

## АПСТРАКТ

Стоковно-транспортните центри претставуваат комплексни сообраќајни јазли помеѓу различните стоковни и сообраќајни токови, во рамките на кои се извршуваат одредени активности поврзани со транспортот, логистиката, производството и трговијата. Според својата структура и функционалност, стоковно-транспортните центри претставуваат најголем и најкомплексен облик на организиран логистички систем. Поврзани во мрежа, овозможуваат собирање на логистичките токови во времето и просторот, придонесувајќи за квалитетно решавање на проблемите во товарниот сообраќај, како и за развој на современите транспортни технологии.

Како современ концепт на изедначување на логистичката понуда и побарувачка, овие центри немаат добиено целосна афирмација и претставуваат релативно непознат поим во Република Македонија. Една од причините е недостатокот на модел за оптимизација на лоцирањето на стоковно-транспортните центри во мрежата на транспортниот систем.

Во контекст на погоренаведената проблематика, дефиниран е *проблемот на истражување*:

*Предимствата на одделните сообраќајни гранки се согледуваат токму на местото на пресретнување на различни видови сообраќај, а тоа е местото каде што е лоциран стоковно-транспортниот центар. Последиците од ваквата состојба, особено при неправилна локација на стоковно-транспортните центри, негативно се одразуваат врз целокупниот развој на стопанството на земјата, како и создаваат голем број проблеми од еколошки аспект што се рефлектираат врз заштитата и унапредувањето на животната и работна средина.*

Вака поставениот проблем на истражување, го дефинира и предметот на истражување, кој резултираше во идентификација на основните променливи величини:

- $C_1$  – *Инвестициските трошоци за изградба на СТЦ;*
- $C_2$  – *Стоковните токови и развојните можности на регионот;*
- $C_3$  – *Сообраќајната инфраструктура на регионот;*
- $C_4$  – *Климатските карактеристики на регионот;*

### *C<sub>5</sub> – Човечките ресурси;*

што се земаат како предимство при донесувањето на конечна одлука за избор на локација на стоковно-транспортните центри како комплекс на интегративно дејствување за добивање на комплетна транспортна услуга.

Вака детерминираниот проблем и предмет на истражување, ја постави **темелната научна хипотеза:**

**Со утврдување на позитивните влијанија на сообраќајот и примената на прилагоден математички модел, може да се оптимизира процесот на планирање и изборот на локација на стоковно-транспортните центри, од аспект за поквалитетно, економско, техничко и технолошко функционирање и развој на современите транспортни технологии.**

Со дефинирањето на проблемот и предметот на истражување, подеднакво и во најтесна врска со поставената работна хипотеза, детерминирани се и целите на истражувањето.

**Основна (специфична) цел** на истражувањето претставува проектирање на нов модел за оптимизација на процесот при планирање и избор на локација на стоковно-транспортен центар.

Целта на истражувањето, претставена со основата на истражувањето и втемелена во дефинираниот математички модел за локација на стоковно- транспортните центри, ќе има позитивно влијание врз севкупниот стопански развој на Република Македонија и нејзиниот сообраќаен систем во целина.

Од сето ова произлегува и **крајната (општа) цел** на истражувањето, а тоа е:

**Вклучување на Република Македонија во трансевропскиот сообраќаен систем, преку дефинирање на квалитетна мрежа на стоковно-транспортни центри коишто ќе бидат вклопени во мрежата на европските стоковно-транспортни центри на најадекватен начин, респектирајќи ја притоа рационалната, ефикасната, економски оправданата и еколошки прифатливата компонента на сообраќајниот систем.**

Постојните модели за оптимизација на изборот на локација на СТЦ, како негативни страни ги имаат следните карактеристики:

- Малиот број критериуми кои се земаат во пресметката.

- **Однапред** дефинираното време на опслужување, кое секако ја ограничува презентацијата на сите потенцијални локации како најдобри можни локации.
- **Ограничената** примена, односно најдобри резултати се постигаат за мали мрежи во смисла на мал број потенцијални јазли. Со зголемување на бројот на потенцијални јазли и кориснички пунктови, досегашните модели стануваат претешки за следење и решавање.

Имајќи ги предвид карактеристиките на досегашните модели за оптимизација, како логичен заклучок произлезе:

**Ако фази логиката кај технолошките системи на производство дава гаранција за постојаност и стабилност на процесот, тогаш може недвосмислено да понуди и добро решение за локација на објект, ако се имаат во предвид повеќе алтернативи.**

Фази моделот ја овозможува врската меѓу релативната вредност на тежинските критериуми, меѓу потенцијалните локации за СТЦ. Ваквиот пристап овозможува со примена на фази множества и користење на повеќе критериуми и можни алтернативи за локација на СТЦ, да се добијат добри решенија, класифицирани според нивото на важност, што не беше случај со решенијата добиени во досегашните модели.

Како резултат на истражувањата, произлезе и дефинираниот математички модел – фази (fuzzy) алгоритам, кој придонесе за правилен избор на локацијата на СТЦ, т.е. оптимизација на процесот на избор на локација на СТЦ од повеќе понудени алтернативи, што претставуваше исполнување на специфичната цел на ова истражување. Оптимизацијата на локацијата на СТЦ, наедно претставуваше и процес на дефинирање на мрежа од СТЦ во Р.Македонија (Скопје, Гевгелија и Битола), преферирајќи ги предностите кои се нудат со современите транспортни технологии (палетизација, контејнеризација, RO-RO, LO-LO, RO-LO, FO-FO, Huckerack и Бимодалната технологија на транспорт), кои доаѓаат до израз особено во местата на пресретнување на различните сообраќајни гранки - СТЦ, со што се докажа и темелната хипотеза на ова истражување.

Основната цел на развојот на транспортниот систем во ЕУ се темели на следната основна премиса: *„Развој на транспортен систем којшто ќе биде способен ефикасно*

да ги задоволи потребите од превоз на доста високо ниво на квалитет, со што помалку негативни влијанија врз животната средина“.

Основите на новиот транспортен систем на Европската унија го карактеризираат три атрибути:

- Меѓусебно поврзување на различни сообраќајни мрежи (*Interconnectivity*),
- Меѓугранско поврзување на услугите (*Intermodality*),
- Меѓугранско и внатрешно поврзување на услугите (*Interoperability*), што претставува основна филозофија на „одржливиот развој“ (*sustainable development*) на подрачјето на транспортот.

Ако добро се анализираат овие атрибути, недвосмислено произлегува дека локацијата на СТЦ има големо значење за реализација на претходните ставови, бидејќи тие претставуваат места на реализација на поврзаноста помеѓу различните сообраќајни мрежи и различните сообраќајни чинители. Токму таа врска ја реализираат современите транспортни технологии на местото на пресретнување (СТЦ).

Функционирањето на СТЦ не може да се замисли без примена на современите транспортни технологии, кои овозможуваат квалитетна и брза интеграција со минимални негативни ефекти врз животната средина. За да се реализира интеграцијата, потребен е простор на дејствување на СТЦ и правилно дефинирана локација, која е фундамент за примена и развој на современите транспортни технологии.

Сегашниот модално ориентиран транспорт на стока доведува до појава на „трансакциски трошоци“, поради кои интермодалниот превоз станува неконкурентен во однос на едномодалниот, доколку локацијата на СТЦ е несоодветна. Оптимално избраната локација на СТЦ има значајно влијание врз намалувањето на трансакциските трошоци. Оттука, адекватната локација на СТЦ значи можност за синтеза и координација на превозната, манипулативната и складишната дејност, меѓусебно поврзување и испреплетување во рамките на единствената транспортна верига. Постои јака симбиоза меѓу локацијата на СТЦ и современите транспортни технологии.

Оптимизацијата на изборот на локација на СТЦ влијае врз развојот на современите транспортни технологии, и тоа:

- Оптималната локација на СТЦ овозможува обединување на транспортните субјекти, при што интермодализмот се декларира како ниво на категорија на

транспорт, а не како ниво на транспорт со различни видови транспортни средства.

- Оптимизацијата на изборот на локација на СТЦ е во директна врска со основните начела на сообраќајната стратегија на ЕУ (развој на сообраќајната инфраструктура, дефинирање на стандардите за патната и железничката мрежа, стандардите за комбиниран транспорт).

- Со правилна локација на СТЦ, „hucke – rack“ технологијата целосно ќе ги реализира најважните општествени цели:

1. Поврзување на патниот и железничкиот превоз на брз, сигурен и ефикасен начин, без претовар на стоката од патните на железничките превозни средства и обратно.
2. Оптимизација на учинокот помеѓу патната и железничката инфраструктура и супраструктура.
3. Забрзување на манипулацијата и превозот на стоката, а со тоа минимизирање или целосно елиминирање на живиот труд во процесот на производството на транспортната услуга.
4. Максимизирање на ефектот од работата, преку креативноста на оперативните менаџери во „hucke – rack“ технологијата.
5. Значително растоварување на патната мрежа, заштита на животната средина од штетните издувни гасови.

Позитивните влијанија од оптимизацијата на изборот на локацијата на СТЦ, се согледуваат и преку следните ефекти:

- *Развој на сообраќајната инфраструктура* во сите видови, според мерката на ефикасен, безбеден и економичен сообраќај, со максимално уважување на принципот за одржлив развој.
- *Позабрзано вклучување на Р. Македонија во сообраќајните оски на Европа*, тенденција за приклучување кон единствениот пазар на целиот Европски простор.
- Ова овозможува создавање услови за единствена и компатибилна инфраструктура прилагодена кон мултимодалниот транспорт, т.е. на Европската мрежа на мултимодални транспортни оски.

- *Создавање услови за рамномерен регионален развој, спречување на можноста за празнење на цели регионални подрачја, особено селските средини.*
- *Развој на нови технологии во управувањето со сообраќајните токови, развој на современи моторни возила и развој на информативната поддршка на сообраќајниот и транспортниот систем.*

Конкретните мерки за побрз развој на СТЦ и современите транспортни технологии што треба да ги преземе Р. Македонија, систематизирани се во три основни групи:

- 1. Политичко институционални*
- 2. Истражувачко развојни*
- 3. Оперативни со дефинирање на носителите на соодветни активности.*

Насоките за натамошни истражувања треба да се одвиваат во следните правци:

- Подлабока разработка на фази логиката како модел за избор на оптимално решение од повеќе понудени варијантни решенија.
- Јакнење на статистичката база на податоци на ниво на држава и компаративна анализа со податоците од соседните земји, дефинирани на ниво на еднакви критериуми за вреднување за исти области на анализа.
- Примена на фази логиката во оптимизирање на токовите на стока внатре во самиот СТЦ.
- Стандардизација и хармонизација на подрачјето на инфраструктурата за сите видови на превозни субјекти, од аспект на примена на комбинираниот транспорт.
- Развој на нови технологии на управување со сообраќајните токови, развој на современи превозни средства и соодветна информатичка поддршка за следење и развој на современите транспортни технологии.
- Воведување и примена на автоматска идентификација и бар кодови како симболи за означување на транспортниот супстрат во целиот негов транспортен процес.

Вклопувањето во Европската сообраќајна мрежа, со целосно респектирање на современите транспортни технологии, техничко – технолошките и останати достигнувања, стопанското прилагодување, итн., бараат од Р. Македонија развој на сообраќаен систем со нов квалитет и поголема брзина на опслужување. Имајќи ја предвид моменталната ситуација, потребно е веднаш да се пристапи кон реконструкција

на постојната патна и железничка мрежа и развој на мрежа од стоковно транспортни центри, ако сакаме да се вклучиме во Европските сообраќајни стоковни токови на 21 – от век.

various projects and programmes are being implemented in the country, which will take place in the next few years. The main objective of these projects is to stand for a more efficient and modern transport system, which will be a network of roads, bridges, and railways. The main objective of these projects is to improve the quality of transport services and to reduce the time and cost of transport.

been so far. The main objective of these projects is to improve the quality of transport services and to reduce the time and cost of transport. The main objective of these projects is to improve the quality of transport services and to reduce the time and cost of transport.

defined in the country. The main objective of these projects is to improve the quality of transport services and to reduce the time and cost of transport.

place of transport services and to reduce the time and cost of transport. The main objective of these projects is to improve the quality of transport services and to reduce the time and cost of transport.

and the main objective of these projects is to improve the quality of transport services and to reduce the time and cost of transport.

$C_1$  – Investment in transport infrastructure

$C_2$  – Goods transport

$C_3$  – Traffic

$C_4$  – Climate

$C_5$  – Human resources

## ABSTRACT

*Goods and Transportation Centres (GTC)* represent complex traffic nodes between various goods and traffic flows whereby certain transport, logistics and production activities take place. Judging by their structure and functionality, the *Goods and Transportation Centres* stand for the largest and most complex form of an organized logistics system. When linked in a network, the GTC allow for assembly of logistical flows in time and space, thus contributing to quality resolution of problems in the freight traffic as well as for development of modern transport technologies.

As a modern concept of equalization of the logistics supply and demand, *GTC* have not been sufficiently acknowledged and have thus far been relatively unknown in the Republic of Macedonia. One of the reasons for this is the deficiency of a model for optimization of the *GTC* location in the network of the transportation system.

In the context of the aforementioned background, the *research problem* has been defined in the following way:

*The advantages of certain transportation branches become notable precisely on the place of inter-connection of different kinds of transport, which is the place where the GTC is located. The consequences of such situation - especially in terms of inadequate positioning of the GTC - has a negative impact on the overall development of the national economy and leads to problems affecting the protection and advancement of the living and working environment.*

This broad research problem sets the framework for identification of the research issue and the main variables, as follows:

- C<sub>1</sub> – Investment costs for construction of GTC;*
- C<sub>2</sub> – Goods flows and development potentials of the region;*
- C<sub>3</sub> – Traffic infrastructure in the region;*
- C<sub>4</sub> – Climate features of the region;*
- C<sub>5</sub> – Human resources.*

The above are viewed as advantages in bringing the final decision about the selection of the location for the *GTC* as a sum of integrated actions for ensuring complete transportation service.

Based on the defined problem and research issue, the *main hypothesis is being defined*:

**By defining the positive traffic influences and application of an adapted mathematical model, the process of planning and selection of location for *GTC* can be optimized insofar as to achieve more qualitative, cost-effective, technical and technological operation and development of modern transport technologies.**

By defining the problem of research, and in close connection with the working hypothesis, the objectives of the research are determined.

**The main (specific) goal of the research is designing of a new optimization model of the process of planning and selection of a location for *GTC*.**

The aim of the research, and grounded in the defined mathematical model for *GTC* location, will have positive influence on the overall economic development of the Republic of Macedonia and its traffic system as a whole.

The **overall** objective of the research is the following:

**Inclusion of the Republic of Macedonia in the Trans-European traffic system through defining of a quality *GTC* network that will be incorporated in the European *GTC* network in the most adequate way and with due consideration of the rational, efficient, economically justified and environmentally friendly component of the transportation system.**

The existing models for optimization of the selection of the *GTC* location have the following negative features:

- Insufficient criteria considered.
- Pre-defined time of service, which imposes limitation on the presentation of all potential locations as most adequate locations.
- Limited application, i.e. best results are achieved for small networks in terms of a small number of potential knots. By increasing the number of potential nodes and users' points, the existing models become very difficult to follow and resolve.

In view of the features of the existing optimization models, the following conclusion has emerged as logical:

**If the fuzzy logic of the technological systems for production provides guarantees for consistency and stability of the process, then it can undoubtedly also provide a solid solution for the location of the facility, considering several alternatives.**

The fuzzy model facilitates the collection between the relative value of the weight criteria and the potential GTC locations. Such an approach of application of fuzzy sets and utilization of several criteria and possible alternatives for GTC location provides solid solutions, classified by the level of importance. This was not the case with the solutions provided by the existing models.

As a result of the research, a defined mathematical model emerged – fuzzy algorithm which contributed to adequate selection of a location for the GTC, i.e. optimization of the process of selection of a GTC location from the several possible alternatives, which contributed to achievement of the specific goal of this research. The optimization of GTC location represented at the same time a process of defining the GTC network in the Republic of Macedonia (Skopje, Gevgelija and Bitola), by giving preference to the advantages emerging from the contemporary transportation technologies (palletization, containers' system, RO-RO, LO-LO, RO-LO, FO-FO, Huckepack and bi-modal technology of transportation). This becomes important especially in terms of the points of interface of various traffic branches (GTC), which improves the fundamental hypothesis of this research.

The main objective of the development of the transportation system in the EU is based on the following basic premise: „*Development of a transportation system that will be capable to efficiently meet the needs for high quality transportation, with minimum negative effects on the environment.*”

The basics of the new transportation system of the European Union are characterized by three attributes, namely:

- **Interconnectivity** of various transportation networks,
- **Intermodality** of services,
- **Interoperability**, which is a concept underlying the philosophy of sustainable development in the area of transport.

By careful analysis of these attributes, one arrives at the conclusion that the location of the GTC is very important for achievement of the aforementioned positions, as they represent points of contact between various transportation networks and agents. It is precisely the linkage that is achieved by the modern transportation technologies on the point of interconnectivity.

The operation of the GTC cannot come about without due application of modern transportation technologies that allow for quality and prompt integration accompanied with minimal harmful effects on the environment. To achieve such integration, adequate space for functioning of the GTC is required along with properly selected site. This is critical for application and development of modern transportation technologies.

The current modally-oriented transportation of goods incurs "transaction costs" because of which the inter-modal transportation becomes obsolete as compared to the unimodal, provided the location of the GTC is inadequate. The optimally selected setting for the GTC is particularly imperative in terms of reduction of transaction costs. Therefore, the adequate location of the GTC opens opportunities for synthesis and coordination of transportation, handling and storing activities, as well as for interconnectivity and interoperability within a unique transportation chain. There is a strong symbiosis between the location of the GTC and the modern transportation technologies.

The optimization of the choice for the GTC location has an influence on the development of the modern transportation technologies, as follows:

- The optimal position of the GTC allows for uniting the transportation entities, whereby the inter-modalism is set at the level of a category of transportation, not at the level of transportation by various transportation means.
- The optimization of the location of the GTC is in direct connection with the basic principles of the EU transportation strategy (development of transportation infrastructure, defining the standards for road and railway networks, standards for combined transportation, etc).
- With the adequate location of the GTC, „the hucke – pack“ technology will fully attain the most important social goals, namely:

1. Connecting the road and railway transport in a fast, safe and efficient manner, without re-loading of goods from road to railway transportation means and vice versa.
2. Optimisation of the share between the road and railway infrastructure and supra-structure.
3. Expediting the handling and transportation of goods, and thus minimizing or fully eliminating the labour in the production process of the transportation service.
4. Maximizing the effects of the work through improving the creativity of the Operations Managers in the „hucke – pack“ technology.
5. Significant alleviation of the road network and protection of the environment from harmful pollutants.

The positive effects of the GTC location optimization are visible also in the following terms:

- *Development of transportation infrastructure* of all kinds, according to the measures for efficient, safe and cost-effective transportation, with due consideration of the principles of sustainable development.
- *Faster inclusion of the Republic of Macedonia in the traffic axis of Europe*, a tendency for joining the unique market of Europe. This enables creation of conditions for unique and compatible infrastructure adapted to the multi-modal transportation, i.e. the European network of multi-modal transportation axis.
- *Creation of conditions for balanced regional development, by preventing* the possibility for neglecting entire regions, including the rural areas.
- *Development of new technologies* for managing transportation flows, development of modern motor vehicles and development of information technology support to the traffic and transportation system.

The specific measures for more efficient development of GTC and modern transportation technologies that should be pursued by the Republic of Macedonia have been systematised in three basic groups:

1. *Political institutional*
2. *Research and development*
3. *Operational, with identification of the responsible parties for each given activity.*

The recommendations for future research range within the following lines:

- In-depth analysis of the fuzzy logic as a model for selection of an optimal solution from several alternatives.
- Improvement of national statistical data and comparison analysis with data from neighbouring countries, defined at a level of equal criteria for evaluation of identical areas of analysis.
- Application of fuzzy logic in optimization of the goods flows within the GTC.
- Standardization and harmonization in the area of infrastructure for all kinds of transportation entities, from the aspect of application of combined transport.
- Development of new technologies for management of transportation flows, development of modern transportation means and adequate information technology support for monitoring and development of modern transport technologies.
- Introduction and application of automatic identification and bar codes as symbols for marking the transportation substrate in the entire transportation process.

2.3 The process of integration into the European transportation network, with full consideration of the modern transport technologies, technical and technological achievements, the economic adaptation etc, necessitates that the Republic of Macedonia is obliged to develop a transportation system with new quality and efficiency of service. Given the current situation, and if Macedonia were to join the European transportation and goods flow in the 21<sup>st</sup> century, it is imperative for the country to embark on reconstruction of the existing road and railway network and develop a new network of *Goods and Transportation Centres*.

2.2

2.3

4.1

4.2

4.3

4.4