

KRIZOVÉ SITUACE A NÁVRH METODIKY REDUKCE DOPRAVNÍ OBSLUHY

Pavel Drdla¹

1. ÚVOD

Prezentována je možná metodika redukce dopravní obsluhy území veřejnou dopravou v krizových situacích.

2. ANALÝZA DOPRAVNÍ OBSLUHY PŘED VZNIKEM KRIZOVÉ SITUACE (KROK 1)

Nejprve je třeba zjistit rozsah dopravní obsluhy před vznikem krizové situace. Pokud vznikne potřeba sumarizovat nabídku jednotlivých dopravních prostředků (oborů), lze využít následující vyjádření:

$$DO \approx \left\{ \left\{ A_{DP} \right\}_{DP=1}^n \right\},$$
$$A_{DP} \approx \left\{ \left\{ A_{SP,DP} \right\}_{SP,DP=1,DP}^{m,DP} \right\},$$

kde:

DO – rozsah dopravní obsluhy (množina dopravních spojů),

A_{DP} – množina dopravních spojů jednoho druhu dopravního prostředku nebo dopravního oboru v rámci dopravní obsluhy,

$A_{SP,DP}$ – dopravní spoj dopravního prostředku nebo oboru DP v rámci dopravní obsluhy,

n – počet dopravních prostředků nebo oborů, podílejících se na dopravní obsluze,

m – počet spojů v rámci jednoho dopravního prostředku nebo oboru DP .

3. ZJIŠTĚNÍ ROZSAHU OMEZENÍ DOPRAVNÍ OBSLUHY KRIZOVÝM STAVEM (KROK 2)

V tomto případě je třeba u jednotlivých dopravních prostředků nebo oborů a potom i u jejich jednotlivých spojů zjistit stupeň omezení. Zde je ale třeba nastolit otázku, zda se bude stupeň omezení používat jako souhrnná veličina, nebo se použije stupňů několik a z nich se „synergickým efektem“ zjistí stupeň výsledný. Pro tuto druhou možnost lze vše vyjádřit následovně:

$$SO_{sp(synergie)} = \sum_{i=1}^n (SO_{sp}^i * w^i),$$

¹ Ing. Pavel Drdla, PhD., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra technologie a řízení dopravy, Studentská 95, 53210 Pardubice, Tel.: +420-466036204 Fax: +420-466036303, E-mail: pavel.drdla@upce.cz

$$w \in \langle 0; 1 \rangle,$$

kde:

SO_{sp} (synergie) – stupeň omezení spoje určený synergickým efektem dílčích stupňů omezení,

SO_{sp}^i – dílčí (i -tý) stupeň omezení spoje,

n – počet dílčích stupňů omezení spoje,

w_i – váha dílčího (i -tého) stupně omezení spoje.

Obdobným způsobem se ohodnotí jednotlivé úseky dopravní sítě, a to pro všechny dopravní prostředky nebo obory. Dopravní síť se rozdělí na jednotlivé dílčí úseky tak, aby je všechny v celé jejich délce bylo možno ohodnotit stejnou hodnotou stupně omezení. V tomto případě se dá situace vyjádřit následujícími vztahy:

$$DC \approx \{L_i\} \text{ pro } i \in \langle 0; 1 \rangle,$$

$$L_i \approx \left\{ l_{j(i)} \right\}_{j(i)=1}^{n(i)},$$

kde:

DC – množina hran na dopravní síti příslušné oblasti přímo nebo nepřímo omezené krizovou situací,

L_i – množina hran na dopravní síti se stejným stupněm (i) omezení krizovou situací,

$l_{j(i)}$ – konkrétní j -tá hrana na dopravní síti s i -tým stupněm omezení krizovou situací,

n – počet hran na dopravní síti s i -tým stupněm omezení krizovou situací.

Nakonec se v tomto kroku provede ohodnocení využitelnosti vlastních dopravních prostředků s ohledem na vzniklou krizovou situaci – tímto se myslí vyloučení těch dopravních prostředků, které jsou pro další provoz nepoužitelné (poškozené krizovou situací, „odříznuté“ od dopravní sítě apod.). Postup formulace situace matematickým vyjádřením je analogický jako u předchozích vztahů.

4. OHODNOCENÍ DŮLEŽITOSTI (VAH) JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ DOPRAVNÍ OBSLUHY PRO OMEZENÍ OBSLUHY DOPRAVNÍHO SYSTÉMU JAKO CELKU (KROK 3)

Ve třetím kroku se provede vlastní ohodnocení důležitosti (využitím tzv. vah) jednotlivých prvků dopravní obsluhy, čímž se zde myslí ohodnocení důležitosti jednotlivých spojů na linkách, ohodnocení důležitosti jednotlivých dílčích úseků dopravní sítě (viz výše) pro zajištění omezené dopravní obslužnosti a ohodnocení významu nasazování jednotlivých druhů dopravních prostředků na dopravních hranách pro eliminaci následků krizového stavu na dopravní obslužnost.

Vše lze vyjádřit následujícím způsobem:

$$\bar{E}_{(DO)} \approx \left\{ E_{(DO)}(w_{E(DO)}) \right\}, \quad \forall E_{(DO)},$$

$$w_{E(DO)} \in \langle 0,1 \rangle$$

kde:

$E_{(DO)}$ – prvek dopravní obsluhy (tj. spoj na lince, dílčí úseky dopravní sítě, dopravní prostředky apod.),

$W_{E(DO)}$ – váha (významnost) prvku dopravní obsluhy,

$\overline{E}_{(DO)}$ - prvek dopravní obsluhy se zahrnutým parametrem „váha prvku dopravní obsluhy“ (vektorová veličina).

5. ZJIŠTĚNÍ DUPLICIT U SOUBĚHŮ V DOPRAVNÍ OBSLUZE (KROK 4)

Zde se analyzuje situace v duplicitní nabídce spojů na dopravní síti. Obecně platí, že je s ohledem na vzniklou krizovou situaci nutné zabezpečit pouze minimální dopravní obsluhu pro zajištění základních přepravních potřeb v oblasti. Ovšem při minimalizaci rozsahu dopravní obslužnosti se nesmí zapomenout na zajištění dostatečné kapacity nabídky přepravy pro jednotlivé (dílčí) hrany dopravní sítě, resp. i se zohledněním příslušného časového období ve dne.

Celou situaci lze vyjádřit následujícím matematickým zápisem:

$$\begin{aligned} DC &\approx \{L_i\} \text{ pro } i \in \langle 0; 1 \rangle, \\ L_i &\approx \{l_{j(i)}\}_{j(i)=1}^{n(i)}, \\ \overline{\{E_{(DO)}(l_{j(i)}; t_A)\}} &\approx \{z * \overline{\{E_{(DO)}(l_{j(i)}; t_A)\}}\}, \text{ pro } \forall l_{j(i)}, \\ t_A &\in \langle 0\text{hodin}; 24\text{hodin} \rangle, \\ z &\in N \quad \wedge \quad z > 0, \end{aligned}$$

kde:

DC – množina hran na dopravní síti příslušné oblasti přímo nebo nepřímo omezené krizovým stavem,

L_i – množina hran na dopravní síti se stejným stupněm (i) omezení krizovým stavem,

$l_{j(i)}$ – konkrétní j -tá hrana na dopravní síti s i -tým stupněm omezení krizovým stavem,

n – počet hran na dopravní síti s i -tým stupněm omezení krizovým stavem,

$\overline{\{E_{(DO)}(l_{j(i)}; t_A)\}}$ – množina prvků (zde spojů) vektorového charakteru na j -té hraně na dopravní síti s i -tým stupněm omezení, vztažená na určené časové období t_A ,

t_A – analyzovaný časový úsek zabezpečování dopravní obsluhy při krizovém stavu,

z – počet případů duplicit nabídky spojů na dané dílčí hraně $l_{j(i)}$ za stanovený časový úsek t_A (především za dopravně-přepravní špičku),

$\overline{\{E_{(DO)}(l_{j(i)}; t_A)\}}$ – hledaná množina duplicitních spojů vektorového charakteru na dílčí hraně dopravní sítě a časovém úseku.

Po provedení zjištění duplicit je ale třeba navíc ještě zohlednit, zda odstranění uvedené duplicity postačí k zachování dostatečné kapacity dopravní obslužnosti na jednotlivých dílčích dopravních hranách. Toto se týká především situace v oblastech nepřímo ovlivněných krizovým stavem. Této problematice se věnuje následující část.

6. OPTIMALIZACE NABÍDKY DOPRAVNÍ OBSLUHY V OBLASTECH NEPŘÍMO OVLIVNĚNÝCH KRIZOVOU SITUACÍ (KROK 5)

V tomto případě se jedná o problematiku zajišťování dopravní obsluhy v oblastech, které jsou tzv. nepřímo ovlivněné krizovou situací, tzn., že z této oblasti vycházejí dopravní hrany, které jsou ovlivněny přímo krizovou situací, nebo jsou zde dopravní hrany, využívané k pokrytí rozhodujících přepravních proudů v regionu ovlivněných krizovou situací.

Je proto třeba zjistit, zda přepravní poptávku není možné pokrýt jiným dopravním prostředkem nebo oborem. Obecně je lepší preferovat prvky dopravní obsluhy (zde především jednotlivé dopravní spoje) s menším omezením vlivem nastalé krizové situace. V tomto případě je ale třeba dodržet minimální rozsah dopravní obslužnosti pro každou (dílčí) dopravní hranu (zde označováno jako Q_H).

Matematicky je možné toto vyjádřit následujícím způsobem:

$$\begin{aligned} \overline{H}_{(i,t)}(w_E; q_H; i) &\approx \overline{E}_{(DO)}(I_{j(i)}; t_A; w_E; q_H; i), \\ \text{pro } \forall E_{(DO)} \wedge \forall I_{j(i)} \wedge \forall t_A \wedge q_H > 0 \wedge i \in \langle 0; 1 \rangle, \\ \overline{H}_{(j,t)} \Big|_{NEPRIMO} &:= \{H_{(i,t)}(w_E; q_H; i)\}, \\ \text{pro } \{i * w_E * q_H\} &\rightarrow \max \wedge \text{pro } \left(\sum q_H \geq Q_H \wedge \text{pro } \left(\sum q_H - Q_H \right) \rightarrow 0 \right) \end{aligned}$$

kde:

$\overline{E}_{(DO)}(I_{j(i)}; t_A; w_E; q_H)$ – množina entit (zde spojů) dopravní obsluhy na určité hraně dopravní sítě se stupněm omezení v důsledku vzniku krizové situace (zde stupeň omezení zvláště pro každý spoj na hraně), vztažená na analyzovaný časový úsek a dále charakterizovaná vahou a kapacitou entity,

$\overline{H}_{(i,t)}(w_E; q_H; i)$ – zkrácený zápis předchozí množiny entit, kde se nyní za entity uvažují pouze spoje na (dílčí) dopravní hraně,

$E_{(DO)}$ – obecná entita dopravní obsluhy na dopravní síti,

i – stupeň omezení entity dopravní obsluhy vzniklou krizovou situací,

$\overline{H}_{(j,t)} \Big|_{NEPRIMO}$ – hledaná množina spojů na (dílčí) dopravní hraně, splňující podmínku zajištění minimálního objemu přepravní nabídky při nejvyšších synergicky zohledněných parametrech stupeň omezení krizovým stavem a váha dopravního spoje, w_E – váha dopravního spoje na analyzované (dílčí) dopravní hraně pro zabezpečení dopravní obsluhy,

q_H – parametr definující velikost nabídky přepravní kapacity spoje,

Q_H – minimální mez (zahrnující rezervu z důvodu časových a prostorových nerovnoměrností přepravy) velikosti nabídky přepravní kapacity vybraných spojů na (dílčí) dopravní hraně.

Analogicky se bude postupovat i pro ostatní (dílčí) dopravní hrany s důrazem na zajištění nezbytně nutné dopravní obsluhy.

7. VYTVÁŘENÍ NÁHRADNÍ DOPRAVNÍ OBSLUHY V OBLASTECH OVLIVNĚNÝCH KRIZOVÝM STAVEM (KROK 6)

V tomto případě je třeba nejprve zjistit, zda zbývající rozsah dopravní obslužnosti na jednotlivých (dílčích) dopravních hranách vyhovuje.

Může proto u každé hrany dojít ke dvěma situacím:

a) $\sum q_H \geq Q_H$: v tomto případě se postupuje obdobně jako u předchozího kroku v oblastech nepřímo ovlivněných krizovým stavem a jako výsledek zde slouží analogicky zjištěná množina spojů $\overline{\{H_{(j,t)}\}}_{PRIMO}$;

b) $\sum q_H < Q_H$: pro tuto situaci se využijí všechny nabídky (tedy spoje) přepravních kapacit u jednotlivých (dílčích) dopravních hran, doplněné o spoje nově vytvořené. Měla by zde platit zásada, že u nově vytvořených spojů by se nemělo jednat o spoje ve vztahu k dopravní hraně charakteru úsekového, ale měly by se stávající spoje z jiných dopravních hran prodlužovat na omezené hrany (minimalizace přestupů, které samy o sobě způsobují při vzniku krizové situace dosti velký problém).

ad b) lze vše vyjádřit následovně:

$$\overline{\{H_{(l,t)}(q_H)\}} \approx \overline{\{E_{(DO)}(l_j; q_H; t_A)\}}, \text{ pro } \forall E_{(DO)} \wedge \forall l_j \wedge \forall t_A \wedge q_H > 0,$$

$$\overline{\{H_{(j,t)}\}}_{PRIMO} := \overline{\{H_{(l,t)}(q_H)\}} + \overline{\{H_{(l,t)}''(q_H'')\}},$$

$$\text{pro } \sum q_H + \sum q_H'' \geq Q_H \wedge \text{pro } \left(\sum q_H + \sum q_H'' - Q_H \right) \rightarrow 0$$

kde:

$\overline{\{E_{(DO)}(l_j; q_H; t_A)\}}$ - množina entit (zde spojů) dopravní obsluhy na určité hraně dopravní sítě, vztažená na analyzovaný časový úsek a dále charakterizovaná kapacitou entity,

$\overline{\{H_{(l,t)}(q_H)\}}$ - zkrácený zápis předchozí množiny entit, kde se nyní za entity uvažují pouze spoje na (dílčí) dopravní hraně,

$E_{(DO)}$ - obecná entita dopravní obsluhy na dopravní síti,

$\overline{\{H_{(j,t)}\}}_{PRIMO}$ - hledaná množina spojů na (dílčí) dopravní hraně, splňující podmínku zajištění minimálního objemu přepravní nabídky při nejvyšších synergicky zohledněných parametrech omezených krizovou situací a váha dopravního spoje,

q_H - parametr definující velikost nabídky přepravní kapacity spoje,

Q_H - minimální mez (zahrnující rezervu z důvodu časových a prostorových nerovnoměrností přepravy) velikosti nabídky přepravní kapacity vybraných spojů na (dílčí) dopravní hraně,

q_H''' - parametr definující velikost nabídky přepravní kapacity dodatečně doplněných spojů,

$\{H_{(i,t)}'''(q_H''')\}$ - množina doplněných spojů na (dílčí) dopravní hraně ve stanoveném časovém úseku, kde jednotlivé spoje jsou charakterizovány ještě i jejich přepravní kapacitou.

8. VYHODNOCENÍ DOPRAVNÍ OBSLUŽNOSTI V OBLASTECH PŘÍMO A NEPŘÍMO OVLIVNĚNÝCH KRIZOVOU SITUACÍ (KROK 7)

Tento závěrečný krok má za cíl zhodnotit navrhovaný model dopravní obslužnosti oblastí přímo i nepřímo ovlivněných vzniklou krizovou situací.

Vyjde se z výchozí stavu před vznikem krizové situace a ta se zanalyzuje. Cílem je zde zjistit nadbytečný rozsah nabídky přepravních služeb a z množiny spojů vybrat spoje doplňkové nad rámec základní dopravní obslužnosti. Rozsah základní dopravní obslužnosti při dodržení kapacit v přepravní nabídce je základem pro řešení zajištění dopravní obslužnosti za krizové situace.

V krizové situaci musí být pro každou (dílčí) dopravní hranu a pro každý srovnatelný časový úsek provedena analýza dostatečné nabídky objemu přepravních služeb:

$$Q_H(l_j; t_A) \geq \bar{Q}_H(l_j; t_A), \text{ pro } \forall l_j \wedge \forall t_A,$$

kde:

$Q_H(l_j; t_A)$ - rozsah nabídky objemu přepravních služeb na (dílčí) dopravní hraně za daný časový úsek po aplikaci příslušných opatření za krizové situace s vlivem na zabezpečení dopravní obslužnosti,

$\bar{Q}_H(l_j; t_A)$ - požadovaný minimální rozsah nabídky objemu přepravních služeb (viz předchozí bod),

l_j - konkrétní j -tá (dílčí) dopravní hrana na dopravní síti,

t_A - analyzovaný časový úsek zabezpečování dopravní obsluhy za krizové situace.

9. ZÁVĚR

Prezentovanou metodiku je možné využít pro praktickou aplikaci s cílem zajištění požadovaného rozsahu dopravní obslužnosti, při respektování omezujících kritérií, v oblastech přímo či nepřímo postižených mimořádnou událostí.

10. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Drdla P. a kol.: Metodika redukce dopravní obsluhy v krizových situacích. In *Sborník z 6. vedecko-odbornej konferencie s medzinárodnou účasťou „LOGVD-2003“*, str. 16-21, Žilinská univerzita, Žilina 2003. ISBN 80-8070-168-7
- [2] Hodáková M. - Poliak M.: Stochastická dominancia ako rozhodovacie pravidlo. In *Zborník č. 20 – Práce a štúdie fakulty Prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov*, Žilinská univerzita, Žilina 2003. ISBN 80-8070-158-X

11. ANOTACE

Příspěvek se zabývá problematikou redukce dopravní obsluhy v krizových situacích. Výsledkem je návrh metodiky pro tuto redukci.

12. ABSTRACT

The paper deals with a problematic of reduction of traffic service in task situation. Result is a design of methodise for this reduction.

Příspěvek vznikl za podpory projektu GAČR č. 103/05/2043 „Optimalizace sítí a síťových procesů“