

Supstitucija vida transporta opasne robe i njeni efekti

DRAGAN I. SMILJANIĆ, Univerzitet u Novom Sadu,
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
GORDAN S. STOJIC, Univerzitet u Novom Sadu,
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
MILOŠ Đ. KOPIĆ, Univerzitet u Novom Sadu,
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Stručni rad
UDC: 005.591.4:658.286.4
657.478.8:519.23
DOI: 10.5937/tehnika2101091S

Mogućnost supstitucije drumskog transporta opasne robe železničkim transportom u radu je istražena kroz analizu troškova transporta. Prevozni troškovi u transportu opasne robe u drumskom saobraćaju izračunati su na osnovu opšte prihvaćenih metoda i dostupnih podataka. Takođe, proračunati su i troškovi ukoliko bi se transport opasne robe realizovao železničkim saobraćajem na onim relacijama i za one količine za koje bi bio celishodan. Za utvrđivanje količine opasnih materija po relacijama prevoza korišćene su odgovarajuće statističke metode.

Ključne reči: troškovi transporta, opasna roba, vid transporta

1. UVOD

Opasna roba su sirovine, poluproizvodi ili proizvodi koje zbog karakterističnog hemijskog sastava i određenih svojstava imaju niz poželjnih osobina za svrsishodnu upotrebu. Međutim, u nekontrolisanim uslovima mogu da izazovu posledice koje su opasne i štetne za ljude, životinje, vodotoke, vegetaciju, generalno za čitav ekosistem na mikro, meta ili na makro nivou. Ove posledice mogu da budu kratkotrajne ili dugoročne. Istorija razvoja materija sa specifičnim svojstvima i shvatanje mogućnosti njihove upotrebe za dobrobit čoveka ima duboku antropološku dimenziju. Dovoljno je napomenuti da je vatra kao jedan od najvećih čovekovih otkrića u potpunosti odredila dalji čovekov razvoj, diferencirala ljudsku vrstu u samostalnu s izrazitim odlikama inteligencije. Od tada čovek istražuje i nalazi mnogobrojne mogućnosti transformacije materije i energije. Kao poseban fenomen, alhemija se javlja istovremeno s civilizacijom i religijom, podstiče razvoj drugih saznanja, a okviri hemije kao moderne nauke postavljaju granice industrijskih revolucija i faza razvoja ljudskog društva. U osnovi primenjivane za čovekovu dobrobit, istorija obiluje po-

dacima o stravičnim osobinama materija upotrebljenih u antihumane svrhe od: „Grčke vatre“ u antičkom dobu, izuma baruta u Kini oko 500-te godine nove ere, kontaminacije opsadnih gradova kužnim pacovima u srednjem veku, bojnih otrova do atomskog oružja [1]. Proizvodnja i upotreba „opasnih materija“ kroz ljudsku istoriju često je bila i nemilosrdni izraz tehnološke dominacije jedne nacije nad drugom. Opasne materije jesu sve materije, stvari, roba, tereti, proizvodi i supstance koje na bilo koji način mogu štetno uticati na okolinu [2]. Opasne materije se u transportu obeležavaju odgovarajućim listicama opasnosti koje su prikazane na slici 1.



Slika 1 – Uzorci listica opasnosti

Tema i cilj ovog rada jesu procena troškova prevoza opasne robe u drumskom saobraćaju između određenih mesta otpreme i dopreme i potencijalna supstitucija prevoza železničkim saobraćajem kako bi se smanjili troškovi prevoza.

Adresa autora: Dragan Smiljanić, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6

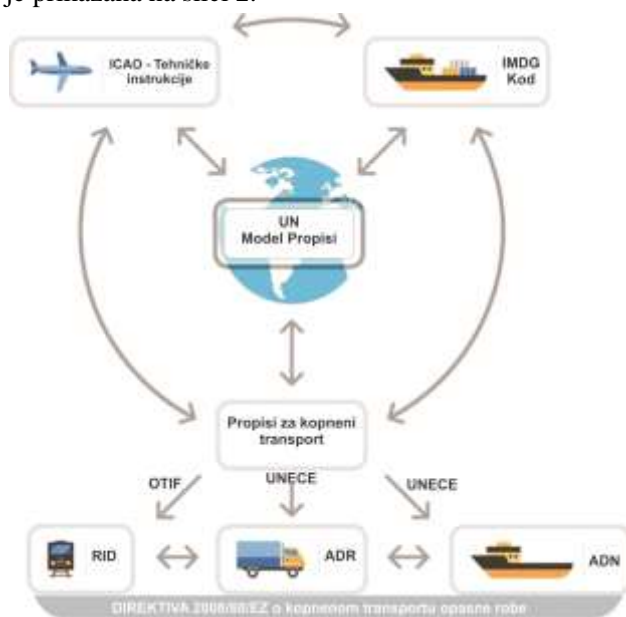
e-mail: dsmiljanic96@gmail.com

Rad primljen: 14.09.2020.

Rad prihvaćen. 18.01.2021.

2. PROPISI U TRANSPORTU OPASNE ROBE

Zbog navedenih negativnih uticaja opasnih materija, njihov transport mora biti organizovan po određenim pravilima kako bi rizik od nezgoda bio minimalan, odnosno da posledice već nastale nezgode budu svedene na najmanju moguću meru. Pojedinačnim propisima je regulisan transport opasnog tereta za svaki vid saobraćaja. Šema propisa za sve vidove saobraćaja je prikazana na slici 2.



Slika 2 - Međunarodni sporazumi za prevoz opasnih materija po vidovima transporta [3]

Na osnovu predloga Ujedinjenih nacija, Ekonomska komisija za Evropu, Odbor za kopneni transport, je usvojio Evropski sporazum o međunarodnom drumskom transportu opasne robe - ADR. U nacionalnim propisima Republike Srbije transport opasnih materija je regulisan Zakonom o transportu opasnog robe i odgovarajućim podzakonskim aktima.

Nadzor u primeni spomenutih zakona i potvrđenih međunarodnih sporazuma vrši Odsek za transport opasnog robe preko inspektora za transport opasne robe. Inspektor, izuzev u vazдушnom saobraćaju, mora da ima sertifikat za savetnika za bezbednost u transportu opasne robe [4].

Klase opasnih materija

Široka primena opasnih materija uslovlila je njihovu opštu klasifikaciju koja je izvršena u skladu sa međunarodnim propisima i sporazumima, a obuhvaćeno je oko 3.500 opasnih materija razvrstanih u 13 klasa.

Prema spomenutim međunarodnim sporazumima, predstavljene su pojedine klase opasnih materija. U zavisnosti od hemijskih osobina, agregatnog stanja i stepena opasnosti, sve opasne materije su svrstane u sledeće klase [5]:

- Klasa 1 – Eksplozivne materije i predmeti sa eksplozivnim materijama;
- Klasa 2 – Gasovi;
- Klasa 3 – Zapaljive tečne materije;
- Klasa 4.1 – Zapaljive čvrste materije, samoreaģujuće materije i eksplozivne čvrste materije umanjene osetljivosti;
- Klasa 4.2 – Samozapaljive materije;
- Klasa 4.3 – Materije koje u dodiru sa vodom razvijaju zapaljive gasove;
- Klasa 5.1 – Oksidirajuće materije;
- Klasa 5.2 – Organski peroksidi;
- Klasa 6.1 – Otrovnne materije;
- Klasa 6.2 – Zarazne materije;
- Klasa 7 – Radioaktivne materije;
- Klasa 8 – Nagrizajuće materije i
- Klasa 9 – Ostale opasne materije i predmeti.

3. TROŠKOVI EKSPLOATACIJE VOZILA U DRUMSKOM SAOBRAĆAJU

U svim granama saobraćaja pa i u drumskom saobraćaju, transportni troškovi predstavljaju najvažniji uopšteno pokazatelj rezultata poslovanja. Finansijski rezultat poslovanja autotransportnih organizacija predstavlja skup odnosa koji pokazuje formiranje i trošenje novčanih sredstava u autotransportnoj proizvodnji.

Cena prevoza predstavlja jedan od važnijih ekonomskih pokazatelja za ocenjivanje kvaliteta rada autotransportne organizacije i data je novčanim oblikom troškova proizvodnje autotransportne organizacije za izvršenje jedinice transportnog rada.

U daljem tekstu se pod cenama prevoza i cenama transporta podrazumeva ista cena. Cena transporta dobija se kada se ukupna suma troškova vozila za izvršenje transporta u određenom vremenskom periodu podeli sa ukupnim ostvarenim transportnim radom.

Na koju jedinicu rada će biti svedeni ukupni troškovi rada vozila zavisi od odgovarajućih ili važećih tarifa ili je uobičajno da se troškovi svode na jedinicu obima prevoza (putnik, tona) ali jedinicu ostvarenog transportnog rada (pkm, tkm). U praksi, međutim, pojavljuje se cena po kilometru, po kilometru sa teretom, po m³ transportovanog tereta po času rada vozila i po auto danu vozila.

U Srbiji, je u skladu sa Zakonom o sistemu društvene kontrole cena, u okviru Opšteg udruženja saobraćaja donet Jedinostveni cenovnik (tarifa) prevoznih usluga u javnom drumskom transportu na području zemlje.

Ova tarifa služi kao osnova drumskim prevoznici-ma za izradu sopstvenog cenovnika prevoznih usluga

u javnom drumskom prevozu, pri čijoj izradi društva moraju voditi računa i o odredbama Zakona o ugovorima o prevozu u drumskom prevozu, Zakona o amortizaciji po vrstama vozila i dr.

Tabela 1. Tarife u drumskom transportu

Grupe troškova	Vrste troškova u drumskom teretnom transportu	Učešće grupa u ukupnim troškovima bez PDV-a	Finansijski iznos troškova po kilometru u RSD
1	Gorivo	34,05%	93,52
2	Održavanje, mazivo, delovi i materijali	3,96%	10,88
3	Autogume	3,77%	10,36
4	Amortizacija	14,47%	39,74
5	Bruto zarade zaposlenih	21,17%	58,16
6	Putarine i ostali putni troškovi	1,70%	4,66
7	Osiguranje i registracija vozila	2,34%	6,42
8	Putni troškovi	3,20%	8,8
9	Reklama, propaganda i reprezentacija	0,64%	1,76
10	Platni promet i kamate za poslovanje	1,70%	4,66
11	Kanc. materijal i sitan inventar	1,85%	5,08
12	Komunalne usluge, PTT usluge i energenti	2,00%	5,5
13	Porezi, takse, naknade	2,09%	5,74
14	Ostale usluge i troškovi	2,07%	5,68
15	Dobit	5,00%	13,74
	Neto cena bez PDV	100,00%	274,7
	PDV 20%		54,94
	Cena usluge prevoza sa PDV		329,64

U drumskom transportu tarife donose transportna privredna društva ili udruženja (tabela 1) i retko koje su javno dostupne. Ne postoje jedinstvene tarife za drumski transport u unutrašnjem saobraćaju [6].

4. UTVRĐIVANJE PREVOZNIH TROŠKOVA U ŽELEZNIČKOM SAOBRAĆAJU

Železničke tarife predstavljaju skup zakonskih i tarifskih odredbi kojima se regulišu uslovi i cene prevoza putnika i robe. Tarifski načela za obrazovanje cena baziraju se na tarifskim teorijama pri čemu treba da se obezbedi interes države i železnice. Tarifski sistem predstavlja skup tarifskih propisa i tarifskih načela na kojima je izrađen. [7].

Struktura železničkih tarifa se sastoji od:

- tarife za prevoz putnika,
- tarife za prevoz robe,
- tarife za unutrašnji saobraćaj,
- tarife za međunarodni saobraćaj,
- redovne ili normalne tarife,
- izuzetne ili povlašćene tarife i
- u međunarodnom saobraćaju se razlikuju tarife za: uvoz, izvoz, tranzit.

Tarifa za prevoz robe na Železnicama Srbije (ŽS) sastoji se iz 7 delova:

1. uslovi prevoza i računanje prevoznine,
2. klasifikacija robe,
3. imenik žel. stanica Srbije,
4. daljinar za prevoz robe na ŽS,

5. putokaz,
6. cenovnik žel. usluga,
- 6a. naknada za industrijske i posebne koloseke i manipulativne pruge i
7. tranzitna tarifa. [8]

Prevozne troškove čine:

- Prevoznina (Vozarina) – Pr
 - Dodatak na prevozninu (ako postoji) – DPr (obično u %)
 - Naknade za sporedne usluge – NSU
- Ukupni prevozni troškovi iznose:

$$PT = Pr + DPr + NSU \quad (1)$$

Kao kola specijalne konstrukcije smatraju se sledeća kola:

- Hladnjače, pa i sa stalno ugrađenim aparatima za hlađenje ili grejanje (serije I);
- Cisterne za prevoz gasa (plina), tečnosti i proizvoda u rasutom stanju (serije U, Z);
- Sa spratovima za prevoz automobila i drugih stvari (serije L, S);
- Sa mašinama za hlađenje bez prostora za tovarenje (serije I);
- Sa spuštenim podom (Ui);
- Sa uređajima za automatski istovar putem gravitacije ili vazdušnog pritiska (serije F, T, U);
- Za prevoz žive ribe (serije U) i
- Nosači velikih kontejnera koji sa kontejnerima čine jednu transportnu jedinicu (serije L, R)

Za prevoz stvari u prethodno nabrojanim kolima pevoznina se računa po opštim propisima za računanje prevoznine i tako izračunata prevoznina se uvećava za 20% [9].

5. ANALIZA PODATAKA O PREVOZU OPASNIH MATERIJAMA

Analiza podataka o prevozu opasnih materija obuhvata detaljnu deskriptivnu statistiku sledećih opasnih materija:

- dizel gorivo,
- gazol,
- ulje za loženje, lako,
- benzin i
- smesa gasovitih ugljovodonika, prevedena u tečno stanje, N.D.N. (propan, butan).

Za dalje istraživanje je analizirana opasna materija – dizel gorivo. Narandžasta tabla kojom se obeležava vozilo kojim se prevozi dizel gorivo je prikazana na slici 3.

Deskriptivna statistika ove opasne materije je dala najbolje rezultate – najbolje vrednosti u disperziji, standardnom odstupanju, aritmetičkoj sredini, asimetriji,

itd. Podaci koji su korišćeni za ovo istraživanje jesu svi podaci bez obzira na prevezenu količinu tereta, broj transportnih jedinica ili broj prevoza na lokaciji između mesta otpreme i mesta dopreme koji su dobijeni od posmatranog preduzeća.



Slika 3 – Narandžasta tabla za dizel gorivo

5.1. Primena deskriptivne statistike na posmatrani uzorak

Deskriptivna statistika obuhvata metode prikupljanja, sređivanja i prikazivanja podataka na jasan i razumljiv način, kao i izračunavanja statističkih parametara. Deskriptivna statistika uključuje grafičke i numeričke procedure za prikazivanje i analizu podataka. U tabeli 2 su prikazane aritmetičke sredine parametara posmatranja po mestima.

Dalji rezultati analize deskriptivne statistike jesu testiranje raspodela koje su prikazne u sledećem delu rada. Empirijske raspodele su testirane sa odgovarajućim teorijskim raspodelama verovatnoća. Veličine koje su analizirane odnose se na broj transportnih jedinica, prevezenu količinu tereta i broj prevoza na jednoj lokaciji. Analiza je obuhvatila sve količine koje su prevožene između mesta otpreme - Pančeva, Novog Sada, Niša, Smedereva i svih gradova dopreme tereta.

Tabela 2. Pregled dobijenih srednjih vrednosti istih parametara po mestima

Srednje vrednosti	Broj transportnih jedinica	Prevezena količina tereta u tonama	Broj prevoza na lokaciji
Smederevo	8,43	812,39	79,83
Pančevo	6,44	1032,01	101,74
Novi Sad	9,79	771,46	91,25
Niš	5,55	677,78	75,89

5.2. Primena inferencijalne statistike na posmatrani uzorak

U različitim situacijama često se dešava da treba doneti neke zaključke o osnovnom skupu, odnosno populaciji a da pri tom nemamo na raspolaganju sve njihove podatke. Deo statistike koji se bavi donošenjem zaključaka o osnovnom skupu na osnovu dela njegovih jedinica naziva se inferencijalna statistika.

U svim navedenim analizama, empirijska raspodela koja odgovara u najvećem broju slučajeva jeste eksponencijalna raspodela, kao i na posmatranom pravcu prevoza iz Pančeva. Dva puta se pojavljuje uniformna raspodela (Novi Sad i Niš) kao adekvatna, dok se normalna raspodela pojavljuje samo jednom (Smederevo). U tabeli 3 su prikazani parametri teorijskih raspodela za izabrane relacije.

Tabela 3. Pregled dobijenih vrednosti parametara teorijskih raspodela po mestima

Srednje vrednosti	Broj transportnih jedinica	Prevezena količina tereta u tonama	Broj prevoza na lokaciji
Smederevo	$\sigma=5.663$; $\mu=8.4306$	$\lambda=0.00123$	$\lambda=0.01253$
Pančevo	$\lambda=0.15505$	$\lambda=0.00635$	$\lambda=0.02798$
Novi Sad	$a=-1.6313$; $b=21.23$	$\lambda=0.00463$	$\lambda=0.01382$
Niš	$a=-0.56536$; $b=11.67$	$\lambda=0.00506$	$\lambda=0.01546$

6. UPOREDNA ANALIZA TROŠKOVA PREVOZA U DRUMSKOM I ŽELEZNIČKOM SAOBRAĆAJU

Urađena je analiza prevoza drumskog saobraćaja koji bi potencijalno mogao da se prevozi železnicom. Ispunjeni su svi uslovi da bi se prevoz realizovao železničkim transportom u pogledu količine tereta (prevozi se više od 1000 tona), učestalosti prevoza i rastojanja između mesta otpreme i dopreme (više od 90 kilometara). Napravljena je OD (*origin-destination*) matrica sa najvećim prevozom tereta između prikazanih mesta, a u analizu je pored količine tereta, uključen i broj prevoza na određenoj lokaciji. Sva mesta otpreme i dopreme su povezana železničkom mrežom u Republici Srbiji. U tabeli 4 su prikazani troškovi drumskog prevoza na relaciji Novi Sad – Beograd.

Tabela 4. Prikaz troškova drumskog prevoza na relaciji Novi Sad - Beograd

Troškovi drumskog prevoza	
Novi Sad - Beograd	
Prevezena količina tereta u tonama	110.755
Broj prevoza na lokaciji	10.439
Broj transportnih jedinica	36
Rastojanje u km	94
Cena prevoza po jednoj vožnji (RSD)	30.986
Cena prevoza za sve vožnje (RSD)	323.462.854

Iz priloženog se može videti, na osnovu količine prevezenog tereta i rastojanja koje iznosi preko 90 km,

tj. ukupne cene prevoza, da bi prevoz dizel goriva u drumskom saobraćaju na relaciji Novi Sad – Beograd bio opravdan da se realizuje železničkim saobraćajem. Cena drumskog transporta na ostalim relacijama je velika, međutim ne bi bile ostvarene značajne novčane uštede ukoliko bi se taj transport realizovao železnicom zbog neelastičnosti železničkog saobraćaja i prilagodavanju disperzivnim zahtevima distribucije. Benefita aspekta zaštite i uticaja na životnu sredinu nisu utvrđivani u ovom radu.

Kada bi bili izgrađeni lokalni ili regionalni centri za skladištenje robe, možda bi železnički saobraćaj imao značajnu funkciju u prevoženju velikih količina tereta do regionalnih centara u čijim bi područjima bile i lokacije koje su prikazane u matricama. Svakako u toj varijanti treba ispitati i celishodnost formiranja takvih centara. [10]

U ovom radu je prikazan proračun cene realizacije prevoza železnicom na relaciji Novi Sad – Beograd. Cena prevoza železnicom između ovih mesta otpreme i dopreme.

$$302,4 \frac{\text{din.}}{\text{kg}} * 1.000\text{kg} = 302.400 \text{ din.}$$

$$302.400 * 1,2 = 362.880 \text{ din.}$$

$$\frac{110.755t}{1.600t} = 70 \text{ vozova}$$

$$362.880 * 70 = 25.401.600 \text{ din.}$$

$$323.462.854 - 25.401.600 \\ = 298.061.254 \text{ din}$$

Ukoliko bi se drumski prevoz dizel goriva između Novog Sada i Beograda prebacio na železnicu, ostvarile bi se uštede od 298.061.254 dinara na godišnjem nivou. Voz bi išao u proseku svakih 5 dana na relaciji Novi Sad – Beograd.

Praktična ušteda je sigurno manja od proračunate, jer železnički saobraćaj ne može da realizuje isporuku dizel goriva u mikrodistribuciji. To je moguće samo dostavom robe drumskim saobraćajem po principu „od vrata do vrata“.

Sa druge strane, treba imati u vidu da su troškovi prevoza železnicom utvrđeni na osnovu redovnog prevoza. Železnički prevoznici za redovne korisnike daju mogućnost organizacije dogovorenog prevoza. Obično se dogovorenim prevozom utvrđuju niži prevoznici stavovi, što može značiti i niže prevozne troškove. Uzimajući u obzir navedeno može se konstatovati da postoje izuzetne neiskorišćene rezerve u smanjenju troškova prevoza.

7. ZAKLJUČAK

U radu su utvrđeni troškovi prevoza u drumskom i železničkom saobraćaju u između određenih mesta

otpreme i dopreme, i izvršena njihova uporedna analiza radi donošenja odluka o izboru finansijski prihvatljivijeg transportnog rešenja.

Za ovo istraživanje je analizirana opasna materija dizel gorivo. Veličine koje su analizirane odnose se na broj transportnih jedinica, prevezenu količinu tereta i broj prevoza na jednoj lokaciji. Analiza je obuhvatila sve količine koje su prevožene između mesta otpreme - Pančeva, Novog Sada, Niša, Smedereva i svih gradova dopreme tereta. Za opis prevoza teorijskim raspodela korišćena su: eksponencijalna, normalna i uniformna raspodela. Na osnovu količine prevezenog tereta i broja prevoza na lokaciji, tj. ukupne cene prevoza, rezultati inferencijalne statistike su takvi da bi bila opravdana supstitucija drumskog prevoza dizel goriva na relaciji Novi Sad – Beograd sa železničkim transportom. U sledećoj fazi istraživanja bi trebalo utvrditi celishodnost izgradnje regionalnih i/ili lokalnih skladišta kako bi ostvarili dodatne uštede. Veliki su prevoznici troškovi drumskog prevoza, a opskrba nekih mesta dizel gorivom zahteva češće dostave, te postavljam problem uskladištenja date materije.

8. ZAHVALNICA

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja kroz projekat broj 451-03-68/2020-14/200156: „Inovativna naučna i umetnička ispitivanja iz domena delatnosti FTN-a“.

LITERATURA

- [1] Sremac S, Arsić T, Smiljanić N, Vukobratović B, Stojić G, Safety plans as a prevention in the transport of dangerous goods, ISBN 978-99955-36-66-4, str. 97-102, VI International Symposium NewHorizons 2017 of Transport and Communications, Doboj, Bosnia and Hercegovina, 2017.
- [2] Biocanin R, Ketin S, *Akcidenti u zivotnoj sredini*, Internacionalni Univerzitet Travnik, IUT Travnik, 2019.
- [3] *Zakon o transportu opasne robe*, Sl. glasnik RS, br. 104/2016, 83/2018.
- [4] Tepić G, Sremac S, Morača S, Lalić B, Kostelac M, Stojković V, *Accidents in facilities for storing hazardous materials*, Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications - ORESTA, pp. 24-39, 2019.
- [5] Stojić G, *Organizacija železničkog saobraćaja*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2018.
- [6] <http://srbcargo.rs/sr/tarife>
- [7] ADR - Evropski sporazum o međunarodnom drumskom transportu opasne robe, Ujedinjene nacije, Njujork i Ženeva, 2019.

[8] <http://www.srbijatransport.rs>

[9] <http://www.taris.rs/>

[10] Sremac S, Ziramov N, Tanackov I, Stević Ž, Ristić B, Ammonia-risk distribution by logistic subsystems and type of consequence, *Burns*, Vol. 46, Issue 2, pp. 360-369 2020.

SUMMARY

ANALYSIS OF TRANSPORT COSTS IN THE TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS USING STATISTICAL MODELS

The possibility of substitution of road transport of dangerous goods by rail was investigated through the analysis of transport costs. Transport costs in the transport of dangerous goods in road traffic in the work of computers are based on generally accepted methods and available data. Also, the costs were calculated if the transport would take place by rail on those routes and for one number for which it would be expedient. It was used with appropriate statistical methods to determine some dangerous goods by transport routes.

Key words: *Transport costs, dangerous goods, type of transport*