

ANALÝZA PREPRÁV ROPNÝCH PRODUKTŮV ŽELEZNIČNOU NÁKLADNOU DOPRAVOU

ANALYSIS OF TRANSPORTATION CRUDE OIL PRODUCTS BY RAILWAY FREIGHT TRANSPORT

Matej Kmetík¹, Roman Hruška²

Anotácia: Pri spracovaní ropy vznikajú viaceré ropné produkty, ktoré sa ďalej spracujú priamo v rafinérii alebo prostredníctvom vybraného druhu dopravy prepravujú ku odberateľom. Preprava ropných produktov sa realizuje potrubnou dopravou, cestnou, vodnou a železničnou nákladnou dopravou. Výhodou železničnej nákladnej dopravy je preprava veľkých množstiev v relatívne krátkom čase, na dlhé vzdialenosti za primerané náklady.

Kľúčové slová: prepravne ukazovatele, ropné produkty, eurotonokilometer, cisternový vozeň

Summary: During processing of crude oil are producing many products, which are process in refinery or products are transported some type of transport to consignee. Transportation of crude products are realized by pipeline, road, barge and railway freight transport. Advantages railway are transportation of large quantity in a short time and long distances for low costs

Key words: transport indicators, crude oil products, eurotonnekilometer, rail tank car

ÚVOD

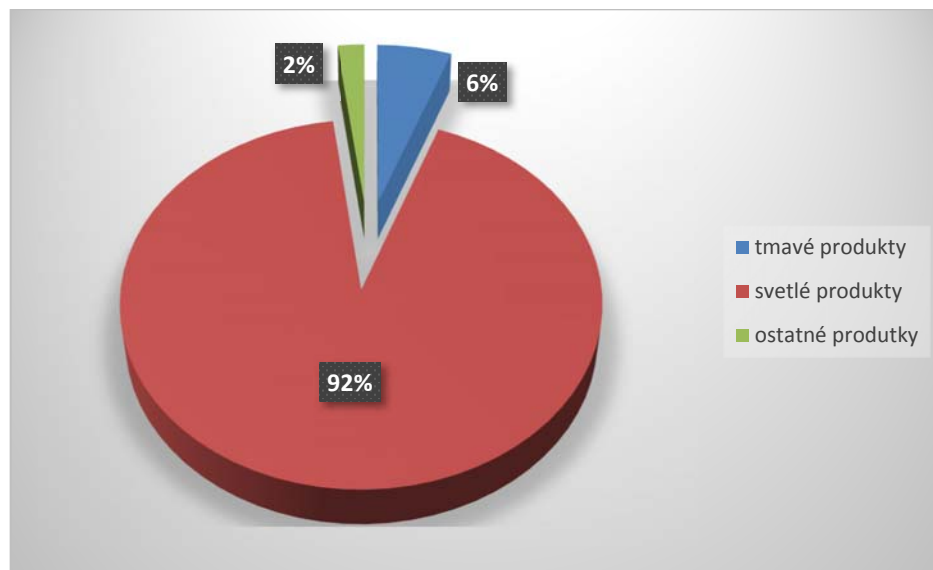
Pri spracovaní ropy sa vzniknuté produkty delia na dve základné skupiny tmavé a svetlé. Medzi tmavé produkty patria ľahké vykurovacie oleje, ťažké vykurovacie oleje, vákuové zvyšky a takzvané asfalty. Hlavné produkty z pomedzi svetlých tvoria nafta, benzín, letecký petrolej a arómaty. Ďalšiu skupinu tvoria ostatné produkty ako plyny, plasty a vedľajší produkt tekutá síra. Výber najvhodnejšieho druhu dopravy závisí od dostupnosti daného druhu dopravy, prepravnej vzdialenosti, rýchlosti prepravy, prepravného množstva, bezpečnosti, spoľahlivosti a dostupnosti dopravných prostriedkov. Hlavnou mernou jednotkou pri preprave ropných produktov je tona v tisícoch sú to tzv. kilo-tony (1).

¹ Ing. Matej Kmetík, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, E-mail: matej.kmetik@student.upce.cz

² Ing. Roman Hruška, Ph.D., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 378, E-mail: roman.hruska@upce.cz

1. PREPRAVA ROPNÝCH PRODUKTOV

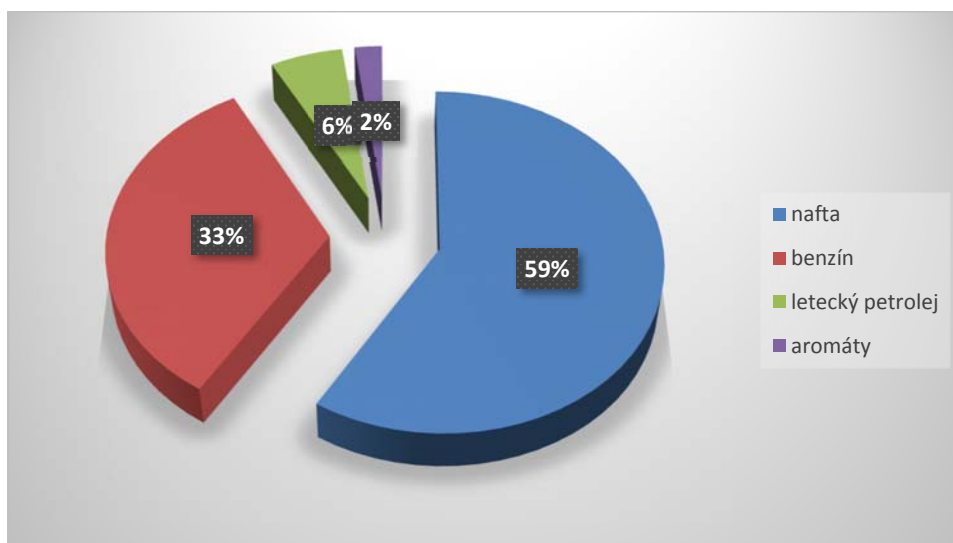
Železničnou nákladnou dopravou sa prepravujú všetky druhy ropných produktov prostredníctvom dopravných prostriedkov cisternových vozňov. Preprava cisternovými vozňami sa realizuje predovšetkým na stredné až dlhé vzdialenosti spravidla prostredníctvom ucelených vlakov. Všetky prepravy tohto druhu musia byť súlade s Dohovorom o medzinárodnej preprave nebezpečného tovaru po železnici - RID. Všetky cisternové vozne sa pri prepravách ropných produktov nakladajú na normatív hmotnosti. Podiel prepravy jednotlivých ropných produktov z rafinérie môžeme vidieť na obrázku č. 1.



Zdroj: (4)

Obr. 1 - Podiel prepravy ropných produktov

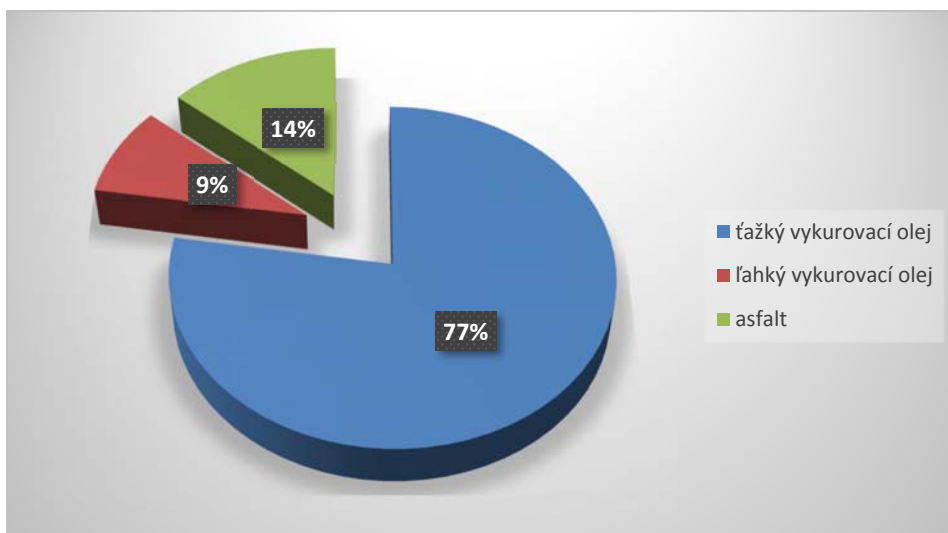
Skupina svetlých ropných produktov (benzín, nafta, letecký petrolej, aromáty) sa prepravuje vo veľkoobjemových cisternových vozňov s kapacitou približne 88 metrov kubických a vlastnou hmotnosťou okolo 21 ton. Ložná hmotnosť závisí od prepravnej záťaže, avšak pokiaľ berieme do úvahy prepravnú záťaž typu C, to je 22 ton na 1 nápravu, počítame s ložnou hmotnosťou 59 ton.



Zdroj: (4)

Obr. 2 - Podiel prepravy svetlých produktov

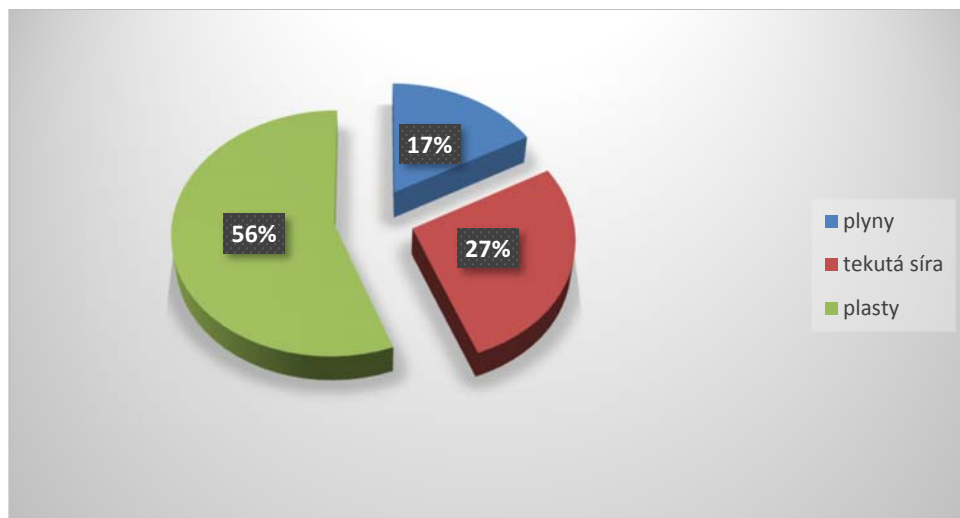
Skupina tmavých ropných produktov (ľahký vykurovací olej, ťažký vykurovací olej, asfalty) sa prepravuje v izolovaných veľkoobjemových cisternových vozňov, vybavených vykurovacími hadmi pre potreby nahrievania pred vykládkou z dôvodu meniacej sa viskozity. Kapacita cisternových vozňov tohto typu je približne 78 metrov kubických a vlastnou hmotnosťou okolo 25 ton. Ložná hmotnosť pri prepravnej záťaži typu C je v tomto prípade 55 ton.



Zdroj: (4)

Obr. 3 - Podiel prepravy tmavých produktov

Skupina ostatných ropných produktov (plyny, plasty a tekutá síra) sa prepravuje v špeciálne vybavených cisternových vozňoch, určených iba na prepravu týchto produktov. Cisternové vozne na prepravu plynov majú hrubší plášť a taktiež sú špeciálne označené. Ložný objem je približne 100 metrov kubických a ložná hmotnosť okolo 53 ton. Na prepravu plastov sa používajú špeciálne nádržkové vozne, ktoré majú vybavenie pre nakládku a taktiež aj vykládku granulovaného plastu. Kvôli potrebnému vybaveniu majú ložnú hmotnosť približne 51 ton a ložný objem je okolo 50 metrov kubických. Cisternové vozne na prepravu asfaltov a tekutej síry sú vybavené vykurovacími hadmi pre potreby nahrievania pred vykládkou z dôvodu meniacej sa viskozity. Kapacita cisternových vozňov tohto typu je približne 78 metrov kubických a vlastnou hmotnosťou okolo 25 ton. Ložná hmotnosť pri prepravnej záťaži typu C je v tomto prípade 55 ton.



Zdroj: (4)

Obr. 4 - Podiel prepravy ostatných produktov

Ropné produkty sa železničnou nákladnou dopravou prepravujú v rámci celej Európy. Celkové prepravené množstvo a prepravná vzdialenosť v rámci jednotlivých skúmaných krajín, vrátane percentuálneho podielu za obdobie jedného kalendárneho roka sú uvedené v tabuľke č. 1.

Tab. 1 - Podiel prepraveného množstva a prepravnej vzdialenosti

krajina	čisté prepravené množstvo (v tonách)	prepravná vzdialenosť (v kilometroch)	podiel prepraveného množstva	podiel prepravnej vzdialenosti
Belgicko	4 343	65520	0,12%	0,44%
Bulharsko	36 515	762755	1,01%	5,13%
Česká rep.	272 143	718383	7,53%	4,83%
Holandsko	11 364	317653	0,31%	2,13%
Chorvátsko	53 300	661310	1,47%	4,44%
Maďarsko	62 330	23163	1,72%	0,16%
Nemecko	172 089	2763249	4,76%	18,57%
Poľsko	295 513	2745462	8,18%	18,45%
Rakúsko	295 423	2441104	8,17%	16,40%
Rumunsko	7 660	66174	0,21%	0,44%
Slovensko	586 979	4042687	16,24%	27,16%
Švajčiarsko	220	48	0,01%	0,00%
Taliano	1 583	27215	0,04%	0,18%
Turecko	7 929	248 100	0,22%	1,67%
Spolu	1 807 390	14 882 823	100,00%	100,00%

Zdroj: (4)

2. NÁKLADY PRI PREPRAVE ROPNÝCH PRODUKTOV ŽELEZNIČNOU NÁKLADNOU DOPRAVOU

Pre vyčíslenie logistických nákladov pri preprave ropných produktov je potrebné poznať nasledujúce ukazovatele železničnej nákladnej prepravy:

- prepravné,
- ekonomické.

2.1 Prepravné ukazovatele

2.1.1 Jazdný výkon

Jazdný výkon je pri obratoch všetkých vozidiel vozidlového parku rozdelený podľa prepravovaných substrátov za obdobie jedného roka (2).

$$L_c = L_o + L_z \quad (1)$$

L_c – počet kilometrov prejdenných za určité obdobie

L_o – počet prázdnych kilometrov prejdenných za určité obdobie

L_z – počet ložných kilometrov prejdenných za určité obdobie

Jednotka kilometer nevyjadruje množstvo práce vynaloženej na jazdný výkon. Množstvo vynaloženej práce závisí predovšetkým od:

- celkovej prejdenej vzdialenosti,
- druhu produktu na ktoré sa cisternový vozeň používa,
- kvality a kategórie trate,
- druhu, množstva a hmotnosti prepravovaných vecí,
- klimatické vplyvy – záplavy, sneh, mráz, teplo.

Pre zjednodušenie je uvedený priemerný jazdný výkon jedného cisternového vozňa za obdobie jedného kalendárneho roka v rámci jednotlivých produktových skupín v stĺpci kilometre v tabuľke č. 2.

2.1.2 Súčiniteľ využitia jász

Používa sa na posúdenie výkonového využitia vozidla, vypočíta sa ako pomer ložených kilometrov k celkovému počtu prejdenej kilometrov:

$$\beta = \frac{l_z}{l_c} \quad (2)$$

V prípade prepravy ropných produktov je zvyčajne ložený beh len jedným smerom z rafinérie ku odberateľovi a následne sa cisternový vozeň v prázdnu behu vracia naspäť. Súčiniteľ využitia jász má v tomto prípade výslednú hodnotu **0,5** (2).

2.1.3 Objem prepravy

Množstvo tovaru v tonách prepravené pri jednom obrate. Pri stanovenom dopravnom prostriedku (skupine) za určité časové obdobie – 1 rok. Pre zjednodušenie je uvedený priemerný objem prepravy jedného cisternového vozňa za obdobie jedného kalendárneho roka v rámci jednotlivých produktových skupín v stĺpci prepravené množstvo v tabuľke č. 2 (2).

2.1.4 Prepravný výkon

Premiestnenie tovaru určitej hmotnosti na určitú vzdialenosť. Jednotkou prepravného výkonu v nákladnej doprave je tonokilometer – tkm. Jeden tonokilometer vyjadruje prepravu jednej tony na vzdialenosť jedného kilometra. Prepravené množstvo je vynásobené ubehnutým počtom kilometrov.

$$1 \text{ tkm} = 1 \text{ tona} * 1 \text{ kilometer} \quad (3)$$

Pre zjednodušenie je uvedený priemerný prepravný výkon jedného cisternového vozňa za obdobie jedného kalendárneho roka v rámci jednotlivých produktových skupín v stĺpci tonokilometre za rok v tabuľke č. 2. (2)

2.1.5 Využitie vozňa v preprave

Vyjadruje čas, počas ktorého bol vozeň v rámci jedného roka používaný na prepravu. Doba počas ktorej bol vozeň použitý na prepravu ropných produktov. Pre zjednodušenie je uvedené priemerné využitie jedného cisternového vozňa za obdobie jedného kalendárneho roka, v rámci jednotlivých produktových skupín v stĺpci prepravené využitie v tabuľke č. 2. To znamená, že okrem tohto obdobia nebol používaný - bol oprave, prípadne bola vykonávaná údržba či potrebné manipulačné operácie pre zoradenie a rozradenie vlaku.

2.1.6 Súčiniteľ využitia užitočnej hmotnosti vozňa

Pomer skutočného objemu prepravy nákladu k objemu, ktoré bolo možné dosiahnuť keby bola celkom využitá užitočná hmotnosť vozidla pri všetkých jazdách s nákladom (2).

$$Y = q / m \quad (4)$$

Pri preprave ropných produktov sa využíva hmotnostný normatív môžeme tvrdiť, že cisternové vozne sú využité takmer na 100 %. Minimálna odchýlka by sa mohla vyskytnúť iba z dôvodu 2 % rezervy pred vytečením produktu počas prepravy cez horné veko vozňa.

Tab. 2 - Priemerné využitie cisternového vozňa za obdobie jedného kalendárneho roka

prepravované produktové skupiny	najazdené kilometre	prepravené množstvo	čisté tonové kilometre	využitie na prepravu
aromáty	11 323	16 500	186 829 500	25%
tmavé produkty	12 631	80 689	1 019 187 180	23%
nafta + benzín	13 861	905 648	12 553 193 720	31%
letecký petrolej	4 809	71 828	345 419 313	15%
plasty	4 788	11 540	55 253 281	55%
plyny	5604	4 615	25 862 012	9%
tekutá síra	4 336	42 162	182 812 611	24%

Zdroj: (4)

2.2 Ekonomické ukazovatele

Cena za prepravu

Cena za prepravu závisí od prepravovaného množstva a prepravnej vzdialenosti. Výsledná cena je počítaná z tarify jednotlivých železničných nákladných dopravcov a pre logistiku podniku predstavuje prepravný náklad. Pre určenie hodnoty tohto nákladu je potrebné poznať jednotkovú hodnotu ukazovateľa vyjadrujúceho prepravené množstvo na danú prepravnú vzdialenosť za príslušnú cenu - prepravné (3).

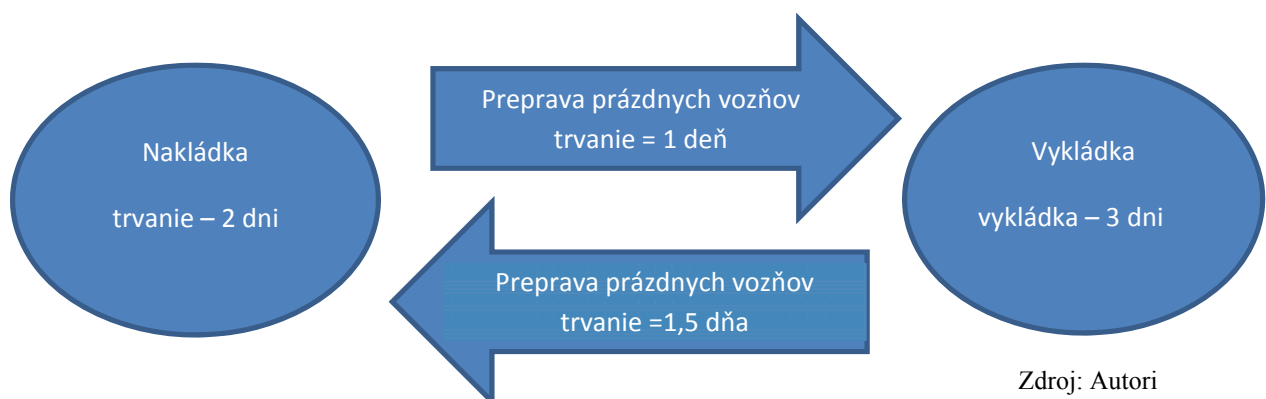
$$\text{Eurotonokilometer} = \frac{\text{prepravné [EUR]}}{\text{prepravná vzdialenosť [km]} * \text{prepravené množstvo [ton]}} \quad (4)$$

Na základe tohto ukazovateľa vieme porovnávať a následne vyhodnotiť logistické náklady na prepravu ropných produktov jednotlivými druhmi dopravy. V rámci prepráv ropných produktov železničnou nákladnou dopravou za obdobie jedného roka priemerná hodnota za prepravené množstvo 806 523 250 tonokilometrov je **0,03065 eurotonokilometra**.

Hodnota eurotonokilometra je počítaná z ceny prepraveného konkrétneho množstva prepraveného produktu na príslušnej prepravnej vzdialenosti z rafinérie ku odberateľovi. To znamená, že prepravné v sebe zahŕňa:

- náklady na prepravu brutto hmotnosti dopravných prostriedkov z rafinérie (ložený beh),
- náklady na spätnú prepravu dopravných prostriedkov do rafinérie od odberateľa (prázdny beh).

Priemerný obeh cisternového vozňa trvá od príchodu na vlečku až po opätovný príchod na vlečku od zákazníka priemerne 7 a pol dňa.



Obr. 5 - Znáročenie prepravy cisternového vozňa, zahrnuté v hodnote vyjadrujúcu eurotonokilometer

Tab. 3 - Technologický čas spracovania vozňa na vlečke

činnosť	trvanie	graf
príchod vozňa na vlečku (spracovanie a odstavenie)	6 hodín	
čakanie vozňa na nakládku	24 hodín	
zaradenie vozňa do vlaku (zostava vlaku)	3 hodiny	
nakládka vlaku	3 hodiny	
príprava a odovzdanie vlaku na prepravu	12 hodín	
Spolu	48 hodín	

Zdroj: Autori

V rámci analýzy je efektívnosť využitia železničnej nákladnej dopravy porovnávaná v závislosti od ceny za prepravu, vyjadrenej v mernej jednotke euro-tonokilometer v nasledujúcich tabuľkách:

- prepravovaný produkt,
- krajina určenia,
- prepravná vzdialenosť,
- prepravené množstvo

Tab. 4 - Porovnanie hodnôt euro-tonokilometra ku prepravovaným produktom

produkt	euro tonokilometer	efektívnosť
benzín	0,036	vysoká
nafta	0,050	vysoká
letecký petrolej	0,588	nízka
aromáty	0,086	nízka
ľahký vykurovací olej	1,090	nízka
ťažký vykurovací olej	0,044	vysoká
asfalty	0,028	vysoká
plyny	0,053	stredná
plasty	0,055	stredná

Zdroj: (4)

V tabuľke 4 sú zobrazené hodnoty euro-tonokilometra v rámci jednotlivých prepravovaných produktov odzrkadľujúcich výšku ich efektívnosti.

Tab. 5 - Porovnanie hodnôt eurotonokilometra ku krajine určenia

krajina	euro tona kilometer	efektívnosť
Belgicko	0,0532	nízka
Bulharsko	0,0253	vysoká
Česká rep.	0,0361	vysoká
Holandsko	0,0252	vysoká
Chorvátsko	1,0902	nízka
Maďarsko	0,0962	nízka
Nemecko	0,0295	vysoká
Poľsko	0,0272	vysoká
Rakúsko	0,0825	nízka
Rumunsko	0,0388	vysoká
Slovensko	0,0403	vysoká
Švajčiarsko	0,5558	stredná
Taliansko	0,0549	stredná
Turecko	0,0551	stredná

Zdroj: (4)

V tabuľke 5 sú uvedené hodnoty eurotonokilometra v rámci jednotlivých krajín určenia, kde boli produkty prepravované. Výsledkom vzájomného porovnávania je, že najnižšie prepravné náklady sú v krajinách označených vysokou efektívnosťou. Naopak najvyššie prepravné náklady sú v krajinách označených nízkou efektívnosťou.

Tab. 6 - Porovnanie hodnôt eurotonokilometra ku prepravenému množstvu produktov

prepravené množstvo	euro tona kilometer	efektívnosť
od 20 do 29 ton	0,0779	nízka
od 30 do 39 ton	0,0703	nízka
od 40 do 49 ton	0,0615	stredná
od 50 do 59 ton	0,0482	stredná
do 60 ton a viac	0,0244	vysoká

Zdroj: (4)

V tabuľke 6 sú zobrazené hodnoty eurotonokilometra v rámci rozdelenia prepraveného množstva produktov. Výsledkom vzájomného porovnávania je, že najnižšie prepravné náklady sú pri veľkých prepravených množstvách. Naopak najvyššie prepravné náklady sú pri malých prepravených množstvách.

Tab. 7 - Porovnanie hodnôt eurotonokilometra ku prepravnej vzdialenosti

prepravná vzdialenosť	euro tono kilometer	efektívnosť
od 0 do 99 km	0,2593	nízka
od 100 do 199 km	0,0588	nízka
od 200 do 299km	0,0536	stredné
od 300 do 399 km	0,0497	stredné
od 400 do 499 km	0,0375	vysoká
od 500 do 599 km	0,0333	vysoká
od 600 do 699 km	0,0332	vysoká
od 700 do 799 km	0,0352	vysoká
od 800 do 899 km	0,0380	vysoká
od 900 do 999 km	0,0343	vysoká
od 1 000 do 1 099 km	0,0293	vysoká
od 1 100 km do 1 199 km	0,0282	vysoká
od 1 200 a viac km	0,0452	nízka

Zdroj: (4)

V tabuľke 7 sú zobrazené hodnoty eurotonokilometra v rámci rozdelenia prepravných vzdialeností, na ktoré boli produkty prepravované. Výsledkom vzájomného porovnávania je, že najnižšie prepravné náklady sú na veľké prepravné vzdialenosti. Naopak najvyššie prepravné náklady sú na malé prepravné vzdialenosti.

ZÁVER

Na základe výsledkov analýzy logistických nákladov podľa ekonomického ukazovateľa eurotonokilometer zohľadňujúceho jednotkovú cenu za prepravu pri danej prepravnej vzdialenosti a prepravenom množstve tovaru vyplýva, že najefektívnejšie je využívať železničnú nákladnú dopravu na prepravu ropných produktov nafta, benzín, asfalt, ťažký vykurovací olej, pri maximálnom využití ložnej hmotnosti cisternových vozňov pri prepravách na vzdialenosti od 400 km do 1200 km a to do krajín Bulharsko, Česká republika, Holandsko, Nemecko, Poľsko, Rumunsko ako aj v rámci vnútroštátnej prepravy.

Analyzované boli údaje z reálnych výkonov železničného vozového parku rafinérie Slovaft za obdobie kalendárneho roka 2016. Na skúmané hodnoty majú určite vplyv obchodné vzťahy, tarify jednotlivých krajín ako aj celosvetová situácia v ropnom priemysle.

POĎAKOVANIE

Článok je publikovaný v rámci riešenia projektu Študentskej grantovej Univerzity Pardubice, č. projektu SGS_2018_023.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- (1) BALÁŽ, P. *Ropa a svetové hospodárstvo v období globalizácie*. Sprint vfra Bratislava, 2001. ISBN 80-88848-85-7.
- (2) BUKOVÁ, B., NEDELIAKOVÁ, E., GAŠPARÍK, J. *Podnikanie v železničnej doprave*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2009, ISBN 978-82-8078-248-1.
- (3) POLIAK, M., GNAP, J., KONEČNÝ, V. *Ekonomika dopravného podniku*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2018, ISBN 978-80-554-14444-7.
- (4) Štatistické údaje rafinérie Slovnaft za rok 2016.