

АПСТРАКТ

Главната цел во оваа докторска дисертација е градење методологија на соодветен модел, применувајќи различни пристапи и методи, како традиционални и нетрадиционални, но и нивна комбинација врз чија основа ќе се утврди очекуваниот сообраќајниот проток изразен во ПГДС (eng. AADT) на главната патна мрежа на регионот Анаморава.

Покрај главната цел, како посебна цел е да се изгради матрицата извор – цел, т.е. потекло-дестинација (О/Д) за проценување на обемот на сообраќај и неговата просторна распределба на регионот Анаморава. За да се постигне тоа, беа преземени мерки за спроведување истражување за мерење на сообраќајниот обеом во главната мрежа на овој регион за постојната ситуација. Прибирањето податоци за сообраќајниот обеом на постојната состојба во 2016 година во главната мрежа на регионот беше спроведено со помош на студенти кои беа поддржани од Косовската полиција на седум различни, претходно дефинирани локации. Така се обезбедија податоци за движењето на возилата во рок од еден работен ден и еден ден од викендот во насока на влез/излез од регионот, транзит и размена во општинските рамки на самиот регион. Потоа, овие мерења се обработуваа и се изедначуваа преку соодветните коефициенти, трансформирајќи ги како просечен, дневен и годишен сообраќај ПГДС, така што добиените резултати од креирањето модел од моделирањето ќе одговара на реалноста.

Овие податоци за обемот на сообраќај ќе послужат како појдовна точка за изградба на модел за сообраќајна побарувачка, каде што потоа со нивно инкорпорирање во софтверот PTV Visum станува возможна просторната распределба на обемот на сообраќај на целата патна мрежа земена за анализа. Пред да се употреби моделот за предвидување за референтната година, првин беше калибриран преку техника на алгоритмот „TFlow Fuzzy“, кој е функционален во софтверот PTV Visum.

Со цел да се овозможи постигнување на главната цел, градење методологија за предвидување на сообраќаен проток, студијата е продолжена со идентификација и собирање статистички податоци за варијаблите кои имаат влијание на неговото генерирање за претходниот период. Периодот кој е опфатен за анализа е од 2004 до 2016, што е условено од обезбедувањето на податоците од различни локални институции кои се одговорни за нивно чување и регистрирање.

Врз основа на домашната и меѓународната литература, беше возможно да се идентификуваат 13 независни (Xi) демографски и социоекономски варијабли. Податоците

за варијаблите се од макротип, бидејќи тие кореспондираат со нивото на земјата и регионот. Истовремено требаше да соберат податоци за обемот на сообраќај како зависна варијабла (Y) за истиот период. Ова беше овозможено со обезбедување податоци од Дирекцијата на косовски патишта, која е одговорна за регистрирање податоци за обемот на сообраќајот на главната косовска патна мрежа преку автоматски сообраќајни бројачи (АТС). Во рамките на главната патна мрежа на Анаморавскиот регионот постојат автоматски бројачи кои вршат непрекинато броење на сообраќајот на четири локации: Сливова, Сојева, Ранилуг и Пасјан. Со тоа се овозможи изградба на зависност меѓу овие варијабли преку временска серија, што резултираше со некои изградени модели според различни пристапи и методи.

Во оваа дисертација, беа применети агрегатниот и дезагрегатниот пристап при креирањето модели. Во агрегатниот пристап, сите податоци за четирите локации се анализирани како целина, а според дезагрегатниот за секоја локација се изградија посебни модели. Поради тоа се применуваат различни методи и техники, како што се традиционалните методи (Ајдахо, тренд, повеќекратна линеарна регресија, еластичност) и нетрадиционални (ANN со неговите подваријанти MLP и RBF) и нивната комбинација (PCA - MLP и PCA - RBF) за да се добие модел со подобри карактеристики за предвидување.

Имајќи го за цел препознавањето на значењето на независните варијабли вклучени во моделот, како и колку е можно попрецизно предвидување на обемот на сообраќајот врз основа на овие пристапи и методи, беа собрани четири хипотези кои треба да се потврдат. Со оваа детална анализа се постигна да се даде одговор на секоја од четирите хипотези, потврдувајќи го одобрувањето на H0 во споредба со алтернативните H1. За нивна верификација беа користени различни традиционални и нетрадиционални статистички методи и техники.

Врз основа на подетална разработка на анализа и дискусија на резултатите, збогатени со различен апсолутен и релативен показател на перформансата, се овозможи избор на најдобар модел за период „2004-2016“, каде се избра комбинираниот модел познат како „хибриден модел PCA - RBF“ според дезагрегиран пристап.

При предвидување на овој хибриден модел „PCA - RBF“ се земаат предвид 12 независни варијабли (освен варијабла X1 која ги претставува годините) редуцирани на два фактори благодарение на техниката на главните компоненти. Значи преку техниката на примена на главните компоненти се овозможува елиминирање на висока корелација прикажана меѓу варијаблите (мултиколинеарност) која помага да се подобри предвидливата способност на моделот, односно намалување на грешката, каде главните компоненти (PC) се користат како влезови.

Потоа, применувајќи ја методологијата на предвидување на посебен начин, за секоја од 12 независни варијабли во согласност со методот на тренд стана можно пронаоѓање на предвидените вредности што се добиваат за 2022 година. За предвидување на варијаблите се пронајде дека тие реагираат на различни функции во R^2 , како што се линеарни, квадратни, логаритамски, кубни и така натаму.

Одново се повторува техниката на градење на новиот модел според комбинираниот метод „PCA + RBF“. Постигнатите резултати за предвидувањето, според овој метод, за просечниот годишен пораст на обемот на сообраќај за периодот 2017-2022 беа земени локации кои се анализираат и се користат за предвидување. По калибрација на моделот, примена на просечен раст за сообраќајниот обем на главната патна мрежа во овој регион, односно на три локации (Сливово, Сојево, Ранилук) и изборот на моделот со поголема предвидлива способност „PCA - RBF“ за претходниот период 2004-2016 преку софтверот PTV Visum се овозможи препишување на сообраќајот, неговата распределба и оценување на обемот на сообраќај за референтната 2022 година.

Преку оваа методологија стана можно да се процени моменталната ситуација и предвидување на побарувачката, односно обемот на сообраќај во зависност од бројот на возила, прикажани како ПГДС и графички презентирани со боите кои одговараат на патната категорија во рамките на главната патна мрежа во Анаморавскиот регион.

Резултатите од оваа дисертација ќе им се достават на располагање на надлежните институции за да ги земат предвид резултатите добиени од оваа методологија со научен пристап за создавање на технички и административен инструмент, кој ќе им служи на носителите на одлуки за поисправна ориентација и ефикасно инвестирање во однос на транспортниот систем во целина, за користењето на транспортни и инфраструктурни капацитети, како и за планирање на транспортот според различни инфраструктури. Сево ова се однесува првенствено за регионот Анаморавска, но исто така и на ниво на Косово и пошироко.

На крајот, дадени се ограничувањата и препораките за ориентација на понатамошни студии.

Клучни зборови: моделирање, предвидување, обем на сообраќај, традиционални и нетрадиционални модели, Анаморавски регион итн.

ABSTRACT

The key goal of this dissertation thesis is to identify the methodology for setting up a suitable model by application of traditional and non-traditional approaches and models as well as their combination which could be used for determination of expected traffic volumes expressed by AADT on the main road network of Anamorava region.

Apart from this, the other one goal is to construct the Origin-Destination matrix to assess traffic volumes and their spatial distribution. In order to achieve this, given current situation several measures have been undertaken to accomplish a research on measurement of traffic volumes on the main road network in this region.

The traffic volume data of existing situation in 2016, on the main road region network were accomplished by students assisted by Kosovo Police in the seven various locations fixed in advance. Data gained are about daily vehicle flow on one working day as well as one weekend day at enter and exit of the region as well as transit and the traffic with other neighbouring municipalities of the region. Given data have been processed afterwards and converted according to related AADT, in order so that gained results based on the model to be suitable to the reality.

Given data on traffic volumes will serve like starting point to construct model on the traffic demand so that after they are processed by PTV Visum software it is possible to get spatial distribution of traffic volumes for entire road network subject of analysis. The model before is used to get forecasting for the referring year, it was firstly calibrated through algorithm technique "TFlow Fuzzy" which comply with PTV Visum software.

With intention to fulfill the main goal, the models on traffic volumes forecasting were extended to identify and collect data on variables which have an impact on traffic generating on the period past. The period subject of analysis was 2004-2016 which was conditioned on provision of data by various competent country institutions to collect and maintain traffic data. Based on local and international literature 13 demographic and social – economic independent variables (X_i) were identified.

Variables are macro type because they correspond to be at the level of the country and region. For the same period it was also required to collect data on traffic volumes qualified as dependent variable (Y). This was made possible after data received by Kosovo Road Directorate which is an competent authority to collect and maintain traffic data for entire road network of Kosovo using automatic traffic countings (ATC). Automatic counters were fixed within the main

road network of Anamorava region which counted permanently traffic volumes in four location such is Slivova, Sojeva, Ranilluku and Pasjani.

In this way, it was possible to establish relation between these variables in relation to the time order from which some models resulted according to various approaches and models.

In this study, aggregate and disaggregate approach is used to establish models. As regard aggregate approach, all data for four locations were analysed and as regard the disaggregate one for each location specific models are established.

Various techniques and methods are applied such is traditional method (Idaho, trend, linear multiple regression, elasticity) and non-traditional (ANN with its sub variables MLP and RBF) as well as their combination (PCA-MLR, PCA-MLP and PCA-RBF) to a model with better forecasting capabilities.

Having an intention to identify the significance of independent variables involved in the model as well as the most accurate forecasting of the traffic volumes based on approach and the method, four hypothesis are raised which required verification. Detailed analysis enable to get answers for each specific hypothesis verifying it approval for H_0 in relation to the alternative one H_a . For their verification, various traditional and non-traditional statistical techniques and methods are used.

Having detailed elaboration, analysis and discussion of results which is followed by various absolute and relative performance indicators it was made possible to select the best model for the period “2004-2016” which resulted to be combined model known like “hybrid model PCA-RBF” according to disaggregate approach.

Doing forecasting this hybrid model “PCA-RBF” takes into account 12 independent variables (with exemption of X1 which referees to years) reduced into two factors, facilitated by main component technique. In this regard, by application of main components technique (PCs) it is possible to eliminate high correlation between variables (multi co-linearity feature) having an impact in improvement of model forecasting capability, reducing errors, in which main components (PCs) are used as inputs.

Further on, by application of forecasting methodology separately for each 12 independent variables according to trend method it was made possible to find out forecasting values for the referring year 2022. In order to forecast variables it was ascertained that various functions based on specifics of R^2 values such is linear, square, logarithmic, cubical, exponential etc are suitable.

Again, the technique on setting up the new model is repeated according to combined model “PCA-RBF”. Results gained on forecasting according to this method on increase of annual average traffic volumes for the period 2017-2022 for subjected locations are used for forecasting.

After calibration of model, application of average rate of traffic volume increase in the main road network of this region, respectively of three locations (Slivove, Sojeva and Ranilluk) and selection of the best forecasting capabilities model “PCA-RBF” for the past period 2004-2016 through PTV Visum software is was possible to distribute and assess traffic volumes for the referring year 2022.

This methodology enables assessment of current situation expressed as AADT and presented in graph way in colours and categories of roads within the main road network in Anamorava region.

The results of this study will be provided to the competent institutions to take them into consideration in order to get sustainable scientific approach to establish a technical and administrative instrument to be used like decision making for a better orientation of investments as regards transport system in general, use of transport and infrastructure capacities, transport planning for the future for Anamorava region as well as Kosovo level or broader.

Finally limitations and recommendations for the future orientations are issued.

Key words: *modelling, forecasting, traffic volumes, traditional and non-traditional models, Anamorava region etc.*