

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra systémového inženýrství**



*Teze diplomové práce*

**Využití modelů operačního výzkumu v plánování a řízení dopravy**

**Klára Vopatová**

© 2016 ČZU v Praze

## Souhrn

Cílem práce je stanovit pokud možno optimální či suboptimální rozvozní plán, který by firmě ušetřil peníze i čas při rozvozu nápoje v plastových lahvích. Dalším cílem je vytvořit dostatečnou zásobu zboží v kamiónu pro případ, kdy přijde požadavek od zákazníka a nákladní automobil již je na své rozvážkové trase. S tímto souvisí i nové určení trasy, aby se nemusel znovu vracet do výchozího místa.

Ve vlastní části práce je proveden popis firmy a její konkrétní rozhodovací situace. Následuje optimalizace metodou větví a mezí a výpočet úspory najetých kilometrů. Dále byl navržen dynamický rozvozní plán, vypočítaný pomocí vkládacího algoritmu a re-optimalizace trasy. Dosažené výsledky byly zhodnoceny a navrženy firmě.

**Klíčová slova:** Doprava, distribuční úlohy, logistika, metoda větví a mezí, operační výzkum, optimalizace, problém obchodního cestujícího, silniční síť, statické a dynamické rozvozní úlohy.

## Cíl práce

Cílem této práce je aplikace modelů operačního výzkumu v plánování a řízení dopravy. Práce bude sloužit pro firmu, rozvážející zdravý nápoj, vyrobený z čistě přírodních surovin. Rozvoz začíná ve skladu a dále vůz rozváží zboží k odběratelům a vrací se zpět, s cílem snížit náklady, díky zefektivnění dopravních tras a lepšímu využití kapacity vozidel. Dalším neméně důležitým cílem je uspokojení zákazníků. Dále má práce poskytnout firmě přehledné výstupy, které by mohla použít v praxi pro plánování a řízení dopravy.

## Metodika

Práce je rozdělena do dvou částí. První část je teoretická, věnovaná logistice, plánování, řízení dopravy a operačnímu výzkumu společně s vybranými matematickými modely, které se v ní používají a metody výpočtu. Podrobněji budou rozebrány distribuční úlohy. Zaměření bude zejména na rozvozní úlohy a dynamické rozvozní úlohy.

V druhé polovině bude představena dopravní firma, která dostala zakázku na rozvoz nápojů. Bude popsáno současné fungování ve firmě na této zakázce a následná optimalizace. V práci budou použity matematické modely pro rozvozní úlohu. Tyto modely budou

vypočítány pomocí metody větví a mezí. Z upravených výstupů pro firmu, budou vybrány trasy, které zvýší efektivitu provozu. Výběr bude porovnán se stávající situací a budou doporučeny změny v praxi. Dále bude poukázáno na možnost příchodu nového požadavku v době, kdy se realizuje rozvážka. Tento problém bude řešen vkládacím algoritmem a reoptimalizací. Následné porovnání a řešení by mělo pomoci dispečerům ve firmě. Veškeré výpočty budou realizovány v softwaru Lingo a v TSP KOSA.

## Vlastní zpracování

Na stávající situaci u firmy je rozhodně prostor pro zlepšení. Jedná-li se o situaci, kdy je veškeré zboží rozvezeno na jedné trase, lze ušetřit 76 kilometrů ve středních Čechách a 88 kilometrů v severních Čechách. Pro případ rozvozu na dvou trasách, je možno ušetřit celkem 178 kilometrů. Vše je vypočítáno pomocí metody větví a mezí, tudíž se jedná o optimální řešení. Takovéto zkrácení trasy ušetří jak peníze, tak i čas řidiče strávený na cestách. Rozhodně by měla firma myslet i na menší opotřebení vozidla. Shrnutí všech optimálních statických tras je v následující tabulce.

	Stávající situace ve firmě				Statická úloha- optimalizace			
	Jedna trasa (km)	Rozvezené zboží (ks)	Dvě trasy (km)	Rozvezené zboží (ks)	Jedna trasa (km)	Rozvezené zboží (ks)	Dvě trasy (km)	Rozvezené zboží (ks)
<b>střední Čechy</b>	369	1003	421	1436	293	1003	328	1436
<b>severní Čechy</b>	571	998	705	1342	483	998	620	1342

**Tabulka 1: Porovnání vypočtených výsledků s původní situací**

V dynamických rozvozních úlohách je velmi důležité, v jakém okamžiku přijde požadavek, lépe řečeno, kde se nachází vozidlo v době příchodu nového požadavku. Vkládací algoritmus je rychlý a snadno použitelný v praxi. Na druhou stranu re-optimalizace může poskytnout lepší výsledek. V případě Nymburka s překročením kapacity vozidla, bylo město vždy vloženo do nové trasy. U re-optimalizace záleží na době příchodu požadavku. Když požadavek přijde včas, dá se ušetřit 23 kilometrů. Pro pozdější příchod je délka stejná pro oba algoritmy. Pro přidání Řevničova na rozvoz po dvou okruzích

je znovu rozdíl v době příchodu požadavku. Pokud bude vozidlo před Kladnem na trase A je opět re-optimalizace lepší o 6 km.

## **Závěr**

Cílem této práce bylo vytvořit rozvozní plán pro firmu, která rozváží zdravý nápoj, plněný do plastových lahví. Sklad zboží, kde firma nakládá, je v Praze. Firma si vytvořila svůj vlastní rozvozní plán, který realizuje. Po pár měsících rozvozu, však zjistila, že náklady jsou vysoké. Stávající rozvoz firmy byl zhodnocen jako neefektivní. Byl vytvořen matematický model pro rozvozní úlohy, který byl přepsán do programovacího jazyka LINGO. Metodou větví a mezí byli vypočítány nové optimální rozvozní plány.

Všichni zákazníci budou obsloženi dle požadavků a ujetá vzdálenost bude minimální, pokud firma bude respektovat nový plán. Počet najetých kilometrů klesne a doba strávená na rozvozu také. Roční úspora nového plánu oproti původní situaci je 83 tisíc Kč.

Dalším cílem bylo nastínění a vyřešení situace, kdy vozidlo je na své rozvážkové trase a firma obdrží nový požadavek od zákazníka. Tato situace byla řešena pomocí dvou algoritmů. Vždy byl zvolen fiktivní odběratel. Nejprve došlo k použití vkládacího algoritmu, který poskytuje suboptimální řešení. Je velice jednoduchý a dobře použitelný. Další metoda výpočtu byla re-optimalizačním algoritmem. V tomto případě velmi záleží na době příchodu požadavku do firmy a také na rozsahu úlohy. Pokud bude matice vzdáleností velmi rozsáhlá, tak výpočet bude trvat dlouho a dispečer nebude moci jednat pohotově a předat informace vozidlu na trase. Re-optimalizace mnohdy poskytuje lepší výsledek, ale ne vždy je čas na její aplikaci.

Firmě byli předány nové rozvozní plány statické úlohy, aby mohla ponížít náklady. Dále byl dispečerům vysvětlen princip vkládacího algoritmu, aby věděli jak nejlépe si poradit s příchodem nového požadavku bez sofistikovaného programu. Managementu firmy byl vřele doporučen optimalizační software pro nákladní silniční dopravu.

## Použitá literatura

1. PERNICA, Petr. *Logistika: vymezení a teoretické základy*. Dot. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1995. ISBN 80-7079-820-3.
2. ŠTŮSEK, Jaromír. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. Vyd. 1. V Praze: C.H. Beck, 2007. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-534-6.
3. SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0573-3.
4. LAGOVÁ, Milada a Josef JABLONSKÝ. *Lineární modely*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Oeconomica, 2009. ISBN 978-80-245-1511-3.
5. PELIKÁN, Jan. *Diskrétní modely v operačním výzkumu*. 1. vyd. Brno: Professional Publishing, 2001. ISBN 80-86419-17-7.
6. FÁBRY, Jan. *Dynamické okružní a rozvozní úlohy*. VŠE-FIS, Praha, 2006

