се усавршила делатност. Коришћење знања из мерења и статистике увелико помаже при анализи процеса, јер се, уместо да зависе о субјективном осећају користе егзактне величине које омогућују објективно сагледавање ситуације и одговарајуће деловање. И пре је било статистичких модела који би олакшавали анализу процесних података али они су углавном били успешни само у Јапану, док се у западном свету нису показале успешнима.

Четири су главне карактеристике које разликују шест сигма од других методологија квалитета:

- Дисциплиниран и структуриран приступ у коришћењу статистичких алата и техника –основна разлика између шест сигма и других методологија квалитета је мерљивост. Из конкретних података се тачно структурираним приступом може доћи до најбољих решења. У шест сигма нема никаквих нових и револуционарних статистичких алата, користе се већ познати али на тачно одређен начин и одређеним редоследом који гарантује постизање правих (објективних) резултата.
- Шест сигма се фокусира на купца – циљ производње је одушевити купца производом, али и након тога се не сме стати. Производ треба еволуирати и стално га побољшавати како би остао што конкурентнији. Захтеви, потребе и очекивања купца су главни приоритет у свим ситуацијама и процесима.
- Шест сигма осигурава брзи поврат инвестиције – компаније које су увеле шест сигма методологију врло брзо су осетиле значајан финансијски учинак.
- Шест сигма мења начин рада менаџмента – сви се у предузећу (укључујући и управу) уче новом начину размишљања. Уместо честе појаве преклапања власти и дужности, сада се сви процеси планирају и извршавају са тачно дефинисаним циљем и то на начин који ће дати најбоље ефекте.

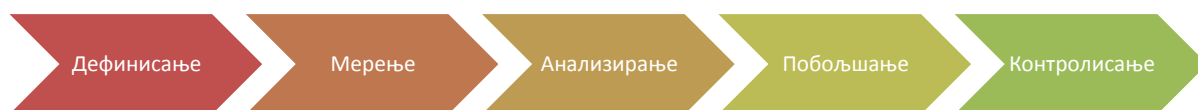
Очигледно је да шест сигма има многе аспекте које у овом раду нема смисла елаборисати. Уместо анализе управљања, предузећа или психологије купаца, нагласак ће бити више на техничком аспекту шест сигма методологије. Основа саме методологије су статистички алати који су методолошки структурирани на начин да обрадом података укажу на кључ проблема и који чине основу која омогућује ефикасно уклањање свих нежељених варијација и сувишних захвата који успоравају или поскупљују процес [3].

Методологија шест сигма подразумева две друге методологије. Те методологије се заснивају у одређеним фазама. Методологије шест сигма су:

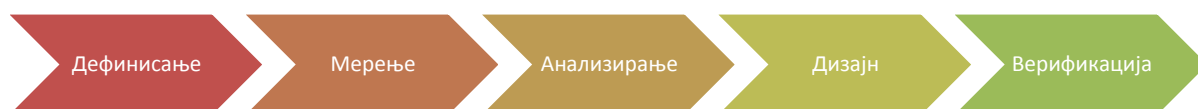
- DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improvement, Control),
- DMADV (Define, Measure, Analyze, Design, Verify),

и назив сваке од њих је акроним енглеских речи.

DMAIC методологија се користи за унапређење постојећих процеса, док се DMADV методологија користи за пројектовање нових процеса и такође се назива Design for Six Sigma.



Слика 2.1. Основни кораци DMAIC [2]



Слика 2.2 Основни кораци DMADV [2]

2.1. DMAIC методологија

Основу шест сигма методологије чини циклус DMAIC, насталу од речи:

- Define - дефинисање или одређивање,
- Measure - мерење,
- Analyze - анализирање,
- Improve - побољшање или унапређење и
- Controle - контрола или управљање.

Код примене циклуса DMAIC разликују се две етапе имплементације методологије шест сигма:

- етапа карактеризације (дефинисање, мерење и анализа) и
- етапа оптимизације (унапређење и контрола).

Утврђивање проблема

Кроз утврђивање проблема дефинише се циљ и оквир пројекта, уз идентификацију проблема које треба решити на путу достизања задатог нивоа одступања. Циљеви могу бити различити на различитим нивоима компаније. Тако, на пример, на нивоу вишег руководства то могу бити одступања у инвестицијама већег дела профита.

На нивоу операције то може бити повећање обима производње било ког погона. На нивоу пројекта снижење броја застоја или повећање ефикасности процеса. За идентификовање потенцијалних могућности побољшања користе се методе прикупљања података [1].

Мерење

Мерење, применом одговарајућих метода и метрике, обезбеђује прикупљање података и информација о текућем стању. На основу информација и података оцењује се базни ниво показатеља рада и издвајају проблеми који захтевају највећу пажњу.

Анализа

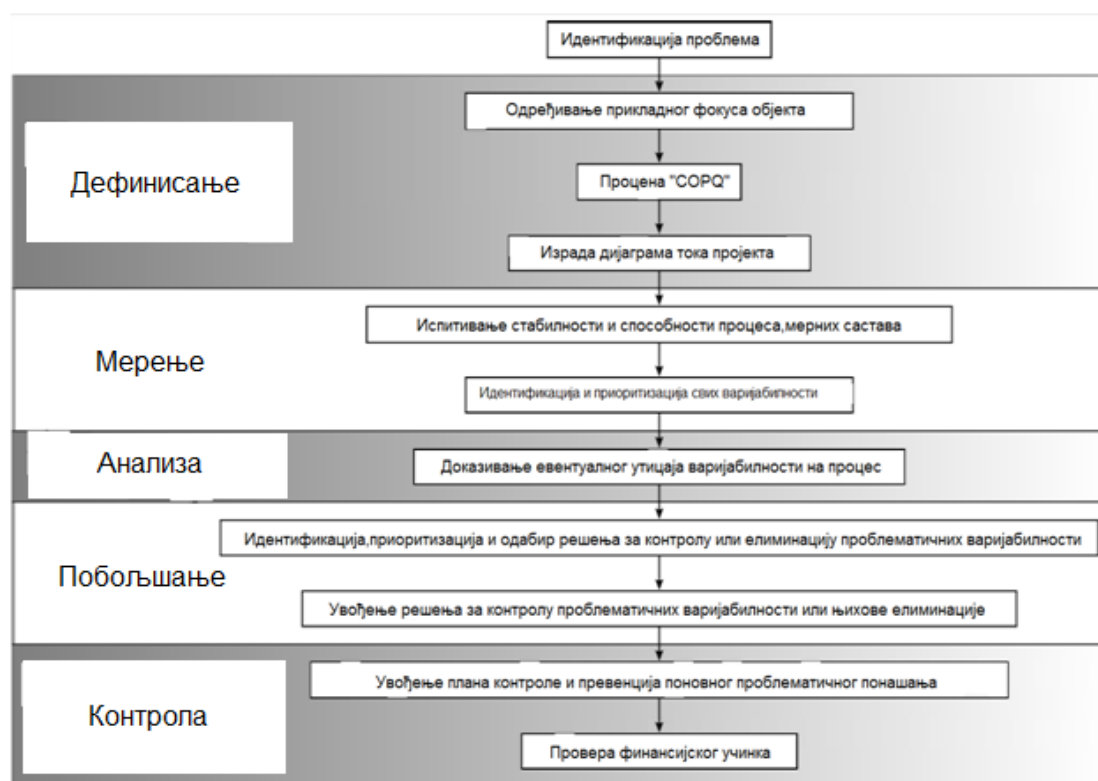
Кроз анализу идентификују се основни (главни) узроци проблема обезбеђења квалитета, уз проверу података, применом специјалних алата анализе података.

Унапређење

На четвртој етапи, унапређење, уводе се решења оријентисана на отклањање проблема (основних узрока) утврђених током анализе. Решења могу бити средства управљања пројектима и други алати планирања и управљања квалитетом.

Контрола

Циљ пете етапе, контрола, је оцена и мониторинг резултата претходних фаза. На етапи се поткрепљује (верификује) модификација система стимулације и ствара скуп нових правила, процедура, инструкција запосленим и других норми.



Дијаграм 1. DMAIC методологија

Свака од наведених етапа претпоставља примену специјалних аналитичких рађунских метода из широког списка метода препоручених не само за шест сигма, већ и за менаџмент квалитетом. Избор конкретних метода одређен је прородом процеса.

Високи захтеви у погледу квалитета: мањи број дефеката (мањи и од допуштеног нивоа и офекивања корисника) и смањење расипања процеса су резултат примене рачунарске обраде статистичких података.

Софтверски пакет Statistica са својим модулом Индустриска статистика и шест сигма је идеалан за сагледавање суштине система контроле квалитета и методологије шест сигма. Методологија шест сигма је уграђена уз коришћење статистике и њених законитости анализе података. У модулу Индустриска статистика и шест сигма реализоване су све етапе циклуса DMAIC са свим алатима појединих фаза циклуса. Уопштено посматрано реш је о строго утврђеној процедури непрекидног унапређења при разради модела, производњи и испоруци производа и услуга [1].

2.2. DMADV методологија

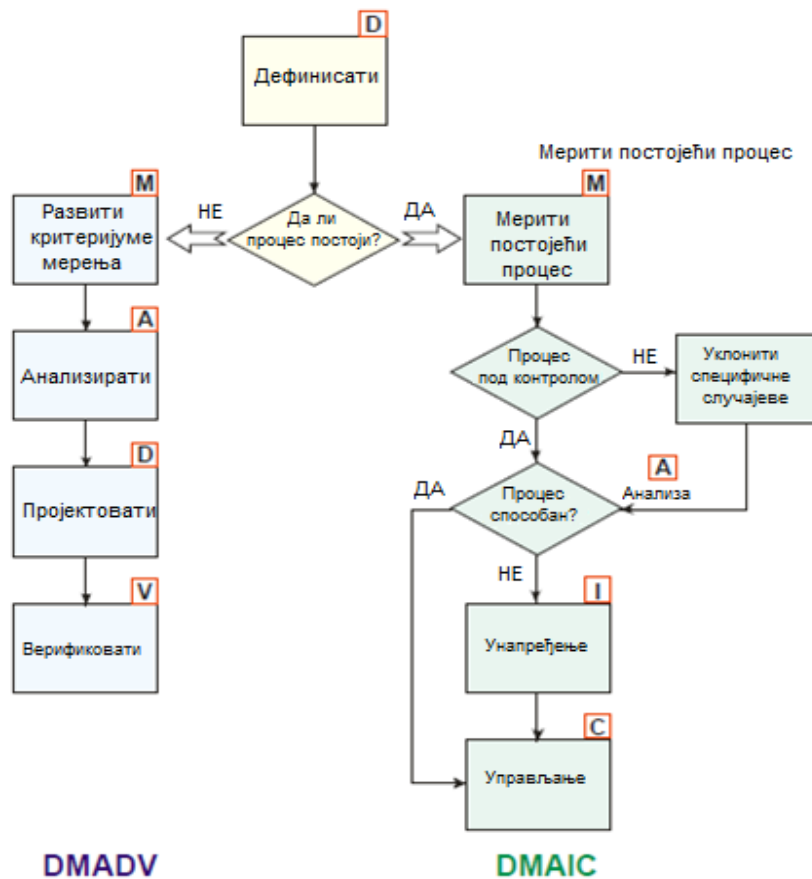
DMADV модел по својој концепцији сличан је DMAIC моделу. Састоји се такође од пет корака, с разликом што је нагласак на новом дизајну и симулацијама, те провери (верификацији и валидацији) и постављању пилот теста везаном за примену новог решења. Међутим, шест сигма употребљавана на дизајну производа и процеса креирала је мноштво алтернативе DMADV-у [4].



Дијаграм 2. DMADV методологија [2]

DMADV кораци:

- Дефинисање - дефинисање проблема и циљева пројекта, саслушање клијента
- Мерење - мерење кључних аспеката тренутних процеса и скупљање података
- Анализа - анализирање податка ради потврде узрока и последице. Установљивање веза и обухватање свих фактора. Откривање основних узорака дефекта.
- Конструисање - унапређивање и оптимизација тренутног процеса на основу анализе података, користећи експерименте, проверу грешака и стандардни рад, за креирање новог стања процеса.
- Провера - контрола новог процесног стања, да би се осигурало да свака девијација циља буде исправљена, пре него што резултат постане дефект.



Слика 2.3. DMAIC и DMADV модели у шест сигма методологији [4]

На слици 2.3., може се уочити да повезаност модела шест сигма методе полази са истог старта да би се дошло до одређеног циља, до ког се долази помоћу неког од ова два модела.

3. Статистички аспект шест сигма методологије

Шест сигма методологија велики део свог успеха дугује управо структурисаном и учинковитом статистичком приступу. Све важне величине сваког појединог процеса унутар производног ланца се квантифицира и анализира како би се дошло до закључака на бази конкретних података, а не на бази интуиције. Мерење важних величина и статистичка анализа добијених података су једини поуздани пут до учинковите производње и на крају до конкурентности производа на тржишту [5].

Већ је споменуто како шест сигма не доноси никакве нове и револуционарне статистичке алате, већ се користи познатим методама на начин који је структурисан тако да у правилу даје добре резултате без обзира на природу анализираног процеса. Оријентацијом на одређене величине које ће бити заједничке свим анализираним процесима олакшавамо и међусобну компарацију процеса различите техничке природе који се налазе у истом производном ланцу неког производа (нпр. Обрада одвајањем честица или монтажа). Јасно је како податке о количини одређене сировине не можемо упоређивати са временом потребним за монтажу коначног производа, али уз праћење и прикупљање података о обема величинама можемо доћи до њихових статистичких својстава (која ипак можемо упоређивати) и утврдити постоји ли веза између посматраних варијабли. Нпр. може се показати да део одређене сировине у ливу олакшава обраду и коначно стварно убрзава процес монтаже. Исто тако је познато да примена статистике у модерно доба постаје ствар опште културе, иако се често ради о несвесној примени сви ми мање или више доносимо закључке на основу тога што већина људи ради, купује, па чак и мисли. Наравно, таква културолошки условљена примена статистике често је далеко од техничког приступа и не даје ни приближно поуздане резултате, али јасно показује тренд повећања значаја статистике у модерном друштву.

Математички структурисан и свесни приступ статистици укључује мало дубљу анализу од доношења закључака само на основу "средње вредности", али зато су закључци које доносимо поуздани и апсолутно оправдавају време и труд уложен у прикупљање и анализу података [5].

3.1. Основне величине дескриптивне статистике

Методама дескриптивне статистике скуп вредности нумеричке варијабле настоји се описивати с помоћу мањег броја нумеричких показатеља или параметара, који се у општем случају могу сврстати у три скупа :

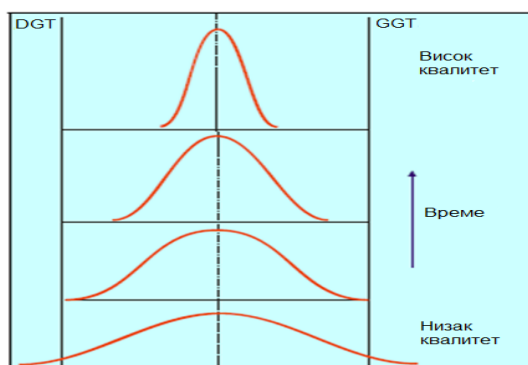
- Мере средишње тенденције (мере локације),
- мере расипања (дисперзије) и
- мере облика расподеле.

Мере средишње тенденције су најразумљивији и најинтуитивнији начин описивања својстава неког скупа података. Свима је без обзира на ниво образовања јасан појам средње вредности, иако свима нису познате и све импликације тог појма. Ипак је потребно познавати основе статистике да би се могло просуђивати о прикладности коришћења средње вредности да би се изразио одређени параметар.

Искуствено је познато да вредности нумеричке статистичке варијабле показују тенденцију гомилања око одређене константе. Средњу вредност је могуће одредити или рачунати на више начина, па разликујемо оне које се одређују на основу њиховог положаја у низу (медијан и мод) и оне које се рачунају из свих вредности варијабле (као што су аритметичка, хармонијска и геометријска средина). Иако постоји више начина одређивања, најважнија мера средишње тенденције је аритметичка средина или просек.

При изражавању аритметичке средине узорка користи се ознака $\bar{x}$, а за аритметичку средину популације се користи грчко слово μ . Рачуна се помоћу формуле $\mu = \frac{\sum x_i}{N}$.

Код било којег скупа података важно је осим његове централне тенденције изразити и меру расипања. Расипање статистичког низа је преглед варијација чланова низа, и што је низ хомогенији то је варијација мања. Познавање расипања је важно да би се могла препознати важност средње вредности као мера средишње тенденције. Средње ће вредности бити репрезентативнији што је расипање мање.



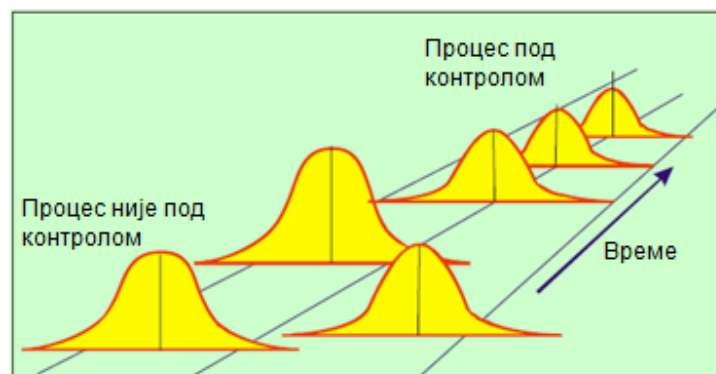
Слика 3.1. Мање расипање - више квалитета (DGT - доња граница толеранције, GGT - горња граница толеранције) [6]

Најважнија мера варијације је стандардна девијација, која се дефинише као други корен из средине квадрата одступања. Тако израчуната мера изражава просечно одступање вредности варијабле од просека. Стандардна девијација је изражена у истим мерним јединицама као и вредности нумеричке варијабле, и као таква означава апсолутну меру дисперзије. Када се изражава стандардна девијација узорка користи се ознаком „s“, док се за стандардну девијацију популације користи грчко слово $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{N}}$ [5].

4. Способност процеса у концепту шест сигма

Оцена способности процеса је техника за анализу варијација откривених у неком конкретном процесу. Уствари, ова техника мери потенцијал извршења процеса кад је процес статистички контролисан. Како се нормалне варијације процеса могу описати једноставном расподелом, обичном нормалном, способност процеса може се проценити помоћу карактеристика ове расподеле. Способност процеса се изражава процентом добрих производа који су у границама дозвољених одступања. Ако границе расипања изађу изван дозвољених граница, односно толеранције, процес се сматра неспособним [4].

Оцена способности процеса уско је везана уз задату толеранцију или допуштена одступања. Слика 4.1., приказује случај способног процеса (који задовољава постављене границе одступања) и неспособног процеса (који је изван граница).



Слика 4.1. Довођење процес у стање контроле [6]

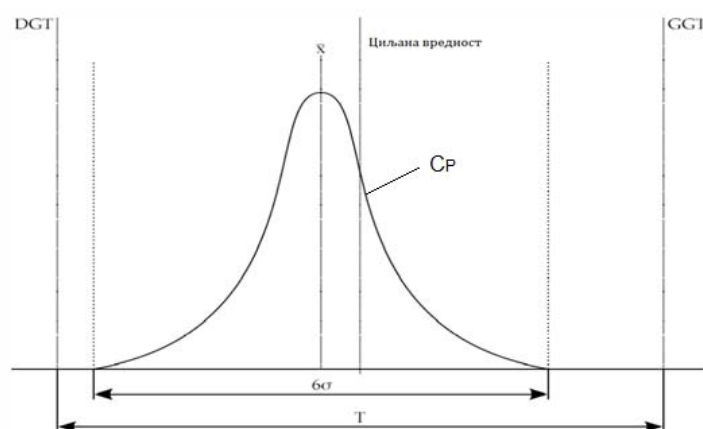
Способност процеса се процењује рачунањем степена учинковитости процеса. При томе се мисли на способност у смислу да ствара излазе који одговарају захтевима.

Процена, односно рачунање степена учинковитости, се темељи на три важне претпоставке:

- расподела података се може апроксимирати нормалном расподелом,
- анализирани процес је стабилан и без значајних узрока варијација (под контролом),
- поуздана процена способности процеса може се донети само темељним праћењем процеса применом одговарајуће контролне карте и када је процес под контролом.

Дијаграм 3 приказује карактеристичне величине и њихове међусобне зависности [7]. Као мера способности процеса најчешће се користи индекс потенцијалне способности процеса C_p који се дефинише као однос ширине толеранцијског поља и ширине расипања процеса:

$$C_p = \frac{GGT - DGT}{6\sigma} = \frac{T}{6\sigma}.$$



Дијаграм 3. Способност процеса, карактеристичне величине [7]

Кроз претходна разматрања може се закључити да је методологија шест сигма методологија побољшавања квалитета која говори у којим се границама процес мора налазити. У овом случају процеси се описују нормалном расподелом, јер на њих утиче низ независних случајних фактора. Циљ је довести те факторе у стање статистичке контроле (у стање „под контролом“), односно у стање у којем су из процеса одстрањени значајни узроци одступања.

Међу многобројним техникама статистичке контроле квалитета, које су у стању да осигурају одржавање и повећање квалитета различитих производа, све већи значај у последње време добија коришћење анализе способности процеса. Оцена способности процеса (преко индекса способности) прво је примењена у Јапану почетком осамдесетих година и брзо се раширила по целом свету. Концепција способности процеса омогућила је квантификовано предвиђање примерености процеса као главног елемента планирања квалитета.

Способност процеса је мера степена учинка (перформансе) процеса, а односи се на способност процеса да ствара излазе који одговарају спецификацијама или захтевима. Омогућава менаџерима да измере колико прихватљивих производа неки процес производи. Резултати могу бити одлуке о давању приоритета при побољшавању процеса.

Оцена способности процеса одговара на питање да ли процес треба побољшати. Ако је одговор потврдан, поставља се питање за колико га треба побољшати. Другим речима, ова се анализа своди на разматрање узрока варијабилности процеса, будући да се у сваком процесу појављује одређени степен варијабилности из случајних или посебних узрока. Оценом способности процеса мери се учинак и ефикасност процеса у случају непостојања посебних узрока варијација, дакле у случају када је процес у стању статистичке контроле. Кад је процес под контролом биће мања вероватноћа да разматрани параметри процеса

изађу изван оквира контролних граница, и то зато што ће на процес, у принципу, бити могуће деловати већ у тренутку када се појаве назнаке да би могао изаћи изван контроле, односно изван специфицираних контролних граница. Такође, треба осигурати не само да је процес под контролом, већ и да је исправно центриран у односу на дефинисану и праћену карактеристику производа или неког његовог параметра.

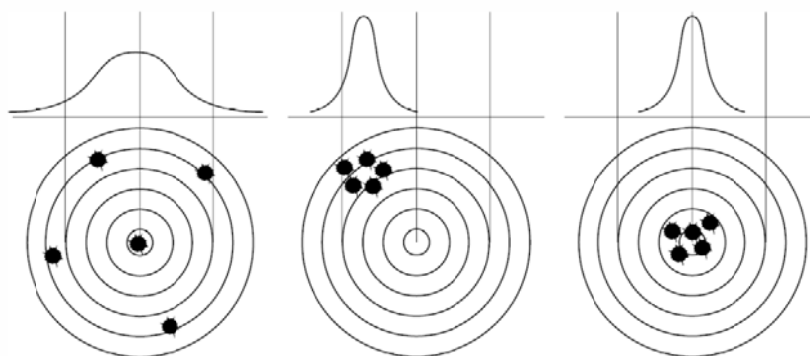
4.1. Показатељи способности процеса

Индекс способности процеса је добар показатељ способности процеса и погодан је за разне процене, али не даје дефинитивну потврду способности јер у њега није урачунато могуће одступање целокупне дистрибуције од центра поља толеранција.

Овај поремећај је лако разумљив ако познајемо разлику између појмова прецизност и тачност. Иако су ти појмови на први поглед синоними, ипак у техничком погледу постоји значајна разлика. Класичан пример за то је гађање стрелицама у мету које приказује слика 4.2. Три стрелца представљају три различита процеса гађања, од којих леви није ни прецизан ни тачан, средњи је прецизан али није тачан, док је десни и тачан и прецизан. Изнад позиција погодака налазе се и оријентацијске нормалне кривуље које показују дистрибуцију података.

Први стрелац није нити прецизан нити тачан. Ако упоредимо конзистентност погодака средњег и десног стрелца видећемо да имају подједнако мало расипање, што значи да су обојица прецизни. Али хици средњег су померени на горе и улево од средишта мете (он је прецизан, али има проблема с тачношћу), док је десни и тачан и прецизан.

Можемо закључити да је средњи стрелац способан али има одређени проблем са нишаном. Дакле, ако покуша да циља доле-десно он може имати резултат приближно једнак десном стрелцу. Још боље решење би било подешавање нишана [7].



Слика 4.2. Прецизност и тачност

Следећи ову аналогију, сада постаје јасно како неки процес може бити теоретски способан, а истодобно давати резултате који нису унутар граница толеранције. Ако бисмо

у овом контексту упоредили способност стрелаца помоћу индекса потенцијалне способности добили бисмо резултате који су већ на први поглед проблематични.

$$\mu_1 \approx -1; \sigma_1 \approx 5$$

$$\mu_2 \approx -5; \sigma_2 \approx 0.6$$

$$\mu_3 \approx 0; \sigma_3 \approx 0.6$$

$$C_{p1} = \frac{T}{6\sigma_1} = \frac{14}{6 \cdot 5} = 0.466$$

$$C_{p2} = \frac{T}{6\sigma_2} = \frac{14}{6 \cdot 0.6} = 3.888$$

$$C_{p3} = \frac{T}{6\sigma_3} = \frac{14}{6 \cdot 0.6} = 3.888$$

Како је могуће да средњи и десни стрелац имају исту способност ако десни стрелац погађа средиште мете, а средњи уз исто расипање промашује средиште и чак излази ван границе толеранције? Могуће је јер смо њихову способност рачунали преко индекса потенцијалне способности Цп који узима у обзир само однос ширина расипања и толеранцијског поља, игнорисајући нецентрисаност (помак дистрибуције од циљане вредности). Ова два стрелца заиста имају исти потенцијал, како смо објаснили он би подешавањем нишана стварно могао гађати подједнако као и десни.

Оваква је појава честа у пракси јер се због неког спољног поремећаја излазна вредност процеса мења а да односи међу величинама остају мање или више непромењени.

Тако долази до "клизања" целокупне дистрибуције, и та је појава у енглеској литератури позната као дрифт. То би значило да је процес способан, али због помака даје више шкарта него што бисмо очекивали (обично се ради о лошој подешености машине, или истрошености делова машина). Очито је да само на основу индекса потенцијалне способности Цп, без сазнања о евентуалној нецентрисаности процеса не можемо донети поуздани закључак о способности процеса. Дакле, појављује се потреба да у индексу способности некако изразимо и евентуални помак дистрибуције. Другим речима, потребно је осим потенцијалне способности процеса изразити и стварну способност.

За квалитет је критичан онај помак који сужава простор између дистрибуције података и границе толеранције, па се индекс способности који узима у обзир нецентрисаност рачуна као однос разлике ширине појаса између средње вредности дистрибуције и ближе границе толеранције, па појас од 3σ (узима се 3σ зато што рачунамо само са мање повољном страном дистрибуције). Овај индекс се назива демонстрирана изврсност и рачуна се из мање вредности:

$$C_{pk} = \min \left(\frac{GGT - x}{3\sigma}, \frac{x - DGT}{3\sigma} \right).$$

Овакав начин рачунања је јасан и сликовит али понекад је неприкладан за коришћење, на пр. када користимо софтверско рачунање индекса демонстриране изврсности може бити проблематично имплементирати логичку функцију упоређивања резултата двеју једначина [7].

Да би се избегле такве потешкоће, исту величину је могуће израчунати и на други начин. Смисао рачунања демонстриране изврсности је у томе да рачунамо са помаком

дистрибуције из центра толеранцијског поља. Дакле, исто онако како можемо користити размак између средње вредности и ближе границе толеранције, можемо искористити и разлику између износа средње вредности дистрибуције и циљане вредности процеса. На овај начин је могуће избећи тражење ближе границе и једноставно рачунати са фактором корекције нецентрисаности који је дефинисан:

$$k = \left| \frac{\frac{GGT+DGT}{2} - x}{\frac{GGT-DGT}{2}} \right| = \left| \frac{\text{Циљана вредност процеса} - \text{средина процеса}}{\text{половина ширине толеранцијског процеса}} \right|$$

Сада када је дефинисан фактор корекције нецентрисаности, можемо лако израчунати демонстрирану изврност преко индекса способности:

$$C_{pk} = C_p (1 - k).$$

Из оваквог извода и начина рачунања фактора корекције можемо закључити да се C_{pk} и C_p разликују само у случају када процес није центрисан, док се за случај центрираног процеса C_p множи са јединицом јер са центрираношћу процеса фактор корекције тежи у 0.

Неке карактеристичне вредности за демонстрирану изврност:

- $C_{pk} < 0$ указује да је средња вредност процеса изван граница толеранције;
- $0 < C_{pk} < 1$ значи да процес (6σ) излази ван граница толеранције;
- $C_{pk} = 1$ значи да један крај процеса пада тачно на границу толеранције;
- $C_{pk} > 1$ значи да је процес потпуно унутар граница толеранције.

Што је већа вредност C_{pk} (односно C_p) то је процес способнији и има ће мању количину производа ван дозвољених граница. Обрнуто вреди за однос способности, чије мање вредности значе вишу способност [7].

4.2. Ниво квалитета помоћу шест сигма

Најчешћа статистичка дефиниција шест сигма методологије гласи: 6σ , значи 99,9996% успешности. Овај ниво успешности (савршенства) је еквивалентна појави 3,4 грешке на милион могућности. Грешка може бити било шта, од грешке на производу до погрешног податка или рачуна купцу.

Слика 4.3., приказује број делова на укупно милион, који ће бити ван граница спецификација, односно проценат складних излаза на различитим нивоима варијабилности, у случају центрираног процеса са способношћу од $C_p = 2$.

Слика 4.3. Центрирани процес с потенцијалном способношћу $C_p = 2$ [6]

σ	Способност процеса C_p	Центрирани процес		Уз помак од $1,5\sigma$	
		Унутар граница	Изван граница	Унутар граница	Изван граница
1σ	0,33	68,27 %	317 300 ‰	30,23 %	697 700 ‰
2σ	0,67	95,45 %	45 500 ‰	69,13 %	308 700 ‰
3σ	1	99,73 %	2 700 ‰	93,32 %	66 810 ‰
4σ	1,33	99,9937 %	63 ‰	99,3790 %	6 210 ‰
5σ	1,67	99,999943 %	0,57 ‰	99,97670 %	233 ‰
6σ	2	99,9999998 %	0,002 ‰	99,999660 %	3,4 ‰

Табела 1. Вредности потенцијалне способности за различите вредности сигма [6]

C_p – ознака за потенцијалну способност. То је вредност која показује колико је пута ширина толерантног поља већа од стварне ширине одговарајуће расподеле. Другим речима она одражава само однос између стварне ширине расподеле и ширине дозвољеног одступања. Вредност C_p креће се између 1 и 1,33. Процес који има $C_p > 1,33$ мора бити способан, $C_p < 1$ процес с врло упитном способношћу [6].

Како је већ пре наведено, основну идеју методологије шест сигма чини оцена одступања стварних показатеља процеса од криве нормалне расподеле. Кад се показатељи процеса налазе у одређеним границама одступања, квалитет процеса је висок. Јединица одступања, у статистичком смислу је „сигма“. Уочљиви ефекти се постижу при одступању не већем од 4,5 сигма. Циљ фирме је имплементирање и одржавање свих процеса тако да сви параметри сваког процеса имају вредност индекса прецизности $C_p = 2$ или већу.

5. Поступак побољшавања процеса услед примене методе шест сигма

Главни разлог увођења шест сигма методологије је побољшање процеса производње (односно процеса давања услуга). Битна ствар која чини велику разлику у односу на друге методологије је концентрисаност на мерљивост и тачну квантификацију кључних величина у свим процесима. Цели производни поступак се раздваја на серију процеса, и затим се сваки поједини процес анализира и побољшава колико је то максимално могуће.

Али и код саме анализе процеса битно је промењена стратегија приступа проблему. Код конвенционалног приступа главни је фокус постављен на спецификације, у смислу да је дефинисана циљана вредност процеса уз задате границе толеранције. Ако је резултат процеса био унутар граница толеранције све је било у реду. Али проблем је постојао код оних производа који су излазили изван тих граница, њих је требало дорадити или одбацити као шкарт. При томе су се трошкови везани уз дораду или шкарт сматрали неизбежним. Те трошкове називамо трошковима лошег квалитета, а у литератури се за такву врсту трошкова користи кратица *COPQ*. Проблем конвенционалног приступа је био у томе што су се неки трошкови сматрали неизбежним и нису се анализирали, а анализом тих трошкова је видљиво да они као своју последицу имају још већи број скривених трошкова. У литератури је честа аналогија *COPQ* -а са сантом леда чије су стварне пропорције на први поглед невидљиве. Процењује се да у типичној производној организацији *COPQ* износи 20 – 35 % продаје [8].

Видљиви трошкови (традиционални трошкови лошег квалитета) су:

- одржавања и поправке,
- поправке делова који су изван граница толеранције,
- шкарт,
- додатни радни сати,
- активирани гаранције.

Скривени трошкови су:

- трошкови за купца због кварова,
- губитак тржишта и верности купаца,
- дужи циклус производње,
- кашњења у испоруци,
- спорији обрт капитала,
- трошкови транспорта код активираних гаранција,
- скупље одржавање сервисне мреже,

- потреба за већим складиштем,
- опортунитетни трошкови за случај производње изнад капацитета погона,
- већи број подешавања машина,
- поновна контрола након дораде,
- контрола процеса.

Овде је можда добро повући паралелу са "Lean" методологијом. Једна од основних заблуда до којих је дошло у Америци када су покушали са имитацијом јапанског начина производње да би подигли ниво квалитета: дуго времена је превладало мишљење да се појам Lean односи само на производне процесе у масовној производњи.

Проблем је био у томе што је тиме занемарена основна идеја Lean-а да се сваки процес састоји од "корисних" и "некорисних" активности, те да се треба оријентисати на елиминацију "некорисних" активности и омогућити несметано обављање оних "корисних". Овде је лако уочити аналоган проблем код појаве "некорисних" трошкова који су се дуго игнорисали [8].

Иако је милион јединица, на први поглед, значајна цифра, резултати примене у компанијама многе остављају без даха. На пример, при 99 % нивоу квалитета производње хлеба серије од 100.000 векни, број дефектних векни је око 820. А при нивоу квалитета шест сигма исте серије око 2 векне. Ако се критички анализира ова чињеница уочава се да 820 векни доводи до 820 разочараних купаца или неколико стамбених објеката са 16 спратова или приближно 1/5 средње улице. Или, на пример у производњи милион аутомобила, при раду на нивоу три сигма 66,680 аутомобила има неки дефект (грешку) итд. Филозофија прилаза шест сигма заснована на методологији смањења расипања процеса се најбоље може сагледати на основу чињеница приказаних на табели 2 [1, 9].

99 %-тни квалитет наспрот шест сигма квалитету	99 %-тни квалитет приближно 4 сигма	Трошкови квалитета	Шест сигма
300 000 послатих писама	3000 изгубљених писама	15 - 20 % од прихода	1 изгубљено писмо
500 000 укључивања рачунара	4100 неправилних		2 неправилна
1 недеља тв- програма (по каналу)	1,68 сати без тв-сигнала		1.8 секунди без тв-сигнала
10 000 000 осигураника	100 000 грешака		34 грешке
		Испод 1 % од прихода	

Табела 2. Упоредње прилаза заснованих на четири сигма и шест сигма [9]

Шест сигма методологија је, у основи, усмерена на:

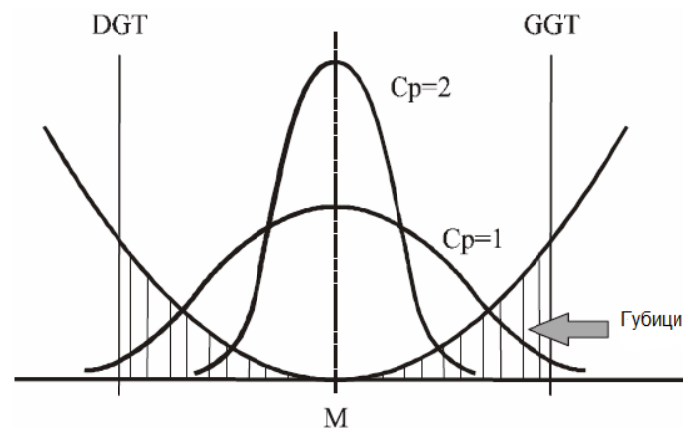
- Побољшавање сатисфакције (задовољства) корисника (купаца),
- Скраћење времена израде производа (смањење циклусног времена) и
- Смањење броја дефеката (грешака) на производима и услугама.

Унапређења у ове три области обезбеђују висок ниво квалитета производа, велике уштеде и висок профит компанијама, задржавање постојећих корисника/купаца, освајање нових тржишта и подизање нивоа угледа и имиџа компанија. Овакви циљеви захтевају значајна побољшавања и напредак у свим процесима компаније. То значи да „шест сигма” методологија подразумева потпуну посвећеност менаџмента филозофији савршенства, фокусирању на купца, побољшавању процеса и коришћењу мерења уместо мишљења.

Основни циљеви концепције шест сигма, у статистичком смислу, су:

- елиминисати дефекте и
- минимизирати варијације процеса.

Наиме, концепција шест сигма не заснива се толико на броју дефеката на милион могућности (табела 2), колико на поступку постепеног смањења расипања процеса. Тиме се, према Тагучију, смањују губици (дијаграм 4) и повећава профит. Са слике је очигледно да методологија „шест сигма“ следи Тагучијеву филозофију: “Трошкови се могу смањити смањењем расипања. Када се то постигне аутоматски се подиже и ниво квалитета производа”.



Дијаграм 4. Расипање процеса и функција губитака [9]

Концепција шест сигма обезбеђује за:

- кориснике (клијенте) - висок ниво квалитета и ниску цену (пуну сатисфакцију),
- акционаре - повећење профита,
- менаџере - нове могућности достизања успеха и остваривања циљева и

- сараднике (извршиоце) - откривање широких могућности унапређења рада и пружање задовољства, поноса и гордости у испуњењу задатака.[1, 9]

5.1. Начин побољшавања процеса код шест сигма методологије

Нови приступ се темељи на тзв. стратегији решавања проблема, и у потпуности се разликује од конвенционалног приступа. Уместо да се унапред поставе спецификације и задају границе толеранције (да се унапред помиримо са последицама свега тога), цели процес се детаљно анализира уз проучавање ланца узрока и последица у процесу.

Оваква анализа се састоји од неколико корака:

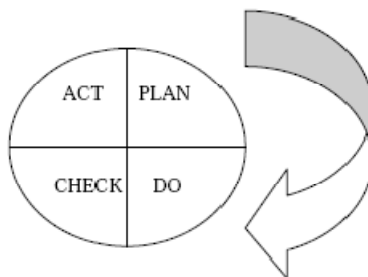
- разумевање веза између независних и зависних величина у процесу,
- идентифицирање неколико кључних независних величина које утичу на зависне,
- оптимирање независних величина на начин да се омогући контрола зависних величина (а тиме и контрола процеса) и
- контрола кључних независних величина.

Уместо да се ограничимо на описивање међуодноса величина у процесу, утврђују се математичке функције које описују односе између зависних и независних величина у процесу. Скуп ових функција се уноси у тзв. улазно-излазну матрицу или X-Y матрицу. Уз дефинисане преносне функције можемо лако доћи до закључка како ће промена неке од независних величина утицати на излаз процеса. На тај начин можемо и идентификовати које независне величине имају највећи утицај на излаз и тако ћемо од свих независних варијабли одабрати неколико кључних варијабли којима ћемо контролисати процес (Паретова анализа). При томе је посебан нагласак стављен на смањивање расипања.

Одабране кључне величине се оптимизирају тако да добијемо жељену вредност на излазу процеса. Након оптимисања потребно је контролисати кључне варијабле, и тиме ћемо процес подићи на виши ниво квалитета [8].

На овај начин смо направили цели DMAIC циклус (који је разрада Shewhart-овог циклуса PDCA круга, којег је заговарао Деминг). Ако сваки процес у производном ланцу унапредимо кроз DMAIC циклус и за сваки процес постигнемо одређени напредак, јасно је да ће се укупан ниво квалитета нагло повећати.

PDCA, слика 5.1, представља непрекидни циклус који се стално понавља и самим тим побољшања постају део свакодневног живота. Организација на тај начин боље упознаје сопствено функционисање, и самим тим и захтеве купаца.



Слика 5.1 PDCA круг [10]

PLAN – Потребно је дефинисати проблем, одредити узроке проблема и разрадити план акција за решавање проблема, одредити циљеве квалитета и критичне факторе успеха, прикупити и анализирати потребне податке, генерисати могућа решења, извршити избор одговарајућег решења и реизрадити план имплементације.

DO – Спроводи се провера предложених унапређења и прикупљају се добијени резултати. Сви запослени пролазе обуку која се односи на примену метода и техника у унапређењу квалитета. Одредити основне показатеље успешности у процесу унапређења квалитета и формирати пројектни тим који ће управљати процесом.

CHECK – Извршава се пилот пројекат и прикупљају се подаци о вредностима показатеља успешности. Анализирају се прикупљени подаци и изводе закључци.

ACT – Приступа се имплементацији проверених побољшања. Постоје две могућности, прихватити или одбитити предложено решење. Процедуре рада прихваћеног решења се стандардизују и запослени морају тачно знати на који начин ће их примењивати у будућем раду. Потребно је циклус поновити одређени број пута под различитим околностима и условима у циљу утврђивања тачности добијених резултата [10].

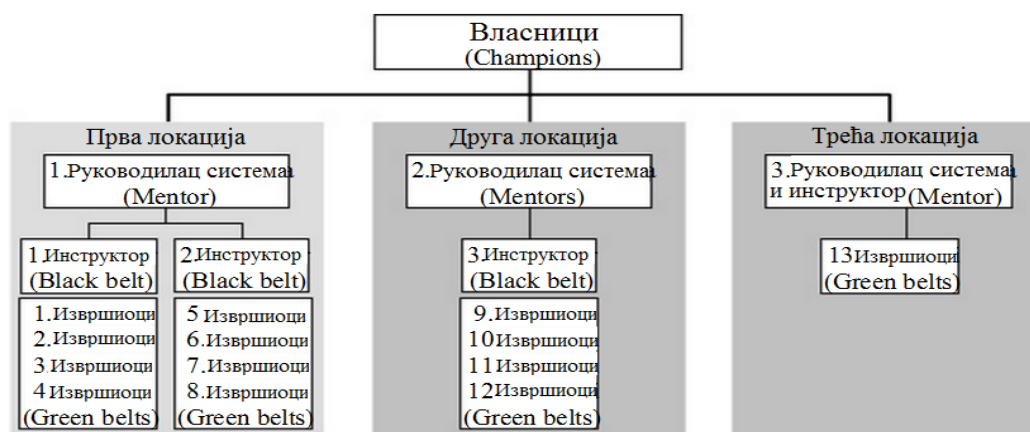
6. Улога запослених кардова у систему шест сигма

Кадровске потребе система шест сигма захтевају утврђивање хијерахије учесника и обуке запослених кадрова у извођењу система шест сигма за реализовање резултата процеса.

Хијерахија учесника у извођењу система шест сигма обухвата више, средње и ниже руководиоце као и непосредне извршиоце, односно радне групе (инструктор и извршиоци). Запослени кадрови су највреднији део привредног система јер су му увек несебично лојални и зато што представљају критичну карику у задовољењу захтева корисника [11].

Власници (Champions) са нивоа власника су усмерени на утврђивање циљева организације. Ако постоји више власника онда један од њих представља све власнике и обично председава договорима свих власника. Они су одговорни за подршку и обезбеђење система шест сигма како би он био ускладу са општом пословном стратегијом организације. Сумиране карактеристике власника могу бити следеће: показују енергију и страст према послу, покрећу и мобилизују руководиоце, повезују систем шест сигма за успех продаје код корисника, схватају техничке и финансијске аспекте и дају дефинитивне налоге за покретање система шест сигма.

Руководилац система шест сигма (Mentors) са нивоа виших руководилаца усмерен је на праћење радних група (инструктор и извршиоци), уз израду планова и програма система шест сигма, за остварење утврђених циљева као и за обучавање нижих руководилаца (инструктора). Обично је у организацији довољан само један руководилац система шест сигма али ако организација има више удаљених локација онда је потребно да се за сваку локацију постави по један руководилац система [11].



Слика 6.1. Хијерархија учесника у извођењу система шест сигма [11]

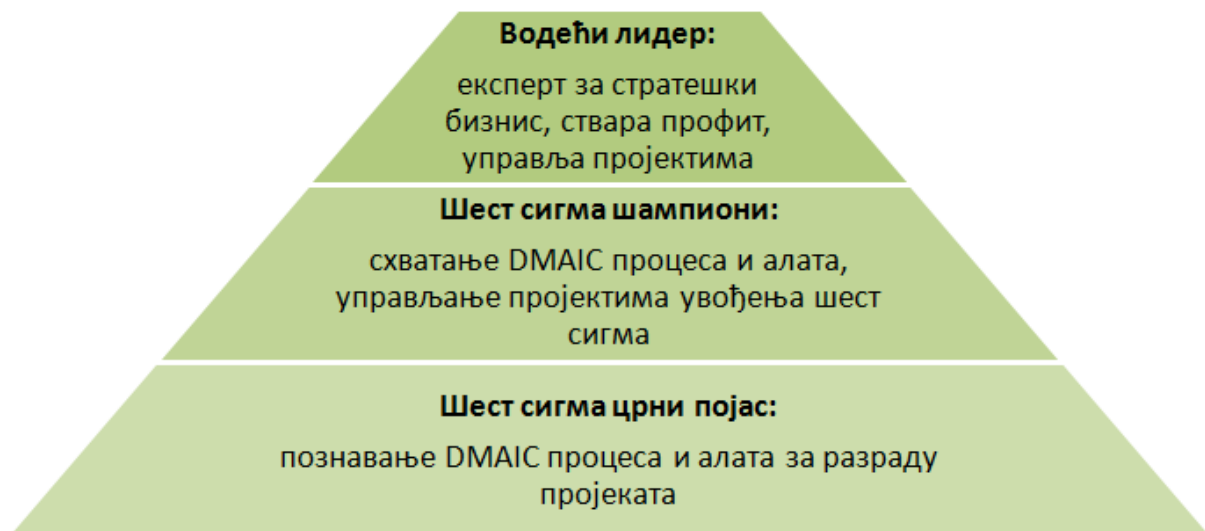
Поред тога ако организација има мањи број запослених кадрова онда руководиоца система шест сигма истовремено врши улогу и инструктора. Инструктори (Black belts) са нивоа средњих руководиоца усмерени су на вођење радних група за остварење утврђених циљева, према израђеним плановима и програмима, применом расположивих поступака система шест сигма, после завршене обуке. Инструктори су у општем случају стално запослени на том послу и обично су преузети из производних подсистема организације како би се обезбедио максималан учинак расположивих средстава за система шест сигма. Извршиоци (Green belts) са нивоа непосредних извршилаца усмерени су на непосредно извршење поступака система шест сигма, у радним групама под вођством инструктора, за остварење утврђених циљева, према израђеним плановима и програмима пројекта. Извршиоци су запослени кадрови који се обучавају за примену поступака система шест сигма, као део радних група који је придружен одређеном пројекту. Извршиоци остају на својим радним местима, примењујући поступке које се научили од инструктора на семинарима а најчешћи извршиоци су: пословође, супервизори, радници на машинама или други, који су погодни за учешће у радним групама [11].

7. Примена имплементације шест сигма

Кључни услов успеха програма шест сигма представља примена достигнућа савременог менаџмента, посебно лидерства. Лидерство укључује иницијативу са врха, приврженост прилазу шест сигма и активно учешће у њему, сагласност свих запослених, продор мишљења, пројектни стил живота, тимски рад, обуку, подршку успешним акцијама и достигнућима. Методологија шест сигма, и поред статистичке оријентисаности података, излази далеко из оквира чисто статистичког прилаза. Ширење концепције захтева одређени социјални и културни ниво средина (навике и менталитет становништва и запослених), стварање инфраструктуре и развој корпоративне културе компаније. Најкраће речено основни фактори успеха програма су:

- приврженост лидерству,
- потпуно ангажовање лидера тима за шест сигма,
- интеграција са стратегијом топ менаџмента,
- оквири бизнис процеса,
- интелигентна мрежа купаца и тржишта,
- реалне уштеде, приход и профит,
- мотивација и подстицаји за све запослене,
- инфраструктура програма,
- корпоративна култура итд [1].

И нетривијални поступак мотивације запослених - награда појасима различите боје (мода преузета из каратеа, слика 7.1.) за обуку у области примене концепције шест сигма, води ка циљу.



Слика 7.1. Не тривијални поступак стимулације за концепт шест сигма [1]

Тако је настала и Академија шест сигма, у којој специјалисти различитих компанија пролазе обуку. По окончању обуке добијају звање "Црни појас шест сигма". Садржај курса шест сигма је у потпуности уоквирен у методе математичке статистике и планирања експеримената. То је, као што је познато, "скупљена материја". На тај начин је подстакнут интерес за обуку кроз игру појасима различите боје (не само црни - за мајстора свога рада, но и зелени - за стручњаке мањег искуства и жути - за оне који прихватају основна знања), наградама, звањима и слично [1].

7.1. Имплементација шест сигме у банкарском систему

Уколико се банка одлучи за имплементацију концепта шест сигма, не може се унапред знати којим путем ће ићи та имплементација. Основни начини увођења шест сигма у банку су:

1. Трансформација пословања подразумева промену организације, њене културе и организационе климе у досадашњем раду банке, а у циљу бољег задовољења потребе клијената и власника. Обично се банке одлучују за овај начин увођења кад прерасту своју оптималну величину, односно, кад постану гломазна и неефикасна организација.

Тимови оформљени за процес трансформације пословања би требало да анализирају различита подручја процеса испоруке услуге и предложе решења односно савете за промену. Поменути тимови пажљиво испитују: како банка пласира услуге да ли је процес продаје ефективан, какво је занимање нових потенцијалних клијената, какви су критични приговори постојећих клијената, које врсте дефеката услуга се јављају као чести проблеми, какви су информациони системи неопходни за доношење одлука банке и где су могуће велике уштеде трошкова.

Значи, у фокусу трансформације пословања су: клијенти, запослени, сви процеси везани за испоруку услуге и све то у циљу повећања профита банке. Битно је нагласити да су потребе на тржишту и конкуренција ван домаћаја примене шест сигма. Уколико се банка одлучи за овај пут имплементације онда ће све заинтересоване стране осетити промену.

2. Стратешко побољшање је средњи улаз, који нуди највише могућности за банку. Подухват стратешког побољшања се ограничава на једну или две кључне потребе банке, са тимовима који су фокусирани на велике могућности или мањкавости процеса испоруке услуге (нпр., како унапредити процес одобравања кредита односно како променити услове коришћења кредита). Такође, подухват шест сигма се може применити на ограничен број одељења или сектора у банци.

3. Решавање проблема је најлакши приступ имплементацији шест сигма. Овај приступ је намењен банкама које константно муче исти проблеми. Различити покушаји решавања били су неуспешни (нпр., како смањити гужву у филиалама, односно смањити редове клијената који чекају да буду услужени на шалтеру). Стога, покушавају проблем

да реше имплементацијом шест сигма. Концепт шест сигма боље анализира проблеме и решења, базирајући се на чињеницама и схватању узрока и потреба [12].

Овај приступ је добар за банке које желе да осете користи од имплементације концепта Шест сигма без великих промена у организацији. Овај приступ односно улаз шест сигма је користан зато што се фокусира на битне проблеме и суочава са њиховим узроком, користећи податке и анализу уместо осећаја.

Битно је нагласити да сваки приступ имплементације концепта шест сигма има и добре и лоше стране. Успех имплементације превасходно зависи од воље и спремности самих запослених да узму активно учешће у истом. У зависности од тога за који се начин банка буде одлучила за имплементацију шест сигма, зависи и какав ће утицај шест сигма бити на запослене компаније [12].

7.1.1. Начин решавања проблема у шест сигма у банкарском систему

Најважнија карика у имплементацији шест сигме су тимови за побољшање, решавање проблема и креирање процеса. Тимови су формиран да реше организацијске проблеме и искористе прилике. Вође тимова су менаџер црног или зеленог појаса. Тимови се састоје од три до десет чланова, који су оперативно инволвирани у процес који је предмет пројекта. Што указује да су екипе разнолике. У процесу формирања оваквог тима, битно је имати процес или модел који је свима заједнички да би пројекат могао да се реализује. DMAIC је флексибилан процес који омогућава реализацију шест сигма пројекта, а значи: дефинисати, мерити, анализирати, побољшати и контролисати. DMAIC тим има свој животни циклус, који се састоји из следећих фаза:

1. Одређивање и избор пројекта - битно је да се изаберу важни и спроводљиви пројекти, који обезбеђују корист и банци и клијенту. На пример изабрани пројекат може бити како скратити процес и унапредити процес одобравања стамбеног кредита са двадесет једног радног дана на десет радних дана.

2. Формирање тима - избор чланова и вође тима је врло важан. Уколико је неко од запослених изабран за члана тима, то значи да се ради о савесној особи, која има снагу и вољу да допринесе напретку банке. Сходно изабраном примеру пројекта чланови тима би требало да буду из сектора за послове са становништвом запослени на одобравању стамбених кредита, запослени у сектору та управљање ризиком кредитних послова становништва и запослени у сектору позадинских послова, односно, кредитне администрације.

3. Постављање повеље је вазан документ који представља писани водич за проблем или пројекат. У повељи се налази разлог зашто је пројекат важан (због којих клијената, које категорије прихода, које категорије резервисања), циљ (скраћењем процеса одобрења стамбеног кредита), основни план (дефинисати кораке везане за одобрење кредита,

сагледати који су кораци интерног а који екстерног карактера, у ком року предложити решење, итд.) границе (у процесу одобравања кредита шта јесте предмет конкретног пројекта, а шта није), улоге (за шта ће који члан тима бити надлежан у току реализације пројекта) и обавезе (за шта ће који члан тима бити одговоран да би се пројекат реализовао у дефинисаном року). Такође, је битно нагласити да се повелја током пројекта мења.

4. Уходавање тима - представља заједнички рад на пројекту, који обично траје четири недеље (подразумева се дневна комуникација о развоју пројекта и недељни састанци тима, како би се обезбедила реализација пројекта у року).

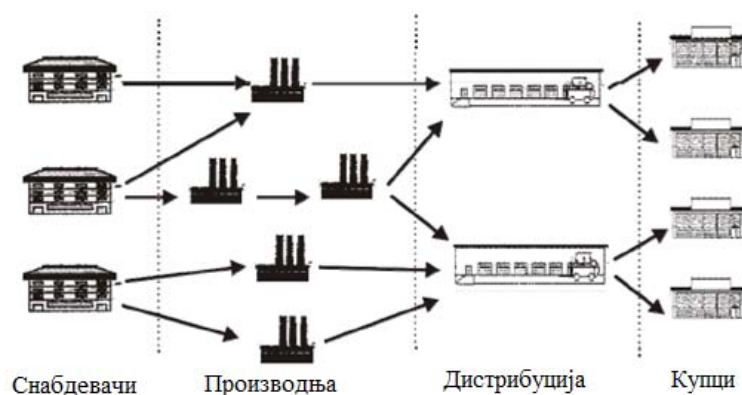
5. Спроводити DMAIC и имплементирати решења - тимови су обавезни да имплементирају своја решења и да их предају групи у банци која ће наставити даље да води рачуна о успеху унапређења предметног процеса. Тимови су у обавези да пројектују планове, организују тренинге и дефинишу процедуре за своја решења. Такође, су одговорни да обезбеде њихово оперативно функционисање мерећи и пратећи резултате у току одређеног времена.

6. Предаја решења - пошто се решење преда групама у банци која ће исто користити, тимови као такви престају са радом [12].

Банка ће од примене DMAIC модела за решавање проблема имати следеће користи: квантификовање односно мерење проблема, фокусирање на клијента, верификација узрока, одвикавања од старих навика, управљање ризиком, мерење остварених резултата и одржавање промена [12].

7.2. Имплементација шест сигма у ланцу снабдевања

Ланац снабдевања представља један интегрисани процес у коме се сировине прерађују у финалне производе, и затим испоручују крајњим потрошачима (преко дистрибутивних центара, малопродаје, или оба канала). Општи приказ ланца снабдевања дат је на слици 7.2 [13].



Слика 7.2. Ланац снабдевања [13]

Ланац снабдевања садржи четири ешалона (снабдеваче, производњу, дистрибуцију и потрошаче), при чему сваки ешалон (ниво) ланца може бити сачињен од великог броја других инсталација и капацитета. Стога, комплексност ланца снабдевања долази од великог броја ешалона у ланцу и великог броја различитих капацитета у сваком ешалону. Комплексност ланца снабдевања представља изазов када је у питању избор одговарајућих перформанси квалитета и методологије њиховог утврђивања.

Перформанса је термин који се у последњој деценији, у логистичкој теорији и пракси, користи као заједнички именитељ за већину појмова, који описују карактеристике логистичке услуге, као што су: особине, својства, особености, карактеристике, атрибути, параметри, показатељи, елементи, димензије, компоненте и сл. Имајући у виду наведену чињеницу, у оквиру овог рада, за описивање квалитета логистичке услуге усвојен је и коришћен термин перформанса квалитета [13].

Добро дефинисана методологија мерења перформанси квалитета логистичких услуга у компанијском ланцу снабдевања је од виталног значаја за њен успех, пошто компаније углавном више не наступају самостално у комплетирању неког производа или услуге. У литератури се често истиче да се борбе на тржишту данас воде не између предузећа, већ између појединих ланаца снабдевања.

7.2.1. Квалитет логистичке услуге у ланцу снабдевања

При дефинисању квалитета логистичке услуге неопходно је поћи од следећих чињеница:

- Комплетна логистичка услуга је комплексан скуп међузависних парцијалних услуга,
- Производња/пружање логистичких услуга реализује се кроз синхронизован, уређен и координисан низ логистичких процеса и активности,
- У производњи/пружању логистичких услуга обично учествује већи број логистичких система (носиоца логистичких активности) и носиоца услуга [13].

Квалитет логистичке услуге се може посматрати и дефинисати са више различитих становишта. Стога се у ланцима снабдевања посматра квалитет интегралне логистичке услуге, који се односи на укупан квалитет одвијања логистичких процеса у појединим ешалонима ланца снабдевања. Да би се добила квалитетна логистичка услуга на нивоу комплетног ланца снабдевања, потребно је обезбедити квалитет у функционисању свих логистичких система који је јављају у појединим нивоима ланца [13].

7.2.2. Концепт шест сигма у ланцима снабдевања

Примена концепта шест сигма у ланцима снабдевања врши се кроз четири основна корака, која омогућавају да се испитају, анализирају, унапреде и стандардизују тако унапређени процеси.

Први корак подразумева дефинисање комплетног ланца снабдевања од добављача до крајњег купца. Детаљно се утврђују процеси, подпроцеси и активности у ланцу. Други корак обухвата мерење и анализу процеса. За сваки процес утврђују се релативне перформансе, недостаци и могућности за грешку. Трећи корак подразумева активности везане за унапређење процеса, применом стандардизованих методологија усмерених на активности које проузрокују недостатке. Четврти корак се односи на стандардизацију остварених унапређења квалитета по појединим процесима [13].

7.2.3. Пример примене концепта шест сигма у ланцима снабдевања

На основу прегледа литературе и спроведених истраживања из области перформанси квалитета логистичких услуга, могло би се закључити да су ретке универзалне перформансе и начини мерења квалитета логистичке услуге. Ипак, у скоро свим истраживањима и свим случајевима појављује се један одређен број перформанси које корисници редовно означавају као битне, а везане су за време реализације испоруке или трошкове реализације. Једна од њих је и тачност у реализацији логистичке услуге.

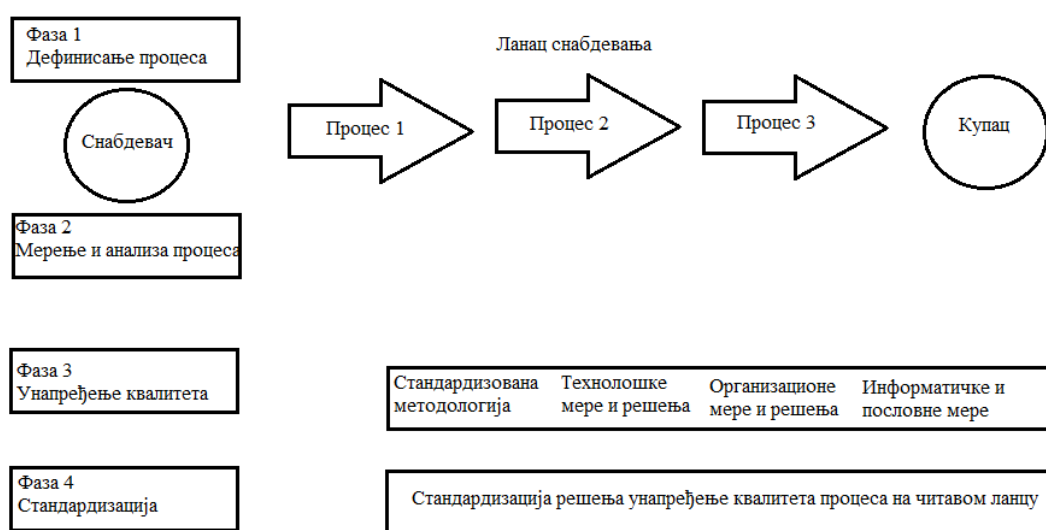
Постизање добрих перформанси испоруке је основни циљ сваког ланца снабдевања. Брза и тачна испорука захтева висок степен синхронизације између свих пословних процеса од снабдевача до крајњег корисника производа. Ово захтева смањење варијабилности карактеристика процеса дуж читавог ланца. Смањење варијабилности и синхронизација пословних процеса су, према томе, означене као кључне у достизању супериорних вредности перформанси реализације испоруке у мрежама ланца снабдевања [13].

Уводи се нови концепт мерења перформансе квалитета „тачност времена реализације логистичке услуге“, назван шест сигма ланци снабдевања. Шест сигма описује и квантификује ланце снабдевања по питању брзе и тачне испоруке и развија нови приступ за обликовање таквих мрежа. Основна идеја рада је прављење аналогije функционисања ланца снабдевања са сложеним склоповима (механичким, електро-механичким, итд.), код којих је широку примену нашла статистичка толеранција. Сваки појединачни пословни процес у датом ланцу снабдевања је аналоган једном појединачном подсклопу у оквиру комплетног склопа. Комбинују три области: смањење варијабилности времена испоруке у пословним процесима; статистичка толеранција и шест сигма концепт. Време испоруке, дефинисано за сваки пословни процес, и варијабилност у времену испоруке су кључне детерминанте за одређивање перформансе квалитета укупног времена реализације испоруке у ланцу снабдевања. Када се број ресурса, операција и организација у ланцу снабдевања повећава, варијабилност разара синхронизацију између индивидуалних процеса, водећи ка лошим перформансама квалитета испоруке [13].

Смањење варијабилности је кључна идеја у приступу статистичке толеранције која је широку примену нашла у обликовању механичких толеранција. Комплексан ланац снабдевања се поистовећује са функционисањем, на пример електро-механичких,

склопова. Сваки појединачни пословни процес у датом ланцу снабдевања је аналоган са једним појединачним подсклопом. Минимизирање дефектних или неправовремених испорука у ланцу снабдевања, на тај начин, се може посматрати као минимизирање дефеката у таквим склоповима.

Да би се извршило моделовање перформанси квалитета логистичких услуга у ланцима снабдевања, у овом случају перформанси времена испоруке, у циљу смањења варијабилности карактеристика пословних процеса од којих су састављени ланци снабдевања, прво се дефинишу индикатори способности процеса Ср, Срк и Срм и утврђују њихови међусобни односи [13].



Слика 7.3. Методолошки поступак примене концепта шест сигма у ланцима снабдевања [13]

На основу ових индикатора, дефинише се нови измеритељ перформансе времена испоруке која се назива – поштовање рокова (прецизност) испоруке, као допуна постојећој мери, вероватноћи тачности испоруке. На крају, ова нова перформанса времена испоруке се укључује у концепт шест сигма који се користи у дизајнирању квалитета у ланцима снабдевања. Односно, дефинише се шест сигма ланац снабдевања као мрежа елемената унутар ланца снабдевања који, за дати спецификован временски прозор потрошача у оквиру кога се мора извршити захтевана испорука и циљно време испоруке, резултује у појављивању погрешних испорука у броју не већем од 3.4 на милион могућих случајева [13].

Циљ дизајнирања мреже ланца снабдевања је испорука финалних производа крајњим потрошачима у времену које, што је више могуће, одговара траженом времену испоруке и са што мање погрешних испорука уз минималне укупне трошкове. Ланац снабдевања представља комплексан систем који се састоји од великог броја пословних процеса. Ако

се број тих процеса означи са n , онда сваком од њих одговара циклус времена од наруџбине до испоруке жељених производа. Нека X_i буде време испоруке за дати процес i . Реално је предпоставити да је свако од X_i времена случајна варијабла са средњом вредношћу μ_i и стандардном девијацијом σ_i . Укупно време испоруке за комплетан ланац снабдевања Y , стога представља детерминистичку функцију од свих X_i , односно:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Ако се претпостави да трошкови испоруке производа зависе само од прва два момента ових случајних варијабли, укупни трошкови процеса се могу описати на следећи начин:

$$Z = g(\mu_1, \sigma_1, \dots, \mu_n, \sigma_n)$$

где g такође представља одређену детерминистичку функцију [13].

Потрошачи дефинишу доњу и горњу границу временског прозора, као и потребно време испоруке својих тражених финалних производа.

Респектујући дату спецификацију потрошачких времена испоруке, потребно је изабрати такве параметре за $X_1, X_2, \dots, X_n$, који ће минимизирати укупне трошкове испоруке финалних производа потрошачима, истовремено достижући шест сигма ниво квалитета перформансе испоруке [13].

Проблем дизајна ланца снабдевања се, на основу наведеног, може посматрати као математички проблем линеарног програмирања:

$$\min Z = g(\mu_1, \sigma_1, \dots, \mu_n, \sigma_n)$$

Решењем овог проблема добијају се вредности за параметре X_i свих пословних процеса који егзистирају у ланцу снабдевања, а који задовољавају сва потребна ограничења и услове односно, обезбеђују ниво квалитета времена испоруке на нивоу од шест сигма [13].

8. Закључак

У време када квалитет постаје кључна реч за успех савремене индустрије методологија шест сигма се показала најефективнијом у тзв. "западним" индустријским земљама (америчко и европско подручје).

С обзиром на непобитне користи увођења шест сигма методологије, потребно је познавати величине кључне за њено коришћење.

Једна од највећих предности шест сигма је инсистирање на квантификацији свих процеса и величина у процесу како би их се могло објективно анализирати и одабрати оне које треба побољшати. Због тога је важно познавати математичко-статистичке алате који омогућавају такве анализе и упоређе.

Својом оријентисаношћу на варијацију и на уклањање расипања омогућује да се пролажењем кроз цели ланац процеса од којих се састоји производња нивоа квалитета драстично подигне. Тиме се смањују трошкови лошег квалитета а подижу се профит, продуктивност, учинковитост и конкурентност фирме. То је омогућено структурисаним статистичким приступом који увелико олакшава препознавање добрих решења и доношење исправних одлука, а затим након увођења шест сигма помоћу метода статистичке контроле и стално праћење и одржавање процеса производње на задатом новоу.

У анализи наравно кључну улогу игра шест сигма метрика која учеснике процеса оријентише на континуирано праћење података. Доношење закључака на основу појединачних (дискретних) података се избегава, увек се покушава сагледати "шира слика" коју дају континуирани подаци. То омогућује боље разумевање процеса производње и разликовање важних информација од неважних. Пратећи карактеристике кретања процеса кроз дужу раздобље можемо поузданије закључити да ли одређени поремећај захтева акцију да би се процес задржао под контролом или се ради о мањој флукутацији која неће изазвати проблеме са контролом процеса. Због тога је познавање шест сигма метрике, њеног значења и параметара неопходно за успешно увођење и коришћење шест симга методологије.

Имајући у виду изнете чињенице, које су само мали део чињеница везаних за комплексну проблематику шест сигма, као и огроман број компанија које користе методологију шест сигма, може се закључити да је шест сигма идеална методологија унапређења квалитета, јер је усмерена ка корисницима и њиховој сатисфакцији, усмерена ка снижењу трошкова квалитета и повећању профита, базирана на подацима и чињеницама при доношењу одлука и моћна методологија смањења грешака (дефеката) и расипања процеса.

9. Литература

- [1] Лазић М., Шест сигма - фантазија, заблуда или цињеница?, Зборник радова ИСБН: 86-80581-77-1, Фестивал квалитета 2005., Крагујевац 2005.
- [2] Рајковић В., LEAN SIX SIGMA KONCEPT, 39. национална конференција о квалитету, Фестивал квалитета 2012, Београд 2012.
- [3] Кондић З., Прилагодба методологије 6σ малим производним организацијама - докторска дисертација, FSB, Загреб, 2008.
- [4] Antony J., And Banuelas R., Key Ingredients for Effective Implementation of Six sigma program, Measuring Business Excellence, No.6, 2002.
- [5] Инжењерски приручник, Школска књига, Загреб, 1996.
- [6] Кондић Ж., “Прилагодба методологије 6σ малим производним организацијама”, Докторска дисертација, Свеучилиште у Загребу, Факултет Стројарства и бродоградње, Загреб, 2008.
- [7] Gysi C., DeCarlo N., Williams B., Six Sigma For Dummies, Wiley Publishing Inc., 2005.
- [8] Six Sigma Business Excellence, American Society for Quality, SAD, 2001.
- [9] Лазић М., Алати, методе и технике унапређења квалитета, универзитетски уџбеник, Машински факултет, Крагујевац, 2006.
- [10] Adler.P.S., Time-and-Motion Regained, Harvard Business Review, 1993.
- [11] Поповић Б., Вељковић З., Бошковић В., Систем шест сигма у пракси, 35. национална конференција о квалитету, Фестивал квалитета 2008, Крагујевац 2008
- [12] Барјактаревић Л., Јечменица Д., Примена концепта шест сигма у банкарству, стручни прилози, Универзитет Сингидунум, Београд 2011.
- [13] Масларић М., Цакић Ђ., Концепт шест сигма у ланцима снабдевања, 33. Национална конференција о квалитету, Крагујевац 2006.