

OPTIMALIZÁCIA STANÍC POZEMNEJ ZÁCHRANNEJ ZDRAVOTNEJ SLUŽBY V ŽILINSKOM SAMOSPRÁVNOM KRAJI

Luboslava Lašová *)

ABSTRAKT

Obsah článku je zameraný na optimalizáciu staníc pozemnej záchranej zdravotnej služby v Žilinskom samosprávnom kraji, ktorá poskytuje neodkladnú zdravotnú starostlivosť.

Kľúčové slová:

Pozemná záchranná zdravotná služba, stanica, optimalizácia

ABSTRACT

This article contains information about emergency medical services in Žilina Region. The article is to show the optimization stations of emergency medical service.

Key words:

Emergency medical service, station, optimization

ÚVOD

Poskytovanie neodkladnej zdravotnej starostlivosti je úlohou záchranej zdravotnej služby, preto je potrebné zabezpečiť najrýchlejší príjazd ambulancií na miesto potreby. Súčasný rozmiestnenie staníc pozemnej záchranej zdravotnej služby (ďalej len PZZS) je vykonané na základe optimalizácie ministerstva zdravotníctva, kedy sa kládol dôraz najmä na 15 minútový dojazd ambulance zo stanice PZZS na miesto potreby. V článku je riešená optimalizácia, ktorá zohľadňuje miesta vzniku mimoriadnej udalosti, pri riešení ktorých sa vyžaduje zásah viacerých ambulancií. Pri spoločnom zásahu viacerých ambulancií nastávajú v sieti staníc PZZS určité nepokryté obce, na ktoré nie je možné zabezpečiť odporúčaný 15 minútový dojazd.

*) Luboslava Panáková, Ing., Katedra technických vied a informatiky, Fakulta špeciálneho inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, E-mail: Luboslava.Panakova@fsi.uniza.sk

1 OPTIMALIZÁCIA STANÍC POZEMNEJ ZÁCHRANNEJ ZDRAVOTNEJ SLUŽBY

V rámci optimalizácie je využitá aplikácia Nástroj na podporu rozhodovania. Hlavným cieľom optimalizácie je minimalizovať súčty vzdialeností obcí Žilinského samosprávneho kraja (ďalej len ŽSK) od najbližšie umiestnenej stanice PZZS. Ako súčty vzdialenosti sa myslia časy prepravy zo stanice PZZS do rôznych obcí ŽSK. Ako kritérium návrhu novej siete staníc PZZS je zvolená minimalizácia počtu obyvateľov, ktorí nie sú obsluhovaní v stanovenom čase. Matematický model takejto úlohy vyzerá nasledovne:

$$\text{MIN} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} x_{ij} c_{ij} b_j$$

$$x_{ij} \leq y_i, i \in I, j \in J \quad (1)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ij} = 1, j \in J \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} y_i \leq P\text{Max} \quad (3)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, i \in I, j \in J \quad y_i \in \{0,1\}, i \in I \quad (4)$$

Množinu staníc PZZS predstavuje množina I . J je množina obsluhovaných obcí, b_j je počet obyvateľov v j -tej obsluhovanej obci. Koeficient c_{ij} je rovný 0, ak je j -tá obec vzdialená od i -tej stanice do určenej vzdialenosti vrátane, inak je rovný 1. Premenná x_{ij} nadobúda hodnotu 1 ak je j -tá obec obsluhovaná i -tou stanicou, inak je rovná 0 a premenná y_i modeluje rozhodnutie či i -tá stanica PZZS bude ($y_i = 1$), alebo nebude ($y_i = 0$) umiestnená.

Prvá podmienka (1) zabezpečuje, že ak bude obec j obsluhovaná stanicou i ($x_{ij}=1$), tak i -tá stanica musí byť umiestnená ($y_i=1$). Ide o takzvanú väzbovú podmienku. Druhá podmienka (2) hovorí, že každá obec musí byť priradená práve jednej stanici. Tretia (3) znamená, že počet umiestnených staníc nebude vyšší ako P -Max. Posledné (4) sú obligatórne podmienky nastavujú premenné x_{ij} a y_i ako bivalentné. Účelová funkcia zabezpečuje minimalizáciu počtu obyvateľov obcí, ktorí nie sú obsluhovaní v stanovenom čase.

1.1 SÚČASNÝ STAV POZEMNEJ ZÁCHRANNEJ ZDRAVOTNEJ SLUŽBY

Pred začatím optimalizácie sa najskôr zhodnotila aktuálna situácia. V prvom kroku aplikácie bolo potrebné identifikovať strediská a obsluhované obce. Ako strediská boli zvolené sídla jednotlivých staníc PZZS a obsluhované obce boli všetky obce nachádzajúce sa v ŽSK. Ich počet je 315. V mestách, v ktorých sa nachádzajú dve a viac staníc, boli vo výpočtoch určené len jednou stanicou.

V nastaveniach aplikácie boli zadefinované rýchlosti úsekov, ktoré sú potrebné pre výpočty. Úseky na sieti sú rozdelené do piatich tried: diaľnica, 1. trieda – 4. trieda.

Jednotlivým triedam boli priradené priemerné rýchlosti ambulancií PZZS, na základe predpokladu bezpečnej jazdy:

- 105 km/h pre diaľnicu a rýchlostnú cestu,
- 90 km/h pre cestu 1. triedy,
- 70 km/h pre cestu 2. triedy,
- 60 km/h pre cestu 3. triedy,
- 50 km/h pre ostatné (označené ako 4. trieda).

Z výpočtov vyplýva, že obce Kaľamenová, Vrícko a Čičmany, sú obcami, do ktorých bol dojazd ambulancií do roku 2010 realizovaný zo staníc PZZS za viac ako 15 minút. Po novej optimalizácii v roku 2010 je teoretický dojazd zabezpečený do 15 minút v rámci všetkých obcí ŽSK pri veľmi priaznivých podmienkach prírodného prostredia a vyššie uvedených priemerných rýchlosti. Je samozrejme, že uvedené rýchlosti sú ťažko dosiahnuteľné. V mnohých prípadoch majú ambulancie príjazd do obce, kde vznikla MU nižší ako 15 minút. Problémom ostáva, že príjazd na presne určené miesto od výjazdu ambulancie je vyšší ako 15 minút.

Ďalším problémom je schopnosť staníc PZZS zabezpečiť poskytnutie neodkladnej zdravotníckej starostlivosti v obciach ŽSK do 15 minút, v prípade keď najbližšia ambulancia sa podieľa na inom riešení MU. Na zistenie, koľko sa takýchto obcí nachádza v ŽSK, bol vykonaný opakovaný prepočet pomocou aplikácie - Nástroj na podporu rozhodovania. Z výpočtov vyplynulo, že v 28 obciach ostáva problém príjazdu ambulancie do 15 minút v prípade obsadenia najbližšej ambulancie. Približne 21 764 obyvateľov ŽSK je vystavených oneskorenému poskytnutiu neodkladnej zdravotníckej pomoci. Z tohto dôvodu sa v nasledujúcej časti vykoná optimalizácia staníc PZZS v ŽSK.

1.2 OPTIMALIZÁCIA POMOCOU NÁSTROJA NA PODPORU ROZHODOVANIA

Množinu stredísk predstavujú všetky obce, kde môžu byť zriadené stanice PZZS. Túto množinu a tiež množinu obsluhovaných obcí predstavujú všetky obce v ŽSK. Čas D-Max bol v aplikácii určený na 15 minút, znamená, že každá obec ŽSK musí byť obslužená ambulanciou z najbližšej umiestnenej stanice do 15 minút. Ďalším vstupným údajom je P-Max. Predstavuje maximálny počet staníc, ktoré môžu byť umiestnené v rámci ŽSK. Zvolíme maximálne 45 staníc.

Výsledok optimalizácie je zobrazený v tabuľke číslo 1. Počiatočné náklady na zriadenie novej siete staníc by sa mali po určitom čase prejavíť v rámci nižších prevádzkových nákladov v porovnaní s nákladmi na prevádzku súčasných 36 staníc PZZS.

Teoretický čas príjazdu ambulancie z druhej najbližšej stanice PZZS je po vykonanej optimalizácii do 21 obcí v ŽSK vyšší ako 15 minút. V porovnaní so súčasným stavom je to menej o 7 obcí, o 7 staníc PZZS a o 3 923 „nepokrytých“ obyvateľov PZZS.

Tabuľka 1 Optimalizácia staníc PZZS [Zdroj: vlastné spracovanie z výstupu aplikácie]

Vstupné údaje	Počet obsluhovaných obcí v ŽSK	315			
	Počet kandidátov na stanicu PZZS	315			
	D-Max	15			
	P-Max	45			
Riešenie	Čas výpočtu	30 sekúnd			
	Počet nepokrytých obyvateľov do 15. minút	0			
	Počet staníc po optimalizácii	29			
Návrh obcí s novými sídlami pre stanice PZZS					
1.	Beňadovo	11.	Huty	21.	Liptovský Mikuláš
2.	Bešeňová	12.	Kotešová	22.	Martin
3.	Bytča	13.	Kráľova Lehota	23.	Medzibrodie nad Oravou
4.	Čadca	14.	Kraľovany	24.	Nižná Boca
5.	Čimhová	15.	Krivá	25.	Nová Bystrica
6.	Dlhá nad Kysucou	16.	Krušetnica	26.	Oravská Polhora
7.	Dolný Kubín	17.	Kysucké Nové Mesto	27.	Turčiansky Ďur
8.	Fačkov	18.	Lietavská Lúčka	28.	Vyšná Boca
9.	Gbeľany	19.	Liptovská Kokava	29.	Zázrivá
10.	Horná Štubňa	20.	Liptovská Lužná		-

* Bunky zvýraznené šedou farbou obsahujú obce, v ktorých by stanice PZZS ostali zriadené.

2 OPTIMALIZÁCIA S PRIHLIADNUTÍM NA MIESTA VZNIKU MIMORIADNEJ UDALOSTI

Možné miesta vzniku mimoriadnej udalosti typu NHPO sú vytypované na základe *Analýz možného vzniku mimoriadnej udalosti v územných obvodoch Obvodných úradov Čadca, Dolný Kubín, Liptovský Mikuláš, Martin, Námestovo, Ružomberok a Žilina*, ktoré boli poskytnuté pracovníkmi Obvodných úradov na sekcií civilnej ochrany.

V rámci pridelovania určitej priority obsadenia obce stanicou PZZS sa brali do úvahy nasledujúce kritéria:

- počet obyvateľov,
- miesta vzniku častých dopravných nehôd a reťazových dopravných nehôd na cestách,
- možný vznik havárie vo výrobných podnikoch (havária spojená s únikom nebezpečných látok),
- miesta, kde býva realizovaná preprava nebezpečných látok cestnou a železničnou dopravou,
- miesta, v ktorých sa zhromažďuje veľký počet obyvateľov (športové haly a kultúrne strediská, odbavovacie haly na letiskách, železničné stanice v mestách, školské zariadenia a zdravotnícke zariadenia).

Pomocou viackriteriálneho rozhodovania s využitím metódy rozhodovacej matice a na základe stanovených kritérií boli obce v ŽSK hodnotené. Výsledkom je množina 137 obcí, ktoré sú vytypované ako kandidátske obce na zriadenie staníc PZZS z hľadiska možného vzniku MU.

Následne boli vykonané numerické experimenty zamerané na skrátenie a predĺženie doby príjazdu ambulancie zo stanice PZZS na miesto MU. Pričom sa minimalizoval počet obyvateľov v obciach, ktorí nie sú obslužení v stanovenom čase D-Max. Výpočty boli riešené pre rôzne hodnoty D-Max na počítači s parametrami: Pentium 2.99GHz, 512MB pamäte RAM. Výsledky experimentov sú spracované v tabuľke číslo 2.

Tabuľka 2 Numerické experimenty [Zdroj: vlastné spracovanie z výstupu aplikácie]

Vstupné údaje	Počet obsluhovaných obcí v ŽSK	315
	Počet kandidátov na stanicu PZZS	137
	P-Max	45
Riešenie 1. variant	D-Max	12 minút
	Počet nepokrytých obyvateľov do 12 minút	873
	Počet stredísk po optimalizácii	38
Riešenie 2. variant	D-Max	15 minút
	Počet nepokrytých obyvateľov do 15 minút	644
	Počet stredísk po optimalizácii	29
Riešenie 3. variant	D-Max	20 minút
	Počet nepokrytých obyvateľov do 20 minút	201
	Počet stredísk po optimalizácii	25

Na zhodnotenie experimentov bola opäť využitá metóda rozhodovacej matice. Bodovou stupnicou od 1 po 10 tak, že stupeň 1 je priradený najmenšej váhe a stupeň 10 váhe najväčšej. Rovnaká stupnica je použitá i pri hodnotení skutočností, ako jednotlivé varianty riešenia vyhovujú zvoleným kritériám. Poradie vhodných návrhov optimalizácie sú spracované v tabuľke číslo 3.

Tabuľka 3 Poradie návrhov optimalizácie [Zdroj: vlastné spracovanie z výstupu aplikácie]

Kritérium	Váha	Hodnotenie variantov					
		1. variant		2. variant		3. variant	
D-Max	9	12 minút	9	15 minút	8	20 minút	6
Počet nepokrytých obyvateľov	8	873	4	644	5	201	7
Počet navrhnutých stredísk	5	38	5	29	6	25	7
Počet nepokrytých obyvateľov v prípade obsadenia najbližšej stanice PZZS	7	14 978	6	13 072	7	20 874	4
Počet nepokrytých obcí v prípade obsadenia najbližšej stanice PZZS	5	12	5	12	5	16	4
Vážený súčet			205		216		193
Poradie			2.		1.		3.

Výpočty, ktoré boli potrebné pri optimalizácii, boli riešené na základe reálnych údajov cestnej siete ŽSK. Výsledkom numerických experimentov optimalizácie s prihliadnutím na kritické miesta, kde môže vzniknúť MU a vzhľadom na počet obyvateľov nachádzajúcich sa v jednotlivých obciach, boli 3 varianty. Ako najlepší variant na základe viackritériálneho rozhodovania je variant druhý, v ktorom je

teoretický dojazd ambulancie zo stanice PZZS na potrebné miesto MU stanovený na 15 minút.

ZÁVER

Pri rozmiestnení staníc PZZS v ŽSK je dôležité brať do úvahy aj možnosť vzniku mimoriadnych udalostí v jednotlivých obciach. Podľa vykonaných výpočtov je súčasná sieť staníc PZZS v ŽSK prehodnotená, no nie dostatočná na to, aby zabezpečila poskytovanie neodkladnej zdravotnej starostlivosti čo najväčšiemu počtu obyvateľov do 15 minút.

Podľa zistených skutočností na poskytovanie neodkladnej zdravotnej starostlivosti je potrebné rozmiesniť v ŽSK minimálne 29 staníc PZZS v týchto obciach: Belá, Divina, Dolný Hričov, Rajec, Rajecké Teplice, Kysucké Nové Mesto, Čadca, Klokočov, Nová Bystrica, Dolný Kubín, Istebné, Jasenová, Bukovina, Martin, Benice, Klin, Mútne, Liptovská Lúžna, Bodorová, Trstená, Liptovský Mikuláš, Horná Štubňa, Tvrdošín, Lokca, Krásno nad Kysucou, Hybe, Karlová, Stráňavy a Žilina. Touto alokáciou sa zabezpečí rýchle poskytovanie neodkladnej zdravotnej starostlivosti a pri riešení MU, ktoré si vyžadujú spoločné zásahy viacerých ambulancií, lepšie pokrytie obyvateľstva v ŽSK PZZS.

LITERATÚRA

- [1] Analýzy územia z hľadiska vzniku možných mimoriadnych udalostí v územnom obvode v pôsobnosti Obvodného úradu Dolný Kubín, Čadca, Liptovský Mikuláš, Martin, Námestovo, Ružomberok, Žilina. [E-mail to: [Luboslava Lašová Luboslava.Lasova@fsi.uniza.sk](mailto:Luboslava.Lasova@fsi.uniza.sk)].
- [2] LAŠOVÁ, Ľ. Vývoj pozemnej záchranej zdravotnej služby v Slovenskej republike. In LOGVD - 2010 Dopravná logistika a krízové situácie : [zborník z 13. vedecko-odbornej konferencie s medzinárodnou účasťou]. Žilina 23.-24.9.2010. Žilina: Žilinská univerzita, 2010. s. 129-132. ISBN 978-80-554-0271-0.
- [3] TOMEK, M. Možnosti poskytovania pomoci vozidlami záchranej zdravotnej služby pri riešení krízových situácií v doprave. In: LOGI 2007 : "Externí poskytování logisitických služeb" : 8. konference s mezinárodní účastí : 20. března 2007, Hotel Technik, Lázně Bohdaneč. - Pardubice: Institut Jana Pernera, 2007. - ISBN 80-86530-35-3. - S. 199-206.

Článok recenzoval:
doc. Ing. Miroslav Tomek, PhD.