

# ANALÝZA MATEMATICKO-ŠTATISTICKÝCH METÓD POUŽITELNÝCH PRI OPTIMALIZÁCIÍ POŠTOVEJ PREPRAVNEJ SIETE

Radovan Madleňák<sup>9</sup>

---

*Anotace: S organizáciou a riadením poštovej prepravy je spojená i otázka jej kvality. Pošta pristupuje k riešeniu problému kvality prepravy rôznymi spôsobmi - operatívnou zmenou vo vedení poštových kurzov, alebo v dlhodobej perspektíve, zdokonalením systému prepravy poštových zásielok. Takéto zdokonalenie predstavuje optimalizáciu poštovej prepravnej siete. Pohľad na možnosti optimalizácie na strednej úrovni poštovej prepravnej siete prináša nasledovný článok.*

*Kľúčová slova: poštová sieť, optimalizácia, matematicko-štatistické metódy*

## 1. ÚVOD

Proces optimalizácie poštovej prepravnej siete je značne zložitý. Pri posudzovaní súčasnej konštrukcie poštovej prepravnej siete je nutné brať do úvahy tieto základné podmienky:

- počet a umiestnenie podacích a dodacích miest sa nutne odvodzuje od štruktúry osídlenia a jej demograficko-geografických funkcií (doprava, alokácia inštitúcií, služieb a pod.), ale aj od logistických funkcií poštového systému,
- počet a rozmiestnenie spracovateľských centier je jednoznačne záležitosťou logistických funkcií poštového systému a ich technologických parametrov (účelná miera koncentrácie spracovateľských kapacít, prepravné časy, spotreba živej práce, technologická spoľahlivosť, výška investícií atď.) [4].

Prakticky je veľmi obtiažne navrhnuť jednotný systém optimalizácie od najvyššej až po najnižšiu úroveň poštovej prepravnej siete. Preto je vhodné postupovať po krokoch a optimalizovať jednotlivé úrovne poštovej prepravnej siete parciálne.

## 2. SÚSTAVA DEMOGRAFICKO-GEOGRAFICKÝCH CHARAKTERISTÍK

Pre potreby optimalizácie strednej úrovne poštovej prepravnej siete je nutné nájsť charakteristiky, ktoré z demografického a geografického hľadiska dokážu jednoznačne popísať posudzované organizačné celky. Pre jednotlivé obvody uzlov strednej úrovne je charakteristické nerovnomerné rozloženie hustoty obyvateľstva, z čoho vyplýva potreba odlišného prístupu k zabezpečeniu univerzálnej poštovej služby v rôznych regiónoch [3].

---

<sup>9</sup> Ing. Radovan Madleňák, PhD. Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra spojov, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Tel. +421/41/5133124, Fax +421/41/5655615, E-mail: [Radovan.Madlenak@fpedas.utc.sk](mailto:Radovan.Madlenak@fpedas.utc.sk)

Je veľmi náročné stanoviť normy dodržania optimálnej úrovne poskytovania poštových služieb v odlišných geografických podmienkach. Preto nie je možné brať do úvahy iba jeden typ charakteristík regiónu, ale celú škálu charakteristík, ktoré presne popisujú posudzovanú oblasť. Komplexná optimalizácia strednej úrovne poštovej prepravnej siete vychádza z celej škály demograficko–geografických charakteristík, ktoré túto sieť popisujú. Za najdôležitejšie možno považovať [2]:

- počet obcí v atrakčnom obvode uzlov strednej úrovne,
- počet pôšt v atrakčnom obvode uzlov strednej úrovne,
- počet obyvateľov v atrakčnom obvode uzlov strednej úrovne,
- rozloha atrakčného obvodu uzlov strednej úrovne,
- vzdialenosť atrakčného centra strednej úrovne od jednotlivých obcí,
- vzdialenosť atrakčného centra strednej úrovne od obcí s poštou.

### **3. METÓDY VIACROZMERNEJ ŠTATISTICKEJ ANALÝZY**

Vzhľadom optimalizáciu prepravnej siete na základe sústavy nezávislých charakteristík (demograficko-geografických) je potrebné použiť také metódy, ktoré na základe neporovnateľných údajov ukazovateľov vyhodnotia jednotlivé oblasti poštovej prepravnej siete ako celok z viacerých hľadísk.

Pre účely multikriteriálneho hodnotenia týchto organizačných celkov je možné využiť metódy viacrozmernej štatistickej analýzy, pre ktoré je typické skúmanie väčšieho počtu ukazovateľov za každý z vybraných objektov. Vychádzajúc zo zozbieraných charakteristík a aplikáciou niektorej z metód viacrozmernej štatistickej analýzy sa vytvorí poradie posudzovaných organizačných celkov, kde na prvom mieste sa bude nachádzať ten organizačný celok, ktorý má najlepšie hodnoty posudzovaných parametrov a na poslednom mieste organizačný celok, ktorý má zo všetkých organizačných celkov najhoršie hodnoty charakteristík.

Metódy multikriteriálneho hodnotenia patria medzi matematicko-štatistické metódy, ktoré poskytujú množstvo postupov pre posúdenie úrovne činnosti, výsledkov a stavu podnikov alebo celých regiónov. Je možné ich všeobecne použiť pri porovnávaní rôznych objektov na základe viacerých ukazovateľov. Vzhľadom na schopnosť syntetizovať niekoľko rôznych ukazovateľov do podoby kvantitatívne vyjadreného integrálneho ukazovateľa sú vhodné pre čiastkovú etapu komplexného systému optimalizácie – redukciu počtu atrakčných obvodov strednej úrovne v poštovej prepravnej sieti. K základným metódam multikriteriálneho hodnotenia patria:

1. metóda váženého súčtu poradí,
  - bodovacia metóda,
  - metóda normovanej premennej,
  - metóda vzdialenosti od fiktívneho objektu [2].

### 3.1. Metóda váženého súčtu poradí

Podstatou metódy je zoradenie porovnávaných oblastí v štatistickom súbore podľa každého uvažovaného ukazovateľa. Oblasť, ktorá v danom ukazovateli dosahuje najlepšiu hodnotu (najvyššiu pri snahe o maximalizáciu alebo najnižšiu pri snahe o minimalizáciu), dostane poradie rovnajúce sa počtu oblastí v súbore ( $n$ ), oblasť s druhou najlepšou hodnotou poradie  $(n-1)$ , až oblasť s najhoršou hodnotou daného ukazovateľa poradie 1. Všeobecne,  $i$ -tej oblasti pre  $j$ -ty ukazovateľ je priradené poradie  $s_{ij}$ .

Integrálny ukazovateľ  $d_i$ , podľa ktorého sa oblasti usporiadajú, sa získa ako súčet poradí podľa jednotlivých ukazovateľov ( $s_{ij}$ ) násobených zvolenými váhami ukazovateľov ( $p_j$ ).

$$d_i = \sum_{j=1}^m s_{ij} p_j \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Oblasť s najvyššou hodnotou integrálneho ukazovateľa ( $d_i$ ) je vo výslednom poradí na prvom mieste, atď., t.j. kým poradie oblastí podľa jednotlivých ukazovateľov bolo zostupné (číslo 1 predstavovalo najhoršiu oblasť), výsledné poradie oblastí je vzostupné.

### 3.2. Bodovacia metóda

Pri tejto metóde sa každá konkrétna hodnota ukazovateľa oboduje. Postup hodnotenia je nasledovný:

1. Pre každý ukazovateľ sa nájde oblasť, v ktorej dosahuje najlepšiu hodnotu (najvyššiu alebo najnižšiu podľa charakteru ukazovateľa) a potom sa tejto oblasti v danej charakteristike priradí 100 bodov.

2. Ostatným oblastiam sa prideliť toľko bodov (v stupnici 0 - 100), koľko percent činí hodnota ich ukazovateľa z najlepšej hodnoty. Pri maximalizácii ukazovateľa sa vychádza zo vzťahu:

$$b_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{\max,j}} \times 100$$

pri minimalizácii zo vzťahu:

$$b_{ij} = \frac{x_{\min,j}}{x_{ij}} \times 100$$

$x_{ij}$  je hodnota  $j$ -teho ukazovateľa v  $i$ -tej oblasti (hodnota, ktorá sa oboduje)

$x_{\max,j}$  najvyššia hodnota  $j$ -teho ukazovateľa (ocenená 100 bodmi)

$x_{\min,j}$  najnižšia hodnota  $j$ -teho ukazovateľa (ocenená 100 bodmi)

$b_{ij}$  počet bodov pre  $i$ -tu oblasť za  $j$ -ty ukazovateľ

Integrálny ukazovateľ  $d$  sa pre  $i$ -tu oblasť vypočíta ako vážený aritmetický priemer počtu bodov za jednotlivé ukazovatele:

$$d_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m b_{ij} p_j$$

$j = 1, 2, \dots, m$  (počet ukazovateľov),

$i = 1, 2, \dots, n$  (počet oblastí)

$p_j =$  váha  $j$ -teho ukazovateľa

3. Priemerný počet bodov 100 by teda mala dosiahnuť tá oblasť, ktorá by bola podľa všetkých ukazovateľov najlepšia. Priemerný počet bodov ostatných oblastiach vyjadruje, koľko percent z maximálne dosiahnuteľného počtu bodov dosiahli.

### 3.3. Metóda normovanej premennej

Podstatou metódy je prevod rôznych hodnôt demograficko–geografických ukazovateľov na porovnateľný tvar - tzv. normovanú premennú.

Normovaná premenná je bezrozmerná veličina, ktorá má nulový priemer a jednotkový rozptyl. Túto veličinu možno sčítať za jednotlivé ukazovatele, pričom sa predpokladá rovnaká dôležitosť všetkých ukazovateľov.

Za výhodu metódy normovanej premennej možno považovať tú skutočnosť, že popri absolútnych rozdieloch medzi oblasťami, prihliada sa tiež na relatívnu variabilitu jednotlivých ukazovateľov.

Postup zostrojenia normovanej premennej je nasledovný:

Vypočítajú sa aritmetické priemery ( $x_j$ ) a smerodajné odchýlky ( $S_{x_j}$ ) za jednotlivé ukazovatele potrebné pre ďalší postup.

Transformujú sa pôvodné hodnoty ukazovateľov ( $x_{ij}$ ) na normovaný tvar ( $u_{ij}$ ):

- u maximalizujúceho ukazovateľa: 
$$u_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{priem.j}}{S_{x_j}}$$

- u minimalizujúceho ukazovateľa: 
$$u_{ij} = \frac{x_{priem.j} - x_{ij}}{S_{x_j}}$$

Vyjadrí sa výsledná charakteristika - integrálny ukazovateľ  $d$ , ktorý sa vypočíta ako vážený aritmetický priemer normovaných hodnôt:

$$d_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m u_{ij} p_j \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$p_j =$  váha  $j$ -teho ukazovateľa

Stanoví sa poradie oblastí podľa veľkosti priemernej hodnoty normovaných veličín (čím vyššia hodnota, tým lepšie poradie).

### 3.4. Metóda vzdialenosti od fiktívneho objektu

Podstatou tejto metódy je porovnanie jednotlivých oblastí štatistického súboru s tzv. fiktívnou oblasťou. Fiktívna oblasť predstavuje abstraktný model, ktorý dosahuje

vo všetkých analyzovaných ukazovateľoch najlepšie hodnoty súboru (maximálne resp. minimálne podľa charakteru ukazovateľa).

Postup jej zostrojenia je nasledovný:

1. Vypočítajú sa aritmetické priemery ( $x_{\text{priem},j}$ ) a smerodajné odchýlky ( $S_{x_j}$ ) súboru pre každý ukazovateľ.

2. Prevedú sa všetky ukazovatele na normovaný tvar ako bezrozmernú veličinu, aby sa odstránili problémy rôznych merných jednotiek ukazovateľov:

$$u_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{\text{priem},j}}{S_{x_j}} \quad \text{normovaný tvar ľubovoľného ukazovateľa}$$

$$u_{0j} = \frac{x_{0j} - x_{\text{priem},j}}{S_{x_j}} \quad \text{normovaný tvar najlepšieho ukazovateľa}$$

$x_{0j}$  ... najlepšia hodnota j-teho ukazovateľa, pričom:

$x_{0j} = x_{\text{max},j}$  pre ukazovatele, ktoré sa majú maximalizovať

$x_{0j} = x_{\text{min},j}$  pre ukazovatele, ktoré sa majú minimalizovať

3. Vypočíta sa integrálny ukazovateľ komplexného hodnotenia podľa vzťahu:

$$d_i = \frac{1}{m} \sqrt{\sum_{j=1}^m (u_{ij} - u_{0j})^2 p_j} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$p_j$  = váha j-teho ukazovateľa, ktorý vyjadruje euklidovskú vzdialenosť konkrétnej oblasti od fiktívnej oblasti.

Určí sa poradie oblastí na základe integrálneho ukazovateľa (najlepšia je oblasť s najmenšou vzdialenosťou od fiktívneho modelu, t.j. s najmenšou hodnotou  $d$ ). Najnižšia dosiahnuteľná hodnota je  $d = 0$ , a to pre oblasť, ktorá by vo všetkých ukazovateľoch dosahovala najlepšie hodnoty, tzn. výlučne z jej hodnôt ukazovateľov by bol vymodelovaný fiktívny objekt [5].

#### 4. FORMY OPTIMALIZÁCIE

Samotný proces optimalizácie poštovej siete na strednej úrovni je možné prakticky realizovať dvoma spôsobmi v závislosti od konkrétnej situácie:

1. Oblasť navrhnutá na optimalizáciu „A“ je začlenená do atrakčného obvodu susedného uzla strednej úrovne „B“ ( $A \subset B$ ).
2. Dva alebo viaceré susedné atrakčné obvody uzlov navrhnutých na optimalizáciu sa spoja a vytvoria nový atrakčný obvod uzla strednej úrovne „C“ ( $C = A \cup B$ ).

Vzhľadom na tendencie minimalizovať počty uzlov strednej úrovne, je teda vhodné, aby sa vytipovaná oblasť stala súčasťou jednej zo susedných oblastí (situácia

1). Dôležité je tiež učiť, ku ktorému zo susedných uzlov sa má optimalizovaná oblasť priradiť. Posúdenie vzniknutej situácie vždy závisí od konkrétnych podmienok.

Vo všeobecnosti, je možné konštatovať, že optimalizovaný atrakčný obvod uzla strednej úrovne sa začlení do toho susedného atrakčného obvodu uzla strednej úrovne, aby výsledný združený atrakčný obvod bol z hľadiska analyzovaných demograficko-geografických charakteristík prijateľný.

V niektorých prípadoch však môže nastať stav, keď pričlenenie k existujúcemu celku nie je možné, respektíve je kontraproduktívne. Vtedy nastáva situácia 2, keď sa vytvára nový obvod uzla strednej úrovne z dvoch alebo viacerých susedných oblastí, ktoré sú určené na optimalizáciu [1].

## 5. ZÁVER

Keďže z hodnôt demograficko-geografických údajov je možné taktiež posúdiť a umiestnenie centier uzlov v rámci atrakčného obvodu, preto by v závere optimalizácie strednej úrovne poštovej prepravnej siete malo dôjsť aj k prehodnoteniu opodstatnenosti alokácie centra v danej lokalite. Za kľúčové ukazovatele, ktoré výrazne ovplyvňujú polohu uzla v rámci atrakčného obvodu možno považovať vzdialenosť atrakčného centra strednej úrovne od jednotlivých obcí a vzdialenosť atrakčného centra strednej úrovne od obcí s poštou [2].

Týmto procesom sa zavŕši jedna z etáp optimalizácie poštovej prepravnej siete a to prehodnotenie opodstatnenosti existencie atrakčných obvodov uzlov strednej úrovne. Popísané metódy však predstavujú iba jednu zo súčastí celkovej mozaiky celého systému optimalizácie poštovej prepravnej siete.

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČOREJOVÁ, T., ACHIMSKÝ, K., FITZOVÁ, M., KAJÁNEK, B.: Projektovanie sietí v pošte I; Edičné stredisko VŠDS, Žilina, 1995, ISBN 80-7100-238-0
- [2] MADLEŇÁK R.: Návrh optimálneho modelu technológie spracovania poštových zásielok. Dizertačná práca doktorandského štúdia. Katedra spojov, Fakulta PEDaS, ŽU v Žiline. 2003.
- [3] MADLEŇÁKOVÁ, L.: Liberalizácia a prístup k poštovej sieti. In: Pošta, Telekomunikácie a Elektronický obchod: elektronický odborný časopis ISSN 1336-8281. - Roč. 1, č. 3 (2006), s. 34-40.
- [4] ŠVADLENKA, L.: Management v poštovních službách. První vydání. Univerzita Pardubice, 2006. 121 s. ISBN 80-7194-714-8.
- [5] ZAJASENSKÁ, O.: Technicko-hospodárske rozbor v spojoch; Alfa, Bratislava, 1989, ISBN: 80-05-00158-4

Recenzent: doc. Ing. Juraj Vaculík, PhD.  
Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta PEDaS, Katedra Spojov