

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Индустријски инжењеринг

Предмет: TQM

Број индекса: 60/2014

Матија Г. Матовић

**Алати за прикупљање и анализу података у
домену управљања квалитетом у производним
организацијама**

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Александар Алексић - ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да анализира алате за прикупљање и анализу података у домену управљања квалитетом у производним организацијама, и исте опише. Након описа, кандидат треба на конкретном примеру да покаже улогу ових алата у унапређењу квалитета пословања организација. Кандидат треба да спроведе самосталан рад и користи одговарајућу методологију и референтну литературу. Такође, кандидат треба да спроведе и практично прикупљање података у производним организацијама које послују у Србији. Мотивација за реализацију рада се огледа кроз чињеницу да се кроз адекватно прикупљање и анализу података могу предложити решења различитих проблема унапређења квалитета.

Препоручена литература:

- [1] Okland, J. (1999). *Tools and Techniques for TQM*. Manchester
- [2] Tague, N. R. (2005). *The quality toolbox (vol. 600)*. Milwaukee, WI: ASQ Quality Press
- [3] Хелета, М. (2008). *Менаџмент квалитетом*. Београд: Универзитет Сингидунум
- [4] Бркић Спасојевић, В. Ц. (2004). Организација система квалитета и алати квалитета *Индустрија 4*, 73-81

Крагујевац,

Ментор:

Др Александар Алексић

САДРЖАЈ

1. УВОД	5
2. УПРАВЉАЊЕ КВАЛИТЕТОМ У ПРОИЗВОДНИМ ОРГАНИЗАЦИЈАМА	7
3. АЛАТИ ЗА ПРИКУПЉАЊЕ И АНАЛИЗУ ПОДАТАКА – ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ	11
3.1. УЗОРКОВАЊЕ	12
3.2. ХИСТОГРАМ	20
3.3. РАДАРСКИ ДИЈАГРАМ	25
3.4. ПАРЕТО АНАЛИЗА	29
4. ПРИМЕРИ ПРАКТИЧНЕ УПОТРЕБЕ ОДАБРАНИХ АЛАТА У ПРОИЗВОДНИМ ОРГАНИЗАЦИЈАМА	34
4.1. ПРИМЕР ПРАКТИЧНЕ УПОТРЕБЕ УЗОРКОВАЊА	34
4.2. ПРИМЕР ПРАКТИЧНЕ УПОТРЕБЕ ХИСТОГРАМА	34
4.3. ПРИМЕР ПРАКТИЧНЕ УПОТРЕБЕ РАДАРСКОГ ДИЈАГРАМА	36
4.4. ПРИМЕР ПРАКТИЧНЕ УПОТРЕБЕ ПАРЕТО АНАЛИЗЕ	37
5. ЗАКЉУЧАК	41
6. ЛИТЕРАТУРА	42

Summary:

In today's conditions of a dynamic market, as well as increasing business competition around the world, special emphasis and importance is placed on the quality of products / services, as well as quality control. Quality management is achieved by a quality system, based on a defined quality policy, goals and responsibilities. The basis for quality management in a business organization are the principles of quality management, while the goal of the quality management system is to help analyze and meet customer requirements. The key and most important standard when it comes to the quality management system is the ISO 9001 standard, while its latest version is the ISO 9001: 2015 standard, which was developed to facilitate understanding and implementation of the standard. Improving the quality of products and services is achieved by applying various quality tools, of which in this paper special emphasis will be on sampling, histogram, radar diagram and Pareto analysis, as well as examples of their practical use in business organizations.

Key words: quality, quality management, quality management system, quality tools

Резиме:

У данашњим условима динамичног тржишта, као и све веће пословне конкуренције широм света посебан акценат и значај се ставља на квалитет производа/услуга, као и на контролу квалитета. Управљање квалитетом се постиже системом квалитета, на основу дефинисане политике квалитета, циљева и одговорности. Основу за управљање квалитетом у некој пословној организацији чине принципи менаџмента квалитетом, док је циљ система менаџмента квалитетом да помогне у анализи и испуњавању захтева купаца. Када је у питању систем менаџмента квалитетом кључни и најважнији стандард је стандард *ISO 9001*, док је његова најновија верзија стандард *ISO 9001:2015*, који је развијен ради лакшег разумевања и примене стандарда. Побољшање квалитета производа и услуга се постиже применом различитих алата квалитета, од којих ће у овом раду посебан нагласак бити на узорковању, хистограму, радарском дијаграму и Парето анализи, као и на примерима њихове практичне употребе у пословним организацијама.

Кључне речи: квалитет, управљање квалитетом, систем менаџмента квалитетом, алати квалитета

1. УВОД

Данас у пословању је приметан убрзан развој и конкурентност савремених компанија које морају стимулисати профитабилан развој, креирати нове вредности и континуирано учити. Резултат тога огледа се у повећању значаја квалитета у производњи и коришћењу производа, као и у утицају квалитета како на приход предузећа, тако и на саму продуктивност предузећа. Услед свега овога главни задатак и циљ предузећа, односно пословне организације, треба да буде схватање значаја квалитета, из чега ће проистећи побољшање перформанси и квалитета, већа продуктивност, као и знатно нижи трошкови и мањи губици.

Схватање значаја квалитета доводи до развијања свести о још једној веома битној области у савременим предузећима – контроли квалитета, као и методама које за циљ имају да обезбеде захтевани ниво квалитета производа и услуга. Услед све веће конкуренције која је присутна на глобалном светском тржишту, контрола квалитета је постала изуетно битан процес у свим производним организацијама, и представља један од виталних елемената који доприносе подизању рејтинга компаније на тржишту, што омогућава убрзани раст продуктивности као и могућност за пробој на нова тржишта широм света.

Контрола квалитета је уско специјализована област у производним предузећима. Тржиште је наметнуло контролу квалитета као врло важан алат који не може да се изостави у процесу рада. Због тога велике компаније имају посебна одељења која су задужена за управљање квалитетом, тј. за прописивање, спровођење и контролисање активности и резултата како би се достигао, одржао и унапредио квалитет.

Алати за побољшање квалитета представљају концепте, технике, методе, студије, средства, тј. то су сви напори који се усмеравају ка побољшању квалитета и примењују у систему квалитета, у циљу побољшања квалитета, као једног од саставних делова управљања квалитетом. То су пре свега следећи алати (Okland,J. ,1999) :

- Парето дијаграм,
- Регресиона анализа,
- Техника контролних карти,
- Методе узорковања и прихватања,
- Студија прецизности, тачности и стабилности процеса,
- Образац за прикупљање података,

- Електро управљање документацијом,
- FMEA анализа,
- Хистограм,
- QFD метода,
- Дијаграм узрок-последица,
- Brainstorming,
- Анализа вредности,
- Дијаграм тока,
- Дијаграм афинитета,
- Анализа поузданости,
- Дијаграм стабла,
- Дијаграм матрице и други.

Управљање квалитетом се остварује системом квалитета, на основу дефинисане политике квалитета, циљева и одговорности. Политика квалитета се односи на правце и циљеве компаније у односу на квалитет, те тако представља један од врло значајних елемената опште политике предузећа и мора да буде у складу са стратегијама, другим циљевима и мисијом предузећа. Систем квалитета се састоји из (Ђорђевић, Д. Ћоћкало, Д., 2007):

- организационе структуре,
- одговорности,
- поступака
- процеса и
- средстава у пословном систему.

У овом раду циљ је да се прикажу и анализирају алати за прикупљање и анализу података у домену управљања квалитетом у производним организацијама. Рад је, након увода, подељен у три поглавља и то:

- у првом се разматра управљање квалитетом у производним организацијама;
- у другом је фокус на алатима за прикупљање и анализу података, где ће се посебно истаћи: узорковање, хистограм, радарски дијаграм и парето анализа;
- у трећем се истичу примери примене одабраних техника за анализу и унапређење квалитета у производним организацијама.

На крају, на основу свега наведеног приказани су закључци до којих се дошло.

2. УПРАВЉАЊЕ КВАЛИТЕТОМ У ПРОИЗВОДНИМ ОРГАНИЗАЦИЈАМА

Појам квалитет има вишеструко значење. Пре него што се наведе дефиниција квалитета, треба напоменути да је реч квалитет латинског порекла од латинске речи “*qualitas*”, што у нашем језику се може превести као “способност, вредност, каквоћа “ (Барјактаровић, 2013). Када говоримо о дефиницији квалитета, њега је неопходно дефинисати са аспекта произвођача и купца (корисника). Са аспекта купца квалитет се може дефинисати као скуп карактеристика неког производа или услуге, који у потпуности испуњавају њихове захтеве, односно потребе. Са аспекта произвођача квалитет се може дефинисати као усаглашеност са захтевима, односно правилима процедуре производње. Развојем пословања дошло је до потребе да се дефинише минимални скуп захтева који би гарантовали уједначеност квалитета тражених производа, али и спречили да производи који нису по предвиђеним стандардима система квалитета, стигну до купца односно корисника. У почетку су овакве захтеве дефинисали велики системи као што су: војска, железница и остали који послују са великим бројем испоручиоца. Неопходно је дакле било ускладити квалитет тражених производа како се не би морала контролисати свака испорука, пре свега због великих трошкова. Осим тога, требало је ускладити и начине пословања са свима како би се са свим испоручиоцима радило на исти начин. Данас се пословни системи састоје од више подсистема, који су међусобно повезани ради испуњења сврхе и обављања задатака пословног система. Систем менаџмента је такође део пословног система и има своје подсистеме, а један од њих је и систем менаџмента квалитетом.

Улога система менаџмента квалитетом је да помогне пословним организацијама у анализи захтева купаца, затим да дефинише процесе који резултирају производом који испуњава све захтеве купаца, као и контролисање ових процеса. Свака пословна организација би требало да поседује систем квалитета по којем се остварује и одржава одређени квалитет производа, као и да управља квалитетом. Када се говори о успостављању система квалитета подразумевају се планирање, обезбеђење и контрола квалитета (Ђедовић, 2010). Принципи менаџмента квалитетом могу да се дефинишу као

скуп вредности, правила и норми који чине основу за управљање квалитетом у некој пословној организацији.

Принципи система менаџмента квалитетом су следећи (Хелета, 2008):

1. **Фокус на купца** – овај принцип се пре свега односи на то да се потребе купца разумеју и схвате у потпуности како у садашњости тако и у будућности, да се испуне сва њихова очекивања, па чак и превазиђу.
2. **Лидерство** – као други принцип система менаџмента квалитетом, пре свега представља стварање јединства између сврхе и усмерења организације уз максимално укључивање људи у остваривању циљева организације.
3. **Укључивање запослених** – представља укључивање не само обичних радника за машинама, него обухвата укључивање људи са свих хијерархијских нивоа, од најнижег до највишег. Дакле пуно укључивање, под којим се подразумева, да буду укључени сви запослени у једној организацији.
4. **Процесни приступ** – представља такав приступ, када се одговарајућим ресурсима управља као процесима, што има за циљ остваривање што ефикаснијих резултата.
5. **Системски приступ менаџмента** – је такав приступ где менаџмент на системски начин приступа реализацији циљева организације, при чему се процес реализације циљева постиже само ако су процеси повезани у систем. Резултат се на крају огледа у бољој ефикасности и ефективности.
6. **Континуална побољшања** – циклична или стална побољшања, то је циљ сваке организације не само на једном хијерархијском нивоу, него свеукупно на свим нивоима једне организације.
7. **Доношење одлука на бази чињеница** – представља такав процес где чињенице морају да прођу кроз читав низ разних анализа или провера да би се на крају могле сматрати валидним. На основу таквих проверених и валидних чињеница на крају се доноси и ефикасна, односно права одлука.
8. **Узајамно корисни односи са добављачима** – представља такве односе где се организација са једне и испоручиоци са друге стране налазе не само у међузависном него и у узајамно корисном односу. Овакви односи стварају могућност за остваривање додатних вредности.

Из принципа менаџмента квалитетом произилазе и циљеви који су уско везани за принципе. Главни циљеви система менаџмента квалитетом су (Хелета, 2008.):

- задовољство купца
- ефективност система менаџмента квалитета кроз испуњење циљева организације
- унапређење структуре организације применом процесне организације
- развој ресурса.

Одлучујући се за одређену класу квалитета производа, кориснику је важно да може да рачуна на обезбеђење квалитета производа или услуга. Тако је дошло до развоја стандарда за дефинисање система квалитета. Стандарди, пре свега, дефинишу захтеве и одређују елементе које системи квалитета морају садржати, а начин на који ће организације то постићи зависи од њих самих. Кључни и најважнији стандард када је у питању систем управљања квалитетом је стандард *ISO 9001*.

ISO 9001 припада породици стандарда *ISO 9000* који су настали како би се помогло организацијама у примени и спровођењу система менаџмента квалитетом. Може се дефинисати као међународни стандард који садржи захтеве за систем менаџмента квалитетом у некој пословној организацији, које та организација мора испунити како би могла да прилагоди своје пословање на тржишту са међународно признатим нормама. *ISO 9001* је користан за све производне организације, које настоје да константно унапређују своје управљање, независно од њихове величине или делатности. Његова сврха огледа се у повећању ефикасности организације применом процесног приступа.

Предности имплементације стандарда *ISO 9001* у пословну организацију су вишеструке (*ISO 9001:2015 Quality Management System Main Clauses, Smart business, 2017.*) :

- повећање задовољства купаца
- већа продуктивност и пословна способност
- раст и учвршћивање поверења код постојећих и потенцијалних купаца
- побољшање и одржавање жељеног нивоа квалитета производа/услуга
- могућност изласка на нова тржишта и увећање удела на постојећем тржишту
- добијање међународног сертификата *ISO 9001* од стране акредитованог сертификационог тела
- боља ефикасност рада (нижи трошкови производње, мањи број шкартова, мањи број дорада...)

Најновија верзија стандарда ISO 9001 је стандард ISO 9001:2015 који је развијен ради лакшег разумевања и примене стандарда. Стандард ISO 9001:2015 има десет основних елемената који су приказани на слици 1.



Слика 1. Елементи стандарда ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015 Quality Management System Main Clauses, Smart business, 2017.)

1. Обим – Дефинише делокруг деловања стандарда
2. Нормативне референце – Покривају целокупну терминологију стандарда
3. Одредбе и дефиниције – Дефинишу и описују појмове који се јављају у стандарду
4. Контекст организације – Утврђивање спољашњих и унутрашњих проблема, као и дефинисање потреба и очекивања купаца
5. Liderство – Топ менаџмент демонстрира вођство и посвећеност, успоставља политику квалитета, и додељује одговорности и овлашћења
6. Планирање – Планирање система менаџмента квалитетом ради управљања ризицима, приликама, променама, као и циљевима квалитета
7. Подршка – Обезбеђивање неопходних ресурса, компетентности запослених, као и укључивање документованих информација за подршку систему управљања квалитетом
8. Операција – Планирање и контрола процеса неопходних за испуњавање свих захтева купаца
9. Процена учинка – Надгледање, мерење, анализа, као и процена система управљања квалитетом
10. Побољшање – Одабир потенцијалних прилика за побољшање, као и предузимање акција у циљу реализације одабраних прилика.

3. АЛАТИ ЗА ПРИКУПЉАЊЕ И АНАЛИЗУ ПОДАТАКА – ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ

Примењивање методологије и принципа управљања да се побољша квалитет односи се на употребу алата квалитета. Значај алата квалитета који се односе на активности побољшања квалитета се истиче у стандарду *ISO 9004-4*, у коме се наводи да примена било ког од алата квалитета даје одређено побољшање квалитета. Алати квалитета се могу дефинисати као практичне технике, вештине, механизми и средства за решавање специфичних проблема и задатака који су везани за системе управљања квалитетом. Они помажу организацији да прикупи и анализира податке како би запослени лако разумели и протумачили информације, односно како би препознали проблеме и њихове узроке, а затим и дошли до конкретних решења тих проблема. На слици 2. приказана је улога алата квалитета.



Слика 2. Улога алата квалитета (Алати квалитета, 2014)

Са слике се може закључити да сви модели управљања квалитетом (QMS, TQM и др.) захтевају константно мерење и унапређење квалитета применом алата квалитета, који мере карактеристике квалитета производа, процеса или система, и дефинишу акције које треба предузети за њихово побољшање. Такође, може се констатовати да је процес унапређења квалитета неопходно посматрати као низ корака које треба спровести како би у некој пословној организацији дошло до унапређења квалитета, односно алати квалитета имају кључну улогу у спровођењу активности које на крају резултирају унапређењем квалитета производа и услуга.

3.1. Узорковање

Узорковање се може дефинисати као техника одабира појединих чланова популације ради израде статистичких закључака из њих, као и процене карактеристика целокупне популације. Када се спроводи истраживање о групи људи, готово је немогуће прикупити податке од сваке особе у тој групи. Уместо тога одабере се узорак, који представља групу појединаца који ће стварно учествовати у истраживању. Да би резултати били релевантни мора се пажљиво одлучити на који начин ће се бирати узорци који ће у потпуности репрезентовати групу која се проучава. Прво је неопходно разумети разлику између популације и узорка, и идентификовати циљну популацију истраживања. За популацију се може рећи да представља читаву групу о којој се изводе закључци, док је узорак специфична група појединаца од којих се прикупљају подаци. Популација се може дефинисати у смислу географског положаја, старости, прихода и многих других карактеристика. У односу на узорак популација може бити врло широк или узак појам: можда се жели донети закључак о целокупној одраслој популацији неке државе, можда се истраживање фокусира на купце одређене компаније, или ученике одређене школе. Веома је битно да се пажљиво дефинише циљна популација у складу са сврхом и практичношћу пројекта. Ако је популација веома бројна, демографски измешана и географски раштркана, може бити изузетно тешко добити приступ репрезентативном узорку. Појмови који су битни за успешно спровођење узорковања су:

- Окви́р узорковања - Постављање одговарајућег окви́ра узорковања може бити пресудно за успех узорковања. Оквир за узорковање би у идеалном случају укључивао сву предвиђену популацију, искључио оне које нису у планираној популацији, избегавао би дуплирање и био прецизан. Утврђивање одговарајућег окви́ра узорковања захтева увид оних који су упознати са предметом узорковања.
- Величина узорка – Број појединаца који би требало да уђу у узорак за истраживање. Зависи од различитих фактора као што су величина и варијабилност популације, или облик и начин истраживања. Постоје 4 критеријума за одређивање величине узорка (Методологија научног истраживања са основама статистике – Узорковање, 2016.):

1. Критеријум максималности – Што већи узорак то бољи узорак
2. Критеријум стабилности – Узорак је довољно велики да резултати буду стабилни
3. Критеријум традиције – Сличне величине као узорци у ранијим истраживањима
4. Статистички критеријум – Довољно је велики да може да препозна ефекат дате јачине

Постоје две одлике доброг узорка, и то су (Методологија научног истраживања са основама статистике – Узорковање, 2016.):

- репрезентативност и
- адекватност.

Узорак који је репрезентативан представља популацију у малом, односно верно осликава структуру популације коју представља. Омогућава да се резултати уопште на целу популацију. Случајни узорци имају већу вероватноћу да буду репрезентативни од намерних.

Узорак је адекватан када је довољно велики да омогућава спровођење планиране статистичке обраде.

Генерално, технике узорковања се могу поделити у две врсте (Scribbr, 2019):

- Вероватноћа или случајно узорковање
- Невероватноћа или намерно узорковање.

.

Случајно узорковање је техника узорковања у којој истраживач поставља неколико критеријума и насумично бира чланове популације користећи методе засноване на теорији вероватноће. Сви чланови популације имају једнаку прилику да буду део узорка. На пример у популацији од 100 чланова, сваки члан ће имати 1% шанси да буде изабран.

Намерно узорковање је техника узорковања која укључује прикупљање повратних информација заснованих на могућностима одабира узорка истраживача, а не на фиксном поступку одабира. . На овај начин је готово немогуће да сви чланови популације имају једнаку прилику да буду део узорка.. У већини ситуација резултати анкете спроведене на невероватном (намерном) узорку доводе до искривљених резултата, који можда не представљају жељену циљну популацију. Али, постоје ситуације као што су прелиминарне фазе истраживања или ограничења трошкова за спровођење

истраживања, где ће намерно узорковање бити много корисније од другог типа. У табели 1. приказана је разлика између случајног и намерног узорка:

Табела 1. Разлике између случајног и намерног узорковања (Методологија научног истраживања са основама статистике – Узорковање, 2016.)

Случајни узорци	Намерни узорци
Конструисани на основу теорије вероватноће	Нису конструисани на основу теорије вероватноће
Сваки члан популације има једнаку шансу да уђе у узорак	Неки чланови популације имају већу шансу да уђу у узорак
Избор објеката не зависи од истраживача	Избор објеката зависи од истраживача
Већа репрезентативност узорка	Упитна репрезентативност
Углавном захтева списак свих чланова популације	Није неопходан списак свих чланова популације

На слици 3. дата је основна подела технике узорковања:

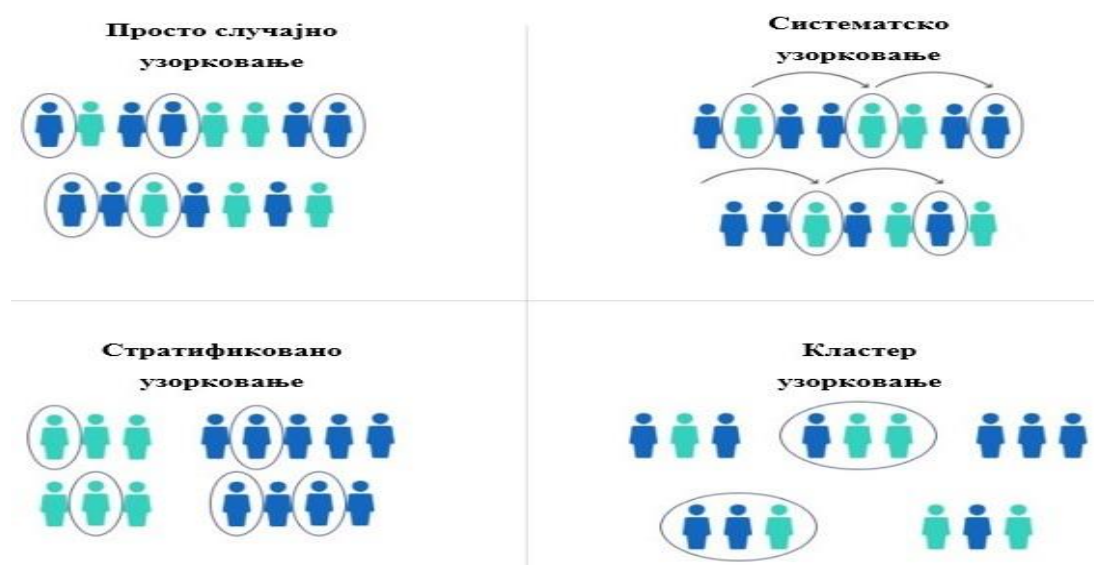


Слика 3. Технике узорковања (Scribbr, 2019)

Са слике видимо да су врсте случајног узорковања следеће:

- 1. Просто случајно узорковање** - Сваки члан популације има једнаку шансу да буде изабран као узорак. Окви́р узорковања треба да обухвати читаву популацију. Спровођење ове методе захтева коришћење алата попут генератора случајних бројева или друге технике које се у потпуности заснивају на случају. Пример може да буде када желимо да спроведемо експериментално истраживање на малој популацији, као што су студенти на факултету. Сви студенти се стављају на листу и користи се генератор случајних бројева за одабир учесника.
- 2. Стратификовано узорковање** – Укључује поделу популације на субпопулације које се разликују на више начина. Омогућава доношење прецизнијих закључака, осигуравајући да је свака подгрупа правилно представљена у узорку. Да би се користила ова метода неопходно је поделити популацију у подгрупе (слојеве) на основу релевантних карактеристика (пол, старосна група, категорија прихода итд.). Пример узорковања може да буде истраживање на нивоу града где постоји велика популација и неопходно је обезбедити репрезентативност свих карактеристичних група.
- 3. Кластер узорковање** – Укључује поделу популације у подгрупе, при чему свака подгрупа треба да има сличне карактеристике као и цео узорак. Уместо узорковања појединаца из сваке подгрупе, насумично се бирају целе подгрупе. Ова метода је добра за велике и разнолике популације, али постоји већи ризик за појаву грешке у узорку, јер могу постојати значајне разлике између кластера. Као пример узорковања се може узети ако десет школа које се налазе широм државе имају исти број ученика, при чему као кластере можемо одабрати насумично три од десет тих школа.
- 4. Систематско узорковање** – Слично је једноставном случајном узорковању, али је релативно лакше за спровођење. Сваки члан популације је означен бројем, али уместо насумичног генерисања бројева, појединци се бирају у редовним интервалима. Као пример узорковања се може узети истраживање које се врши у некој здравственој установи, при чему је сваки n -ти пацијент који уђе у амбуланту одабран и укључен у узорак.

На слици 4. су приказане врсте случајног узорковања:



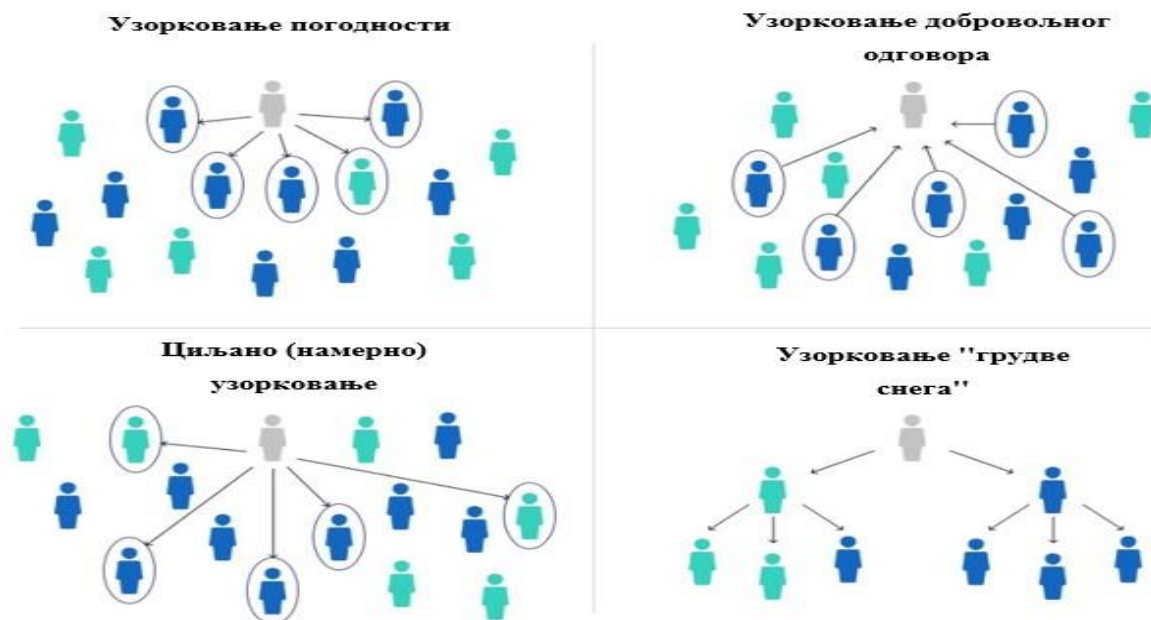
Слика 4. Технике случајног узорковања (Scribbr, 2019)

Подела намерног узорковања је следећа:

1. **Циљано (намерно) узорковање** – Укључује истраживача користећи његову експертизу и стручност да одабере узорак који је најкориснији у сврхе истраживања. Погодно је за квалитативна истраживања, када истраживач жели да стекне детаљне информације о одређеном феномену, уместо да доноси статистичке закључке, или када је популација врло мала и специфична. Као пример узорковања може се узети истраживање о студентским сервисима за студенте са инвалидитетом на једном универзитету, при чему се наменски бира број студената са различитим инвалидитетима. На тај начин се прикупља разноврстан спектар података о њиховим искуствима са студентским сервисима.
2. **Узорковање "грудве снега"** – Користи се када је популацији тешко приступити, служи за регрутовање учесника преко других учесника. Погодан за испитивање и оцењивање карактеристика које се ретко јављају у основном скупу. Пример узорковања може бити истраживање искустава и мишљења свих бескућника на нивоу једног града. Пошто нигде не постоји списак бескућника, неопходно је да више особа узме учешће у анкети, које ће истраживача да повежу са свим бескућницима које познају.

3. **Узорковање добровољног одговора** – Заснива се на лакоћи приступа. Уместо да истраживач бира учеснике и директно их контактира, људи се добровољно пријављују. Узорци су увек барем донекле пристрасни, јер ће неки људи сами по себи бити склонији волонтирању од других. Као пример узорковања се може узети било које истраживање путем онлајн анкете.
4. **Узорковање погодности** – Укључује појединце који су најприступачнији истраживачу. Веома је јефтин и једноставан начин за прикупљање почетних података, али не постоји начин да се утврди да ли је узорак репрезентативан за популацију, тако да је немогуће дати уопштене резултате. Пример узорковања је истраживање о службама за подршку студентима на једном факултету, при чему један професор након сваког предавања тражи од студената да попуне анкету на ту тему. Ово је прикладан и једноставан начин за скупљање података, али пошто су анкетирани само студенти који похађају исти предмет, узорак није репрезентативан за све студенте на том факултету.

На слици 5. приказане су технике намерног узорковања:



Слика 5. Технике намерног узорковања (Scribbr, 2019)

Методе случајног узорковања имају вишеструку примену (QuestionPro: Sampling methods with examples,2018.):

- Смањење пристрасности узорка - Коришћењем ових метода пристрасност у узорку изведеном из популације је занемарљива или никаква. Избор узорака углавном приказује закључке и разумевање истраживача. Из овога следи да узорковање доводи до квалитетнијег скупљања података, јер узорак на одговарајући начин представља популацију.
- Разнолика популација - У ситуацијама када је популација велика и разнолика неопходно је имати одговарајућу заступљеност како резултати истраживања не би били прилагођени једној демографској категорији.
- Креирање тачног узорка – Методе случајног узорковања помажу истраживачима да створе тачан узорак, односно да добијени подаци буду добро дефинисани.

Методе намерног узорковања имају следећу примену (QuestionPro: Sampling methods with examples,2018.):

- Стварање хипотезе – Истраживачи користе методе намерног узорковања да би креирали претпоставку у условима када су доступне информације веома ограничене. Ове методе стварају основу за даља истраживања.
- Истраживачко прикупљање података – Истраживачи широко користе ове технике узорковања када спроводе квалитативна истраживања, пилот студије или када прикупљање информација захтева подробније истраживање.
- Буџетска и временска ограничења – Ове методе су изузетно корисне и захвалне услед буџетских и временских ограничења, и када је неопходно прикупљање неких прелиминарних података. Пошто дизајн анкете може бити разноврстан, анкета или упитник се могу израдити тако да буду пријемчиви другима да у њима учествују, односно олакшава могућност налажења испитаника.

Постоје четири општа корака које треба пратити при изради технике узорковања (Scribbr, 2019):

Корак 1. Дефинисати популацију – За почетак је неопходно пажљиво дефинисати популацију која треба да се изучава.

Корак 2. Одлука о величини узорка – Овај корак подразумева одабир колика ће бити величина изучаваног узорка. Иако већи узорци омогућавају већу статистичку сигурност, са друге стране коштају више и захтевају много већи обим посла. Постоји неколико начина за одлучивање о величини узорка, а један од најједноставнијих укључује употребу формуле са жељеним интервалом поузданости и нивоом поузданости, процењеном величином популације са којом се ради, као и стандардним одступањем онога што треба мерити у популацији. Често је у употреби и калкулатор величине узорка за процену величине узорка.

Корак 3. Одабир узорака – У зависности од технике узорковања која се користи за истраживање бира се начин на који ће се вршити одабир узорака за проучавање. Као пример код метода случајног узорковања може се узети лутријски метод бројева. У методи лутрије узорак се бира случајно "цртањем из шешира.", или помоћу рачунарског програма који симулира исту акцију. Код техника намерног узорковања један од начина за одабир узорака је анкетирање потенцијалних учесника у истраживању, које се врши на лицу места или онлајн.

Корак 4. Прикупљање података из узорака – Како би се осигурала валидност спроведених анализа, неопходно је уверити се да сваки појединац заиста учествује у истраживању. Овај корак је веома битан јер у случају да неки одустану или не учествују из разлога који су повезани са темом која се проучава, резултати истраживања би могли бити пристрасни, односно валидност истраживања би могла бити доведена у питање.

3.2. Хистограм

Реч хистограм долази од грчког *histos*, што значи пол, односно графикон или граф. Може се дефинисати и као алат за брзо распознавање типа расподеле за узорке који садрже велики број података, односно као графикон за приказ расподеле фреквенција. Хистограм има широку примену, и веома је погодан за приказивање добијених резултата испитивања које је извршено на великом броју узорака, односно када није практично и погодно приказивање вредности сваког испитаног узорка. Поред тога, хистограм се користи (Tague, N. R., 2005):

- Када су подаци нумерички
- Када је неопходно утврдити облик расподеле
- За утврђивање да ли процес може да удовољи захтевима купца
- За анализу добављачевог аутпута, односно за утврђивање да ли су аутпути (излази) два или више процеса међусобно различити
- При провери да ли је дошло до промене процеса у односу на неки претходни временски период
- За брзу и лаку презентацију података другима

Предности хистограма су вишеструке (Tague, N. R., 2005):

1. Веома су погодни за лако и једноставно визуелно приказивање информација
2. Омогућавају лако упоређивање података, чак иако постоји велики број информација.
3. Пружају доследност јер су интервали увек једнаки.
4. Изузетно су корисни и када се ради о великим распонима вредности.

Међутим, хистограм има и својих недостатака (Tague, N. R., 2005):

1. Непрактичан за поређење две или више групе података
2. Не могу се читати тачне вредности јер су подаци груписани у категорије
3. Велики утицај на изглед хистограма имају субјективне одлуке и процене као што су број и ширина интервала. Мало различите граничне вредности могу понекад дати погрешан изглед хистограма, посебно када је мали број вредности коришћен за стварање хистограма.

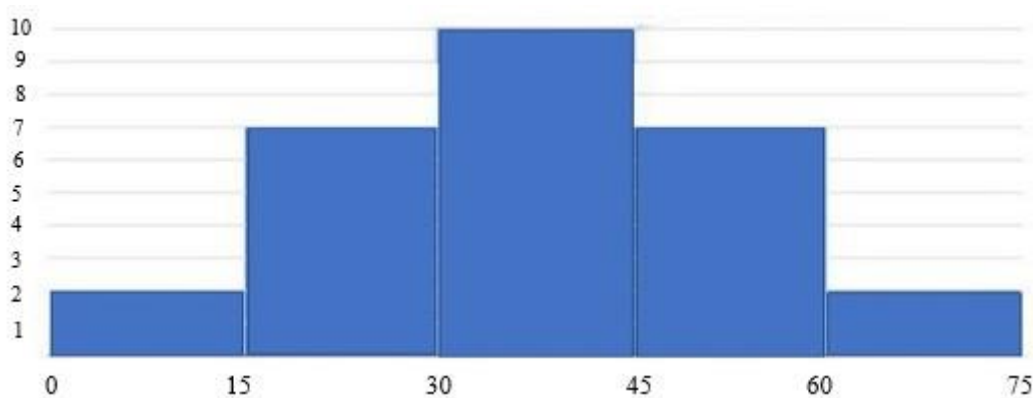
Неки од типичних облика хистограма су (Tague, N. R., 2005):

1.Звонасти (нормални) хистограм

2.Асиметрични хистограм

3.Бимодални (мултимодални) хистограм.

Код нормалног хистограма уобичајени узорак је крива у облику звона, позната као нормална дистрибуција . У нормалној дистрибуцији, тачке се појављују и на једној и на другој страни просека. Да би се доказала нормална дистрибуција, морају се користити статистички прорачуни као што су нормалан графикон вероватноће или тестови исправности. На слици 6. дат је типичан пример нормалног (звонастог) хистограма.



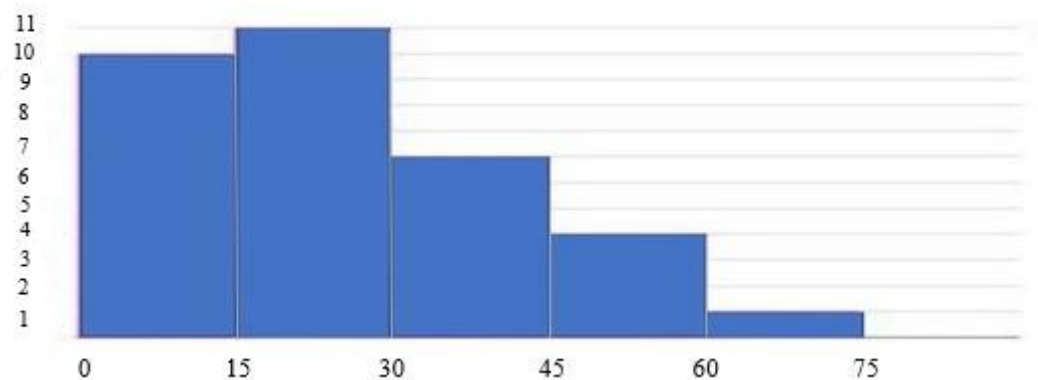
Слика 6. Звонасти (нормални) хистограм

Код асиметричног хистограма накривљена дистрибуција је асиметрична јер природна граница спречава исходе с једне стране. Врх дистрибуције се налази ван центра. Асиметрични хистограми могу бити (Tague, N. R., 2005):

- Асиметрични хистограми искривљени у десну страну, и
- Асиметрични хистограми искривљени у леву страну

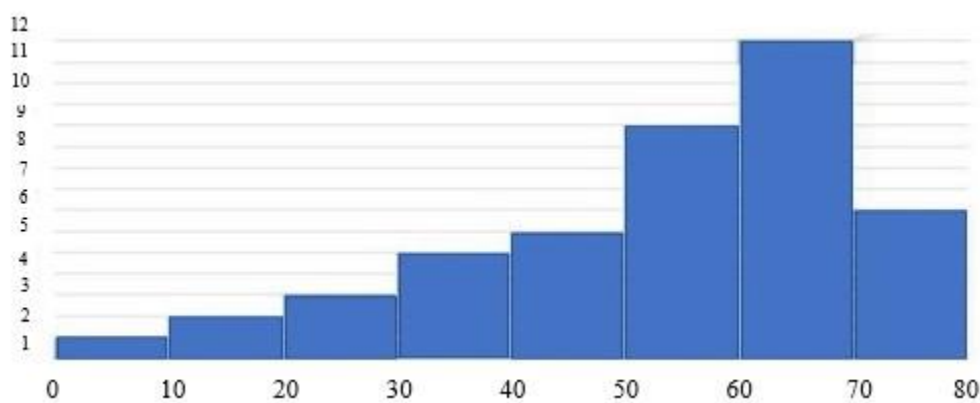
За дистрибуцију која је искривљена удесно каже се да је позитивно искривљена. Ова врста дистрибуције има велики број појава у ћелијама доње вредности (лева страна) и мало у ћелијама горње вредности (десна страна). До искривљене дистрибуције може

доћи када се подаци прикупљају из система са границом као што је нула. Другим речима, сви прикупљени подаци имају вредности веће од нуле. На слици 7. дат је типичан изглед асиметричног хистограма искривљеног у десну страну.



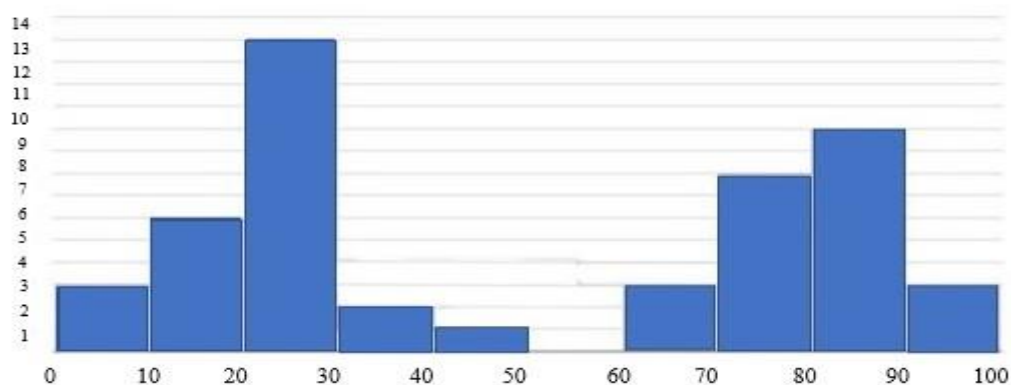
Слика 7. Асиметрични хистограм искривљен у десну страну

За расподелу искривљену улево каже се да је негативно искривљена. Ова врста дистрибуције има велики број појава у ћелијама горње вредности (десна страна) и мало у ћелијама доње вредности (лева страна). До искривљене дистрибуције може доћи када се подаци прикупљају из система са границом као што је 100. Другим речима, сви прикупљени подаци имају вредности мање од 100. На слици 8. можемо видети пример асиметричног хистограма искривљеног у леву страну.



Слика 8. Асиметрични хистограм искривљен у леву страну

Код бимодалних хистограма исходи два процеса са различитим дистрибуцијама су комбиновани у једном скупу података, односно хистограм садржи две одвојене групе података, а свака од њих има свој мод. Пошто постоји више од једног мода, овај хистограм се може назвати и мултимодални хистограм. Разлика између бимодалног и мултимодалног хистограма огледа се у чињеници да бимодални хистограм има два мода, док мултимодални може да има два или више мода. На слици 9. приказан је пример бимодалног хистограма.



Слика 9. Бимодални (мултимодални) хистограм

Пре него што се почне са израдом хистограма, неопходно је спровести неколико корака (Fabio.A,2013):

1. Израчунавање распона популације која се истражује
2. Дефинисање интервала класа
3. Израда табела учесталости
4. Дефинисање граница класа
5. Израчунавање средишта класа
6. Пребројавање узорка ради одређивања учесталости

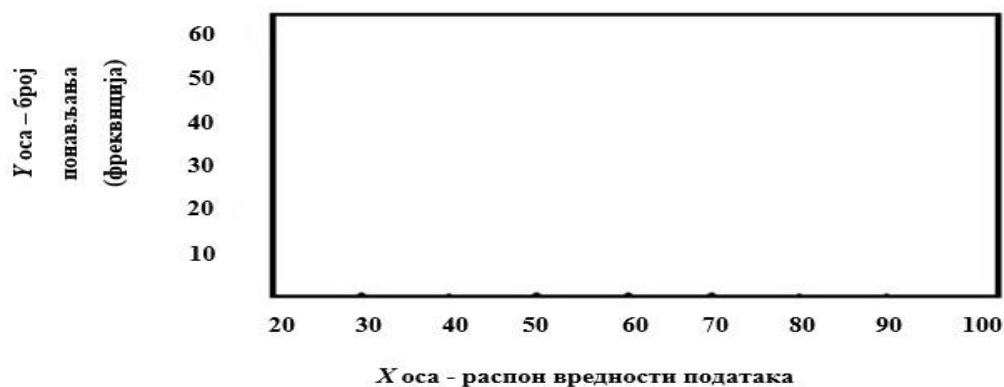
Након тога, приступа се изради хистограма, притом пратећи следеће опште кораке (Fabio.A, 2013):

Корак 1. Цртање и обележавање x и y осе на радном листу хистограма. X оса представља интервале који нам приказују опсеге у коме се налазе дате вредности података, односно могући распон вредности података. Y оса представља број понављања

(фреквенцију) неке вредности унутар припадајућег опсега на x оси. На слици 10. видимо нацртане и обележене x и y осе на радном листу хистограма.

Корак 2. Избор величине распона вредности на x оси

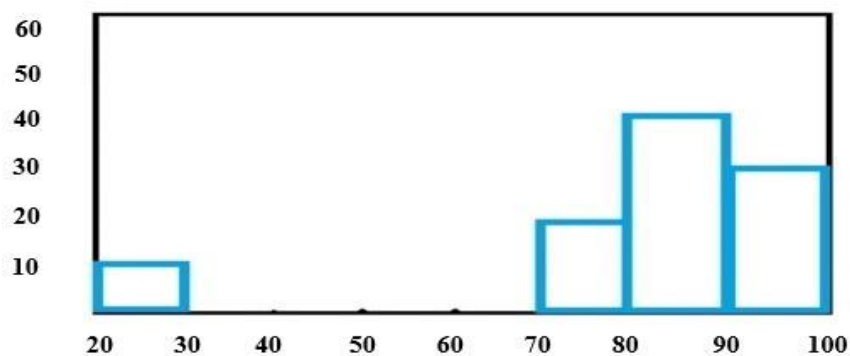
Корак 3. Избор величине распона вредности на y оси



Слика 10. Обележавање и цртање x и y осе хистограма

Корак 4. Скицирање хистограма на графикону

Избројати колики број вредности се налази у сваком распону вредности, затим се скицира правоугаоник (на графикону), за припадајући распон вредности. У општем случају ако се вредност налази на граници два опсега (нпр ако је вредност 80, при чему је један опсег 70-80, а следећи 80-90), вредност ће се сместити у следећи (већи) опсег вредности (у овом случају у опсег 80-90). На слици 11. приказан је изглед добијеног хистограма након завршетка последњег корака.



Слика 11. Коначни изглед хистограма

3.3. Радарски дијаграм

Радарски дијаграм је информативни визуелни алат у којем се више променљивих (три или више) упоређује на дводимензионалној равни, на тај начин што различите осе излазе из заједничке централне, почетне тачке. У већини случајева све осе су подједнако распоређене и једнолико повучене једна од друге. Понекад су осе међусобно повезане тако да формирају различите мреже које олакшавају цртање карте паука. Данас се радарски графикони обично користе у поређењу, анализи и доношењу одлука. Радарске карте се сматрају бољом алтернативом графиконима ступаца јер могу лако приказати више променљивих без стварања нереди, односно доста су прегледније.

Радарски дијаграми се углавном користе у следећим случајевима (A.Lynch, 2021):

- **Поређење ентитета** – Радарски дијаграм је користан при упоређивању различитих производа и концепта у једном дијаграму. Кодирањем у боји могу се разликовати различити ентитети.
- **Анализа** – Радарски дијаграм помаже у разумевању концепта, и како се његова вредност мења кроз различите параметре. На пример, време може да се искористи за анализу тржишних перформанси производа.
- **Доношење одлука** – Пошто радарски дијаграм може приказати велики број информација на једном месту, олакшава доношење одлука заснованих на подацима.
- **Остале примене** - Поред набројаних случајева, радарски дијаграм може послужити као идеално визуелно помагало. Може бити од изузетне користи у различитим секторима као што су:
маркетинг, анализа, продаја, истраживање, образовање...

Као и сваки други визуелни алат, и радарски дијаграм има своје предности и недостатке.

Предности радарског дијаграма су (A.Lynch, 2021) :

- Лако упоређивање различитих ентитета
- Лаки и једноставни за разумевање свима
- Ентитете је једноставно разликовати кодирањем у боји
- Веома су корисни у поређењу на основу различитих параметара

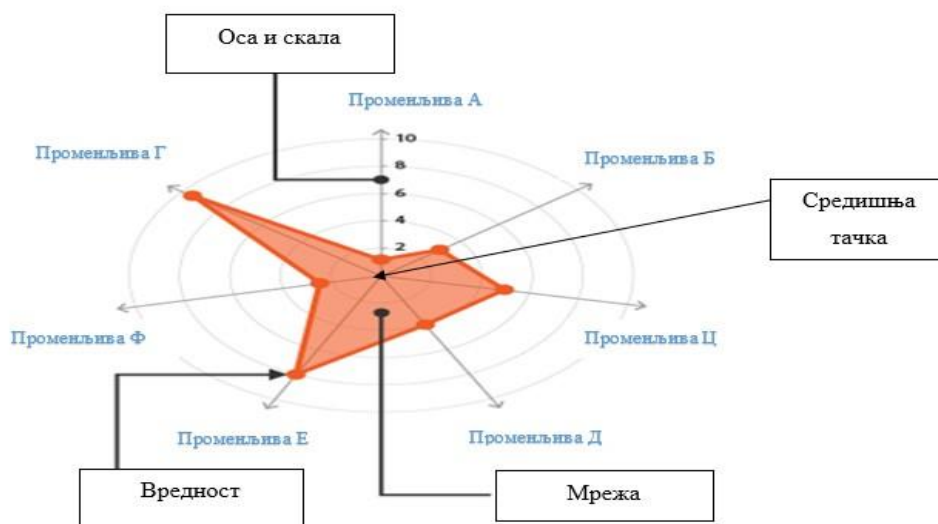
Недостаци радарског дијаграма су следећи (A.Lynch, 2021) :

- Ако постоји превише променљивих за упоређивање, радарски дијаграм може изгледати пренатрпано и непрегледно
- Некад је корисницима тешко да дођу до идеалног скупа података који заједно чине различите променљиве
- Нису идеални за доношење одлука о компромису или поређење изузетно препознатљивих променљивих
- Понекад је тешко проценити радијалну удаљеност и пружити тачне информације

Радарски дијаграм се састоји из следећих елемената (A.Lynch, 2021):

1. **Средишња тачка** – Она представља језгро паукове карте (у центру) из које се цртају различите осе.
2. **Оса** – Свака оса представља променљиву на радарској карти и даје јој име и различите вредности. Радарски дијаграм има најмање три осе.
3. **Мрежа (Полигон)** – Када су осе повезане у паукову карту, то дели цео графикон у различите мреже (полигоне) које нам омогућавају да информације представимо на што бољи начин.
4. **Вредности** – Једном када је графикон нацртан, представљамо различите вредности на свакој оси додељивањем карактеристичних боја.

На слици 12. је приказан радарски дијаграм са његовим основним елементима.



Слика 12. Радарски дијаграм (A.Lynch, 2021)

Да би се успешно израдио радарски дијаграм, неопходно је прикупити податке о свакој променљивој посебно. Чест начин да се то уради је коришћење Ликертових питања. Ликерт (1932) је развио начин процене и мерења ставова на тај начин што је тражио од људи да се изјасне у којој мери су сагласни са низом тврдњи о оређеној теми. Ова метода користи могућности одговора са фиксним избором и дизајнирана је за мерење ставова и мишљења на ординалној скали, која мери степен слагања или неслагања. Коришћењем ординалне скале са растућим или опадајућим бројевима за приказивање слагања или неслагања, ставови и мишљења се могу квантификовати односно мерити.

Испитаницима се углавном понуди избор од пет до седам, некада чак и више унапред понуђених одговора, при чему се формира и неутрална категорија. Коначан изглед Ликертове скале омогућава појединцу да изрази сопствени степен слагања или неслагања са понуђеном тврдњом. Сваки одговор садржи бројчану вредност која се користи да се измери став који треба испитати.

Предност Ликертове скале огледа се у томе што се од испитаника не очекује једноставан одговор да/не, већ се испитанику омогућава степен мишљења, па чак и то да испитаник нема никакво мишљење о одређеној теми. Захваљујући овоме се добијају квантитативни подаци, што омогућава њихову релативно лаку анализу. Недостатак Ликертове скале се огледа у томе што испитаници у неким случајевима могу давати неискрене одговоре како би се представили у што бољем светлу, односно дају друштвено пожељне одговоре. Због овога је изузетно битна примена анонимности.

Након завршетка испитивања формира се скална вредност на тај начин што саберемо бројчане вредности свих ставки на скали, или у већини случајева одређивањем просечне вредности. Да би се користила Ликертова питања за изградњу радарског графикона, неопходно је креирати питања о одређеним променљивим и користити опције одговора које одговарају променљивој која се мери. Једном када се добију подаци о променљивој из ових питања, могу се уписати вредности на радарском дијаграму.

У табели 2. дати су типични примери Ликертове скале:

Табела 2. Примери Ликертове скале (Ж.Крнета,2020)

Слагање	1. <i>Потпуно се слажем</i>	2. <i>Слажем се</i>	3. <i>Неодлучан сам</i>	4. <i>Не слажем се</i>	5. <i>Уопште се не слажем</i>
Значај	1. <i>Веома важно</i>	2. <i>Важно</i>	3. <i>Умерено важно</i>	4. <i>Мало важно</i>	5. <i>Неважно</i>
Учесталост	1. <i>Веома често</i>	2. <i>Често</i>	3. <i>Повремено</i>	4. <i>Ретко</i>	5. <i>Никад</i>

Након прикупљања неопходних података приступа се изради самог радарског дијаграма, при чему је неопходно следити неколико уопштених корака (Tague, N. R., 2005):

Корак 1. Додељивање осе свакој променљивој

Корак 2. Сваку од ових оса поставити радијално око централне тачке и подједнако их распоредити

Корак 3. Подаци из једног посматрања наносе се дуж сваке осе и повезују се тако да чине један полигон, односно једну мрежу.

Корак 4. Обезбедити да сваки полигон (мрежа) буде различите боје, ради лакшег поређења података из променљивих.

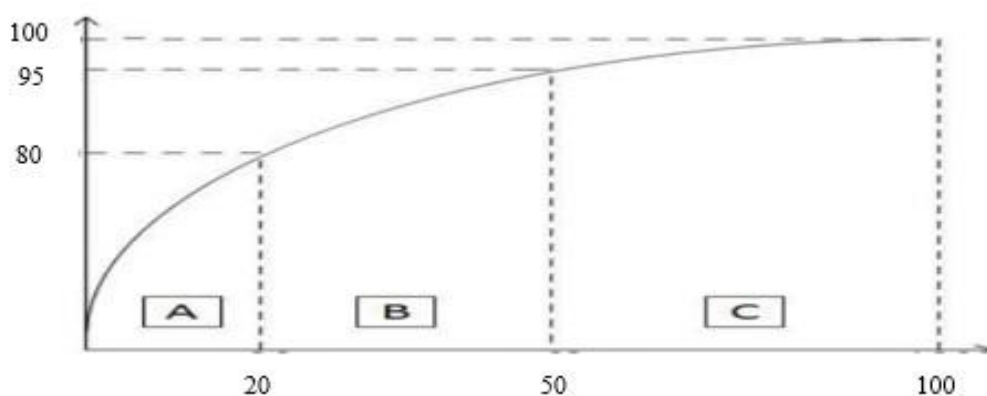
Корак 5. Детаљно анализирати и проучити разлике између променљивих које се пореде

3.4. Парето анализа

Парето анализа се може дефинисати као статистичка техника за доношење одлука која се примењује у циљу одабира ограниченог броја задатака који дају значајан укупни ефекат. Парето анализа заснива се на Паретовом правилу које каже да за већину догађаја 80% ефеката проистиче из 20% узорка. Другим речима, неопходно је пронаћи и отклонити 20 % дефеката који узрокују 80% свих недостатака, односно проблема у пословној организацији. Овај принцип је први запазио италијански економиста Вилфред Парето, који је још почетком 20. века приметио да 80% земљишта у Италији поседује 20% популације. Он је овај принцип развио на тај начин што је приметио да у његовој башти увек 20% засада даје 80% пасуља. За многе појаве како у природи тако и у друштву се ово правило потврдило као тачно.

Паретово правило је затим представљено помоћу дијаграма који се први пут применио у области контроле квалитета, у циљу разлагања проблема на неколико битних (којима је неопходно посветити већину времена и ресурса), и велики број мање битних (захтевају знатно мање времена и ресурса). Тако је овај приступ добио име Парето анализа, а дијаграм Парето дијаграм.

Парето анализа се назива још и ABC анализа, због тога што се области са најбитнијим ставкама означавају редом словима А, В, С, као што се може видети на слици 13.



Слика 13. Парето (ABC) анализа (Tague, N. R., 2005)

Област А је позната као област највећег прираста посматраних појава (величина). Она заузима најмањи број елемената (узорака) из укупне структуре. Елементима ове области се даје апсолутни приоритет у решавању и оптимизовању.

Област В је област значајног прираста посматраних величина, и заузима мањи број елемената (узорака) из укупне структуре. Ови елементи су средњег приоритета, и долазе на ред након решавања елемената из области А.

Област С представља област недовољно значајног (малог) прираста посматраних величина, и њу заузима највећи број елемената (узорака) из укупне структуре. Елементи ове области су најмање битни и приоритетни за решавање.

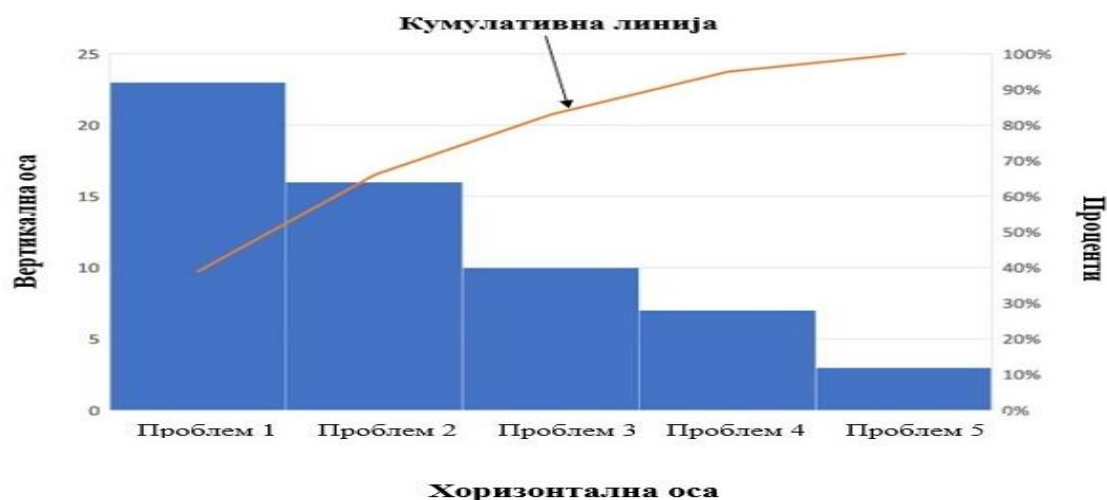
Парето дијаграм којим се представља Парето анализа може се дефинисати као низ вертикалних линија чије висине одражавају учесталост или утицај проблема, односно као графичка презентација података у циљу утврђивања приоритетних проблема. Линије дијаграма су поређане с лева н десно у опадајућем редоследу. Вишим линијама с леве стране су приказане категорије које су значајније од оних с десне стране. Значај Парето дијаграма огледа се у томе што нам помаже да спроведемо значајна побољшања коришћењем расположивих ресурса, на тај начин што показује где треба фокусирати труд и напоре ради максимизације резултата. Другим речима, најбољи начин за искоришћење постојећих ресурса је фокусирање напора на најзначајнију мањину узорка. Елементи Парето дијаграма су (П.Милосављевић, 2016.) :

1. Вертикална оса (ордината) – На вертикалној оси се представља учесталост појаве у јединицама, као и удео у укупном броју појава у %.

2. Хоризонтална оса (апциса) – На хоризонталној оси приказују се узроци изучавање појаве , и то у опадајућем низу важности.

3. Кумулативна линија – Приказује кумулативни допринос појединих узрока у изучаваним појавама, и добија се сабирањем величина процентуалног учешћа, односно утицаја за сваки узрок или групу узрока. Увек се завршава на 100%.

На слици 14. приказани су основни елементи Парето дијаграма.



Слика 14. Елементи Парето дијаграма

Израда Парето дијаграма изводи се на следећи начин (Tague, N. R. ,2005.):

Корак 1. Идентификација проблема, прикупљање, анализа и организовање података

Корак 2. Израда табеле

Корак 3. Конструисање координатног система за Парето дијаграм

Корак 4. Конструкција кумулативне криве

Парето анализа има вишеструке предности (Tague, N. R.,2005):

- Једноставно и лако идентификовање главног узорка, односно основног узрока кварова или проблема
- Утврђивање кумулативног утицаја дефекта, при чему је кумулативни утицај ефекат који настаје услед квара који се дешава током дужег временског периода
- Пружање бољег и детаљнијег објашњења у вези са недостацима који се прво отклањају, као и планирање мера и радњи у вези са детектованим недостацима.
- Унапређивње способности и вештина запослених, као што су способност решавања проблема или способност доношења одлука, планирање времена и промена у току пројекта итд.
- Помаже у планирању, анализирању и решавању проблема и недостатака

- Захтева минималне ресурсе
- Поступци и процеси који се прате обично се документују током извођења ове анализе, што ће помоћи у бољој припреми и побољшањима у будућем доношењу одлука.

Осим предности, Парето анализа има и својих недостатака (Tague, N. R., 2005.):

- Не представља озбиљност недостатка или проблема, нити даје решења, већ само идентификује узорке проблема
- Фокусира се само на прошле, односно претходне податке када се оштећење већ догодило. Не постоје гаранције да ће ови подаци бити релевантни и у будућим случајевима.
- Некад захтева више од једног дијаграма
- Успех анализе зависи од тачности бодовања сваког проблема. Уколико је бар један од њих нетачан, то може довести до погрешних резултата.

Поступак Парето анализе је приказан на слици 15.



Слика 15. Поступак Парето анализе

Дакле, као што се види са слике, поступак Парето анализе има шест корака (М. Thakur, 2019):

- 1) **Идентификација и навођење проблема** - Први корак је навођење свих проблема које треба решавати, узимањем података из различитих средстава као што су клијенти, чланови тима или анкете.
- 2) **Откривање основног узрока** - Након идентификовања проблема, уз помоћ различитих техника треба утврдити њихов основни узрок.
- 3) **Бодовање проблема** - Бодовање проблема треба извршити додељивањем бројева сваком проблему у зависности од његове важности.
- 4) **Груписање проблема** - Након бодовања, проблеми треба да се групишу на основу заједничког основног узрока.
- 5) **Бодовање свих група проблема** – Приоритетним групама проблема се даје највише бодова, док се најниже оцењују најмање хитни и релевантни проблеми.
- 6) **Предузимање неопходних мера** – Развијање и примена акционог плана у циљу решавања проблема.

Парето анализа има широку примену. Области где се примењује су (П.Милосављевић, 2016.):

- Купци : Одређивање најзначајнијих купаца, као и најважнијих потреба купаца
- Анализа процеса: рангирање по значају утицаја инпут параметара на резултате процеса, предвиђање могућих отказа у појединим деловима технолошког процеса.
- Квалитет: грешке, мане, недостаци, жалбе, враћени производи, поправке, студија проблема квалитета производа и услуга
- Трошкови : губици, планирани и ванредни трошкови, управљање трошковима квалитета, одређивање активности које стварају највеће трошкове
- Сектор безбедности: незгоде, повреде, страдања

4. Примери практичне употребе одабраних алата у производним организацијама

На основу теоријских основа наведених у претходној тачки, представимо практичну употребу описаних алата у реалним ситуацијама који се могу јавити у производним организацијама.

4.1. Пример практичне употребе узорковања

Мултинационална компанија жели да испита својих 10 458 запослених који се налазе широм света, о томе да ли су задовољни условима рада, као и безбедношћу на раду. База запослених је становништво, а група испитивача је већ одредила одговарајућа питања. Група се окупила да планира методу узорковања.

Неки од чланова предложили су једноставан случајни узорак. Наиме, за маргину грешке од 5% и ниво поверења 95%, интернетски калкулатор величине узорка показао је да им треба узорак од 371 радника. Сваком запосленом је додељен сопствени јединствени број од 1 до 10 458. Они ће потом користити генератор случајних бројева на интернету како би се извршио случајан одабир бројева између 1 и 10 458. Дакле, запослени са случајно одабраним бројевима би чинили узорак за ово истраживање.

Други чланови су предложили систематски узорак. Наиме, они имају почетну листу запослених који су већ насумично поређани по локацији, одељењу, полу - осим по датуму запослења. Овде се предлаже насумичан избор почетне тачке, рецимо бацањем коцкице. Ако се појави 4, започиње се с четвртом особом на листи. 10 458 подељено са 371 је 28, па ће након тога узорковати сваку 28. особу на листи.

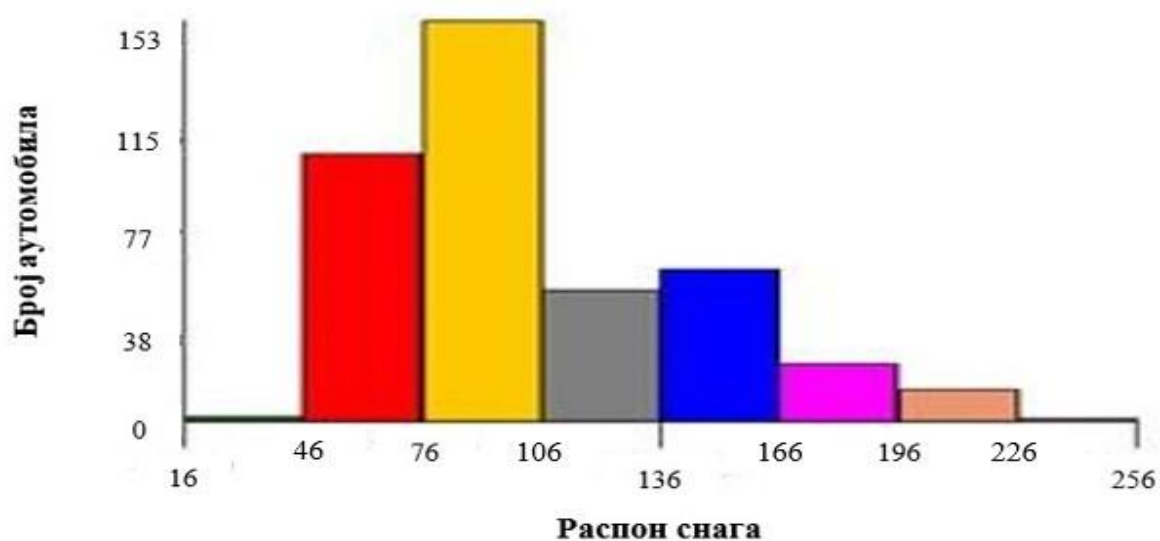
4.2. Пример практичне употребе хистограма

Салон за продају аутомобила у циљу изучавања тржишта, као и жеље да стекне додатна сазнања о потребама и афинитетима купаца, спровео је истраживање о томе у ком распону се најчешће налази снага мотора аутомобила. Њихов циљ је да на основу добијених података прилагоде набавку аутомобила у складу са потребама тржишта. Број узорака који се посматра је 400 аутомобила, док је снага мотора представљена у коњским снагама. У табели 3. су представљени резултати истраживања:

Табела 3. Резултати истраживања о снагама мотора аутомобила

Распон снага (КС)	Број аутомобила
16-46	2
46-76	103
76-106	153
106-136	50
136-166	58
166-196	22
196-226	11
226-256	1

Из табеле видимо да имамо укупно осам категорија: 16-46 коњских снага, 46-76, 76-106, 106-136, 136-166, 166-196, 196-226 и 226-255. У десној колони је приказан број аутомобила са снагом мотора која улази у задати распон. Добијене резултате ћемо представити управо на хистограму, због његове особине да на прегледан начин прикаже резултате испитивања на великом броју узорака. На основу табеле може се нацртати следећи хистограм који је приказан на слици 16., при чему верикална оса представља број аутомобила, а хоризонтална оса представља распон снага:

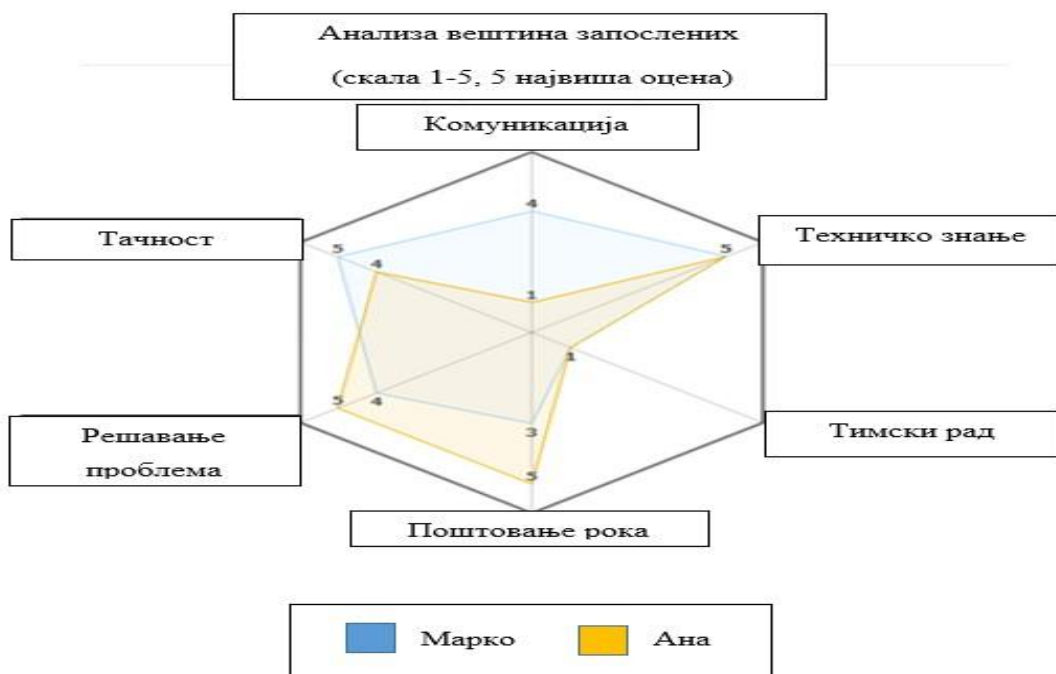


Слика 16. Хистограм добијених резултата истраживања

Са хистограма се може видети да убедљиво највећи број аутомобила, њих 153, има коњску снагу у интервалу 76-106. Ову информацију ће салон имати у виду при будућим набавкама аутомобила.

4.3. Пример практичне употребе радарског дијаграма

У једној производној организацији остало је упражњено место руководиоца погона монтаже. У најужем кругу за избор новог руководиоца остало је двоје запослених у тој компанији. Сектор за људске ресурсе одлучио се да помоћу радарског дијаграма оцени и упореди њихове компетенције ради што квалитетнијег и бољег одабира. Како би уопште било могуће упоредити кандидате, морају се одабрати променљиве које се упоређују. За променљиве су одабрани: комуникација, техничко знање, тимски рад, поштовање рокова, решавање проблема и тачност. Након одабира променљивих које се мере, запосленима се додељују бодови од 1 до 5 за сваку од ових променљивих, и у складу са тим се упоређују њихове вештине, односно компетенције, као што је приказано на слици 17.



Слика 17. Радарски дијаграм анализе вештина запослених

Вештине првог запосленог су обележене плавом бојом (Марко), док су вештине другог запосленог обележене жутом бојом (Ана). Са радарског дијаграма можемо видети да је Марко боље оцењен у комуникацији и тачности, док је Ана боља у решавању проблема

и поштовању рока. Када су у питању тимски рад и техничко знање ту имају једнако оцењене вештине. Сада је на топ менаџменту да у сарадњи са сектором за људске ресурсе одлучи кога ће поставити на место руководиоца погона монтаже, у зависности од тога које од анализираних вештина су приоритетне за то радно место.

4.4. Пример практичне употребе Парето анализе

Узећемо као пример фабрику у којој се продаје десет врста производа по различитим јединичним ценама. Треба истражити колико сваки производ учествује у укупној заради, при чему се за анализу узима претходна година. У овом примеру ћемо једну врсту производа третирати као једну групу, па ће постојати укупно 10 група производа. За јединицу мере ћемо узети новац, а за величину јединице мере укупну зараду од сваке врсте производа. Затим ћемо приступити изради табеле. Циљ креирања табеле је да се на једноставан и прегледан начин прикажу подаци, њихове појединачне и кумулативне суме, кумулативни проценти, као и процентуалне вредности. У табели 4. приказани су основни подаци неопходни да би се почело са Парето анализом:

Табела 4. Подаци неопходни за примену Парето анализе

Група	Комада	Зарада по комаду (дин)	Укупна зарада по производу =комада*зарада по комаду (дин)	% укупне зараде у односу на 254 7125
1	5,000	1.50	7,500	2.9
2	1,500	8.00	12,000	4.7
3	10,000	10.50	105,000	41.2
4	6,000	2.00	12,000	4.7
5	7,500	0.50	3,750	1.5
6	6,000	13.60	81,600	32.0
7	5,000	0.75	3,750	1.5
8	4,500	1.25	5,625	2.2
9	7,000	2.50	17,500	6.9
10	3,000	2.00	6,000	2.4

Укупно

254,7125

100 %

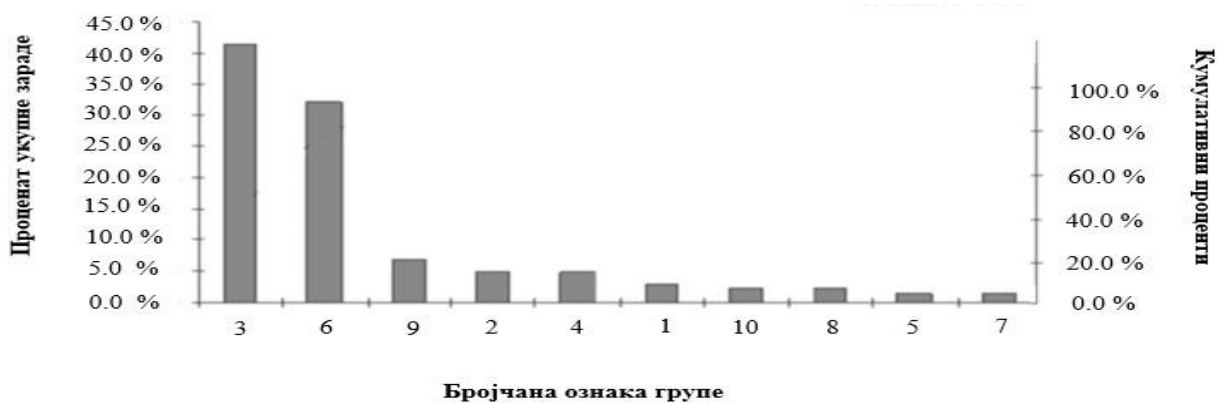
Сакупљени подаци

По завршетку креирања табеле, подаци се уређују по величини у опадајућем низу, као што је приказано у табели 5:

Табела 5. Ређање добијених података по величини у опадајућем низу

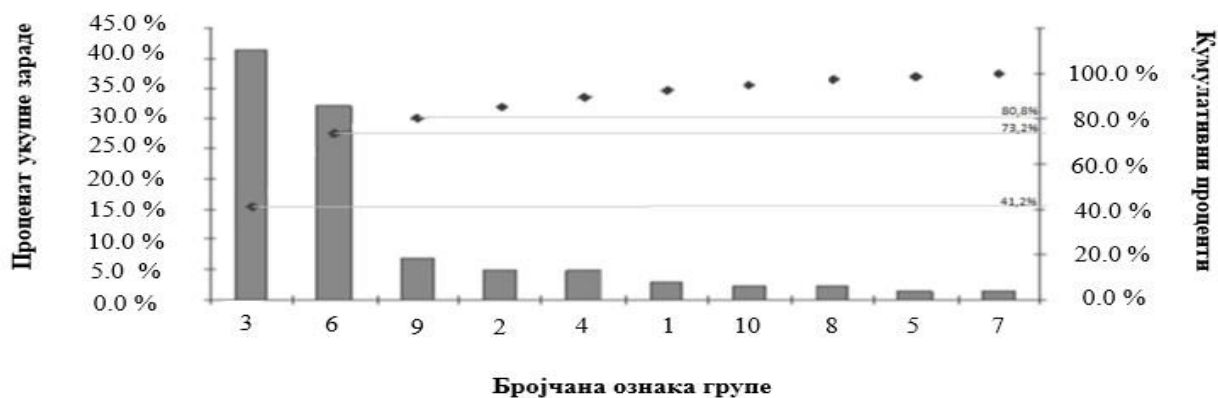
група	Укупна зарада по производу (дин)	% укупне зараде у односу на 2547125
3	105,000	41.2
6	81,600	32.0
9	17,500	6.9
4	12,000	4.7
2	12,000	4.7
1	7,500	2.9
10	6,000	2.4
8	5,625	2.2
5	3,750	1.5
7	3,750	1.5

Следећи корак је израда координатног система. Хоризонтална оса је подељена на онолико интервала колико има група производа, по опадајућем редоследу када је зарада у питању (пошто је зарада изабрана као мерна јединица у нашем примеру). Правоугаоник се црта изнад сваке групе, и његова висина чини вредност мерне јединице за ту групу. Лева верикална оса служи за наношење скале од 0 до највећег броја изабране мерне јединице, односно од 0 % до највећег процента у укупном броју појава. Десна верикална оса служи за наношење одговарајуће скале за кумулативне проценте од 0 до 100. Израда координатног ситема приказана је на слици 18.



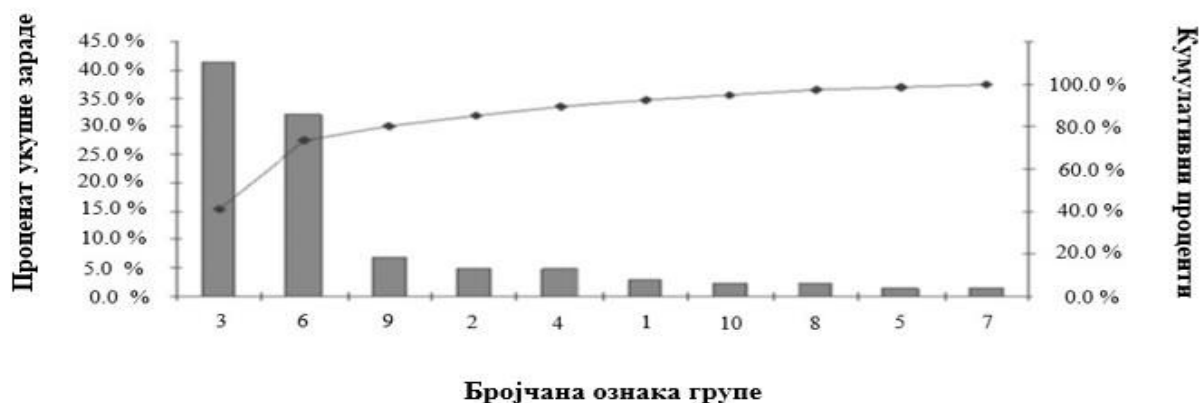
Слика 18. Израда координатног система у поступку Парето анализе

Даља анализа подразумева обликовање кумулативне линије, и то на тај начин што сабирамо величине процентуалног учешћа за сваки узрок или групу узрока. За групу 3 (прва група на дијаграму) вредност процента у односу на укупну зараду износи 41,2 %, и то се уцртава на дијаграму. За наредну групу, 6, проценат износи 32%. Овај проценат сабирамо са 41,2 ($32+41,2 = 73,2$ %), добијени број спојимо са групом 6, и на тај начин се добија друга тачка. Овај поступак се понавља за све тачке и на тај начин се добије 100 %, као што можемо видети на слици 19.



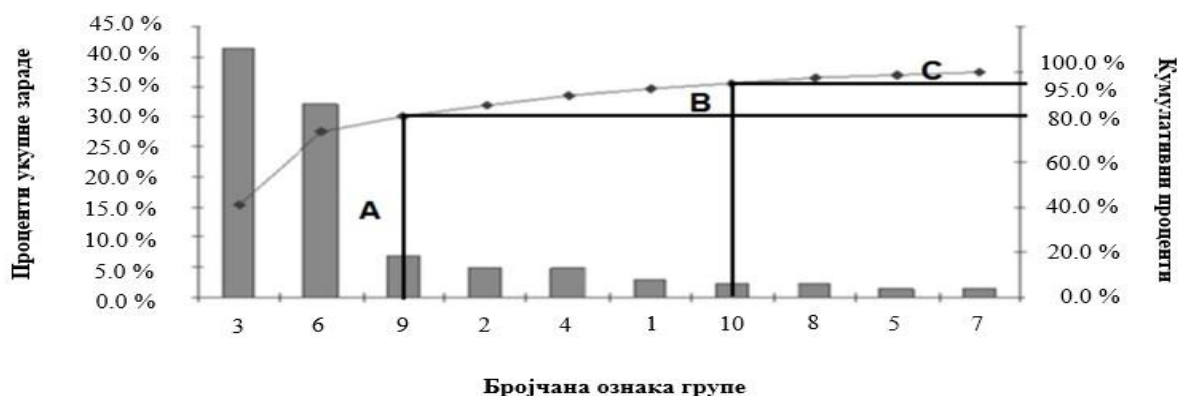
Слика 19. Обликовање кумулативне линије

Након што обележимо све тачке на дијаграму кроз њих провучемо криву, и на тај начин ћемо добити Парето (кумулативну) криву, која је приказана на слици 20.



Слика 20. Цртање кумулативне линије

Након цртања кумулативне криве, неопходно је одредити области А, В и С на дијаграму, како бисмо могли да анализирамо добијене резултате. У нашем примеру ћемо узети да су граничне области 80%, 15% и 5%. На десној вертикалној оси ћемо повући линију од 80%, све до криве. У тачки где линија сече криву спустићемо нову линију све до хоризонталне осе. Овај поступак понављамо и са 95% (80 + 15), као и са 100%. На слици 21. приказано је одређивање области А, В и С на Парето дијаграму.



Слика 21. Одређивање области А, В и С на Парето дијаграму

Са добијеног дијаграма можемо закључити да три групе производа (3, 6 и део 9) чине 80% укупне зараде, док следеће четири групе производа (2, 4, 1 и део 10) чине 15% укупне зараде. Најмање учешће у укупној заради имају последње три групе (8, 5 и 7), само 5%. Дакле, фокус компаније ће убудуће бити на ове три групе производа који доносе 80% зараде, и они ће имати апсолутни приоритет у будућем развоју, као и решавању потенцијалних проблема.

5. ЗАКЉУЧАК

Као што је познато, у данашњим условима појачане конкуренције на тржишту, у пословним организацијама је неопходно имплементирати управљање квалитетом. Управљање квалитетом укључује не само контролисање и одржавање оптималног нивоа квалитета производа и услуга, већ и континуирано побољшавање квалитета, спречавање појаве отказа и шкартова, у циљу имплементације тоталног управљања квалитетом. Да би компаније успеле да достигну изузетан квалитет сопствених производа и услуга, неопходно је да управљају и контролишу свим аспектима квалитета. Управљање квалитетом се постиже планирањем квалитета, оперативним управљањем квалитетом, обезбеђивањем квалитета, као и побољшањем квалитета. Управљање квалитетом има за циљ да обухвати све елементе, односно аспекте квалитета. Ту се пре свега мисли на моделирање (обликовање) производа или услуга, производњу робе, као и употребу робе (производа). Неопходно је да сви напори који се улажу да би се достигао жељени квалитет буду вођени пословном политиком, као и политиком квалитета компаније, затим системима планирања и контролисања квалитета који омогућавају да се обезбеди квалитетан аутпут према купцу.

Овај рад имао је за циљ да прикаже алате за прикупљање и анализу података у домену управљања квалитетом у производним организацијама. Анализирано је узорковање, хистограм, радарски дијаграм и Парето анализа. Разматране су теоријске основе поменутих алата, као и њихова практична примена у пословним организацијама. Поред тога, извршено је детаљно описивање и сагладевање свих предности и недостатака поменутих алата, домен и могућности њихове примене, као и кораци које је неопходно спровести при њиховој изради и реализацији.

На основу свега наведеног у овом раду, може се закључити да правилном употребом и коришћењем презентованих алата за прикупљање и анализу података, пословне организације умногоме могу унапредити и подићи на виши ниво управљање квалитетом, што ће резултирати повећањем квалитета производа и услуга, растом профита пословне организације, као и пробоју на нова тржишта.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Kiran, D.R. (2016). Total Quality Management: Key Concepts and Case Studies
- [2] Fabio, A. (2013). On the Use of Quality Tools: A Case Study. *Proceedings of the World Congress on Engineering* , 1-6.
- [3] (2001). *JUS ISO 9000:2001, Систем менаџмента квалитетом - Основе и речник*. Београд: Савезни завод за стандардизацију.
- [4] Okland, J. (1999). *Tools and Techniques for TQM*. Manchester.
- [5] Tague, N. R. (2005). *The quality toolbox (vol. 600)*. Milwaukee, WI: ASQ Quality Press.
- [6] Taherdoost, H. (2016). Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research. *International Journal of Academic Research in Management (IJARM)*, Vol. 5, No. 2, 8-27.
- [7] Барјактаровић, Д. (2013). *Управљање квалитетом у хотелијерству*. Београд: Висока хотелијерска школа.
- [8] Бркић Спасојевић, В. Ц. (2004). Организација система квалитета и алати квалитета. *Индустрија* 4, 73-81.
- [9] Ђедовић, Б. (2010). *Вођење и вредновање пројеката*. Београд: Факултет за менаџмент малих и средњих предузећа .
- [10] Ђорђевић, Д. Ђоћкало, Д. (2007). *Управљање квалитетом*. Зрењанин: Технички факултет "Михајло Пупин".
- [11] Папић, С. (2011). *Управљање квалитетом - приручник*. Београд: Висока струковна школа за предузетништво.
- [12] Спасојевић, В. (1999). *Утицај техничких фактора на избор алата за побољшање квалитета, магистарска теза*. Београд: Машински факултет.
- [13] Филиповић, Ј. Ђурић, М. (2009). *Основе квалитета*. Београд: ФОН.
- [14] Хелета, М. (2008). *Менаџмент квалитетом*. Београд: Универзитет Сингидунум.

Интернет странице:

- [1] <https://www.wallstreetmojo.com/pareto-analysis/> , март 2021.
- [2] http://ie.mas.bg.ac.rs/data_store/upload/27_prezentacija_druge_vezbe.pdf?fbclid=IwAR3y9vruPw8xJH1aHYrY1NyCCpKr9yjoPhtkaFhCNOQ_5UkO73eB2OTPL7E , март 2021.
- [3] https://www.statisticshowto.com/probability-and-statistics/descriptive-statistics/histogram-make-chart/?fbclid=IwAR1sG_ux44T4IdTdk1g-Ixw3zuz6ueZiWM_22tukC71RVHMk8rX6tOIOPYM , март 2021.
- [4] https://www.eurostandard.rs/iso-9001-sistem-menadzmenta-kvalitetom/?gclid=Cj0KCQjwsLWDBhCmARIsAPSL3_1UBkxh5UDUFRaQV4Mpr-OLszJ5wkmeN8yhdVpWv7seSq6BoHpjEt0aAj7bEALw_wcB, април 2021.
- [5] <https://www.scribbr.com/methodology/sampling-methods/> , март 2021.
- [6] https://cabline.files.wordpress.com/2014/03/kvalitet_4.pdf, фебруар 2021
- [7] http://www.masfak.ni.ac.rs/images/upload/Upis/MAS_priprema_n/uvod_u_m_-_priprema/5._Alati_kvaliteta-Pareto_metoda.pdf, март 2021.
- [8] <https://histogramsdenard.weebly.com/pros-and-cons-of-histograms.html> , фебруар 2021.
- [9] <https://pistatistics.com/2020/04/likert-skala-kako-analizirati-podatke/> , фебруар 2021.
- [10] <https://www.edrawmax.com/radar-chart/> , март 2021.
- [11] http://metodologijamentus.weebly.com/uploads/5/1/9/7/51973983/14._uzorkovanje.pdf , март 2021.
- [12] <https://smartbusinessseg.com/2017/04/18/iso-90012015-quality-management-system-requirements/> , април 2021.
- [13] <https://tulip.co/blog/manufacturing/what-is-a-pareto-chart-definition-and-examples/?fbclid=IwAR311hdmehzRGY7qx8q9CH5h1Feo4pB2qCelnOUlqjRNc-tP0kuo7634Z0c#:~:text=A%20Pareto%20Chart%20is%20a,observe%20the%20greatest%20overall%20improvement> , март 2021.
- [14] http://ie.mas.bg.ac.rs/data_store/upload/95_vezba_2_-_pareto_dijagram.pdf?fbclid=IwAR18NvtUGLV31FLBB4tjxXQzLKbgFk56JzVpFWCa9J4tkH8mu6lsOzbAXZI , април 2021.

