

# OPTIMALIZACE DISTRIBUČNÍHO SYSTÉMU NÁHRADNÍCH DÍLŮ AUTOMOBILŮ

## OPTIMIZATION OF DISTRIBUTING SYSTEM OF CAR SPARE PARTS

Denisa Mocková<sup>1</sup>, Alena Rybičková<sup>2</sup>

---

*Anotace: Článek se zabývá problematikou optimalizace zásobování na trhu náhradních dílů tak, aby cena poskytovaných služeb byla optimální a náklady byly minimální. Přičemž největší pozornost je věnována optimalizaci dopravy, především problému optimalizace rozvozových tras, kde primárním kritériem bude časové hledisko.*

*Klíčová slova: distribuce náhradních dílů, optimalizace dopravy, problém obchodního cestujícího, Clark-Wrightova metoda*

*Summary: This article deals with the problems of optimization of car spare parts supply in a market, so that the price of service occupation was optimal and costs were minimal. The best attention paid to optimization of transportation, especially vehicle routing and primary criterion was aspect of time.*

*Key words: distribution of spare parts, optimization of transportation, the travelling salesman problem, Clark-Wrightova method*

### 1. ÚVOD

Zásobování na trhu náhradních dílů má množství úrovní, přičemž na jednom konci stojí výrobci dílů a na straně druhé koncový zákazník, který zahrnuje servisy a vlastníky automobilů. Mezi výrobcem a koncovým zákazníkem stojí velkoobchodníci. Ti plní agregační funkci, protože zprostředkovávají velké množství náhradních dílů od mnoha různých výrobců. Agregační funkce má v tomto případě zásadní význam, protože když uvážíme, kolik různých výrobků potřebuje servis, nákup každého dílu od jiného dodavatele by byl nejen cenově nákladný, ale téměř neuskutečnitelný.

Distribuce náhradních dílů má na trhu zásadní funkci a její význam v posledních letech roste. Zvyšující se počet různých dílů a výrobců znamená, že jsou jednotlivé servisy závislé na specializovaných zprostředkovatelích, kteří zajišťují jejich dodávky. Distributoři nezajišťují jen zásobování, poskytují i řadu dalších služeb, které mohou zahrnovat služby logistické, marketingové, poskytování technických informací, technických školení, vybavení pro testování a diagnózu chyb nebo technickou telefonickou podporu, které opravnám umožňují zlepšení jejich služeb. Mezi menšími společnostmi působícími v oblasti distribuce

---

<sup>1</sup> Ing. Denisa Mocková Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav řízení dopravních procesů a logistiky, Horská 3, 128 03 Praha 2, Tel.: +420224359160, Fax: +420224919017, E-mail: [mockova@fd.cvut.cz](mailto:mockova@fd.cvut.cz)

<sup>2</sup> Bc. Alena Rybičková, ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, studentka navazujícího magisterského studijního programu

náhradních dílů dochází k různým dohodám a slučování s cílem konkurovat velkým společnostem na trhu.

## **2. OPTIMALIZACE DISTRIBUČNÍHO SYSTÉMU**

Cílem optimalizace distribučního systému je sladění jeho prvků (rozmístění, kapacit, zásob) tak, aby náklady byly minimální a cena poskytovaných služeb byla optimální. Optimalizaci zásobování náhradních dílů můžeme rozdělit na dvě základní kategorie: optimalizace přenosu informací a optimalizace materiálových toků.

### **2.1 Optimalizace přenosu informací**

Přenos informací mezi autoservisy, dodavateli a distributory je v současnosti realizován několika způsoby.

- Pomocí telefonu – vhodné pro malé servisy
- Počítačové off-line propojení – pomocí modemů přes telefonní linky
- Počítačové on-line propojení – pomocí počítačových sítí nebo Internetu

Těmito způsoby se řeší např. procesy: příjem zboží a naskladnění, manipulační a skladové pohyby, přehled zásob, inventura, vratky, expedice, proces přebalení. Nejdůležitějším přínosem EDI komunikace je snížení nákladů, úspora času, zrychlení toků a omezení chybovosti informací.

### **2.2 Optimalizace materiálových toků**

Optimalizace skladového hospodářství – zahrnuje použití analytických metod pro určení optimální velikosti zásob náhradních dílů. K návrhu určení velikosti skladu, velikosti zásob a kritérií pro posouzení položek vhodných pro skladování se používá např. ABC analýza nebo predikční metody vycházející z trendu poptávky.

Optimalizace dopravy – zahrnuje určení velikosti a rozmístění skladů nebo stanovení optimálních rozvozových tras. Primárním kritériem je v tomto případě časové hledisko. Optimálním rozmístěním dep na síti se zabývají lokační úlohy – různé, převážně heuristické metody řešení jednotlivých algoritmů vycházejících z operačního výzkumu. Problémem lokačních úloh se zabývat nebudu, budeme předpokládat, že rozmístění dep je optimální a zaměřím se na optimalizace rozvozových tras.

### **2.3 Optimalizace rozvozových tras**

V podstatě se jedná o problém obchodního cestujícího, kdy máme za úkol najít takovou uzavřenou trasu, která začíná a končí v daném uzlu a zároveň prochází všemi ostatními uzly sítě právě jednou nebo aspoň jednou. Zároveň požadujeme, aby měla daná trasa nejmenší délku. Kružnice uvedených vlastností nazýváme minimální hamiltonovskou kružnicí. Je to pravidelný graf druhého stupně, který obsahuje všechny vrcholy grafu. Tato úlohy patří mezi tzv. NP-úplné úlohy, tzn. v obecném případě není známo, ani jak nalézt přesné řešení v rozumném čase a dokonce, zda vůbec může existovat algoritmus, který takové řešení najde v čase úměrném nějaké mocnině počtu uzlů.

Pro řešení problému obchodního cestujícího existuje řada řešení, která jsou pouze přibližná – heuristická řešení (genetické algoritmy, tabu prohledávání, simulované

ochlazování, a další). Tím se za cenu vzdání se nároku na nalezení přesného řešení, dosahuje prakticky použitelných časů.

Pokud problém obchodního cestujícího rozšíříme a při obsluze uzlů sítě uvažujeme omezující podmínky, které neumožňují obsluhu vrcholů jedním vozidlem, jedná se o vícenásobný problém obchodního cestujícího (úloha optimálního trasování, úloha okružních jízd, okružní problém). Omezujícími podmínkami může být kapacita vozidla, omezení maximální doby trvání jízdy, délka jedné trasy, maximální počet obslužených míst apod. Při řešení předpokládáme využití více vozidel – „obchodních cestujících“. Obchodní cestující mají za úkol navštívit každé z obsluhovaných míst právě jednou, vyjíždějí a vrací se do stejného depa. Může být např. použita jedna z heuristických metod pro řešení tohoto typu úloh, Clark-Wrightova metoda.

### Clark-Wrightova metoda

Prvním krokem optimalizace rozvozových tras je zjištění vzdáleností pro každou dvojici obsluhovaných vrcholů. Vzhledem k tomu, že se jedná o optimalizaci z časového hlediska, bude nás zajímat časová vzdálenost vrcholů. Pro zjištění jízdní doby mezi jednotlivými vrcholy byla použita internetová aplikace. Při nabídce více variant byla vybrána trasa s nejkratší jízdní dobou.

Metoda vychází z neefektivního počátečního řešení, kdy každá jízda uspokojí požadavek jediného servisu. V každém kroku algoritmu jsou podle určitého kritéria vybrány dvě trasy, které jsou spojeny do jedné. Vždy se mohou spojit pouze krajní vrcholy tras. Pokud nezáleží na směru, ve kterém se jednotlivé trasy procházejí, je možné více kombinací. Vzhledem k tomu, že v údajích o délce a časové náročnosti jízd mezi jednotlivými servisy uvažujeme trasy jednosměrné, budeme i v algoritmu počítat pouze s jednosměrnými jízdami. Ke spojení jízd může dojít pouze tehdy, pokud bude spojená jízda vyhovovat podmínkám přípustnosti, těmi může být kapacita vozidla, maximální délka trasy, doba trvání jízdy, počet navštívených uzlů apod.. Výhodnost či nevýhodnost spojení dvou jízd určuje vzniklá úspora délky trasy. Metoda spojí v každém kroku dva uzly s nejvyšším koeficientem úspor, pokud jsou zároveň splněny podmínky přípustnosti.

#### Algoritmus lze shrnout do následujících kroků:

- 1. krok:** Spočítej úsporu  $z_{ij} = d_{i0} + d_{0j} - d_{ij}$  pro každou dvojici obsluhovaných vrcholů  $i$  a  $j$ . (pro danou síť musíme nejprve sestavit pomocí Floydova algoritmu matici minimálních vzdáleností mezi všemi vrcholy a z ní odvodíme matici výhodnosti koeficientů – úsporu  $z_{ij}$ ).
- 2. krok:** Seřaď úspory podle velikosti sestupně. Seznam seřazených úspor zpracovávej postupně od začátku od nejvyšších úspor.
- 3. krok:** Pro uvažovanou úsporu  $z_{ij}$ , přidej hranu  $(i, j)$  do trasy, pokud zároveň nedojde k porušení podmínek přípustnosti a pokud:
  - a) Ani  $i$  ani  $j$  nejsou zatím přiřazeny do žádné trasy, pak vytvoř novou trasu zahrnující pouze vrcholy  $i$  a  $j$ .

- b) Vrchol  $j$  není zatím přiřazen do žádné trasy a vrchol  $i$  je koncovým vrcholem již existující trasy. Potom je hrana  $(i, j)$  přidána do této trasy.
- c) Oba vrcholy jsou již zahrnuty v různých existujících trasách, a to tak, že vrchol  $i$  je koncovým vrcholem jedné trasy a vrchol  $j$  je počátečním vrcholem jiné trasy.

V tomto případě jsou trasy spojeny do jedné.

**4. krok:** Dokud není seznam úspor vyčerpán, vrať se k 3. kroku zpracováním dalšího prvku seznamu, jinak skonči. Řešení se skládá z tras vytvořených během 3. kroku. Všechny vrcholy, které nebyly přiřazeny do nějaké trasy během 3. kroku, musí být obslouženy trasou, která vyjede z depa a navštíví pouze tento vrchol.

Jako omezující podmínky byla zvolena maximální délka trasy a maximální počet servisů na jedné trase. Pro různé kombinace omezujících podmínek bylo vybráno několik možných řešení. Hodnoty omezujících podmínek byly voleny tak, aby přibližně odpovídaly stávajícímu řešení.

Při daných omezujících podmínkách vrací algoritmus řešení s co nejmenším počtem tras, vždy je výhodnější obsloužit více servisů na jedné trase, než se mezitím vracet do depa. Proto při vyšší zvolené maximální délce trasy a vyšším počtu servisů na trase dostáváme řešení s nižším počtem tras. Zároveň také dochází k tomu, že jednotlivé trasy jsou z hlediska délky trasy a počtu servisů na trase velmi nevyrovnané. Potom můžeme zvolit řešení s delší maximální délkou, ale s vyrovnanějšími jednotlivými trasami. Každopádně využitím metod operačního výzkumu vždy dojde ke snížení nákladů na obsluhu vrcholů, času obsluhy a zároveň se snižuje potřebný počet vozidel.

### 3. ZÁVĚR

Logistické společnosti jsou v současné době nuceny stále více hledat, jak zajistit maximální efektivitu své činnosti při zachování kvality produktů a poskytovaných služeb, a využívat nové způsoby efektivního řízení dopravy a distribuce zboží. Je to dáno především rostoucími cenami energií a pohonných hmot, politicky motivovaným zvyšováním nákladů na silniční dopravu i stále se zdražující pracovní silou. Vzdávající náklady ovšem není vhodné automaticky přenášet na koncového spotřebitele, primárně je potřeba hledat optimální řešení a úspory ve stávajícím logistickém řetězci. V distribuční logistice se tak otevírá značný prostor pro uplatnění softwarových produktů, které podporují efektivní řízení dopravně-distribučních procesů vyžadujících rychlou adaptaci na měnící se podmínky s cílem minimalizace nákladů. Moderní počítačové systémy umožňují při zohlednění množství vstupních požadavků a kritérií navrhnout rozvozevé a svozové trasy, rozmístění distribučních center vzhledem k typologii dostupné silniční sítě, či zpracovávat podrobnou evidenci a analýzu jednotlivých složek distribučních nákladů.

Přes relativní dostupnost těchto nástrojů je ekonomický tlak na jejich využití patrný pouze v poslední době v souvislosti s globálním zpomalením ekonomického růstu. Ukazuje se, že stávající logistická řešení jsou často nedostatečně efektivní ať už v oblasti materiálových toků, tak i v používání vhodných informačních a objednávkových systémů. Je

zřejmé, že investice musí v krizovém období směřovat především do posilování vnitřní efektivity, spíše než do navyšování kapacit, což se týká mimo jiné i optimalizace distribučních systémů.

### **POUŽITÁ LITERATURA**

- [1] BRÁZDOVÁ, M.: *Využití optimalizačních metod k řešení svozových a rozvozových úloh*, Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopavní Fakulta Jana Pernera, disertační práce, 1998
- [2] MOCKOVÁ, D.: *Základy teorie dopravy*, Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopavní, ISBN 978-80-01-03791-1, 2007
- [3] RYBIČKOVÁ, A.: *Analýza a optimalizace zásobování autorizovaných servisů vozidel Peugeot a Citroën*, Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopavní, bakalářská práce, 2010