

# LOKACE A ALOKACE Z HLEDISKA NÁVRATNOSTI

## LOCATION AND ALOCATION: RATE OF RETURN

Tomáš Fidler<sup>1</sup>

---

*Anotace: Článek je pohledem do problematiky lokací a alokací z hlediska optimalizačního kritéria, je polemikou nad využíváním optimalizačních kritérií v lokační analýze. Popisuje důvody, proč je vhodné hledat jiné možnosti řešení těchto úloh. Jako jedno z východisek navrhuje využít návratnosti investice jako optimalizačního kritéria a doplnit tak klasickou maximalizaci zisku či minimalizaci nákladů. V neposlední řadě jsou zde shrnuty některé experimentální výsledky porovnávající maximalizaci zisku a návratnost.*

*Klíčová slova: FLP, ROR, návratnost, lokační problémy*

*Summary: Article is an insight to location and allocation analysis from optimization criteria view point and its usage. Dealt with reasons, why is worth to search another possible solutions of location problems. I suggest rate of return as optimization criteria, and so replenishing classic profit maximization or cost minimization. At the end I present an experimental results of comparison between rate of return and profit maximization.*

*Key words: FLP, ROR, rate of return*

### 1. ÚVOD

Již v padesátých letech minulého století si experti na poli logistiky uvědomili nutnost věnovat náležitou pozornost fyzické distribuci zboží. V tehdy se objevil nový pojem „total-costs“ [10] (celkové náklady). Celkové náklady v této souvislosti vyjadřují součet všech nákladů spojených s distribucí zboží. Celkové náklady se staly na dlouhý čas hlavním kritériem výběru řešení a tudíž i cílem bádání vědců v oblasti lokačních algoritmů. Od té doby se v odborné literatuře objevilo mnoho algoritmů s různým přístupem, s různým poměrem mezi mohutností problémů, které jsou schopné v přijatelném čase řešit, přesností výsledků a šíří použitelnosti pro různé úlohy [5]. Článek pojednává o problematice volby kritéria pro hledání optimální varianty lokačně alokační úlohy. Volba kritéria je podstatným krokem při optimalizaci ve všech oblastech lidské činnosti. Zvolené kritérium totiž nejen ovlivňuje hodnocení jednotlivých variant, ale ovlivňuje také způsob hledání optimální varianty.

Stále je třeba mít na paměti, že úlohou výběru varianty nejvýhodnější, tedy té, která z hlediska kritérií poskytuje nejvyšší hodnotu.

---

<sup>1</sup> Ing. Tomáš Fidler, Univerzita Pardubice, Fakulta Elektrotechniky a Informatiky, Katedra softwarových technologií, Studentská 95, 530 09 Pardubice, Tel.: +420 466 037 224, Fax: +420, E-mail: [Tomas.Fidler@upce.cz](mailto:Tomas.Fidler@upce.cz)

Ukazatel návratnost investice (return on investments - ROI) je jedním z ukazatelů, které ekonomové využívají při řízení podniku. Jeho využitím jako kritéria pro hodnocení jednotlivých variant lokačně alokační úlohy se zabývá tento článek.

## 2. OPTIMALIZAČNÍ KRITÉRIUM PRO MODERNÍ PODNIKY

Jednou z nejdůležitějších částí matematického modelu je optimalizační (minimalizační nebo maximalizační) kritérium. Historicky nejdříve se objevily modely minimalizující náklady, vedle nich se začaly používat i modely maximalizující zisk. Tato kritéria, byť jsou vhodnými kritérii pro algoritmické řešení (vedou na lineární účelovou funkci a často i na lineární programování), nepokrývají požadavky strategického rozhodování v moderních ekonomikách.

Valach ve své knize „Investiční rozhodování a dlouhodobé financování“ [11] píše, že je nutné efektivnost investičních projektů posuzovat podle toho jak přispívají k maximalizaci tržní hodnoty pro investory. Nákladová kritéria jsou oproti tomu spojována s centrálně řízenou ekonomikou a vychází z ne-tržních principů podnikání. Samozřejmě se i v moderních ekonomikách nachází uplatnění pro modely založené na nákladovém porovnávání (což dokazují stovky článků na téma lokace s nákladovým kritériem). Je však třeba vnímat omezení, která se tím přejímají, a toto kritérium volit v případech kdy jsou ostatní faktory neměnné (například dlouhodobé kontrakty s konkrétním a daným příjmem jsou vhodnými kandidáty pro minimalizaci nákladů).

Volba ziskového kritéria je vhodnou volbou v případě, že je velikost budoucí investice nějakým způsobem předem známa (přesně vymezená). Avšak v případě, že podnik nemá zcela vyjasněno jak velký rozsah investice plánuje, může vést i takové kritérium ke špatným závěrům. Nepřesnost rozhodování na základě velikosti zisku lze ilustrovat příkladem: Existují dva způsoby, jak investovat první vytvoří zisk 1 milion druhý 2 miliony. Avšak první si vynutí investici 1 milion zatímco druhý způsob 5 milionů. Je zřejmé, že porovnání zisku bude znamenat investici většího rozsahu a tudíž k méně efektivnímu zhodnocení majetku investorů.

Nákladová i zisková kritéria hrají v lokačních úlohách důležitou roli, neodkrývají ovšem všechny oblasti, a je třeba hledat i jiná kritéria optimalizace. Rozhodování o lokacích (skladů, závodů, logistických center) jsou úlohy strategického rozhodování. Studium jiných kritérií se dají rozšiřovat nástroje dostupné rozhodujícím pracovníkům. Ti pak mají nejen širší škálu možností jak konkrétní problémy řešit, ale také se zvětšuje šíře problémů, které lze systematicky řešit, a využít metody operační analýzy v rozhodovací praxi.

Jednou z cest jak více přiblížit lokační analýzu rozhodovacím pracovníkům je volba kritéria jakým se rozhoduje v oblasti ekonomie, například podle vnitřního výnosového procenta nebo návratnosti investice. Článek se proto zaměřuje na problematiku z hlediska ROI.

## 3. ÚLOHA LOKAČNÍ ANALÝZY VE STRATEGICKÉM ROZHODOVÁNÍ

Výběr ROI jako hodnotícího kritéria lokační analýzy řeší pouze jednu část rozhodovacího procesu ve strategickém rozhodování. Většina rozhodnutí strategického významu musí zohledňovat více kritérií. V procesu rozhodování je možné na základě

výsledků lokační analýzy provést před-výběr variant či přímé porovnání variant z pohledu ROI. Dle kvalifikace řešitelského týmu je možné v komplexu rozhodování využít fuzzy přístup, AHP (Analytic Hierarchy Process) nebo jinou vhodnou metodu.

Ať již tým bude rozhodovat pouze podle výsledků lokační analýzy, či podle vícekritériálního přístupu, musí být nástroje schopné podávat použitelné výsledky v obou případech. To znamená nejen výběr nejlepší varianty, ale i požadavek porovnatelnosti jednotlivých variant. Zde se ROI jeví jako výhodná alternativa, protože vypovídá o "atraktivnosti" varianty z hlediska investora a dobrou výpovědní schopnost má i rozdíl mezi optimální variantou podle ROI a ROI varianty vybrané managementem.

V případě vícekritériálního hodnocení často kritéria dělí na objektivní a subjektivní [3]. ROI patří mezi objektivní kritéria, protože je přesně vyčíslitelný a nezávislý na hodnotiteli. ROI je možné využít i v multikritériálních modelech, nicméně síla tohoto kritéria se nejlépe projeví při před výběru variant, kdy model nejen může rozhodovat o lokacích, ale i výběru podmnožiny zákazníků, kteří budou v konkrétní variantě uspokojováni.

#### 4. LITERATURA

V rámci úloh operačního výzkumu (OV) se problematika lokačních algoritmů během času rozrostla, a nyní již existuje celá řada kategorií algoritmů odpovídajících na otázku "kde to postavit". American Mathematical Society (AMS) dokonce pro klasifikaci lokačních algoritmů vytvořila speciální kódy (90B80 pro diskrétní lokace a alokace a 90B85 pro spojité lokace a alokace). Vzhledem k širší záběru a počtu publikací v této oblasti se v článku zaměří hlavně na literaturu související s optimalizací lokace a alokace v zásobovacích řetězcích. I tato oblast se bouřlivě vyvíjí, a jen za posledních 10 let byly v odborných časopisech publikovány stovky článků. Dle studií je celých 75% publikací zaměřeno na hledání nákladově nejvýhodnějšího řešení, 16% hodnotí varianty podle zisku (ať již zisku vyjádřeného jako výnosy minus náklady nebo jako zisk po zdanění). Překvapivě pouze 9% má jako optimalizační kritérium jiné faktory (jsou zde zastoupeny články řešící zpětnou logistiku, které nemívají jednoduché nákladové kritérium a i vícekritériální modely), jen málo, přesněji pod jedno procento, se věnuje problematice návratnosti investice [5].

Z dostupné literatury je zřejmá nerovnováha mezi tím co si moderní ekonomika žádá (tedy rozhodovat podle ukazatelů, které zohledňují požadavky investora), a tím jak se reálně lokační úlohy řeší. Nelze říci, že by se v odborné literatuře nenašli žádné zmínky o využití ukazatelů jako je ROI v souvislosti s lokační analýzou, ale je jich tak málo, že se ztrácí v záplavě článků a studií řešících lokace jako problém minimalizace nákladů či maximalizace zisku.

Mimo článek uvedený v „Facility location and supply chain management - A review“ [5] se podařilo autorovi najít několik dalších, které zmiňují ROI jako kritérium [8, 9, 4, 6, 7].

#### 5. K UŽÍVÁNÍ ROI V METODÁCH OV

Existují důvody proč není ROI oblíbeným rozhodovacím kritériem. Jedním z hlavních důvodů je nedostatek zkušeností s použitím v praxi. Zatímco s ukazateli jako náklady nebo

zisk jsou dlouholeté zkušenosti s jinými ukazateli vědec riskuje svou reputaci a i nemalé částky (ve smyslu investic). Zjednodušeně lze říci, že se tato oblast řídí podle pravidla neopravuj co funguje.

Mezi dalšími důvody je formulace modelu a algoritmy které jej efektivně řeší. Formulace matematického modelu vede k zlomkové maximalizační účelové funkci. Výsledný model je tedy řešitelný například pomocí LFP (linear-fractional programming) nebo obecněji FP (fractional programming), úlohám tohoto typu je věnována menší pozornost než úlohám LP (linear programming) a jsou obecně málo prozkoumané, lze dokonce najít i názor, že vědci z oblasti operačního výzkumu se LFP snaží systematicky vyhnout[2], toto tvrzení dokreslují i jednotlivé články zaměřující se na studium ROI v lokačních problémech jako třeba v článku „The maximum return-on-investment plant location problem“[7] kde autoři sice formulovali lokační model jako úlohu maximalizující ROI, ale následně jej přeformulovali a řešili jako úlohu lineárního programování s maximalizací rozdílu mezi náklady a ziskem při uspokojení všech zákazníků.

Nevýhodou ROI jako kritéria je také nutnost v modelu zohlednit minimální uvažovanou investici nebo minimální uvažovaný výnos. Bez toho by model mohl nabízet v optimální variantě nepřijatelně malé úrovně těchto ukazatelů. Nestabilita modelu bez stanovení dodatečných podmínek ve formě absolutních hodnot snižuje důvěryhodnost celého přístupu a je to tedy i jedna z oblastí, kterou je nutné vyřešit.

Poslední dva důvody se dále projevují v celkové vyšší výpočetní náročnost a z toho vyplývá rozměrově menší reálně řešitelné úlohy. Dále je nutné zmínit i neutrální zkušenosti z porovnávání výsledků ROI a maximalizace výnosů.

I přes problémy spojené s užitím ROI jako hodnotícího kritéria nadále platí, že je třeba se věnovat podrobnému zkoumání této zajímavé oblasti s velkým potenciálem a možností skrývajících, dosud nevyřešené a málo řešené, oblasti lokační analýzy[1].

## 6. EXPERIMENTÁLNÍ VÝSLEDKY UŽITÍ ROI

Autor již publikoval některé výsledky experimentů s ROI jako jediným optimalizačním kritériem v rámci tvorby algoritmu na jejich řešení[12]. Z provedených experimentů, které simulovali rozhodování o tvorbě sítě pronajímaných skladů, vyplývá, že ROI preferuje výhodnější poměr mezi náklady a výnosy, a to takovým způsobem, že z řešených příkladů byl vybírán jako optimální téměř 100 násobně nižší rozsah projektu, ovšem s 3 násobným koeficientem návratnosti investice. Jako optimální tak místo 7,7-7,9% návratnosti při řešení úlohy jako maximalizace zisku byly vybírány jako optimální varianty s 24,5-27,5% návratností.

Tyto experimenty, respektive jejich výsledky, potvrzují myšlenku, že je zásadní rozdíl mezi rozhodováním managementu vedoucím k maximalizaci zisku a požadavky investorů (majitelů, akcionářů) na co nejvýhodnější investování disponibilních zdrojů. Zároveň tak bylo potvrzeno, že mezi zmíněnými kritérii je při rozhodování zásadní rozdíl, a že zkoumání obou kritérií má opodstatnění.

Při reálném řešení by autor navrhoval získaná data vztahující se k velikosti zisku a návratnosti použít pro další upřesnění kritérií v ekonomické formulaci úlohy, například

zavedením minimálního požadovaného zisku při zkoumání variant s maximalizací ROI, případně zavedením minimální akceptovatelné návratnosti při maximalizaci zisku. První z těchto přístupů neznamená zásadní změnu výpočetní náročnosti, druhý však vyžaduje změnu způsobu řešení. Pro řešení druhým způsobem bude do podmínek zanesena nelineární nerovnice a tím se může stát matematický model neřešitelným efektivními algoritmy z lineárního programování.

## 7. ZÁVĚR

V článku byly zmíněny výhody i nevýhody lokační analýzy na principu návratnosti investice, problémy spojené se zaváděním tohoto přístup i možnosti, které by užití model mohlo potencionálně přinést. Obecně je dosud nezodpovězenou otázkou co je možné od modelů postavených na ROI očekávat. Jaké úlohy jsou schopné řešit co do mohutnosti, ale i jaké typy úloh. Jaké výsledky lze s ROI očekávat co do kvality řešení. Celková malá pozornost věnovaná této problematice je, zdá se, pouze pověstným "tichem před bouří" a publikace v této oblasti jsou bedlivě sledovány. Platí, že se jedná o jeden z nevyřešených problémů jak obecně lokační analýzy, i specifických úloh jako například optimalizace logistických řetězců[1].

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Ballou, H., Ronald: Unresolved Issues in Supply chain Network Design. *Information Systems Frontiers*, ročník 3, č. 4, 2001: s. 417-426.
- [2] Barros, A., Isabel: *Discrete and Fractional Programming Techniques for Location Models*. Springer, 1998, 178 s., ISBN 9780792350026.
- [3] Dileep, S., R.: *Logistics of facility location and allocation*. Marcel Dekker, 2001, ISBN 08-247-0493-2.
- [4] Jordan, C., Paul: Comparative Analysis of the Relative Effectiveness of Four Dynamic Lot-Sizing Techniques on Return on Investment. *Decision Sciences*, ročník 20, č. 1, 1989: s. 134-141, ISSN 0011-7315.
- [5] Melo, M.; Nickel, S.; Saldanha-da Gama, F.: Facility location and supply chain management - A review. *European Journal of Operational Research*, č.2, 2009, s.401-412, ISSN: 0377-2217.
- [6] Myung, Y.-s.; wan Tcha, D.: *RETURN ON INVESTMENT ANALYSIS FOR FACILITY LOCATION*. Technická zpráva, Operations Research Center - MIT, 1991.
- [7] ReVelle, C.; Brimberg, J.: The maximum return-on-investment plant location problem. *Journal of the Operational Research Society*, ročník 51, č. 6, 2000: s. 729-735. ISSN 0160-5682.
- [8] ReVelle, S., C.; Laporte, G.: The plant location problem: New models and research prospects. *Operations Research*, ročník 44, 1996: str. 864-874. ISSN 0030-364X
- [9] Sheu, B., J.: Locating manufacturing and distribution centers: An integrated supplychain based spatial interaction approach. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, ročník 39, č. 5, 2003: str. 381-397, ISSN 1366-5545

- [10] Sixta, J.; Mačát, V.: *Logistika - Teorie a praxe*. Brno : CP books, a.s., 2005, 315 s., ISBN 80-251-0573-3.
- [11] Valach, J.: *Investiční rozhodování a dlouhodobé financování*. Praha : Ekopress, druhé vydání, 2005, 465 s., ISBN 80-86929-01-9.
- [12] FIDLER, T.: O lokačních a alokačních úlohách s kritériem návratnosti – Greedy, záměnná heuristika, *sborník příspěvků, Úlohy diskrétní optimalizace v dopravní praxi, Řešení distribučních a svozových úloh*. Pardubice, 2009, s.43-49, ISBN 978-80-7395-193-1

Recenzenti: doc. Ing. Josef Volek, CSc.  
Univerzita Pardubice, DFJP, Katedra informatiky v dopravě  
Ing. Miroslav Slivoně  
Univerzita Pardubice, DFJP, Katedra technologie a řízení dopravy