



## KLASIFIKÁCIA ALOKAČNÝCH MODELOV ZARIADENÍ PRE POTREBY VÝSTAVBY A OPTIMALIZÁCIE DISTRIBUČNÝCH SIETÍ.

Daniel Zeman<sup>\*1</sup>, Radovan Madleňák<sup>\*2</sup>

### Úvod

S distribučnými sieťami prichádzame do kontaktu vo sfére súkromného aj verejného sektora. Jedná sa buď o rôzne obchodné reťazce väčšieho či menšieho druhu, ako aj zasielateľské siete a iné prepravné siete, ktorých účelom je prepraviť tovar resp. produkty od jedného zariadenia k druhému, poprípade ku koncovému zákazníkovi. V konečnom dôsledku môžeme nazvať distribučnými sieťami aj siete, prostredníctvom ktorých sa prenášajú informácie a dáta, napr. internet, alebo telekomunikačné siete.

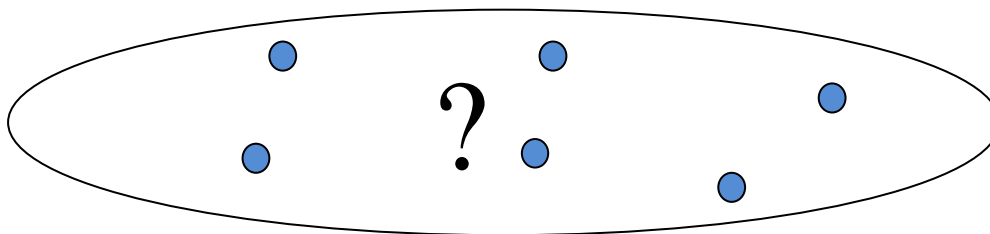
Pre potreby výstavby a organizácie takýchto novovybudovaných sietí, ako aj následnej optimalizácie týchto sietí, alebo optimalizácie už existujúcich starších sietí sa využívajú alokačné modely. Dané modely nachádzajú uplatnenie aj pri sieťach, ktorých účelom nie je prenos produktov, resp. informácií, a to napríklad pri výstavbe sietí zdravotníckych zariadení, pri lokalizácii skládok s nebezpečnými odpadmi a pod..

### Použitie alokačných modelov

Alokačný model predstavuje vo všeobecnosti zjednodušený matematický model, ktorého aplikáciou si môžeme odpovedať na nasledujúce otázky:

- Koľko zariadení by malo byť umiestnených na sieti?

Dáva odpoveď na exaktný počet potrebných zariadení, tak aby boli pokryté všetky požiadavky, a nedošlo tak k situácii, kedy by bol nedostatok potrebných zariadení, alebo naopak nadbytok, a dochádzalo by tak k plytvaniu dostupných kapacít.



Obr. č. 1. Počet zariadení v sieti.

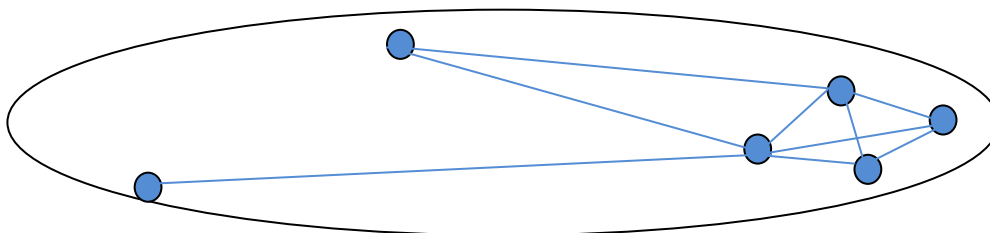
<sup>1</sup> \* Ing. Daniel Zeman, Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, katedra spojov, Univerzitná 1, 010 26 Žilina,  
e-mail: daniel.zeman@fpedas.uniza.sk

<sup>2</sup> \* doc. Ing. Radovan Madleňák, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, katedra spojov, Univerzitná 1, 010 26 Žilina,  
e-mail: radovan.madlenak@fpedas.uniza.sk

- Kde je potrebné dané zariadenia umiestniť?

Zaoberá sa rozmiestnením jednotlivých zariadení v priestore, kde najčastejšie narába s rôznymi metrickými jednotkami predstavujúcimi vzdialenosť medzi jednotlivými zariadeniami. Je potrebné brať do úvahy, aby boli pritom pokryté všetky požiadavky danej oblasti a nedochádzalo na druhej strane k zbytočnej koncentrácii zariadení v oblastiach kde to nie je potrebné.

V inom prípade môže vytvárať vopred definovanú hierarchickú štruktúru jednotlivých zariadení s vyjadrením vzájomného vzťahu nadradenosti a podradenosti.

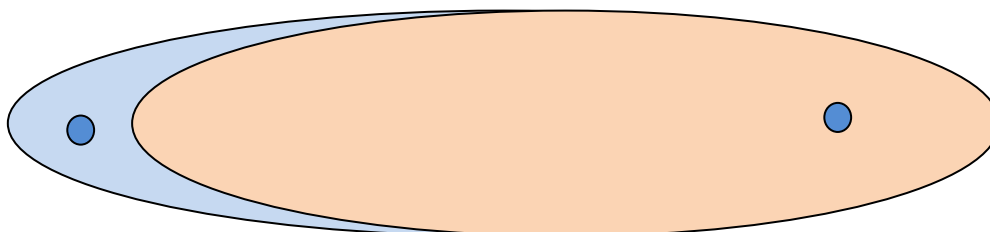


Obr. č. 2. Umiestnenie zariadení v sieti.

- Akú veľkú oblasť by mali tieto zariadenia obsluhovať?

Predstavuje takzvaný dosah jedného zariadenia umiestneného v určitom bode siete. Môže sa nazývať aj akčným rádiom, a môže byť závislý od vzdialenosti, poprípade kapacity lokalizovaného zariadenia.

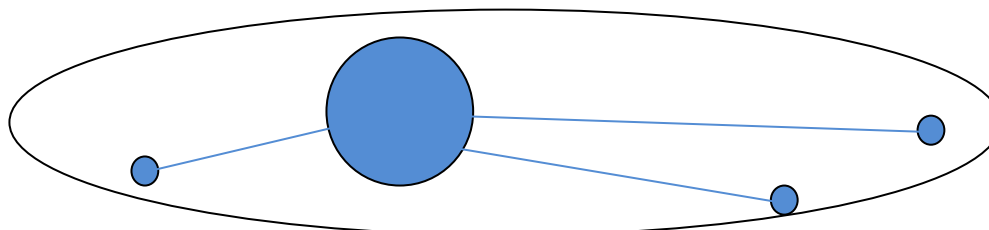
Vo všeobecnosti sa kladie dôraz na rovnomerné rozčlenenie, tak aby nevznikali výrazne disproporčné rozdiely medzi jednotlivými pokrytými oblasťami.



Obr. č. 3. Akčný rádius jednotlivých zariadení v sieti.

- Aké veľké by mali byť jednotlivé zariadenia?

Riešením tejto otázky získame prehľad o potrebnej kapacite daného lokalizovaného zariadenia, t.j. koľko produktov, dát, zásielok je schopné prijať, na dobu nevyhnutného spracovania uskladniť a následne expedovať ďalej, a zároveň tým dostaneme aj údaje o nákladoch potrebných na zabezpečenie takéhoto zariadenia.



Obr. č. 4. Veľkosť jednotlivých zariadení v sieti.

Odpovede na tieto otázky závisia v hlavnej miere na súvislostiach, z pohľadu ktorých je daný alokačný problém posudzovaný, a taktiež na prvkoch a objektoch na ktorých je založený. Výsledkom toho všetkého je nájdenie takej situácie, kedy je možné vyhodnotiť riešenie vzniknutého problému ako najvhodnejšie v daných súčasných podmienkach.

### **Klasifikácia alokačných matematických modelov**

Na základe spoločných znakov, poprípade podobného použitia môžeme alokačné modely zariadení rozdeliť do troch nasledujúcich skupín, pričom každá z nich obsahuje viacero konkrétnych modelov.

1. Nepretržité alokačné modely (z anglického continuous location models, ináč nazývané aj models in the plane).
2. Sieťové alokačné modely (z anglického network location models).
3. Zmiešané celočíselné programové modely (z anglického mixed – integer programming models).
  - nekapacitné jednostupňové modely (uncapacitated single – stage models),
  - kapacitné jednostupňové modely (capacitated single – stage models),
  - viacstupňové modely (multi – stage models),
  - viac produktové modely (multi – product models),
  - dynamické modely (dynamic models),
  - pravdepodobnostné modely (probabilistic models),
  - hub alokačné modely (hub location models),
  - alokačné modely založené na okružných jazdách (routing location models),
  - alokačné modely s viacnásobným cieľom (multi - objective location models)[1].

### **Nepretržité alokačné modely**

Tieto modely je možné charakterizovať na základe dvoch vlastností:

- priestor v ktorom riešime daný alokačný problém je nepretržitý, nepretržitý a to znamená, že je možné alokovať zariadenie v ktoromkoľvek bode v rovine,
- vzdialenosť je meraná prostredníctvom vhodných metrických jednotiek, typicky v sústave manhattan alebo euklidovskej sústave.

Úlohou takto konštruovaných alokačných modelov je nájsť koordináty množstva „p“ zariadení v priestore s ohľadom na minimalizáciu celkovej vzdialenosti medzi lokalizovaným zariadením a miestom vyžadujúcim požiadavky zariadenia.

Najjednoduchší model sa zvykne nazývať aj Weberov model.

### **Sieťové alokačné modely**

V sieťových alokačných modeloch sú vzdialenosti vyčíslené na základe najkratšej vzdialenosti v grafe, pričom v tomto grafe uzly predstavujú požiadavky vrcholov a potenciálna sieť zariadení je tvorená podmnožinou uzlov pospájaných vzájomne hranami.

Najznámejším sieťovým alokačným modelom je tzv. p – median alokačný model, ktorý definoval v roku 1964 S. Louis Hakimi, pričom vychádzal z vylepšeného Weberovho modelu. Neskôr sa ukázalo, že formuláciou tohto modelu sa položili základy pre tvorbu iných deterministických, statických a nekapacitných modelov využívajúcich účelovú funkciu „minisum“.

Všeobecne je  $p$  – median alokačný model určený na nájdenie polohy „ $p$ “ zariadení v sieti so zreteľom na minimalizáciu priemerných nákladov spojených s ich obsluhou, a taktiež minimalizáciou požadovaných hodnôt vzdialeností medzi požiadavkami vrcholu a zariadením, ku ktorému sú priradené.

Nemenej známym alokačným modelom patriacim do tejto skupiny modelov je  $p$  – center alokačný model, aplikáciou ktorého sa snažíme minimalizovať akčný rádius tak, aby každá požiadavka vrcholu bola pokrytá v rámci vnútorne stanovenej vzdialenosti jedným zo zariadení. Zjednodušene to môžeme vyjadriť, že v danom modeli ide o minimalizáciu maximálnej vzdialenosti medzi požiadavkou vrcholu a najbližším zariadením k tomuto vrcholu – minimax[3].

V rámci jednotlivých modelov je teda možné rozpoznať dva typy účelových funkcií, ktoré požadujeme od daného modelu, a to: minisum a minimax. Minisum modely sú vytvorené za účelom minimalizácie priemerných vzdialeností medzi umiestňovanými zariadeniami, na druhej strane minimax modely sú určené pre minimalizáciu maximálnych vzdialeností medzi týmito zariadeniami. Zatiaľ čo minisum modely riešia predovšetkým alokačné problémy súkromných spoločností, tak minimax modely nachádzajú väčšie uplatnenie pri riešení takýchto problémov vyskytujúcich sa vo sfére verejného sektora.

### **Zmiešané celočíselné programové alokačné modely**

Vychádzajúc z vopred stanovenej množiny miest (uzlov), do ktorej môžu byť alokované požadované zariadenia, veľa alokačných problémov je možné modelovať prostredníctvom zmiešaných celočíselných programových alokačných modelov.

Tieto alokačné modely sa len mierne odlišujú od sieťových alokačných modelov. Zatiaľ čo sieťové alokačné modely jasne znázorňujú štruktúru množiny potenciálnych zariadení a ich vzájomných metrických vzdialeností, tak na druhej strane programové alokačné modely len jednoducho využívajú vstupné údaje a parametre, bez potreby vedieť odkiaľ tieto údaje pochádzajú.

Skupinu týchto alokačných modelov je možné rozčleniť na niekoľko rôznych druhov alokačných modelov, vychádzajúc pritom z účelu ich použitia a dostupných údajov:

Kapacitné a nekapacitné alokačné modely - nekapacitné modely nie sú ovplyvňované obmedzujúcimi požiadavkami plynúcimi z polohy umiestňovaného zariadenia. Ak je kapacita nevyhnutnou požiadavkou potenciálneho miesta umiestnenia nového zariadenia, potom je nutné umiestňovať toto zariadenie s maximálnou opatrnosťou. Pre potreby naplnenia týchto kapacitných podmienok sa môže v neskoršej dobe vyhodnotiť, či budú tieto kapacity dopĺňané z jednotlivých alebo viacnásobných zdrojov.

Jednoúrovňové a viacúrovňové alokačné modely - jednoúrovňové modely sa zameriavajú na distribučné systémy zabezpečujúce pokrytie práve jednej úrovne. Naopak viacúrovňové modely sú určené na vyhodnocovanie toku produktov prechádzajúceho niekoľkými hierarchicky usporiadanými úrovňami.

Jedno produktové a viac produktové alokačné modely - jedno produktové modely sú charakterizované skutočnosťou, že požiadavky, cena a dostupné kapacity niekoľkých produktov môžu byť zoskupené do jedného rovnorodého produktu. V prípade ak sa produkt aj naďalej javí ako nehomogénny, je vhodné analyzovať štruktúru zvoleného distribučného systému prostredníctvom viac produktových modelov.

Statické a dynamické alokačné modely - úlohou statických modelov je optimalizovať výkon celkového systému za účelom jednej reprezentatívnej periódy, ktorá by takto predstavovala určitý pohľad na systém. To je v kontraste s dynamickými modelmi zobrazujúcimi údaje (cena, požiadavky, kapacity, atď.), ktoré sa neustále menia v čase, a ktoré nám umožňujú takto vytvoriť dlhodobejší plán v horizonte udalostí.

Deterministické a pravdepodobnostné modely - vo všeobecnosti vstup do modelu, resp. jeho štruktúra, pôvod a dôveryhodnosť, nie sú vždy známe s istotou. Údaje sú dosť často založené na predpovediach, odhadoch a podobných nie veľmi presných postupoch, čo prináša so sebou vždy určitý stupeň neistoty o konečnom výsledku použitého modelu. Na základe toho je možné rozlíšiť deterministické modely, kedy predpokladáme, že vstupný tok dát a ich štruktúra sú známe s istotou, alebo pravdepodobnostné modely, ak vstupný tok dát je predmetom neistoty a je možné o ňom pochybovať[1].

## **Záver**

Použitie vhodného alokačného modelu pri výstavbe novej siete, či pri optimalizácii už stávajúcej je vždy v konečnom dôsledku závislé od účelu na aký je daná sieť projektovaná. Každý z vyššie uvedených modelov prináša pre svojho riešiteľa určité výhody ale zároveň aj nevýhody, ktorých výsledok je možné vidieť prostredníctvom rôznych simulácií a dosiahnutých výsledkov.

Snahou riešiteľa by tak vždy malo byť dosiahnutie optimálneho riešenia, ktoré by predstavovalo konečnú podobu projektovanej siete, bez potreby ďalších optimalizácií, a s tým spojenými výdavkami v podobe ľudských a materiálových zdrojov.

## **Literatúra**

- [1] DREXL, A., KLOSE, A.: Facility location models for distribution system design, In: European Journal of Operational Research 162 (2005) 4 – 29, Dostupné na: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- [2] MADLEŇÁK, R. 2005. Algoritmy vhodné pre optimalizáciu najvyššej úrovne poštovej prepravnej siete. In: Doprava a Spoje [online], 1, Dostupné na: <http://fpedas.uniza.sk/dopravaaspoje/rok.php?rok=2005&c=1>.
- [3] ZEMAN, D.: Konštrukcia prepravnej siete alternatívneho poštového operátora, diplomová práca, Katedra spojov, Žilinská univerzita v Žiline, 2009