

# RÝCHLO SA KAZIACE POTRAVINY A OPTIMALIZÁCIA ICH PREPRAVY PROSTRIEDKAMI CESTNEJ DOPRAVY PRI NARUŠENÍ DOPRAVNEJ CESTY

## QUICK PERISHABLE FOODSTUFFS AND OPTIMIZATION OF THEIR TRANSPORTATION BY ROAD TRAFFIC AT DISRUPTION TRANSPORT ROAD

Júlia Mihoková Jakubčeková<sup>1</sup>, Jan Strohmandl<sup>2</sup>, Miroslav Tomek<sup>3</sup>

*Anotácia: Každá rýchlo sa kaziaca potravina musí splňať svoje štandardy na konzumáciu. V prípade, že nie sú dodržané, dochádza k jej znehodnoteniu. Kvalita týchto štandardov musí byť okrem iného zabezpečená aj rýchlou prepravou rýchlo sa kaziacich potravín. Bezpečná a rýchla preprava rýchlo sa kaziacich potravín je neoddeliteľnou súčasťou cestnej prepravy tovaru. Táto preprava vyžaduje splnenie špecifických podmienok stanovených v právnych predpisoch. Príspevok je zameraný na problematiku prepravy rýchlo sa kaziacich potravín, a v prípade narušenia dopravnej siete aj na návrh optimálnej prepravnej trasy.*

*Kľúčové slová: bezpečnosť, cesta, narušenie, optimalizácia, potraviny, preprava, rýchlo, skazitelný, trasa.*

*Summary: Each quick perishable foodstuffs must meet their standards on consumption. In the event that they are not met, there is the change to her devalued. The quality of these standards must be ensured, among other things, by the rapid transport of quick perishable foodstuffs. Safe and fast transport of quick perishable foodstuffs is an integral part of road freight transport. This transport requires the fulfilment of the specific conditions laid down in the legislation. The paper focuses on the issue of transport the quick perishable foodstuffs, and in the case of disturbance of the transport network, also on the design of the optimal transport route.*

*Key words: security, road, disturbance, optimization, food, transport, fast, perishable, route.*

### ÚVOD

V rámci prepravy tovaru po cestných komunikáciách zaujíma preprava potravín jedno z najvýznamnejších miest. Preprava potravín, a to najmä rýchlo sa kaziacich si vyžaduje

<sup>1</sup> Ing. Júlia Mihoková Jakubčeková, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra technických vied a informatiky, Ul. 1 mája, 010 23 Žilina, Slovenská republika, Tel. +421415136855, E-mail: [Julia.Mihokova@fbi.uniza.sk](mailto:Julia.Mihokova@fbi.uniza.sk)

<sup>2</sup> Ing. Jan Strohmandl, Ph.D., Univerzita Tomáše Bati ve Zlíne, Fakulta logistiky a krizového řízení, Ústav ochrany obyvatelstva, Studentské nám. 1532, 668 01 Uherské Hradiště, Česká republika, Tel: +420576038073, E-mail: [strohmandl@flkr.utb.cz](mailto:strohmandl@flkr.utb.cz)

<sup>3</sup> Doc. Ing. Miroslav Tomek, PhD., Univerzita Tomáše Bati ve Zlíne, Fakulta logistiky a krizového řízení, Ústav ochrany obyvatelstva, Studentské nám. 1532, 668 01 Uherské Hradiště, Česká republika, Tel: +420576038073, E-mail: [tomek@flkr.utb.cz](mailto:tomek@flkr.utb.cz)

splnenie celého radu podmienok. Z uvedeného dôvodu prepravy rýchlo sa kaziacich potravín možno zaradiť do skupiny špeciálnych prepráv. Ich bezpečnosť a rýchlosť ovplyvňuje celý rad osobitných faktorov (dajú sa zhrnúť ako ľudský, technický a ostatný). Rýchlo sa kaziace potraviny majú rôzne zloženie. Nemožno ich uchovávať pri bežnej teplote. V dôsledku svojho zloženia a vplyvu vonkajšieho okolia časom nastávajú nežiaduce zmeny ich kvality a znehodnocujú sa. Toto znehodnotenie môže mať v konečnej podobe negatívny vplyv na spotrebiteľov. Preto vyžadujú skladovanie, uchovávanie a prepravu pri zníženej teplote. Rýchlu a bezpečnú vnútroštátnu a medzinárodnú prepravu rýchlo sa kaziacich potravín je potrebné vykonať zodpovednými osobami po čo najkratšej trase, v zodpovedajúcich dopravných a prepravných prostriedkoch s vhodným funkčným technickým vybavením v súlade s (1).

## 1. PREPRAVA RÝCHLO KAZIACICH SA POTRAVÍN

V právnych predpisoch Európskej únie, ale aj Slovenskej republiky (ďalej len „SR“) sú uvedené a definované pojmy a zásady, ktoré sa dotýkajú bezpečnosti prepravy potravín s dôrazom na zaistenie ich kvality a zdravotnej bezchybnosti. Potraviny vplyvom rôznych faktorov (fyzikálnych, chemických a pod.) sú nestále aj počas prepravy, a to má za následok zmenu ich kvality (spravidla zhoršenú), ktorá môže spôsobiť koncovému spotrebiteľovi závažné zdravotné ťažkosti až smrť. Z dôvodu minimalizácie rizík ohrozenia kvality rýchlo sa kaziacich potravín je potrebné venovať maximálnu pozornosť aj pri ich preprave.

Pojem nestále potraviny bol použitý v právnom predpise SR (2), ktorý bol novelizovaný (3), kde sa tento pojem už nevyskytuje a bol nahradený pojmom hlbokozmrazené potraviny. V súčasnosti sa v oblasti „nestálych“ potravín používajú rôzne pojmy, ako napríklad skazitelné potraviny (1), rýchlo sa kaziace potraviny trvale schladené a zmrazené (4), alebo hlboko zmrazené, atď. Rýchlo kaziace potraviny sú potraviny, ktoré nemožno uchovávať pri bežnej teplote, lebo podliehajú nežiaducim zmenám a znehodnocujú sa, najmä tým, že sa kazia, môžu meniť svoju konzistenciu, atď. Z uvedeného dôvodu je potrebné im venovať aj pri ich preprave maximálnu pozornosť. Udržiavanie optimálnej teploty pri preprave je dôležité najmä pre chladené, mrazené alebo rýchlo mrazené produkty.

Zachovanie kvality a tým aj zdravotnú bezpečnosť rýchlo sa kaziacich potravín predpokladá, že pri ich preprave budú dôsledne dodržiavané stanovené príslušné právne predpisy (1), technické predpisy a podmienky stanovené výrobcom potravín.

Preprava týchto komodít musí byť vykonaná s využitím vhodných dopravných a prepravných prostriedkov vybavených izotermickým priestorom s odpovedajúcim chladiacim zariadením a tiež vybavený s odpovedajúcimi prístrojmi na meranie a zaznamenávanie teploty (5), ktoré je spôsobilé počas celej prepravy udržať stanovenú teplotu potravín v duchu právnych predpisov a podľa nariadenia výrobcu.

Preprava skazitelných potravín a špecifikácia prostriedkov, ktoré sú určené na prepravu týchto potravín, ako už bolo vyššie uvedené, je stanovená dohodou ATP („Agrée pour le Transport des Denrees Perissables“). Táto dohoda je pravidelne aktualizovaná Európskou hospodárskou komisiou Organizácie spojených národov a pojednáva o (1):

- špecializovaných dopravných a prepravných prostriedkoch a ich použití na medzinárodné prepravy určitých skazitelných potravín,
- účinnosti tepelných zariadení dopravných a prepravných prostriedkov,
- postupoch merania užitočného chladiaceho výkonu jednotky, ak je výparník bez námrazy,
- kontrole izolačných vlastností dopravných a prepravných prostriedkov v prevádzke,
- overovaní účinnosti tepelných zariadení dopravných a prepravných prostriedkov v prevádzke,
- postupoch merania kapacity mechanických viactepelných chladiacich jednotiek a dimenzovanie viacpriestorových dopravných a prepravných prostriedkov,
- ďalších potrebných ustanovení vrátane potrebných príloh.

Trvanlivosť každej potraviny je ovplyvnená vnútornými faktormi (skladba a vlastnosti potraviny) a vonkajšími faktormi (obalom a prostredím, ktorému je potravina vystavená). Pri ich vzájomnej interakcii dochádza napr. k zmenám mikrobiologickým, chemickým, fyzikálnym atď., ktoré sa prejavujú zmenou výživovej hodnoty, vzhľadu, chute, vône, farby a konzistencie. Na základe charakteru zmien, ktoré môžu nastať pri preprave potravín ich možno rozdeliť na:

- rýchlo sa kaziace,
- kaziace sa,
- trvanlivé (nepodliehajú skaze).

Väčšia časť potravín (okrem trvanlivých), ktoré bývajú prepravované za účelom ich predaja a následnej konzumácie, podlieha vplyvom času rýchlej skaze. Treba si uvedomiť, že aj počas prepravy kvalitu potravín ovplyvňuje okrem iného aj:

- voda (umožňuje nežiaduce reakcie ostatných zložiek potravín),
- vzdušná vlhkosť (čím vyššia, tým vyššie riziko plesní vo vzduchu) (6),
- teplota (čím vyššia, tým vyššie riziko mikroorganizmov),
- svetlo (ultrafialové a infračervené žiarenie),
- mikrobiálny vplyv (ako sú plesne, kvasinky a baktérie) a časom, počas ktorého sú im potraviny vystavené, atď.

Najdôležitejšia podmienka pri preprave potravín je ich preprava s regulovanou teplotou, ktorá musí byť zabezpečená tým, že dopravný a prepravný prostriedok je vybavený vhodným prístrojom na meranie a zaznamenávanie teplôt vzduchu a ukladaním dát získaných pri monitorovaní teplôt vzduchu (celý rad prepravcov, ale aj dopravcov vyžaduje v súčasnej dobe už informácie online) (7). Teploty sú merané v izolovanej nadstavbe dopravného alebo prepravného prostriedku so zdrojom chladu. Na zabezpečenie kvality rýchlo sa kaziacich potravín, by mali ísť teploty vzduchu pod limity:

- pod 10 °C sa spomaľuje rast väčšiny mikroorganizmov,
- pod -5 °C odumierajú všetky druhy mikrobov,
- pri -12 °C sa prestávajú rozmnožovať kvasinky,
- pod -18 °C sa úplne zastavuje rozmnožovanie mikroorganizmov.

Dopravné a prepravné prostriedky určené na prepravu skazitelných potravín možno rozdeliť na (1):

- izotermické dopravné a prepravné prostriedky,
- chladiace dopravné a prepravné prostriedky,
- mechanické chladiace dopravné a prepravné prostriedky,
- vyhrievacie dopravné a prepravné prostriedky,
- mechanicky chladiace a vyhrievacie prepravné prostriedky.

Ostatné požiadavky na prepravu skazitelných potravín boli rozobraté už v (8) a (9), a z uvedeného dôvodu ich autori článku už neuvádzajú.

Medzi zdroje chladenia, ktoré sa využívajú pri chladiacich zariadeniach možno zaradiť:

- prírodný ľad,
- eutektické dosky,
- skvapalnené plyny,
- suchý ľad a pod.

Zo (4) vyplývajú okrem povinností stanovených v (5) pri preprave rýchlo sa kaziacich potravín pre dopravcov nasledujúce povinnosti:

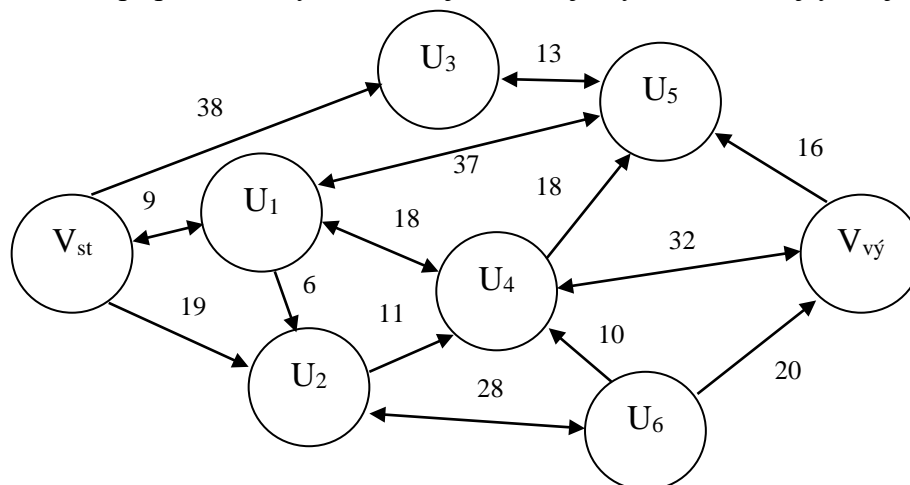
- zabezpečiť prepravu potravín a zložiek na ich výrobu v spôsobilých a vhodne vybavených dopravných a paletizačných prostriedkoch takým spôsobom, aby sa zachovala ich bezpečnosť a kvalita,
- dbať na čistotu dopravných a paletizačných prostriedkov a vykonávať ich dezinfekciu,
- používať pri preprave len také dopravné a paletizačné prostriedky, ktorých steny a ostatné časti, ktoré prichádzajú do styku s potravinami, sú z nekorodujúceho materiálu a ani inak negatívne neovplyvňujú bezpečnosť alebo kvalitu potravín a sú hladké, ľahko čistiteľné a dezinfikovateľné,
- zabezpečiť účinnú ochranu prepravovaných potravín pred hlodavcami, vtákmi, hmyzom, prachom a iným znečistením a prepravovať ich za takých podmienok, aby sa v priebehu prepravy nezvýšila alebo neznížila ich teplota, ktorá by mohla negatívne ovplyvniť bezpečnosť a kvalitu potravín,
- zabezpečiť oddelenú prepravu nezlúčiteľných druhov výrobkov vzájomne ovplyvňujúcich ich bezpečnosť a kvalitu (a tak minimalizovať riziko kontaminácie).

## **2. PREPRAVA RÝCHLO SA KAZIACICH POTRAVÍN PRI NARUŠENÍ DOPRAVNEJ CESTY**

Pri narušení dopravnej cesty z rôznych dôvodov (napr. mimoriadnou udalosťou, opravou cesty a pod.) je potrebné zabezpečiť prepravu rýchlo sa kaziacich potravín do miesta určenia v čo najkratšom čase, aby nedošlo k veľkým finančným stratám z dôvodu znehodnotenia potravín. Riešením danej situácie je hľadanie najkratšej dopravnej cesty, cez ktorú je možné prepraviť rýchlo sa kaziace potraviny. Pre optimálne naplánovanie dopravnej trasy existuje celý rad metód, jednou z nich je aj použitie metódy Algoritmu operácii minimálneho sčítania matíc.

Modelový príklad (Obr. 1): Pri vzniku mimoriadnej udalosti (napr. povodni) došlo k zničeniu dopravnej cesty. K dispozícii je nepoškodená dopravná sieť ciest, v ktorej sú zadefinované vrcholy (križovatky, odberné miesta, atď.) a hrany medzi vrcholmi

(vzdialenosť). Úlohou riešenia je nájsť najkratšiu trasu z miesta vstupu  $V_{st}$  (sklad rýchlo sa kaziacich potravín) do miesta výstupu  $V_{vý}$  (napr. maloobchod). Trasa podľa zadefinovania môže byť najkratšia, v prípade časových hodnôt je možné ju vyriešiť ako najrýchlejšiu.



Zdroj: Autori

Obr. 1 Nenarušená dopravná sieť – modelový príklad

Prvým krokom metódy je zostavenie matice susednosti  $D^0$  (tvar matice 2), ktorej prvky sú definované podľa vzťahu 1 (10):

$$c_{ij} = \begin{cases} c_{ij} & \text{ak existuje cesta z uzla } i \text{ do uzla } j \\ 0 & \text{pre } i = j \\ M & \text{ak neexistuje cesta z uzla } i \text{ do uzla } j \end{cases} \quad (1)$$

$$D^0 = \begin{bmatrix} 0 & 9 & 19 & 38 & M & M & M & M \\ 9 & 0 & 6 & M & 18 & 37 & M & M \\ M & M & 0 & M & 11 & M & 28 & M \\ M & M & M & 0 & M & 13 & M & M \\ M & 18 & M & M & 0 & 18 & M & 32 \\ M & 37 & M & 13 & M & 0 & M & M \\ M & M & 28 & M & 10 & M & 0 & 20 \\ M & M & M & M & 32 & 16 & M & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Vypočítame maticu  $D^k$ , kde určíme jednotlivé prvky podľa vzťahu 3 (10):

$$d_{ij}^k = \min(d_{ik} + d_{kj}) \quad (3)$$

Počet krokov algoritmu určíme zo vzťahu 4 (10):

$$n - 1 \leq 2^s \quad (4)$$

Kde:

- $n$  – počet vrcholov v sieti,
- $s$  – počet krokov algoritmu operácie minimálneho sčítania.

V modelovom prípade riešenie predpokladá počítať s 3 krokmi algoritmu (tvary matice 5, 6 a 7).

$$D^1 = \begin{bmatrix} 0 & 9 & 15_1 & 38 & 27_1 & 46_1 & 47_2 & M \\ 9 & 0 & 6 & 47_{st} & 17_2 & 36_4 & 34_2 & 50_4 \\ M & 29_4 & 0 & M & 11 & 29_4 & 28 & 43_4 \\ M & 50_5 & M & 0 & M & 13 & M & M \\ 27_1 & 18 & 24_1 & 31_5 & 0 & 18 & M & 32 \\ 46_1 & 37 & 43_1 & 13 & 55_1 & 0 & M & M \\ M & 28_4 & 28 & M & 10 & 28_4 & 0 & 20 \\ M & 50_4 & M & 29_5 & 32 & 16 & M & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

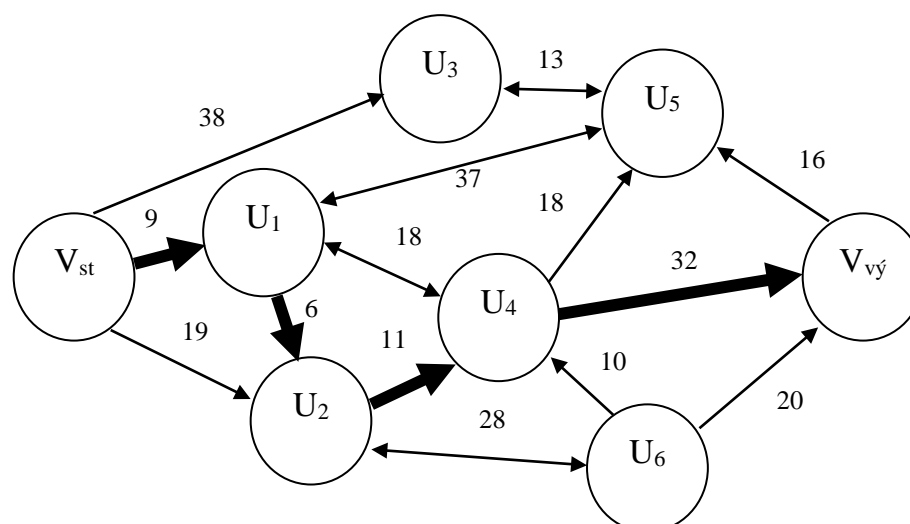
$$D^2 = \begin{bmatrix} 0 & 9 & 15 & 38 & 26_1 & 44_1 & 43_1 & 58_2 \\ 9 & 0 & 6 & 47_4 & 17 & 35_2 & 34 & 49_2 \\ 38_1 & 29 & 0 & 42_4 & 11 & 29 & 28 & 43 \\ 59_1 & 50 & 56_1 & 0 & 67_1 & 13 & 84_1 & 100_1 \\ 27 & 18 & 24 & 31 & 0 & 18 & 52_1 & 32 \\ 46 & 37 & 43 & 13 & 54_1 & 0 & 71_1 & 86_2 \\ 37_1 & 28 & 28 & 41_4 & 10 & 28 & 0 & 20 \\ 59_1 & 50 & 56_1 & 29 & 32 & 16 & 84_1 & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$D^3 = \begin{bmatrix} 0 & 9 & 15 & 38 & 26 & 44 & 43 & 58 \\ 9 & 0 & 6 & 47 & 17 & 35 & 34 & 49 \\ 38 & 29 & 0 & 42 & 11 & 29 & 28 & 43 \\ 59 & 50 & 56 & 0 & 67 & 13 & 84 & 99_1 \\ 27 & 18 & 24 & 31 & 0 & 18 & 52 & 32 \\ 46 & 37 & 43 & 13 & 54 & 0 & 71 & 86 \\ 37 & 28 & 28 & 41 & 10 & 28 & 0 & 20 \\ 59 & 50 & 56 & 29 & 32 & 16 & 84 & 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Z uvedených výpočtov je možné určiť najkratšiu trasu prepravy (Obr. 2) s dĺžkou 58 km, ktorá prechádza cez vrcholy:

$$V_{st} - U_1 - U_2 - U_4 - V_{vý} \quad (8)$$





Zdroj: Autori

Obr. 2 Grafické znázornenie výsledku modelovej úlohy

Hľadanie najkratšej vzdialenosti je jednou z možností využitia tejto metódy. Pri určovaní výsledku je možné zvoliť aj iné možnosti (napr. výber najrýchlejšej trasy, či kombinácie tras cez rôzne druhy dopravy).

## ZÁVER

Na kvalitu a tým aj zdravotnú bezchybnosť rýchlo sa kaziacich potravín má veľký vplyv aj ich bezpečná a rýchla preprava, ktorú možno považovať za jeden druh špeciálnej prepravy. Zvláštnosti prepráv rýchlo sa kaziacich potravín vyplývajú okrem iného aj z použitia špeciálnych izotermických dopravných a prepravných prostriedkov, ktoré sú vybavené vhodným chladiacim a meracím zariadením, prípadne ďalším zariadením na diaľkový online prenos potrebných informácií o stave teploty prepravovaného tovaru, miesta vozidla atď. Prepravu rýchlo sa kaziacich potravín je nutné plánovať a organizovať tak, aby nedochádzalo k znehodnoteniu prepravovaných potravín. Preto aj logistika plánovania musí počítať so všetkými prepravnými trasami, ktoré sú vhodné na prepravu takejto tovaru a navrhnúť optimálnu trasu. Jedným z možných variantov optimalizácie daného problému je napríklad aplikácia algoritmu operácií minimálneho sčítania matic.

Pri vzniku akejkoľvek mimoriadnej udalosti by mali existovať potencionálne prepravné trasy. Tieto trasy by v prípade narušenia pôvodných trás dokázali nahradiť svojou vzdialenosťou alebo rýchlosťou optimálnu prepravu rýchlo sa kaziacich potravín.

## POUŽITÁ LITERATÚRA

- (1) ATP platná od 19. decembra 2016 Dohoda o medzinárodnej preprave skazitelných potravín a o špeciálnych dopravných a prepravných prostriedkoch používaných na túto prepravu (ATP). Dostupné na: <http://www.telecom.gov.sk/index/index.php?ids=182651>.
- (2) Vestník Ministerstva poľnohospodárstva Slovenskej republiky, ročník XXXV, 28. november, čiastka 24.
- (3) Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky č. 99/2012 Z. z. o hlbokozmrazených potravinách.

- (4) Zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 152/1995 Z. z o potravinách o potravinách v znení neskorších predpisov.
- (5) Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 z 29. apríla 2004 o hygiene potravín.
- (6) JUSTINOVÁ, M. Prečo sa potraviny kazia [online]. [cit. 2017-08-06] Dostupné na: <http://www.coolart.technology/preco-sa-potraviny-kazia>.
- (7) Manuál Metrologické zabezpečenie chladených a hlboko zmrazených potravín [online]. [cit. 2017-08-06] <http://www.frigolog.sk/wp-content/uploads/manual-metrologicke-zabezpecenie-chladenych-a-hlboko-zmrazenych-potravin.pdf>.
- (8) PIALA, P., DÁVID, A. Preprava skazitelných potravín [online]. [cit. 2017-08-06] Perner's Contacts. Ročník XI, číslo 1, duben 2016, str. 138 – 143. ISSN 1801-674X. Dostupné na: [http://pernerscontacts.upce.cz/42\\_2016/Piala.pdf](http://pernerscontacts.upce.cz/42_2016/Piala.pdf).
- (9) MÁLEK, Z. Místo dopravy v cestovním ruchu a při přepravě potravin. In. FIŠERA, Miroslav a kol. GASTRONOMIE - vybrané kapitoly. Český Těšín - 2 Theta, str. 244 – 250, 2017. ISBN: 978-80-86380-78-0.
- (10) BREZINA, I., ČIČKOVÁ, Z., REIFF, M. Kvantitativne metódy v logistike. Zbierka príkladov. 1. vydanie. Bratislava: Vydavateľstvo Ekonóm, 2005. ISBN 80-225-1967-7.

Tento článok je publikovaný v rámci riešenia projektov:

- a) Projekt RVO (Centrum excelence ochrany obyvateľstva) RVO/FLKŘ/2017/03,
- b) Projekt „Logistika zvláštných preprav“ - IGA/FLKŘ/2017/004.