

ПРИМЕНА НА МЕТОДОТ НА ФАКТОРСКА АНАЛИЗА ВО ПРОЕКТ РЕВИТАЛИЗАЦИЈА НА УЛИЧНОТО ОСВЕТЛЕНИЕ ВО ОПШТИНА КОЧАНИ

Татјана АТАНАСОВА-ПАЧЕМАСКА¹, Василија ШАРАЦ², Костадин РУНЧЕВ³

Универзитет “Гоце Делчев”, Електротехнички факултет^{1,2},
Универзитет “Гоце Делчев”, Факултет за информатика³,

АПСТРАКТ

Методот на анализа на променливите кој се користи за опис на меѓусебните зависимости на голем број на променливи, поврзани помеѓу себе и под влијание на различни фактори се нарекува факторска анализа. За истражувачки цели се користат многубројни тестови со голем број на прашања и факторската анализа се извршува врз основа на добиените резултати и се стреми кон намалување на бројот на променливите во случај кога тие се преклопуваат или имаат исто значење или однесување. Во овој труд, факторската анализа е имплементирана на проект на модернизација на системот на осветлување во општина Кочани, Р. Македонија со цел да се добие комплексна студија на сите релевантни фактори кои имаат влијание на намалувањето на трошоците, подобрувањето на квалитетот на системот на осветлување и нивната меѓусебна зависност. Факторската анализа е извршена во софтверскиот програм Minitab кој е применет на три различни сценарија на системот за модернизација на осветлувањето. Во сите три сценарија се разгледуваат шест променливи во однос на различни фактори кои имаат силно влијание врз нив а последователно и врз системот на уличното осветлување во однос на трошоците, рентабилноста и квалитетот. Врз основа на добиените вредности на корелационите фактори се изведени соодветни заклучоци.

IMPLEMENTATION OF FACTOR ANALYSIS METHOD IN PROJECT OF REVITALIZATION OF STREET LIGHTENING IN MUNICIPALITY OF KOCANI

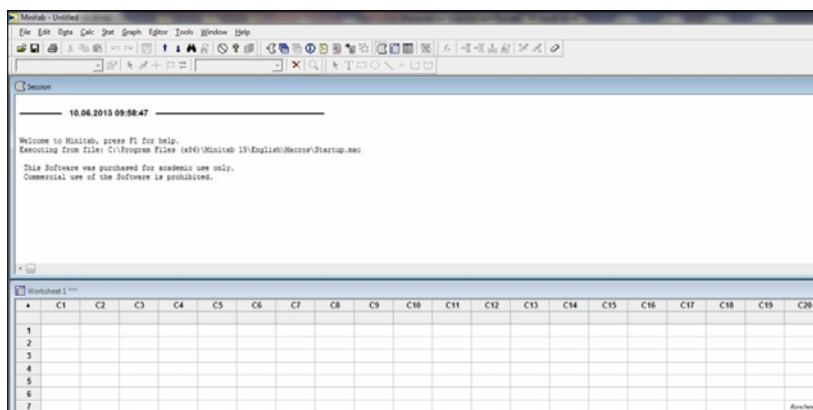
ABSTRACT

Method of variable analysis which is used for description of mutual correlations of great number of variables, interconnected between themselves and influenced by different factors is called factor analysis. Numerous tests with lot of questions are used in the research process and factor analysis is developed on the base of obtained test results aiming towards reduction of number of variables in case when they are overlapping or have similar meaning and behavior. In this case, factor analysis is implemented in project of modernization of lightening system in municipality of Kocani, R. Macedonia in order to be obtained complex study of all relevant factors which have influence of cost savings, improvement of quality of the lightening system and their mutual correlations. Factor analysis is performed in software program Minitab, implemented on three different scenarios with respect to the modernization of lightening system. In all three scenarios six variables are evaluated with respects to different factors which have strong influence on them and

consequently on lightning system with respect to the expenses, cost-effectiveness and quality. Based on obtained values of correlation factors adequate conclusions are derived.

1.0 ВОВЕД

Факторската анализа е една од најпопуларните техники на повеќефакторска анализа која има две основни цели: индентификација на основната идеја или заедничка карактеристика на повеќе променливи и намалување на бројот на променливите кои се слични и имаат голема меѓусебна зависност. Во техниките кои ја испитуваат меѓусебната корелација на поголем број на променливи не постои строга поделба на независни и зависни променливи, бидејќи во основа сите променливи се независни. Овие техники за анализа на голем број на променливи се базираат на барање на корелација помеѓу одреден број на променливи кои се значајни за специфичното истражување. Со цел факторската анализа да се користи на ефективен начин треба да постои минимален број на редувантни променливи или променливите треба барем малку да се преклопуваат во однос на своето значење [1]. Како резултат на оваа редувантност постои можност да се открие модел во однесувањето на променливите или да се открие главната идеја (фактор) кој ги поврзува. Факторското оптоварување е коефициентот на корелација помеѓу секоја варијабла и самиот фактор. Колку е поголема зависноста, дадената карактеристика подобро го опишува дадениот фактор [2]. Избирањето на вистинското решение базирано на факторската анализа кое има влијание врз процесот на одлучување има имплементација во голем број на проекти. Во овој труд ќе биде анализиран проектот на модернизација на осветлението во општина Кочани со цел да се добие комплексна студија на сите релевантни фактори кои имаат влијание врз намалувањето на трошоците, зголемувањето на квалитетот на системот на осветлување и нивната меѓусебната зависност. Факторската анализа е извршена со софтверскиот програм Minitab (Слика 1) кој е имплементиран на три различни сценарија кои се однесуваат на модернизација на системот на осветлување: 1- финансиска анализа, 2- избор на типот на осветлувањето и 3- анкета помеѓу граѓаните од општина Кочани во однос на различните аспекти на системот на осветлување во нивната општина. Во сите три сценарија се разгледуваат шест променливи во однос на различните фактори кои имаат силно влијание врз нив.



Слика 1. Софтверски програм Minitab

2.0. МЕТОДОТ НА ФАКТОРСКА АНАЛИЗА ВО ОБРАБОТКАТА НА ПОДАТОЦИ

Факторската анализа и други статистички методи се користат за изнаоѓање на вистинскиот број на соодветни променливи кои може да бидат имплементирани во процесот на донесување на одлука поврзано со имплементацијата на одреден проект. Особено е користен во идентификација на структурата на податоци, односно класификација на променливите и нивна редукција односно намалување на нивниот број [3]. Главна цел на факторската анализа е да ги собере информациите кои се содржани во голем број на променливи и да ги претвори во помал број на фактори при што се обезбедува минимална загуба на информациите и се добива едно подобро разбирање на корелацијата помеѓу променливите. Се претпоставува дека сите променливи во една одредена група се високо корелирани помеѓу себе и во исто време многу малку корелирани со променливите од другите групи. Тогаш секоја група на променливи може да претставува еден фактор. За адекватна примена на факторската анализа во обработката на податоците следниве три чекори мора да се имплементираат [4]:

1. Дефинирање на корелационата матрица – матрица со коефициенти кои ја претставуваат зависноста помеѓу податоците
2. Селекција на променливите- дефинирање на типот на променливата
3. Квантитативниот однос помеѓу променливите и факторите треба да биде 10 наспроти 1.

Аналитичарот треба да се обиде да го намали бројот на променливите и да се определи за еден разумен број на фактори. Потребно е да се земат во предвид карактеристиките барем на пет променливи кои треба да бидат сублимирани во еден фактор. Аналитичарот исто така треба да обезбеди да корелационата матрица има доволен број на корелации за да може да се примени факторската анализа. При примената на методот на факторска анализа во проектот на модернизација на осветлувањето во општина Кочани е употребен софтверскиот програм Minitab (Слика 1) кој е развиен 1972 во универзитетот во Пенсилванија а денес е комерцијално достапен. Истиот ќе биде применет на трите споменати сценарија: финансиска анализа, избор на соодветните светилки и арматури, и мислење од граѓаните по однос на модернизација на системот на осветлување.

3.0 РЕЗУЛТАТИ ОД ФАКТОРСКАТА АНАЛИЗА

3.1. Сценарио бр. 1-Финансиска анализа

Во ова сценарио ќе бидат анализирани десет улици со десет променливи. Споменатите променливи се:

- Финансиски средства потребни за промена на светилките (цена на светилките).
- Финансиски средства потребни за замена на работната опрема.
- Квалитетот на осветлението и користење на финансиски средства за негово подобрување.

- Трошоци за имплементација на компјутерски систем за управување и координација на осветлувањето.
- Трошоци по улица на територијата на општина Кочани.
- Користење на финансии за подобрување на уличното осветлување
- Фреквенција на луѓе
- Дополнителни трошоци
- Финансиска исплатливост на инвестицијата
- Моментална финансиска добивка

Следен чекор во обработката на податоците е дефинирање на корелационата матрица. Сите погоре наведени променливи се разгледуваат и кон секоја променлива се придружува еден број од 1 до 5, каде 1 претставува минимален трошок а 5 е максималниот трошок. Сите овие променливи се доделуваат кон десет улици. Изборот на улиците кои ќе бидат анализирани по однос на дадените десет променливи е случаен.

Гореспоменатите десет променливи се групирани во четири фактори кои ги претставуваат главните карактеристики на групата на променливи. Тие се: финансии и нивната распределба, населеност и фреквенција на движење, одржување на системот на улично осветлување, подобрување на состојбата и имплементација на компјутерски систем.

Откако ќе се изврши факторската анализа во Minitab се добиваат факторските коефициенти во зависност од шесте променливи. Некои редуванти променливи се групираат под една променлива па така се намалува вкупниот број на променливи. Во Табела 1 се претставени корелационите коефициенти во однос на споменатите четири фактори. Анализата на корелационите коефициенти се врши по апсолутна вредност односно се зема во предвид оној коефициент кој по апсолутна вредност е најголем во однос на зададените фактори.

Табела 1. Факторски коефициенти-Сценарио бр. 1

Променлива	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
Цена	-0.430	-1.228	0.082	-1.594
Квалитет	-0.118	0.090	-0.895	0.100
Трошоци	0.942	0.433	0.055	-0.939
Сообраќај	0.429	0.106	0.149	0.049
Население	0.062	-0.110	-0.283	0.260
Исплатливост	-0.193	0.025	0.062	2.464

Од претставените резултати во Табела 4 може да се заклучи дека цената и финансиските трошоци за замена на светилките зависат од факторот 2 (населеност и фреквенција на движење). Навременото плаќање на сметките особено таму каде има голема популација допринесува за собирање на значителни средства кои може да се искористат за навремена замена на светилките како и нивна распределба на правилен

начин. Квалитетот на осветлувањето најмногу зависи од факторот бр.3 – одржување на системот за улично осветлување. Ако замената на светилките се одвива навреме и ако сите активности поврзани со одржувањето се планираат и изведуваат навремено, квалитетот на осветлувањето ќе се подобри. Факторскиот коефициент е негативен но има најголема вредност -0.895. Трошоците за уличното осветлување зависат од финансиите и нивната распределба. Во случај на обезбеден доволен број на финансии активностите околу одржувањето се одвиваат редовно што на крај резултира со намалување на трошоци за одржување. Ако постои финансиска добивка во буџетот, трошоците за одржување нема многу да го оптоварат буџетот на општината. Во овој случај највисоката вредност на факторскиот коефициент е позитивна и изнесува 0.942. Како што може да се забележи од Табела 1 квалитетот на осветлувањето и подобрувањето на видливоста во ноќните часови зависи од финансиите и нивната распределба. Подобрувањето на квалитетот на осветлувањето допринесува за зголемена безбедност во сообраќајот и е важен сегмент во буџетот на општината. И овде факторскиот коефициент е позитивен и има најголема вредност 0.429. Одржувањето на уличното осветлување е во тесна врска со населеноста. Во случај на зголемени финансии кои зависат од густината на населението, активностите околу одржувањето би се одвивале подобро и почесто. Овде факторскиот коефициент е 0.283. Воведувањето на систем за управување и координација на осветлувањето би имал влијание врз повратот на инвестираните средства бидејќи истиот ги намалува трошоците за одржување, овозможува заштеда на трошоци и енергија и го забрзува целокупниот процес на поврат на средствата. Следствено факторскиот коефициент кој ги поврзува повратот на финансиите со воведување на компјутерскиот систем е најголем и неговата вредност изнесува 2.464

3.2. Сценарио бр. 2-Избор на светилки и арматури за светилките

Во ова сценарио се анализирани десет променливи кои ги карактеризираат светилките. Карактеристиките на светилките се следниве:

- Цена и финансиска добивка/загуба од замената на светилките
- Замена и трајност на светилките и светлинските арматури
- Модел на светилката и нејзино користење
- Квалитет на осветлувањето
- Искористеноста на светилките низ целата општина
- Работен век на светилките
- Дополнителни трошоци за време на работата
- Имплементација на светилките
- Загревање при работа
- Зрачење при работа

Се анализираат следниве типови на светилки и арматури: живина светилка од 125 W и 250 W, економична светилка, LED, флуоресцентна и метал халогена. Повторно се формира корелациона матрица и за цели на факторската анализа гореспоменатите десет променливи се намалуваат на шест кои се групирани под четири фактори: имплементација на светилките, гаранција при искористување, марка/тип/модел на

светилка и светлинска арматура, финансии. Резултатите од факторската анализа откако истата е извршена во Minitab се дадени во Табела 2.

Табела 2. Факторски коефициенти-Сценарио бр. 2

Променлива	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
Модел	-0.331	-0.025	0.248	1.584
Квалитет	0.049	0.597	0.981	-0.221
Употреба	-0.325	0.144	-0.158	1.409
Работенвек	0.196	0.475	-0.844	1.477
Имплементација	0.284	-0.296	0.523	2.475

Добиените резултати од Табела 2 покажуваат дека: изборот и моделот на светилката зависи од заштедените финансии. Ако општината има доволни финансиски средства на располагање може да се очекува дека светилките ќе бидат заменети навреме со адекватен модел. Постоене на доволни фондови овозможува користење на светилки со подобар квалитет од реномирани производители кои имаат подобри перформанси споредено со светилките кои моментално се користат во општината. Овде факторскиот коефициент кој го поврзува моделот на светилката со заштедените финансии е највисок и изнесува 1.584. За очекување е дека квалитетот на осветлувањето многу зависи од типот (моделот) на светилката и нејзината арматура. Реномираните производители нудат светилки со подобри карактеристики од кои директно зависи квалитетот на осветлувањето. Затоа во овој случај факторскиот коефициент кој ја поврзува променливата “квалитет” со факторот “марка/тип/модел на светилка и светлинска арматура” има најголема вредност од 0.981. Употребата на светилките и светлинските арматури зависи од финансиските заштеди и расположливите финансии и може да се очекува дека ако има недостаток на финансии замената на светилките ќе оди побавно и соодветно нивната употреба се одложува. Оваа зависност е претставена со факторскиот коефициент 1.409. Зависноста помеѓу работниот век на светилката и финансиските средства е очигледна земајќи во предвид дека светилките со подобри перформанси кои може да бидат и поскапи имаат исто така и подолг работен век. Имплементацијата на новите светилки е во тесна зависност од расположливите средства и во овој случај факторскиот коефициент е 2.475.

3.3. Сценарио бр. 3-Анкета помеѓу граѓаните

Последното сценарио кое е анализирано во склоп на овој проект вклучува анкета на јавното мислење во општина Кочани. Беа поставени десет прашања помеѓу дваесет граѓани на општина Кочани во однос на уличното осветлување. Повторно оценувањето на одговорите и мислењето на граѓаните како и во претходните сценарија е на скала од 1 до 5. Се разбира дека јавното мислење е важен сегмент во проектот на модернизација на осветлувањето особено ако се земе во предвид дека финансиските средства доаѓаат од страната на граѓаните и тие се и крајни корисници на јавното осветлување. Следниве прашања (П1-П10) беа поставени во тек на анкетата:

- Колку сте задоволни од користењето на уличното осветлување во општина Кочани?
- Колку сте задоволни од услугите на тимот кој работи и го одржува системот за улично осветлување?
- Дали трошоците за улично осветлување се нормални?
- Дали уличното осветлување ја загадува општината?
- Како го оценувате распределувањето на уличното осветлување во општината?
- Сообраќајната осветленост е на задоволително ниво?
- Како го оценувате осветлувањето во градскиот трговски центар?
- Дали се троши премногу електрична енергија за уличното осветлување?
- Далие е потребна е модернизација на уличното осветлување?
- Далие е потребно компјутерско управување на осветлението?

Откако е извршена факторската анализа шесте променливи се групирани под три фактори: човечки фактор, финансиски фактор, квалитет на осветлувањето. Резултатите од факторската анализа се претставени во Табела 3.

Табела 3. Факторски коефициенти – Сценарио бр. 3

Променлива	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
П3	0.232	0.489	-0.341
П5	-0.381	0.395	0.321
П7	0.221	0.371	0.685
П9	0.328	-0.354	0.509
П10	0.501	0.143	-0.324

Според резултатите презентирани во Табела 3, намалувањето и управувањето на трошоците за уличното осветлување зависи од финансискиот фактор-буџетот кој е на располагање во општината и неговата правилна распределба. Во овој случај корелациониот фактор е 0.489. Распределбата на уличното осветлување во општината зависи од расположливите финансии, ако има доволно финансиски средства тогаш целото подрачје ќе биде осветлено на задоволително ниво. Факторскиот коефициент е 0.395. Од друга страна се препорачува централното градско подрачје да биде осветлено со подобар квалитет бидејќи таму има и најголема фреквенција на луѓе и сообраќај. Факторскиот коефициент е 0.685. Според граѓаните на општина Кочани неопходна е модернизација осветлувањето со цел да се подобри квалитетот на осветлувањето во општината. При ова факторскиот коефициент е 0.509. Според резултатите во Табела 3 имплементацијата на компјутерскиот систем за управување со осветлувањето и негова координација зависи од човечкиот фактор. Препорачливо е да се спроведе анкета помеѓу граѓаните за да се види нивното мислење во однос на имплементација на компјутерскиот систем во проектот на модернизација на осветлувањето.

4.0 ЗАКЛУЧОК

Децентрализацијата на локалната власт во Р. Македонија ги зголеми ингеренциите на општините. Модернизацијата на системот на осветлување е еден од проектите кои треба да бидат спроведени на територијата на општина Кочани. За таа цел се направени одреден број на подготвителни работи во однос на собирање на податоци од лице место и нивна класификација. Модернизацијата на системот на осветлување покрива три широки подрачја: замена на светилките, замена на арматурите за светилките и воведување на систем за управување и координација на осветлението. Донесувањето на одлуки во тек на реализација на секој проект е комплексна задача и различен број на фактори влијаат врз нејзе. Затоа е применет методот на факторска анализа со цел различни променливи кои се под влијание на различни фактори да бидат разгледани. Јачината на зависноста помеѓу променливите во еден зададени проект и факторите кои влијаат врз ние е изразена преку факторски коефициенти. Колку е поголема вредноста на факторскиот коефициент толку е поголема зависноста од дадениот фактор. Три различни сценарија се разгледани во однос на различни променливи од проектот: сценарио бр.1-финансиска анализа, сценарио бр.2- избор на модел на светилак и светлинска арматура и сценарио бр.3- мислење од страна на граѓаните. Првото сценарио покажа голема зависност помеѓу трошоците и расположливите финансии. Во случај на доволно расположливи финансиски средства, активностите околу одржувањето редовно се одвиваат што ги намалува трошоците за улично осветлување. Ако има финансиска добивка, трошоците нема да го оптоварат буџетот на општината. Забележлива е јака корелација помеѓу исплатливоста на вложените средства и имплементација на системот за управување и координација на осветлувањето. Имплементација на компјутерскиот систем ги намалува трошоците за одржување овозможува заштеда во одржување и електрична енергија и го забрзува повратот на вложените средства.

Во рамки на сценариото бр.2 постои силна зависност помеѓу моделот на светилака, нејзината примена, работниот век од финансиите. За очекување е дека моделите од реномирани производители се поскапи но затоа пак имаат подолг работен век, подобри перформанси, подолг гаранетен период, заштедуваат енергија и на еден подолг период овозможуваат финансиски заштеди.

Според сценариот бр. 3 и спроведената анкета помеѓу граѓаните постои потреба од подобрување на квалитетот на осветлувањето и исто така од имплементација на компјутерски систем за управување со осветлението и негова координација со што се подобрува квалитетот, активностите околу одржувањето се одвиваат побрзо и полесно ако се земе во предвид дека компјутерскиот систем овозможува преглед на целиот систем на осветлување, преглед на локациите на грешки што овозможува замената на светилките да се одвива поедноставно и побрзо.

Трудот покажа дека статистичките методи имаат корисна имплементација во практичната реализација на одреден проект креирајќи мост помеѓу теоријата и практиката со што се покажаа како корисна алатка во евалуацијата на одреден проект.

5.0 ЛИТЕРАТУРА

1. M. R. Draper: . Factor Analysis and Concurrent Validity of University Counseling Center Presenting Problems Checklist, 2003.
<http://www.utexas.edu/student/cmhc/research/rescon.html>
2. Anna B. Costello, Jason W. Osborne:.. Best practice in Exploratory Factor Analysis: Four Recommendation for Getting the Most From Your Analysis, Journal Practical Assessment, Research & Evaluation , Volume 10, Number 7, 2005.
3. Richar L. Gorusch:.. Factor Analysis, Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
4. Paul Kline: An Easy Guide to Factor Analysis, Routledge, London, 1994.