

*Ђуро Микић**

*Зоран Новаковић***

*Борис Дамјановић****

ДИСТРИБУЦИЈА СКУПА МЈЕРЕЊА У ФУНКЦИЈИ КВАЛИТЕТА УПРАВЉАЧКЕ КОМУНИКАЦИЈЕ СИСТЕМА

MEASUREMENT SET DISTRIBUTION AS A FUNCTION OF QUALITY OF SYSTEM MANAGEMENT COMMUNICATION

Резиме

Инструментализација понављаног посматрања промјена у процесу и закључивње о степену конзистентности варијације, престава веома широко подручје примјене статистичких алата у систему управљања квалитетом. Један од често кориштених алата овога типа, познат под називом статистичка контрола процеса, развијан је у више варијанти, у зависности од природе података, а у овом раду је описан појмом контролна карта.

Употребљава се за проучавање промјена у процесу на бази центрирања дистрибуције нумеричких или атрибутивних података, а најчешће се примјењује за контролу текућих процеса и процјена потребе њихове корекције. Такође, налази своју практичну примјену за предвиђање очекиваног обима излаза из процеса, анализу об-

* „Висока школа за економију и информатику“ Приједор, koledzprijedor@gmail.com

** „Висока школа за економију и информатику“ Приједор.

*** „Висока школа за економију и информатику“ Приједор.

лика варијације, оцјењивање подобности пројекта за унапређивање квалитета и сл. што је и у овом раду теоријски објашњено и практично показано.

Генерално посматрано, примјена статистичког алата квалитета, типа контролне карте, одвија се према стандардизованој процедури: почевши од њеног избора, одређивање временског рока, конструкције самог алата и анализе података, утврђивања алармантних сигнала и њихових узрока, па до детекције грешака и њихових посљедица. Често кориштен графикон за приказивање закона расподеле фреквенција је и хистограм, с тим да код примјене овог алата квалитета, дистрибуција фреквенција исхода мјерења, у оквиру мјерне области, показује колико је фреквентна свака појединачна вриједност у једном сету података.

Рад је прилагођен захтјевима статистичке анализе, тако да се бави описом основног статистичког алата у управљању квалитетом – контролна карта – као основном темом са циљем откривања законитости понашања осјетљивости посматраног обиљежја. Дакле, у овој секцији обрађене су кључне процедуре статистичког инжењеринга које омогућавају разумијевање начина примјене одабраног статистичког алата обезбјеђења и унапређивања система квалитета у функцији реанимирања виталности управљачких ресурса.

Кључне ријечи: процес, дистрибуција, алат квалитета, систем, варијабилитет, контролна карта

Summary:

Instrumentalization of repeated observations of changes in the process and conclusions on the degree of consistency of variations, represents a very broad range of application of statistical tools in quality management system. One of the most frequently used tools of this type, known as statistical process control, has been developed in several variants, depending on the nature of the data, and this paper describes the concept of control charts.

It is used to study changes in the process based on distribution of numerical or attribute data, which is mostly used for control of the

processes and assessment of needs for their correction. It also finds its practical application for predicting the expected volume of output from the process, analysis of variation shape, evaluating the suitability of the project to improve the quality and the like, as it in this paper theoretically explained and practically demonstrated.

Generally, the application of statistical quality tools, types of control charts, carried out according to standardized procedure starting with its selection, the determination of the time period, construction of the tool and data analysis, identification of the alarming signals and their causes, up to the detection of errors and their consequences. Often used a chart to show the law of frequency distribution is the histogram. By the application of this quality tool frequency distribution of outcomes measurement in the measuring area, shows the frequency of each individual value in a dataset.

The work is adjusted to the requirements of statistical analysis so that it deals with a description of basic statistical tool in quality management - control chart - as the main topic targeting on detection of regularity of the sensitivity behavior of the observed features. So this section dealt with the key engineering statistical procedures that allow understanding application of the selected statistical tool for quality assurance and improvement, in function of vitality reanimation of management resources.

Keywords: process, distribution, quality tools, systems, variability, control chart

Увод

Историјски посматрано, крајем прошлог и почетком овог вијека улагани су велики напори и остварени запажени резултати у погледу отклањања терминолошке конфузије и исправке погрешних интерпретација у везу са разумијевањем статистичке методологије у контексту израде алата управљања квалитетом.

Ранији назив за контролу квалитета био је статистичка контрола процеса, који је дизајниран од стране водећих ауторитета менаџ-

мента квалитета, са циљем да у неким специфичним случајевима, гдје се не могу примијенити алгоритми инференцијалне статистике, замијени инспекцију. Без обзира на могућност дублета, све врсте провјеравања, укључујући и инспекцију, контролу квалитета, статистичку контролу процеса и др., одлична су претпоставка механизма статистичког закључивања и симболичног резоновања за подешавање експеримената и стручну експертизу израде програма управљања квалитетом. Међутим, не треба ни помишљати о кориштењу напреднијих статистичких алата система квалитета, нпр. Сих Сигма методологија, ако се оперише са уникатним јединицама, односно ако се систем не припреми за увођење статистичке анализе.¹

Статистичком терминологијом речено: у оквиру овог истраживања изведена су одговарајућа мјерења на атрибутима одређеног процеса која су резултирала конкретним вриједностима повезаним са промјењивом, за чије измјерене јединице се и именују описане статистичке процедуре. Материја везана за алате статистичког управљања квалитетом је тако обимна, тако да ће у оквиру овог рада бити само дјелимично приказана кроз примјер увођења појма статистичких контролних карата процеса, које се широм свијета користе под именом карта контроле квалитета.²

О процесу треба размишљати као о појму који биљежи трансакције и непрекидно производи неке излазе од којих се узимају узорци и региструју промјене, чији се резултат приказује у облику позиција тачака и парова контролних граница и њихове толеранције на контролној карти. На тај начин су у току рада на конкретном примјеру тестирани узроци варијабилитета излаза процеса и са поузданошћу и непристрасно утврђивано да је цјелокупан излаз унутар граница спецификације, што и представља основну логику описаног статистичког алата.

Поред тога, контролна карта је кроз дати примјер анализирана у циљу идентификације тачака које указују на девијантна мјеста у

¹ Ловрић, М.; Комић, Ј.; Стевић, С. *Статистичка анализа – методи и примјена*. Бања Лука: Економски факултет, 2006.

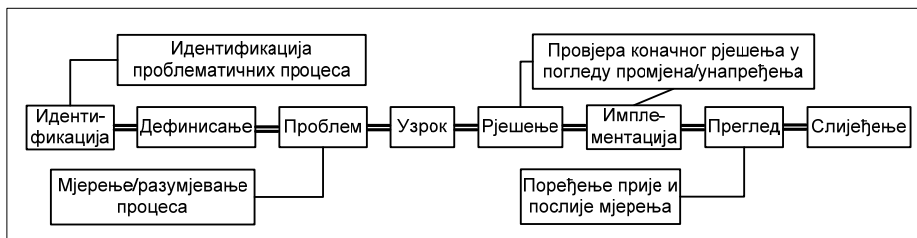
² Тодоровић, З. и други. *Излазна контрола у систему квалитета (Product control)*. Београд: Наука, 2000.

процесу чијом елиминацијом узрока се процес враћа под контролу односно, фино подешава да функционише унутар граница нормалних варијанси, чиме престаје лов на фантомске проблеме у поступку истраживања.

1. Границе спецификације варијабилитета мјерне области контроле процеса

За приказивање дистрибуције фреквенција скупа мјерења, веома широку примјену имају хистограми као подскуп *тракастих дијаграма*. Први пут су употребљени 1833. године и спадају међу првих седам алата квалитета. Погодни су за истраживање закона расподеле мјерне области у ситуацијама у којим се сумња да постоји више фактора који утичу на процес. Користе се и за олакшавање дефинисања разумних граница спецификација у процесима када се жели видјети тренутна мустра дистрибуције, као супротност калкулисању појединачних бројева, типа средња вриједност или стандардна девијација.

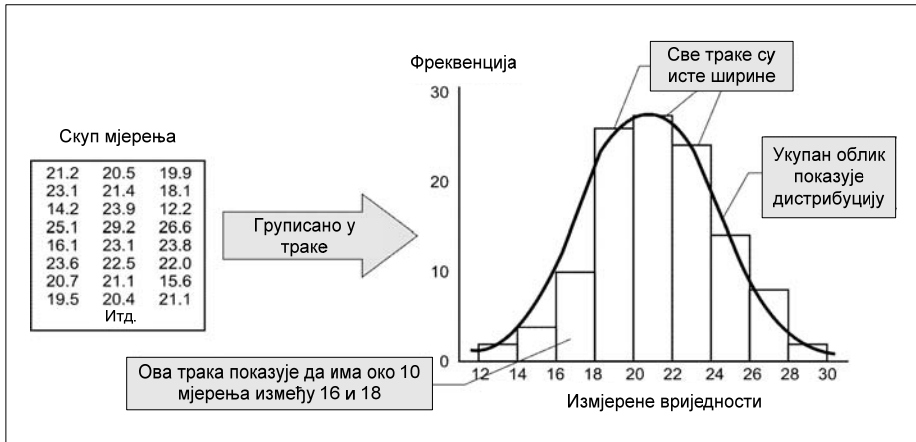
Слика 1: Кориштење хистограма у рјешавању проблема



Приликом мјерења процеса често се дешава да резултати мјерења варирају, а разумијевајући како ове вриједности варирају, могу се боље разумјети и ефекти процеса и промјене које су на њему учињене. Хистограм показује дистрибуцију фреквенција по скупу мјерења као сет физичких трака чија је ширина константна и представља фиксну област мјерења. Висина сваке траке је пропорционална броју мјерења унутар те ћелије тако да даје добар визуелни утисак о броју мјерења унутар ње, а све траке заједно приказују дистрибуцију по области мјерења.

При цртању хистограма, на располагању мора бити довољан број мјерених вриједности како би се добио употребљив облик дистрибуције.

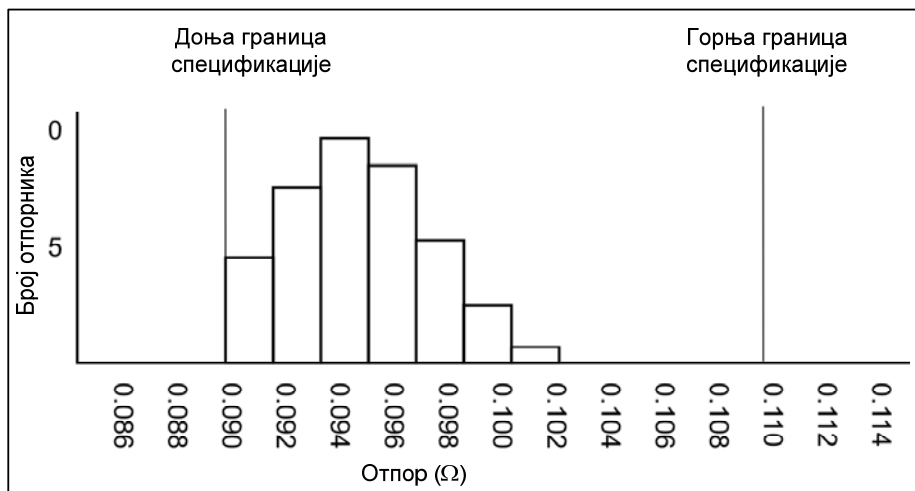
Слика 2: Груписање скупа мјерења у хистограм



На постојање проблема може да укаже случај у коме не постоји природни звонолики облик дистрибуције, али то може бити индикација проблема са мјерењем. Ако је варирање у процесу насумично, хистограм ће дати нормалну (звонолику) криву, па је врло вјероватно да ће се будуће вриједности моћи предвидјети употребом стандардне девијације. Ако процес има дефинисане границе спецификација, онда се хистограм треба смјестити између њих јер нецентрирана дистрибуција може довести до тога да доста ставки лежи ван граница спецификације. Наведени услов се може показати на слиједећем примјеру:

Инжењеру електротехнике је потребан отпорник од 10 Ω са толеранцијом од 0,1%, а једини који се могао набавити је онај са 10% толеранције. Да би се постигла виша толеранција, он је користио 100 отпорника од по 0,1 Ω. Као збирни ефекат се очекивало да достигне ниску толеранцију, пошто се отпорници испод и изнад 0,1 Ω међусобно уравнотежују. Када се резултирајући отпорник почео гријати, инжењер је мјерио вриједности за сваки отпорник и исцртао хистограм, као на слици 3.

Слика 3: Хистограм приказује изабране узорке



Резултат је показао да, иако су отпорници били у границама спецификације, дистрибуција није била нормална и центрирана на 0,1 Ω , што је вјероватно проузроковано избором нецентрираног производног система. Рјешење са посебно направљеним отпорником је било значајно скупле.

Анализирајући урађени хистограм на бази расположивих информација могуће је дјеловати према налазима провјере процјена направљених у вези са актуелном дистрибуцијом. За одређивање броја трака се може користити и једноставно правило које каже да број трака треба да буде једнак $1 + 3.3 \log_{10}$ (број мјерења). Табела полигона фреквенција која се користи за организацију хистограма се може проширити тако да обухвати и листу грешака како би се регистровали догађаји који су се одиграли.³

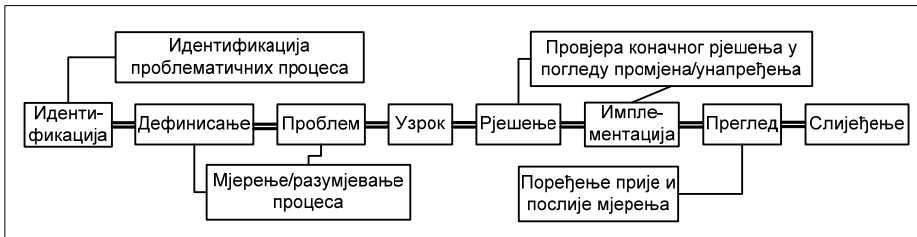
2. Скривена динамика хистограма статистичке значајности тендова у мјерењима процеса

Приликом истраживања и утврђивања чињеница везаних за статистичку природу процеса, па према томе и потребе статистичке акције како би се довео под контролу, веома широку примјену има-

³ Микић, Ђ.; Ралевић, Н. *Статистичке методе у менаџменту*. Бања Лука: 2006.

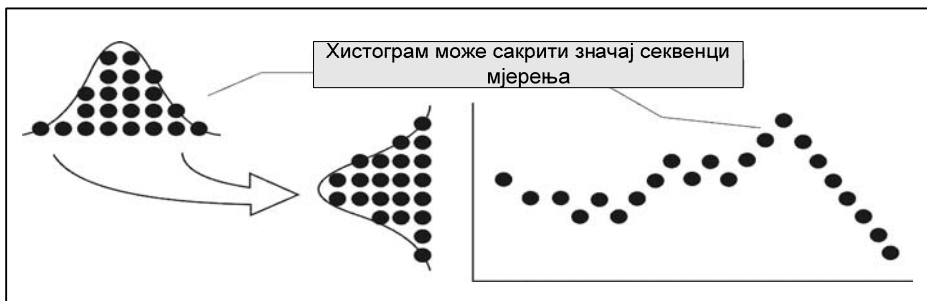
ју контролне карте. Користе се и за диференцијацију између специјалних и уобичајених узрока варијација, при чему се идентификују специјални узроци, који се први требају рјешавати. Помоћу контролних карти се могу успјешно открити статистички значајни трендови у мјерењима, па тако нпр. може се идентификовати када и колико су промјене унаприједиле процес. Добре резултате даје и када се користи као мјера превенције процеса, како би се проблеми уочили прије него што постану значајни. Практично их је користити само у случајевима гдје се може провести регуларно мјерење процеса, који се понављају у разумно кратким временским интервалима.

Слика 4: Кориштење контролне карте у рјешавању проблема



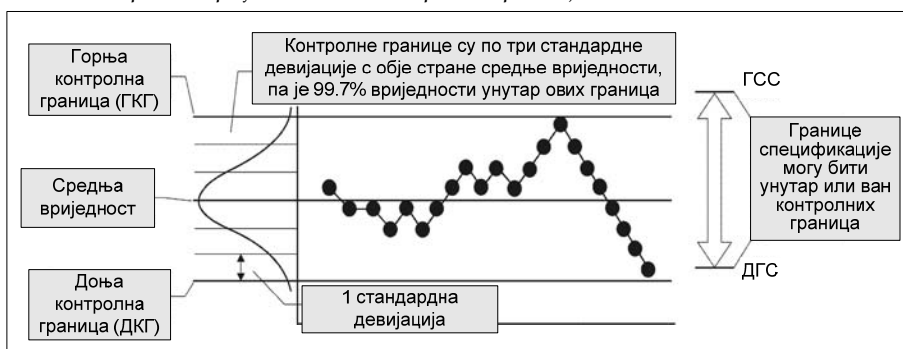
Када се процес одвија уз понављања, чак иако се ради о доста стабилним условима, мјерења у процесу ће ријетко бити идентична. За приказивање статичне расподеле скупа таквих мјерења може се користити и хистограм, иако он не показује динамичке трендове, као у случајевима гдје узастопна мјерења могу да укажу на значајне промјене унутар процеса (Слика 5).

Слика 5: Сакривена динамика у хистограму



У циљу превазилажења наведеног ограничења хистограма конструисана је контролна карта и то најчешће са три хоризонталне линије, поред главне која показује мјерења.⁴ Централна линија представља средњу вриједност, а двије вањске линије су постављене са обје стране централне на удаљености од 3 стандардне девијације. Тако ће се 99,7% мјерења наћи између ове двије линије, Слика 6.

Слика 6: Средња вриједност и контролне границе



Горња линија се означава као *горња контролна граница*, а доња линија као *доња контролна граница*, пошто се за тачке које се налазе ван ових граница сматра да су ван контроле. Иако су контролне границе праве линије код већине типова контролних карата, постоје и оне врсте код којих су оне различите за сваку унесу тачку, што је и приказано на слици 7.

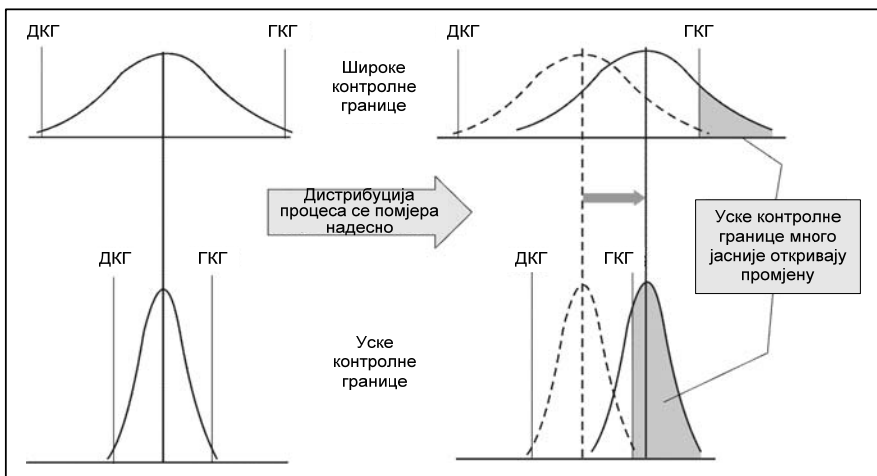
Границе спецификације које нису повезане са контролним границама, говоре шта би требао бити резултат процеса, док контролне границе показују шта процес заправо ради. Стварне калкулације контролних граница се разликују у зависности од типа мјерења које се осликава због математичких разлога, а дају одговор на питање Које величине се називају *варијаблама*. Друга идентификација је да се дефектне ставке и стварни дефекти мјере у квантитативним јединицама а непромјенљива мјерења се називају *атрибутима*.

Свака тачка на контролној карти варијабли се прави од просјека скупа мјерења за што постоје слиједећа два разлога:

⁴ Новаковић, З.; Микић, Ђ. *Алати квалитета*. Приједор: Висока школа за економију и информатику, 2010.

- Резултат је предвидива нормална (звонлика) дистрибуција за цијелу карту, захваљујући теореми централног лимита.
- Добијају се уже контролне границе тако да ефекат средње вриједности у свакој групи поравнава појединачна висока и ниска мјерења, што на крају даје контролну карту која може да региструје мање промјене у процесу. Слиједећа слика приказује како иста промјена у средњој вриједности даје већу вјероватноћу да уска дистрибуција открије ову промјену:⁵

Слика 7: Како контролне границе обухватају промјене



Када се прате варијабле морају се исцртати двије контролне карте, зато што мјерење средње вриједности подгрупа може резултирати у значајној варијацији унутар подгрупа које су пропуштене.

Овдје се такође може примјетити да контролне границе за карте области нису симетричне око централне линије средње вриједности. То је због тога што карта средњих вриједности има нормалну дистрибуцију али дистрибуција у карти области је искривљена. Уобичајено је да доња контролна граница код карте области буде на нули, јер негативне вриједности би биле бесмислене.

Интерпретација контролне карте захтијева идентификацију значајних фактора, као што су тачке које падају ван контролних грани-

⁵ Жижић, М.; Ловрић, М.; Павличић, Д. *Методи статистичке анализе*. Београд: Економски факултет, 1996.

ца или мустри које се понављају седам или више пута. То не мора да значи да је ситуација алармантна, али указује да статистички није стабилна. С друге стране, статистички стабилан процес који је у домену контроле може да има незадовољавајуће широку варијацију.⁶

3. Дијаграм узрока и посљедица у интерпретацији контролне карте у примјени

Када се пронађу значајне тачке или мустре може се извршити идентификација могућих типичних узрока, употребом *дијаграма узрока и посљедице*. Међу те типичне узроке спадају персоналне промјене, акције које они проводе, употребљени алати и машине, сировине и опште окружење. Основне мустре које треба тражити на контролним картама и њихове могуће интерпретације су приказане опширније у изворима који су кориштени.

Конкретна примјена овог алата квалитета веома јасно се може показати на слиједећем примјеру:

Једно рачуноводствено одјељење је отпочело значајан пројекат унапређења квалитета, са намјером да покушају смањити број интерних отпремница које њихови корисници потпуно погрешно попуњавају. Као укупну мјеру њиховог успјеха користили су п-тип контролне карте како би одредили удио отпремница које се не попуњавају коректно. Изабран је овај начин, а не мјерење стварног броја дефеката, зато што било који број дефеката на једном обрасцу захтјева исти труд за ревизију.

Свака тачка на карти представља све отпремнице из једног дана. То је урађено тако јер се једна карта са 25 тачака може исцртати у разумно кратком времену. Ова величина подгрупа је допустива јер, мада је број образаца у свакој групи био мањи од 50, број дефектних образаца у свакој подгрупи је био већи од четири.

Парето дијаграм је указао да развојно одјељење прави највише грешака, а анкета је показала да они не разумију образац. Петнае-

⁶ Вуковић, Н. *Статистичко закључивање*. Београд: Факултет организационих наука, 2010.

стог дана у мјесецу је одржана полчасовна обука за људе из развоја. Слика 9 приказује калкулацију и контролну карту за тај мјесец.

Лако се уочава да је након проведене обуке било 9 тачака у реду испод централне линије, што указује на статистички значајно унапређење.⁷ Слиједећег мјесеца удио дефектних образаца се још смањило захваљујући томе што је обука обезбијеђена и за друга одјељења. Нешто касније се број погрешно попуњених образаца толико смањило да се период подгрупе морао проширити на једну седмицу.

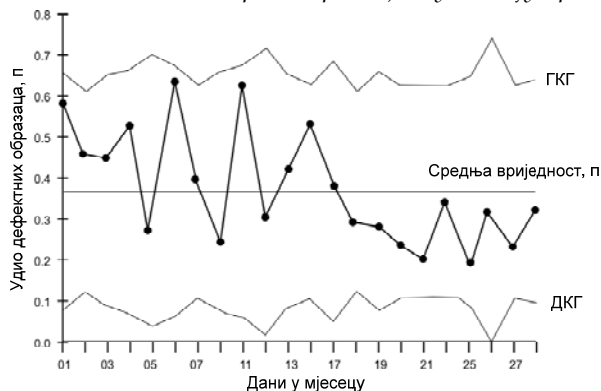
Примјер калкулација за контролну карту

Слика 8: Примјер контролне карте

Дан у мјесецу	Број отпремница, н	Број дефектних образаца	Удио дефектних, п	ДКГ	ГКГ
1	24	14	0.583	0.073	0.663
2	35	16	0.457	0.123	0.613
3	27	12	0.444	0.09	0.646
4	23	12	0.522	0.066	0.67
5	19	5	0.263	0.036	0.7
6	22	14	0.636	0.06	0.677
7	31	12	0.387	0.108	0.628
10	25	6	0.24	0.079	0.657
11	22	14	0.636	0.06	0.677
12	17	5	0.294	0.017	0.719
13	26	11	0.423	0.084	0.652
14	30	16	0.533	0.104	0.632
17	21	8	0.381	0.052	0.684
18	35	10	0.286	0.123	0.613
19	24	7	0.292	0.073	0.663
20	31	7	0.226	0.108	0.628
21	31	6	0.194	0.108	0.628
24	32	11	0.344	0.112	0.624
25	27	5	0.185	0.09	0.646
26	15	5	0.333	0	0.742
27	31	7	0.226	0.108	0.628
28	28	9	0.321	0.095	0.641

⁷ Новаковић, З.; Микић, Ђ. *Алати квалитета*. Приједор: Висока школа за економију и информатику, 2010.

Слика 7: Како контролне границе обухватају промјене



Људи, који су укључени у сакупљање података и у конструкцију и интерпретацију контролне карте, треба да буду довољно едуковани, односно да могу извршити планирана мјерења према слиједној методологији:⁸

а) Израчунати средњу вриједност и горњу и доњу контролну границу за изабрани тип контролне карте, користећи примјере калкулација које су дате у наставку:

- Калкулације за контролне карте средње вриједности и области,
- Калкулације за појединачне и контролне карте са покретним распоном,
- Калкулације за контролну карту стандардне девијације,
- Калкулације за п-контролне карте (удио дефектног),
- Калкулације за np-контролне карте (број дефектног),
- Калкулације за c-контролне карте (број дефеката),
- Калкулације за u-контролне карте (дефеката по јединици).

Понекад се калкулисањем дође до доње контролне границе која је испод нуле, али пошто тачке не могу ићи испод нуле, онда се доња контролна граница поставља на нулу.

б) Интерпретирати карту, тражећи значајне мустре и тачке, и дјеловати на резултате. Обично ће овдје спадати и проналажење узрока неког идентификованог скупа тачака, након чега би требао услиједити приједлог методе за корекцију проблема.

⁸ Новаковић, З.; Микић, Ђ. *Алати квалитета*. Приједор: Висока школа за економију и информатику, 2010.

Слика 9: Калкулације за контролне карте просјека и распона⁹

1. Калкулисање основног просјека из измјерених вриједности

Број подгрупе	Мјерења подгрупе				Просјек \bar{X}	Распон P
	X_1	X_2	X_3	X_4		
1	2	3	1	6	3,0	5
2	5	4	9	4	5,5	5
3	3	4	3	4	3,5	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
24	1	9	3	7	5,0	8
25	3	3	3	3	3,0	0
Збирови					145,0	105
Просјеци (= Збирови/к)					5,8	4,2

\bar{X} је просјек мјерења подгрупе

$$3 = \frac{2 + 3 + 1 + 6}{4}$$

P је разлика између макс. и мин. У подгрупи мјерења $8 = 9 - 1$

Велики просјек, $\bar{\bar{X}}$

Распон просјека, \bar{P}

2. Калкулисање горње и доње контролне границе (ГКГ и ДКГ)

Користити број мјерења у свакој подгрупи за избор вриједности из ове табеле за калкулисање ГКГ и ДКГ

Величина подгрупе	A_2	D_3	D_4
2	1,880	0	3,269
3	1,023	0	2,574
4	0,729	0	2,282
5	0,577	0	2,114
6	0,483	0	2,004
7	0,419	0,076	1,924
8	0,373	0,136	1,864
9	0,337	0,184	1,816
10	0,308	0,223	1,777

Веће подгрупе дају контролне карте које су осјетљиве на промјене у процесу

У овом примјеру су 4 вриједности у свакој подгрупи, и то:

$A_2 = 0,729$

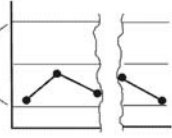
$D_3 = 0$

$D_4 = 2,282$

Карта просјека:

$ГКГ = \bar{\bar{X}} + A_1 \bar{P} = 5,8 + 0,729 \times 4,2 = 8,86$

$ДКГ = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{P} = 5,8 - 0,729 \times 4,2 = 2,73$




Контролна карта просјека (\bar{X} -цртано или \bar{X})

Карта просјека:

$ГКГ = D_4 \bar{P} = 2,282 \times 4,2 = 9,58$

$ДКГ = D_3 \bar{P} = 0 \times 4,2 = 0$



Контролна карта распона (\bar{P})

Калкулисање основног просјека на бази скупа мјерења као и калкулисање горње и доње контролне границе за контролне карте про-

⁹ Новаковић, З.; Микић, Ђ. *Алати квалитета*. Приједор: Висока школа за економију и информатику, 2010.

сјека и распона, контролне карте са покретним распонем као и за контролне карте стандардне девијације практично је показано из измјерених вриједности.

Слика 10: Калкулације за појединачне и контролне карте са покретним распонем

1. Калкулисање основног просјека из измјерених вриједности

Број подгрупе	Мјерење X	$(X-\bar{X})^2$	Покретни распон ПР
1	2,0	2,89	-
2	3,5	0,04	1,5
3	4,2	0,25	0,7
⋮	⋮	⋮	⋮
24	3,0	0,49	1,2
25	5,5	3,24	3,5
Збирови:	92,5	33,22	47,7
Просјеци:	3,7		1,9

ПР је разлика између узастопних мјерења: $1,5=2,0-3,5$ (минус се игнорише)

Ово се користи при калкулисању стандардне девијације $0,49=(3,0-3,7)^2$

Просјек мјерења, \bar{X}

Распон просјека, ПР

2. Калкулисање горње и доње контролне границе (ГКГ и ДКГ)

Калкулисање стандардне девијације појединачних мјерења

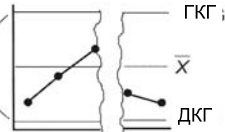
$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{33,22}{25 - 1}} = 1,177$$

Ове вриједности дају централну линију у доњим дијаграмима

Индивидуална карта

ГКГ = $\bar{X} + 3S = 3,7 + 3 \times 1,177 = 7,321$

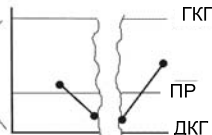
ДКГ = $\bar{X} - 3S = 3,7 - 3 \times 1,177 = 0,169$



Карта покретног распона

ГКГ = $3,668 \times PR = 3,668 \times 1,9 = 6,97$

ДКГ = 0



Слика 11: Калкулације за контролне карте стандардне девијације¹⁰

1. Калкулисање основног просјека из измјерених вриједности

Број подгрупе						Просјек \bar{X}	Стд.дев. s
	X_1	X_2	...	X_{19}	X_{20}		
1	2	3	...	1	6	3,2	2,2
2	5	4	...	9	4	4,5	1,2
3	3	4	...	3	4	5,2	1,5
...
24	1	2	...	3	7	6,6	1,7
25	3	3	...	3	3	3,7	0,6
Збирови:						145,0	28,2
Просјеци:						5,8	1,1

\bar{X} је просјек мјерења подгрупе

$$\bar{X} = \frac{2 + 3 + \dots + 1 + 6}{4}$$

s је стандардна девијација сваке подгрупе

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{(6,6 - 1)^2 + \dots + (6,6 - 7)^2}{20 - 1}} = 1,7$$

Просјечна стд.дев., s
 $1,1 = 28,2/25$

2. Калкулисање горње и доње контролне границе (ГКГ и ДКГ)

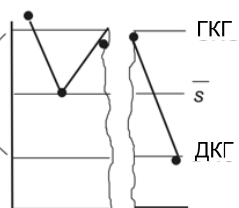
Користити број мјерења у свакој подгрупи за избор вриједности из ове табеле за калкулисање ГКГ и ДКГ

Величина подгрупе	A_2	B_3	B_4
10	0.308	0.284	1.716
11	0.285	0.321	1.679
12	0.266	0.354	1.646
13	0.249	0.382	1.618
14	0.235	0.406	1.594
15	0.223	0.428	1.572
16	0.212	0.448	1.552
17	0.203	0.466	1.534
18	0.194	0.482	1.518
19	0.187	0.497	1.503
20	0.180	0.510	1.490
21	0.173	0.523	1.477
22	0.167	0.534	1.466
23	0.162	0.545	1.455
24	0.157	0.555	1.445
25	0.153	0.565	1.435

У овом примјеру је 20 вриједности у свакој подгрупи, и то:
 $A_2 = 0,180$
 $B_3 = 0,150$
 $B_4 = 1,490$

A_2 су за калкулисање карте граница просјека, која се црта паралелно са картом стандардне девијације

$GK\bar{C} = B_4 \bar{s} = 1,490 \times 1,1 = 1,788$
 $DK\bar{C} = B_3 s = 0,510 \times 1,1 = 0,612$



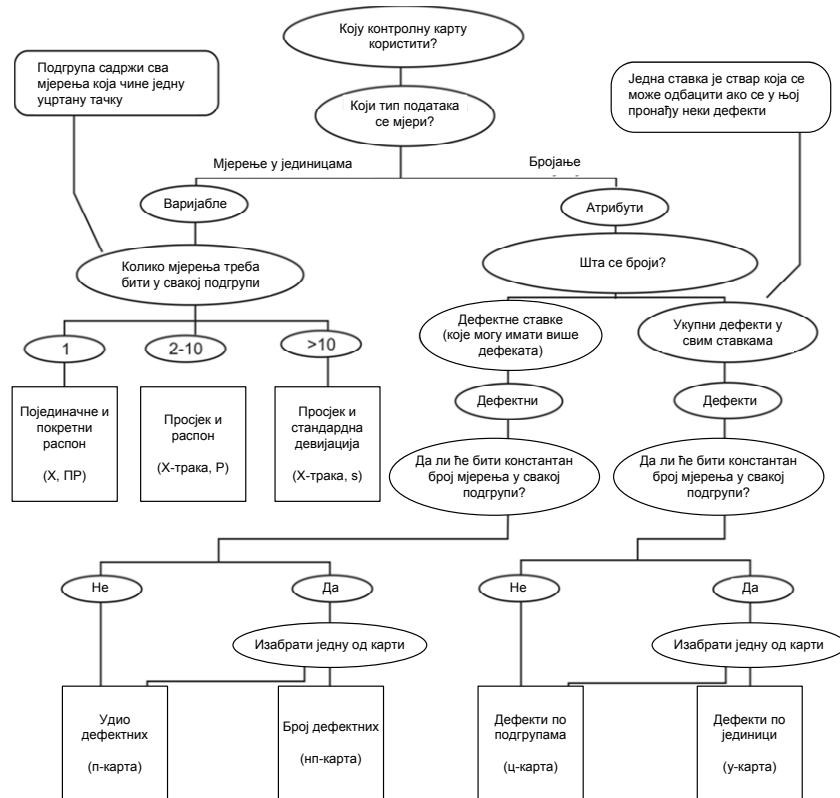
¹⁰ Микић, Ђ.; Ралевић, Н. Статистичке методе у менаџменту. Бања Лука: 2006.

4. Избор типа контролне карте на бази скупа статистички значајних тачака

При избору типа контролне карте која ће се користити у одређеној ситуацији, може се као критериј узети у обзир и број тачака па тако разликујемо:

- а) Карте варијабли које су добре за процесе базиране на машинском раду али су мање осјетљиве на промјене од карти атрибута.
- б) Појединачне (X) карте које се користе само у случајевима када је на располагању мали број мјерења. Ове карте су мање осјетљиве на промјене од карти просјека (X-трака).

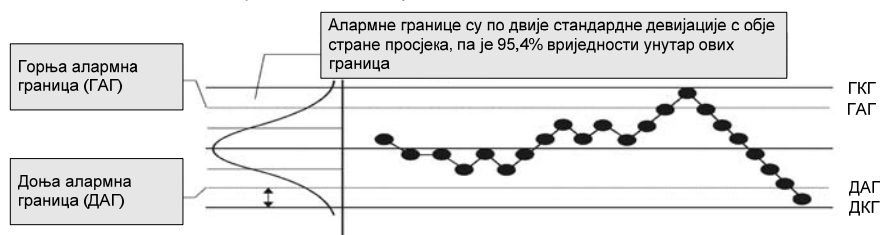
Слика 12: Избор типа контролне карте



- в) У- и ц-карте које дају мјеру дефектности јединица (за разлику од п- и нп-карти).

Такође је потребно исцртати једну додатну хоризонталну линију удаљену двије стандардне девијације са сваке стране централне линије, тако да се оне појављују на двије трећине удаљености до контролних граница за већину контролних карти што не важи за карте распона јер оне немају симетричну дистрибуцију. Ове линије се називају горња алармна граница (ГАГ) и доња алармна граница (ДАГ), и обухватају додатни скуп узастопних тачака, што може указати да је процес ван контроле.

Слика 13: Додатне граничне линије



Потребно је исцртати и трећу и четврту линију поред алармних линија, које су удаљене од централне линије по једну стандардну девијацију.¹¹ Ако су трошкови истраживања проблема у процесу превелики, а посљедице проблема нису преозбиљне, онда се могу користити и шире контролне границе, нпр. на четири стандардне девијације од централне линије. Насупрот томе контролне границе се могу и сузити, нпр. на двије стандардне девијације, ако су трошкови истраживања мали а проблеми сложени.

г) *Мултиваријантна карта* која представља једноставан начин приказивања распона сваког скупа узорака, при чему се распон приказује вертикалном линијом. Умјесто контролних граница се користе границе спецификације, тако да се може лако уочити да ли нека ставка прилази близу или прекорачује ова ограничења.

¹¹ Жижић, М.; Ловрић, М.; Павличих, Д. *Методи статистичке анализе*. Београд: Економски факултет, 1996.

Закључак

На бази резултата проведеног истраживања и апликативног рада на постављеном задатку у погледу имплементације одговарајућих статистичких алата може се закључити да постоје двије стратешке ситуације у којима су аналитичке технике и одговарајући статистички алати у служби управљања квалитетом. Једна је када су нагомилана пословна питања па се статистички алати користе за проналажење узрока кроз постављање приоритета елиминације најскупљих грешака преко Парето оптимума. Друга је када се алати укључују у сврху континуираног побољшања чије понављање може довести до уштеде времена и новца а тиме до успостављања управљачке супериорности и евалуације процеса.

На одређеној тачки анализа примјене статистичких алата, у оквиру датих методологија управљања системом квалитета, постаје суптилна тако да су нужни и веома суптилни експерименти како би се откриле посебно суптилне грешке и наставило напредовање ка тоталном „изљечењу процеса“. Кључна ствар за ову идеју је основни принцип контролне карте на основу којег је показано да варијанса од средње вриједности може да настане како из репрезентативног узорка, тако и из специјалног узорка што може да сигнализира грешку у процесу. У вези с тим су још Деминг и Шуарт непрекидно наглашавали тезу да ће на излазима увијек бити варијансе и по квалитету и квантитету због природних разлога што се заправо може означити као фино подешавање процеса који функционише унутар регуларних граница толеранције варијансе.

Посебне мустре на контролној карти служе као индикација за појаву грешке зато што се може посматрати да је сваки од ових догађаја врло невјероватан у нормалној расподјели, а није задовољен услов нормалности што указује да је процес ван контроле. Крива варијансе на конкретној карти представља визуелни сажетак тачака приближан нормалном облику расподјеле из којег се види да је процес под контролом као што се и примјећује да се специјални узорак уочава као дисторзија криве варијансе. Информације из контролне карте и увид у оно што она пружа наводе на креирање

апликације управљачког курса корективних акција у циљу елиминисања најскупљих извора неконтролисаних улаза у функцији оптимизације резултата функционисања процеса.

Међутим одржавање ствари под контролом не подразумева њихово побољшавање тако да је након коначног успостављања контроле пожељно даље унапређивање преко проширивања контролних граница. То доводи до екстремног смањења грешака или пак радикално модернизује процес новим начином размишљања у погледу револуционисања управљачке функције. За највише нивое инжењеринга квалитета у нултом дефекту користе се алат који је заправо старији од статистичке праксе познат под називом Засијавање грешака. Његов значај се састоји у томе што провјерава дали је елиминисана и посљедња грешка зашто не постоји апсолутна сигурност, али се могу дефинисати тестови који могућност опстанка грешке чине готово невјероватном.

Ипак треба напоменути везу субјективног и техничког фактора, јер преферирање статистичких алата управљања квалитетом претпоставља висок степен едукације, евалуације, мотивације итд. Такође статистички тим за менаџмент квалитета, поред статистичке експертизе, мора бити избалансиран обуком и лидерством у комуникацији и посвећености високо софистицираном послу управљања квалитетом на датом управљачком задатку предузетничког подухвата.

Литература

1. Басу, Р. *Implementing Quality: A practical guide to tools and techniques*, Thomson Learning, 2004.
2. Бобрек, М. *QMS Design: Пројектовање система менаџмента квалитетом*, Бања Лука: Машински факултет, 2000.
3. Ђорђевић, Д. *Систем управљања квалитетом*. Зрењанин: Технички факултет „Михајло Пупин“, 2003.
4. Ловрић, М.; Комић, Ј.; Стевић, С. *Статистичка анализа – методи и примјена*. Бања Лука: Економски факултет, 2006.

5. Микић, Ђ.; Ралевић, Н. *Статистичке методе у менаџменту*. Бања Лука: 2006.
6. Микић, Ђ. *Системи – структура и управљање*. Приједор: Висока школа за економију и информатику, 2007.
7. Новаковић, З.; Микић, Ђ. *Алати квалитета*. Приједор: Висока школа за економију и информатику, 2010.
8. Новаковић, З. *Управљање квалитетом*. Приједор: Висока школа за економију и информатику, 2010.
9. Поповић, Б. *Обезбјеђење квалитета производа*. Београд: Наука, 1992.
10. Поповић, Б. *Процесна контрола у систему квалитета*. Београд: Научна књига, 2000.
11. Тодоровић, З. и други. *Квалитет према стандардима серије ИСО 9000*. Бања Лука: Министарство индустрије и енергетике Републике Српске, 1996.
12. Тодоровић, З. и други. *Излазна контрола у систему квалитета (Product control)*. Београд: Наука, 2000.
13. Вуковић, Н. *Статистичко закључивање*. Београд: Факултет организационих наука, 2010
14. Жижих, М.; Ловрић, М.; Павличих, Д. *Методи статистичке анализе*. Београд: Економски факултет, 1996.