

Mladá veda

Young Science

Asociácia doktorandov Slovenska

Determinanty pracovnej mobility na Slovensku

Úvod do problematiky nákupných centier

Mladá veda

Young Science

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 8, ročník 5., vydané v decembri 2017

ISSN 1339-3189

Kontakt: info@mladaveda.sk, tel.: +421 908 546 716, www.mladaveda.sk

Fotografia na obálke: Pltník v Pieninách. © Branislav A. Švorc, foto.branisko.at

REDAKČNÁ RADA

doc. Ing. Peter Adamišín, PhD. (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Dr. Pavel Chromý, PhD. (Katedra sociálnej geografie a regionálneho rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)

prof. Dr. Paul Robert Magocsi (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)

Ing. Lucia Mikušová, PhD. (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)

doc. Ing. Peter Skok, CSc. (Ekomos s. r. o., Prešov)

prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D. (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)

prof. PhDr. Peter Švorc, CSc., predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Ing. Petr Tománek, CSc. (Katedra verejnej ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)

REDAKCIA

PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD. (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)

Mgr. Martin Hajduk (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

RNDr. Richard Nikischer, Ph.D. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)

Mgr. Branislav A. Švorc, PhD., šéfredaktor (Vydavateľstvo UNIVERSUM, Prešov)

PhDr. Veronika Trstianska, PhD. (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSŠ UKF, Nitra)

Mgr. Veronika Zuskáčová (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

VYDAVATEĽ

Vydavateľstvo UNIVERSUM, spol. s r. o.

www.universum-eu.sk

Javorinská 26, 080 01 Prešov

Slovenská republika

© Mladá veda / Young Science. Akékoľvek šírenie a rozmnožovanie textu, fotografií, údajov a iných informácií je možné len s písomným povolením redakcie.

APLIKACE METODY OPERAČNÍHO VÝZKUMU PRO ÚLOHU OPTIMALIZACE ROZVOZOVÉ TRASY

OPERATIONAL RESEARCH APPLICATIONS FOR THE ROLLING OPTIMIZATION RULE

Martina Hlatká¹

Autor působí jako asistent na Katedře dopravy a logistiky Vysoké školy technické a ekonomické v Českých Budějovicích. Ve svém výzkumu se věnuje problematice optimalizací a modelací efektivních dopravních sítí s cílem snížení požadovaných hodnot. K tomuto využívá vybrané metody operačního výzkumu.

The author acts as an assistant at the Department of Transport and Logistics of the Technical and Economic University in České Budějovice. In his research he deals with optimization and modeling of efficient transport networks in order to reduce the required values. This is used by selected methods of operational research.

Abstract

The article focuses on optimization of the transport problem, which solves the optimal layout of the distribution routes. In this research, the closest neighbor method is applied to serve each customer based on the results of the mathematical method. The delivery route for a specific business was selected for optimization. Applying the above-mentioned method has resulted in an improvement in distance travel savings while saving fuel costs.

Key words: nearest neighbor method, circular problem, optimization of rides

Abstrakt

Článek je zaměřen na problematiku optimalizace dopravního problému, který řeší optimální rozvržení rozvozových tras. Při tomto výzkumu je aplikována metoda nejbližšího souseda, která má za cíl obsloužit každého zákazníka na základě podaných výsledků matematické metody. Pro optimalizaci byla vybrána rozvozová trasa konkrétního podniku. Aplikací výše uvedené metody došlo ke zhodnocení v podobě úspory ujeté vzdálenosti a zároveň k úspoře nákladů na pohonné hmoty.

Klíčové slova: metoda nejbližšího souseda, okružní problém, optimalizace

¹ Ing. Martina Hlatká, Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, Okružní 517/10, 317 01 České Budějovice
E-mail: hlatka@mail.vstecb.cz

Úvod

V současné době je řízení podniků zaměřeno procesně. To znamená, že každý podnik funguje na základě zavedených logistických procesů. Každý dodavatel se snaží o dodání svého zboží ve správném množství a hlavně ve správný čas [1,2]. Bez těchto interních cílů by podniky jen těžko získávaly konkurenční výhodu. Jeden z nejdůležitějších procesů je řízení distribučních úloh. Proto distribuční logistika hraje významnou roli, která se zabývá také problematikou nákladů[3,8]. Optimalizace dopravně logistických procesů má za úkol přinášet podnikům snižování nákladů a zkvalitňování služeb podniku. Jedná se zejména o zkracování tras, maximální vytíženost vozidel a hlavně včasné dodání zboží do místa určení. Optimalizace dopravně-logistických procesů využívá metod operačního výzkumu, softwarové programy, teorii grafů[4] aj. Optimalizace dopravně-logistických procesů zejména využívají podniky, jejichž předmětem podnikání je provozování dopravy. Malé podniky optimalizaci svých tras řeší jen zřídka[9].

Dopravní okružní problém

Dopravní okružní problém je metoda, která řeší situaci, kdy dodavatel potřebuje obsloužit několik různých odběratelů na různých místech. Jsou to místa, která jsou od sebe různě vzdálená a dodavatel potřebuje obsloužit každého z nich s co nejmenším počtem najetých kilometrů a v co nejkratším čase, to znamená s co nejnižšími náklady[10]. K řešení okružních problému existuje souhrn metod, pomocí nichž se řeší rozhodovací situace[5]. Okružní problémy mají více možných řešení a právě metody operačního výzkumu mají za cíl najít to neoptimálnější. Základním nástrojem těchto metod je matematické modelování[11].

Metoda nejbližšího souseda

Tato metoda se řadí mezi nejjednodušší metody pro řešení úloh obchodního cestujícího. Lze ji aplikovat i pro víceokruhové a nesymetrické varianty obchodního cestujícího. Na okružní problém je možno nahlížet jako na graf $G = (V; E)$, kde $V = (1, 2, 3, \dots, V_n)$ jsou destinace a E jsou hrany mezi nimi. Na počátku je nutné zvolit odběrná místa a označit je jako vrcholy.

Dalším krokem je náhodně zvolená výchozí destinace $V_x \in V$. Takto označený vrchol přidáme do seznamu použitých vrcholů A a poté určíme destinaci $V_i \in V$, $V_i \notin A$ s nejnižším ohodnocením tak, aby platil vztah: $V_j \in v$, $V_j \notin A$ ($h((V_x; V_i)) \leq h((V_x; V_j))$).

Přidáme V_i do seznamu použitých vrcholů A a přidáme do okruhu T trasu $V_x \rightarrow V_i$.

Je zjevné, že destinace V_i je v rámci ohodnocení nejbližší nenavštívenou destinací k destinaci výchozí. V každém dalším algoritmu hledáme nejbližší nenavštívenou destinaci k destinaci předchozí. Následně poté přidáváme do okruhu. Tento postup je iterován, do doby, kdy nejsou obslouženy všechny vrcholy tj. $A = V$. Závěrem je dokončení celého cyklu a nalezení optimální trasy [6,7].

Aplikace metody nejbližšího souseda na konkrétním příkladu rozvozu

Pro tento výzkum byla stanovena trasa o délce 202,6 km. Výchozím bodem jsou České Budějovice. Rozvozkové vozidlo z tohoto bodu vždy vyjíždí a zase se vrací. Mezitím je nutné obsloužit osm odběrných míst.

Pořadí	Město	Ulice	Vzdálenost z předchozí zastávky [km]	Kumulovaná vzdálenost [km]
0	České Budějovice	Hlinská 457/2a	0	0
1	Planá nad Lužnicí	ČSLA 1	54,5	54,5
2	Sezimovo Ústí	nám. Tomáše Bati 417/12	3,6	58,1
3	Skrýchov u Malšic	Dudov 2	16,4	74,5
4	Slapy	Slapy 51	10,9	85,4
5	Malšice	Malšice 232	5	90,4
6	Bechyně	nám. T. G. Masaryka 141	16,3	106,7
7	Sudoměřice u Bechyně	Bežerovice 50	6,9	113,6
8	Želeč	Želeč 39	14,6	128,2
9	Tábor	Husovo nám. 627	13,7	141,9
10	České Budějovice	Hlinská 457/2a	60,7	202,6

Tabulka 1- Současná trasa

Zdroj: autor

Na základě popisu výchozí trasy je nutné označit si jednotlivá dodavatelská místa vrcholy. Toto označení ukazuje tabulka č. 2

V ₁	Sudoměřice u Bechyně, Bežerovice
V ₂	Malšice 232
V ₃	Želeč 39
V ₄	Skrýchov u Malšic, Dudov 2
V ₅	Tábor, Husovo nám. 627
V ₆	Sezimovo Ústí, nám. Tomáše Bati
V ₇	Slapy 51
V ₈	Planá nad Lužnicí, ČSLA 1
V ₉	Bechyně, nám. T. G. Masaryka 141
V ₁₀	České Budějovice, Hlinská 457/2a

Tabulka 2 - Označení vrcholů

Zdroj: autor

Nyní může dojít k sestavení matice vzdálenosti mezi jednotlivými místy. Toto znázornění ukazuje tabulka č. 3

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	V ₉	V ₁₀
V ₁	x	13,5	14,6	11,8	28,1	23,8	18,2	21	7	48,7
V ₂	13,4	x	8,8	6,4	10,9	12,4	5	9,6	16,3	53,8



V ₃	14,6	8,8	x	7,1	13,7	9,4	9	6,6	17,4	51,3
V ₄	11,7	6,2	7,1	x	20,8	16,5	10,9	13,6	14,6	48,7
V ₅	27,9	16,5	13,5	20,6	x	5,2	9,2	7,7	30,4	60,7
V ₆	23,7	12,3	9,3	16,4	5,2	x	12,1	3,5	26,5	55,2
V ₇	18,2	5	9	11,1	7,3	10,1	x	9,4	21	63,2
V ₈	21	9,6	6,6	13,7	7,9	3,6	9,4	x	23,8	54,5
V ₉	6,9	16,3	17,4	14,6	29,9	26,6	21	23,8	x	45,6
V ₁₀	47,1	53,8	51	52,1	60,1	55,6	63,2	54,5	45,6	x

Tabulka 3 - Matice vzdáleností

Autor: vlastní

Zvolená trasa začíná v Českých Budějovicích, v tabulce označena jako bod V₁₀. Při aplikaci metody nejbližšího souseda dojde k označení v daném řádku pole, ve kterém je nejmenší číslo. Toto pole se nachází ve sloupci V₉. Daný řádek a sloupec je nadále smazán, protože již nebude potřebný pro výpočet dalších bodů trasy. Těmito kroky bude postupováno i následně.

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	V ₉	V ₁₀
V ₁	x	13,5	14,6	11,8	28,1	23,8	18,2	21	7	48,7
V ₂	13,4	x	8,8	6,4	10,9	12,4	5	9,6	16,3	53,8
V ₃	14,6	8,8	x	7,1	13,7	9,4	9	6,6	17,4	51,3
V ₄	11,7	6,2	7,1	x	20,8	16,5	10,9	13,6	14,6	48,7
V ₅	27,9	16,5	13,5	20,6	x	5,2	9,2	7,7	30,4	60,7
V ₆	23,7	12,3	9,3	16,4	5,2	x	12,1	3,5	26,5	55,2
V ₇	18,2	5	9	11,1	7,3	10,1	x	9,4	21	63,2
V ₈	21	9,6	6,6	13,7	7,9	3,6	9,4	x	23,8	54,5
V ₉	6,9	16,3	17,4	14,6	29,9	26,6	21	23,8	x	45,6
V ₁₀	47,1	53,8	51	52,1	60,1	55,6	63,2	54,5	45,6	X

Tabulka 4 - První výpočet

Zdroj: vlastní

Průběžná trasa po tomto kroku bude: V₁₀ – V₉

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	V ₁₀
V ₁	x	13,5	14,6	11,8	28,1	23,8	18,2	21	48,7
V ₂	13,4	x	8,8	6,4	10,9	12,4	5	9,6	53,8
V ₃	14,6	8,8	x	7,1	13,7	9,4	9	6,6	51,3
V ₄	11,7	6,2	7,1	x	20,8	16,5	10,9	13,6	48,7
V ₅	27,9	16,5	13,5	20,6	x	5,2	9,2	7,7	60,7
V ₆	23,7	12,3	9,3	16,4	5,2	x	12,1	3,5	55,2
V ₇	18,2	5	9	11,1	7,3	10,1	x	9,4	63,2
V ₈	21	9,6	6,6	13,7	7,9	3,6	9,4	x	54,5
V ₉	6,9	16,3	17,4	14,6	29,9	26,6	21	23,8	45,6

Tabulka 5 - Druhá iterace

Zdroj: vlastní

Ve druhé iteraci je nejkratší vzdálenost z bodu V_9 do bodu V_1 . Průběžná trasa po tomto kroku bude: $V_{10} - V_9 - V_1$

	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_{10}
V_1	13,5	14,6	11,8	28,1	23,8	18,2	21	48,7
V_2	x	8,8	6,4	10,9	12,4	5	9,6	53,8
V_3	8,8	x	7,1	13,7	9,4	9	6,6	51,3
V_4	6,2	7,1	x	20,8	16,5	10,9	13,6	48,7
V_5	16,5	13,5	20,6	x	5,2	9,2	7,7	60,7
V_6	12,3	9,3	16,4	5,2	x	12,1	3,5	55,2
V_7	5	9	11,1	7,3	10,1	x	9,4	63,2
V_8	9,6	6,6	13,7	7,9	3,6	9,4	x	54,5

Tabulka 6 - Třetí iterace

Zdroj: vlastní

V předchozím kroku byl přidružen vrchol V_1 a z tohoto místa je hledána nejnižší hodnota, kterou znázorňuje délka mezi body $V_1 - V_4$. Nejkratší cesta tudíž vede to již zmíněného vrcholu V_4 . Nově vzniklá trasa bude: $V_{10} - V_9 - V_1 - V_4$.

	V_2	V_3	V_5	V_6	V_7	V_8	V_{10}
V_2	x	8,8	10,9	12,4	5	9,6	53,8
V_3	8,8	X	13,7	9,4	9	6,6	51,3
V_4	6,2	7,1	20,8	16,5	10,9	13,6	48,7
V_5	16,5	13,5	x	5,2	9,2	7,7	60,7
V_6	12,3	9,3	5,2	x	12,1	3,5	55,2
V_7	5	9	7,3	10,1	x	9,4	63,2
V_8	9,6	6,6	7,9	3,6	9,4	x	54,5

Tabulka 7 - Iterace č. 4

Zdroj: vlastní

Další iterace pokračuje z bodu V_4 a jeho nejbližší bod je vrchol V_2 . Trasa se tedy rozšíří do podoby: $V_{10} - V_9 - V_1 - V_4 - V_2$.

	V_3	V_5	V_6	V_7	V_8	V_{10}
V_2	8,8	10,9	12,4	5	9,6	53,8
V_3	x	13,7	9,4	9	6,6	51,3
V_5	13,5	X	5,2	9,2	7,7	60,7
V_6	9,3	5,2	x	12,1	3,5	55,2
V_7	9	7,3	10,1	x	9,4	63,2
V_8	6,6	7,9	3,6	9,4	x	54,5

Tabulka 8 - Pátá iterace

Zdroj: vlastní

Na základě tohoto kroku dojde k obslužení vrcholu V_7 . Trasa směřovala z předchozího bodu V_2 . Nově vzniklá trasa má podobu: $V_{10} - V_9 - V_1 - V_4 - V_2 - V_7$ jak ukazuje tabulka č. 8.

	V_3	V_5	V_6	V_8	V_{10}
V_3	x	13,7	9,4	6,6	51,3
V_5	13,5	X	5,2	7,7	60,7
V_6	9,3	5,2	x	3,5	55,2
V_7	9	7,3	10,1	9,4	63,2
V_8	6,6	7,9	3,6	x	54,5

Tabulka 9 - Následná iterace

Zdroj: vlastní

Z posledního vrcholu V_7 je hledán následující bod, který se přidruží k trase. Tímto vrcholem je bod ve sloupci V_5 , jak ukazuje tabulka č.9. Tímto obslužením vzniká rozšířená trasa: $V_{10} - V_9 - V_1 - V_4 - V_2 - V_7 - V_5$.

	V_3	V_6	V_8	V_{10}
V_3	x	9,4	6,6	51,3
V_5	13,5	5,2	7,7	60,7
V_6	9,3	x	3,5	55,2
V_8	6,6	3,6	x	54,5

Tabulka 10 - Krok č.7

Zdroj: vlastní

Dalším krokem je, přidružení vrcholu V_6 k průběžné trase $V_{10} - V_9 - V_1 - V_4 - V_2 - V_7 - V_5$. Tímto vznikne nová průběžná trasa: $V_{10} - V_9 - V_1 - V_4 - V_2 - V_7 - V_5 - V_6$. Následně dochází k pokračování ve vyhledávání nejmenšího čísla. Toto ukazuje tabulka č.11.

	V_3	V_8	V_{10}
V_3	x	6,6	51,3
V_6	9,3	3,5	55,2
V_8	6,6	x	54,5

Tabulka 11 - Následná iterace

Zdroj: vlastní

Výsledkem následné iterace je posunutí z vrcholu V_6 do vrcholu V_8 . Vrchol V_8 nebyl doposud obslužen a tudíž je možné jej přidružit k průběžné trase. Tímto vznikne nová průběžná trasa ve složení: $V_{10} - V_9 - V_1 - V_4 - V_2 - V_7 - V_5 - V_6 - V_8$.

	V_3	V_{10}
V_3	x	51,3
V_8	6,6	54,5

Tabulka 12 - Iterace

Zdroj: vlastní

Předposlední iterace znamená přidružení vrcholu V_3 . Kde hodnota nabývá 6,6. Tímto vznikne průběžná trasa: $V_{10} - V_9 - V_1 - V_4 - V_2 - V_7 - V_5 - V_6 - V_8 - V_3$

	V_{10}
V_3	51,3

Tabulka 13 - Poslední iterace

Zdroj: vlastní

Veškeré iterace byly zvýrazněné a všechny vrcholy obsloužené. Došlo ke zjištění, které zastávky jsou nejvýhodnější, a nyní je nutné vrátit se zpět do výchozího bodu v Českých Budějovicích, který značí vrchol V_{10} . Jelikož poslední zastávka byla v bodě V_3 a tento bod byl posledním, který bylo potřeba zahrnout do trasy, tak je nutné vrátit se zpět do bodu V_{10} na centrálu společnosti.

Konečná trasa: $V_{10} - V_9 - V_1 - V_4 - V_2 - V_7 - V_5 - V_6 - V_8 - V_3 - V_{10}$

	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}
V_1	x	13,5	14,6	11,8	28,1	23,8	18,2	21	7	48,7
V_2	13,4	x	8,8	6,4	10,9	12,4	5	9,6	16,3	53,8
V_3	14,6	8,8	x	7,1	13,7	9,4	9	6,6	17,4	51,3
V_4	11,7	6,2	7,1	x	20,8	16,5	10,9	13,6	14,6	48,7
V_5	27,9	16,5	13,5	20,6	x	5,2	9,2	7,7	30,4	60,7
V_6	23,7	12,3	9,3	16,4	5,2	x	12,1	3,5	26,5	55,2
V_7	18,2	5	9	11,1	7,3	10,1	x	9,4	21	63,2
V_8	21	9,6	6,6	13,7	7,9	3,6	9,4	x	23,8	54,5
V_9	6,9	16,3	17,4	14,6	29,9	26,6	21	23,8	x	45,6
V_{10}	47,1	53,8	51	52,1	60,1	55,6	63,2	54,5	45,6	x

Tabulka 14 - Výsledná matice s označenými vrcholy

Zdroj: vlastní

Výsledné hodnoty zjištěné metodou nejbližšího souseda jsou zpracovány v tabulce č. 17. Po aplikaci metody nejbližšího souseda byla z původních 202,6 km zkrácena trasa na 149,4 km. Celkový čas byl zkrácen na 4 hodiny a 59 minut.

Pořadí	Zastávka	Ulice a číslo popisné	Vzdálenost z předchozí zastávky [km]	Kumulovaná vzdálenost [km]
0	České Budějovice	Hlinská 457/2a	0	0
1	Bechyně	nám. T. G. Masaryka 141	45,6	45,6
2	Sudoměřice u Bechyně	Bežerovice 50	6,9	52,5

3	Skrýchov u Malšic	Dudov 2	11,8	64,3
4	Malšice	Malšice 232	6,2	70,5
5	Slapy	Slapy 51	5	75,5
6	Tábor	Husovo nám. 627	7,3	82,8
7	Sezimovo Ústí	nám. Tomáše Bati 417/12	5,2	88
8	Planá nad Lužnicí	ČSLA 1	3,5	91,5
9	Želeč	Želeč 39	6,6	98,1
10	České Budějovice	Hlinská 457/2a	51,3	149,4

Tabulka 15 - Výsledná trasa

Zdroj: vlastní

Závěr

V současnosti, kdy roste cena pohonných hmot a tím se i zvyšují náklady na provoz, je v mnoha dopravních podnicích snaha, jak tyto náklady eliminovat. Proto je doporučen nalezení neoptimálnějšího obslužení zákazníků tak, aby byla co nejlépe zvolena obslužná trasa bez zbytečných zajižděk. Pro tuto optimalizaci v tomto výzkumu byla aplikována metoda nejbližšího souseda. Výsledkem práce je poukázání, že původní trasa před optimalizací (202,5km) byla zvolenou metodou zkrácena na vzdálenost 149,4 km, tedy o 53,2 km. To má za následek úsporu nákladů při ceně 28,-Kč/km, 1489,60 Kč. Klíčovým faktorem je také časová úspora. V tomto případě se jedná o 4 hodiny a 59 minut, kdy by bylo možné obsloužit dalšího zákazníka v okruhu max. 25 km.

*Tento článek doporučil na publikování ve vědeckém časopisu Mladá veda:
doc. Ing. Kampf Rudolf, Ph.D.*

Použitá literatura

1. GROS, Ivan. 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha : VŠCHT, 1996. ISBN 978-80-7080-952-5
2. SIXTA, Josef a MAČÁT, Václav. 2005. *Logistika teorie a praxe*. Brno : Computer Press, a.s., 2005. ISBN 80-251-0573-3.
3. STRAKA, Martin. 2013. *Logistika a distribúcie*. Ružomberok : Epos, 2013. 978-80-562-0015-5.
4. ČERNÝ, Jan. 1993. *Operační výzkum pro managery*. Jindřichův Hradec : Jihočeská univerzita, 1993. 80-704-0088-9.
5. FIALA, Petr, 2011, *Operační výzkum – nové trendy*. Praha, Professional Publishing, ISBN 978-80-7431-036-2
6. JABLONSKÝ, Josef a DLOUHÝ, Martin. Efficiency Evaluation Models of Production Units, 1st issue, 184 p. (Prague: Professional Publishing, Czech Republic, 2004)
7. JABLONSKÝ, Josef. 2007. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. Pofesional Publishing. 978-80-86-946443
8. ŠTŮSEL, Jaromír. 2007. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. Praha : C.H.Beck, 2007. 978-80-7179-534-6.
9. KAMPF, R., LIZBETIN, J., a LIZBETINOVA, L., 2012 *Requirements of a transport systém, Communications*. Vol. 14 (4). pp. 106-108, ISSN: 13354205.
10. HINDLS, R. et al., *Statistics for the Economists*, 7th issue, 420 p. (Prague: Professional Publishing, Czech Republic, 2006)
11. SUCHÁNKOVÁ, Tereza. Dynamická modifikovaná okružní úloha modified circular distribution problem in time. in: *international scientific seminar new trends in econometrics and operations research*. p. 186.