NOVÝ ALGORITMUS VÝPOČTU OPTIMÁLNÍ ROZVOZOVÉ VZDÁLENOSTI

NEW ALGORITHM FOR OPTIMAL DISTRIBUTION DISTANCE CALCULATION

Petr Nachtigall[1]

Anotace: Článek představuje nově navržený algoritmus výpočtu optimální rozvozní vzdálenosti. Nákladní vozidlo je zde považováno za konstantu, která je najímána za denní paušál a její sazba za kilometr se tak odvíjí od rozvozní vzdálenosti a době manipulací.

Klíčová slova: algoritmus, rozvoz, kombinovaná doprava

Summary: The paper describes new design of algorithm for optimal distribution distance calculation. Goods vehicle is accounted as a constant, which is hired for a lump sum and whose rate per kilometre depends on distribution distance and time of manipulations.

Key words: algorithm, distribution, combined transport

1. ÚVOD

Problematikou umístění center hromadné obsluhy se již zabývalo ve svých publikacích mnoho autorů např. (1),(2). Tato centra hromadné obsluhy mohou představovat celou řadu konkrétních staveb s obrovskou škálou průmyslového i jiného využití jako jsou logistická centra, stanice vozidel složek integrovaného záchranného systému (dále jen IZS), úložiště posypového materiálu pro plánovanou zimní údržbu či distribučních centra různých typů firem (zasilatelské firmy, pojišťovny, aj.). V minulosti již také bylo dokázáno, že k řešení těchto úloh lze velmi úspěšně využít metody operační analýzy, zejména pak lokačně alokační problém. Příklady těchto důkazů jsou od Tilmann-Cainova (3) a Hakimiho algoritmu (4) až po v současné době používané genetické algoritmy (5),(6). Všechny tyto metody ovšem počítají s umístěním těchto center z pohledu optimalizace rozvozní vzdálenosti. Pokud budeme zvyšovat počet center, bude se také snižovat tato průměrná přepravní vzdálenost v rámci každého atrakčního obvodu. Ne vždy ale musí být zákonitě toto snižování průměrné přepravní vzdálenosti žádoucí z hlediska dopravce. Problémem těchto metod je jejich založení na minimalizaci nákladů za ujetý kilometr. Tuto vlastnost lze vyjádřit pomocí vzdálenostně optimálního umístění množiny dep D_k na síti s vrcholy V v rámci lokační úlohy vztahem 1 (7).

[1] Ing. Petr Nachtigall, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra technologie a řízení dopravy, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 46 603 6462, E-mail: petr.nachtigall@upce.cz

$$D_k \subset V; ec(D_k) = \min_{D_k \subset V}\{ec(D_k)\} \qquad \text{[počet]} \qquad (1)$$

kde: D_k jsou všechny k prvkové podmnožiny množiny V.

Jsou odvětví, ve kterých není tato minimalizace obvyklá a výhodná. Takovým příkladem jsou nejrůznější typy pracovních mechanismů, které si zákazník pro své účely půjčuje v rámci *„Smlouvy o nájmu dopravního prostředku“* dle Obchodního zákoníku, případně, které firma provozuje za hodinovou sazbu. U těchto mechanismů by bylo zavádějící hovořit o sazbě za kilometr, protože takové vozidlo má schopnost vlastního pohybu pouze jako doplňkový produkt. Jeho hlavní činností je ale horizontální nebo vertikální přemisťování hmotných předmětů. Taková vozidla mají zpravidla také dva typy pohonu. Jeden, který slouží k vlastnímu pohybu vozidla a druhý, kterým je vykonávána pracovní činnost. Ten je uváděn například v motohodinách. A právě náklady na provoz tohoto druhého pohonu by se velmi obtížně vyjadřovaly do tradiční sazby v peněžních jednotkách za kilometr. S funkcí druhého pohonu velmi často souvisí, kromě vlastní spotřeby, také další náklady, mezi které může patřit např. mzda obsluhy zařízení, jeho profesní způsobilost, opotřebení pracovního mechanismu apod. U těchto zařízení je obvyklé vyjadřovat tuto sazbu v peněžních jednotkách za jednotku času.

Právě v tom se nachází **podstata nového navrženého výpočtu** pro určení optimálního rozmístění koncových terminálů kombinované dopravy (dále jen KD). Základním předpokladem tedy je obrácený způsob výpočtu umístění těchto koncových terminálů, než je tomu doposud. V prvním kroku bude určena optimální rozvozní vzdálenost, na jejímž základě bude, pomocí řešení lokačně-alokačního problému, možno určit počet a umístění koncových terminálů KD. Tento počet a jejich umístění již ale není předmětem tohoto příspěvku.

Nový způsob určení optimálního rozmístění koncových terminálů KD vychází z myšlenky, že i vozidlo schopné přepravovat jednotky KD je také najímáno za hodinovou sazbu označovaný jako denní paušál. Pod pojmem vozidlo schopné přepravovat jednotky KD se rozumí jednotka složená ze silničního tahače, návěsu vybaveného pro přepravu jednotek KD a řidiče. Tato premisa vychází ze známého předpokladu neskladovatelnosti přepravního výkonu. Dopravci tak, na základě požadavků a rizika, poptávají určitý rozsah přepravního výkonu, který předpokládají, že budou potřebovat. Část z něho může být pokryta z vlastních zdrojů, zbytek pak ze zdrojů cizích. Pokud ale nedojde k naplnění těchto předpokladů, je dopravce nucen u cizích zdrojů zaplatit i nevyužitou část přepravního výkonu. U zdrojů vlastních pak dochází ke snížení zisku. V praxi totiž velmi často dochází k tomu, že větší společnosti si najímají jednotlivé menší dopravce, kterým pak platí denní paušál za použití jejich přepravní jednotky. Tento systém se dá chápat jako určitá forma outsourcingu. Konečná sazba za kilometr se tak může díky paušálu u každého z vozidel významně lišit, ale celková částka zaplacená za disponibilitu vozidla je konstantní. Je tedy pouze na objednateli, jak dokáže přepravní a časovou kapacitu každé pronajímané jednotky využít.

Tímto je tedy potvrzen fakt, že i dopravní prostředky se mohou chovat jako mechanismy, jejichž sazba je vyjádřena ve finančních jednotkách za jednotku času a nikoli za kilometr. V tomto článku je v kapitole 2 provedeno teoretické odvození nového návrhu vztahu pro výpočet optimální svozové vzdálenosti pomocí sazby p za kilometr při měnícím se počtu obratů n_o a době manipulací $T_{NV.}$ Na první pohled by se tedy zdálo, že výpočet je nadále stanoven ve finančních jednotkách za kilometr. Tato tradiční sazba je ale pouze mezičlánkem při určení intervalu optimálních hodnot rozvozních vzdáleností.

Celý nově navržený algoritmus je založen na postupném výpočtu matic A – E (význam jednotlivých matic je uveden v kapitole 2), pomocí nichž se postupně dochází ke konečnému řešení. Tento výsledek lze při vhodném použití tabulkového editoru (např. EXCEL) velmi snadno upravovat dle měnících se vstupních údajů a podmínek.

Základem všech matic je trojrozměrná analýza vstupů při měnícím se počtu obratů n_o (sloupec) a dobou ložných operací T_{NV} (řádek). Názorný příklad tvorby matic A – E, je na obrázku 1.

$$\begin{array}{cccccc}
n_o/T_{NV} & T_{NV_1} & T_{NV_2} & T_{NV_3} & \dots & T_{NV_j} \\
n_{o1} & \dots & \dots & \dots & \dots & n_{o1}\cdot T_{NV_j} \\
n_{o2} & \dots & \dots & \dots & \dots & n_{o2}\cdot T_{NV_j} \\
n_{o3} & \dots & \dots & \dots & \dots & n_{o3}\cdot T_{NV_j} \\
\vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \therefore & \vdots \\
n_{o_i} & n_{o_i}\cdot T_{NV_1} & n_{o_i}\cdot T_{NV_2} & n_{o_i}\cdot T_{NV_3} & \dots & n_{o_i}\cdot T_{NV_j}
\end{array}$$

Zdroj: Autor

Obr. 1 - Principielní ukázka výpočtové matice

Některé ze vstupních údajů jsou z hlediska algoritmu konstantní. Mezi ně patří:

- denní paušální sazba za jedno vozidlo P [€],
- průměrná rychlost vozidla v_{pr} [km·min^{-1}], tato jednotka byla zvolena vzhledem k ostatním veličinám, ve kterých se obvykle uvádí ostatní hodnoty tedy kilometry a minuty,
- maximální denní doba práce T_{max} [min],
- maximální denní doba strávená řízením včetně přestávek v době řízení $T_{Řmax}$ [min],

Poslední dvě zmíněné doby T_{max} a $T_{Řmax}$ se skládají z více složek, které vychází z nařízení č. 561/2006 a zákoníkem práce č. 262/2006 Sb, proto je nutné si uvést i tyto složky a vymezit si pojmy:

Pracovní doba: veškerý čas strávený zaměstnancem v pracovním procesu. Tato doba nesmí přesáhnout 720 minut za 24 hodin. V rámci pracovní doby musí být zaměstnanci poskytnuta přestávka v délce trvání 30 minut po každých 360 minutách práce (tato přestávka je v algoritmu označována jako **přestávka na jídlo a oddech** či **PJO**),

Doba řízení: je doba, po kterou řidič řídí vozidlo. Její maximální délka je stanovena na 540 minut za den, přičemž dvakrát v týdnu může být prodloužena až na 600 minut,

Jiná práce: tato doba se započítává do **pracovní doby**, ale ne do **doby řízení** (nakládka, vykládka, neproduktivní prostoj, aj),

Přestávka v době řízení (v algoritmu a dříve označovaná jako **bezpečnostní přestávka** (dále jen **BP**)): musí být poskytnuta řidiči nejdéle po 270 minutách řízení v délce minimálně 45 minut. Tato přestávka může být rozložena do dvou částí o minimálních délkách 15 a 30 minut. Velikost BP je tak přímo závislá na době jízdy, a to způsobem, který je uveden ve vztahu 2.

$$
\begin{aligned}
&\mathrm{T}_{BP} \sim \mathrm{T}_{\mathrm{j}} \\
&\qquad \forall\, \mathrm{T}_{\mathrm{j}} \in (0;270\,); \mathrm{T}_{BP} = 0 \text{ min} \\
&\qquad \forall\, \mathrm{T}_{\mathrm{j}} \in \langle 270\,;540\,); \mathrm{T}_{BP} = 45 \text{ min} \\
&\qquad \forall\, \mathrm{T}_{\mathrm{j}} \in \langle 540\,;600\,); \mathrm{T}_{BP} = 90 \text{ min}
\end{aligned}
\qquad [\text{min}] \qquad (2)
$$

kde: T_{BP}......................................doba bezpečnostních přestávek [min],

T_j ....doba řízení [min].

S pracovním režimem řidiče souvisí také celá řada dalších omezujících časových limitů (denní a týdenní doba odpočinku). Ty ale nejsou omezujícími podmínkami tohoto algoritmu, proto nejsou dále zohledněny při výpočtu.

2. NOVĚ NAVRŽENÝ ALGORITMUS PRO VÝPOČET OPTIMÁLNÍHO ROZMÍSTĚNÍ KONCOVÝCH TERMINÁLŮ KD

V této kapitole je popsán autorem navržený nový algoritmus výpočtu optimální svozové vzdálenosti při měnícím se počtu obratů vozidla a délce manipulačních operací. Navržený algoritmus se skládá ze vstupních údajů, **matic A – E** a matematického aparátu spojujícího jednotlivé matice. Pro lepší přehlednost je nejprve uveden stručný verbální popis jednotlivých matic:

Matice A – po zadání vstupních hodnot jsou odfiltrována nepřípustná řešení pro dobu řízení a upraveny takové hodnoty dob řízení, které překračující další omezující podmínky (maximální denní doba řízení),

Matice B – hodnoty dob řízení jsou sníženy o povinné přestávky,

Matice C – na základě znalosti hodnot z matice B jsou vypočteny průměrné přepravní vzdálenosti,

Matice D – vychází také z matice B a obsahuje výpočet jednotlivých sazeb v peněžních jednotkách za kilometr pro různé doby řízení,

Matice E – nastavením požadovaného **intervalu přípustných sazeb** ošetřuje matice řešení o další hodnoty, tak aby zůstaly pouze hodnoty přípustných řešení.

Podrobný popis celého nově navrženého algoritmu je uveden v příloze 1 formou vývojových diagramů.

VLASTNÍ ALGORITMUS

Matice A vypočítává v prvním kroku dobu řízení včetně povinných přestávek (BP a PJO) $t_{ŘBP}$ pro jednotkové vozidlo bez ohledu na omezující podmínky. Tato doba je stanovena pro *i* obratů vozidla a pro stálé manipulace při jednom obratu vozidla v délce *j* minut. Z hlediska počtu obratů n_o jsou uvažovány diskrétní celočíselné hodnoty. Pro dobu stálých manipulací T_{NVj} pak jsou spojitě použitelné hodnoty kladných reálných čísel.

Vzhledem k tomu, že z hlediska průběhu času je nemožné, aby tento běžel proti směru, je zvolen druhý krok při tvorbě **matice A**, a sice odfiltrování všech hodnot menších nebo rovných nule, které jsou pro řešení nepřípustné. Pro výpočet těchto dob platí vztah 3.

$$t_{ŘBP_{i,j}} = T_{\max} - (n_{o_i} \cdot T_{NV_j}) \quad \text{[min]} \qquad (3)$$

kde: $t_{ŘBP}$ .... doba řízení včetně bezpečnostních přestávek [min],

i:1, ...n; j: 1, ...m, ... počet řádků a sloupců matice [počet],

T_{max} .... maximální denní pracovní doba [min],

n_o .... počet obratů [počet],

T_{NV} .... doba manipulací při jednom obratu [min].

Tyto dva kroky tvorby **matice A** jsou doplněny třetím, posledním krokem, ve kterém jsou vypočtené kladné hodnoty $t_{ŘBP}$ ještě ošetřeny a upraveny o takové hodnoty $t_{ŘBP}$, které svou velikostí přesahují hodnotu $T_{Řmax}$, což je maximální denní doba řízení vozidla. Pro její výpočet platí vztahy 4 a 5.

$$\forall\, t_{\check{R}BP_{i,j}} > T_{\check{R}_{max}} ; t_{\check{R}BP_{i,j}} = T_{\check{R}_{max}} \qquad [\text{min}] \qquad (4)$$

$$\forall\, t_{\check{R}BP_{i,j}} \in \left(0; T_{\check{R}_{max}}\right\rangle ; t_{\check{R}BP_{i,j}} = T_{max} - (n_{o_i} \cdot T_{JP_j}) \qquad [\text{min}] \qquad (5)$$

kde: $t_{\check{R}BP}$ .... doba řízení včetně bezpečnostních přestávek [min],

i:1, ...n; j: 1, ...m, ... počet řádků a sloupců matice [počet],

T_{max} .... maximální denní pracovní doba [min],

$T_{\check{R}max}$ .... maximální denní doba řízení [min],

n_o .... počet obratů [počet],

T_{JP} .... doba jiné práce při jednom obratu [min].

V **Matici B** jsou hodnoty doby řízení a bezpečnostních přestávek $t_{\check{R}BP}$ z **matice A** sníženy o velikost těchto bezpečnostních přestávek, případně ve speciálních případech o přestávku na jídlo a oddech. Výsledkem této **matice B** jsou hodnoty doby řízení $t_{\check{R}}$. Velikost těchto hodnot závisí na výši $t_{\check{R}BP}$ dle nařízení č. 561/2006. Přehled těchto závislostí je v tabulce 1. U $t_{\check{R}BP}$ vyšší než 270 minut je irelevantní uvažovat o PJO, protože i když nastává tak je pokryta z BP. Stanovení velikosti doby řízení je dáno vztahem 6.

Tab. 1: Hodnota bezpečnostních přestávek pro různé intervaly doby řízení

Doba řízení, BP a PJO [min]	Doba řízení + JP [min]	Doba BP + PJO [min]
(0 – 270>	0 – 360	0[2)]
	> 360	PJO – 30[3)]
(270 – 585>		BP – 45[4)]
> 585		2 • BP – 90[5)]

Zdroj: autor

$$\begin{aligned}
&\forall\, t_{\check{R}BP_{i,j}} > 585 ; t_{\check{R}_{i,j}} = t_{\check{R}BP_{i,j}} - 2 \cdot BP \\
&\forall\, t_{\check{R}BP_{i,j}} \in \left(270 ; 585\right\rangle > ; t_{\check{R}_{i,j}} = t_{\check{R}BP_{i,j}} - BP \\
&\forall\, t_{\check{R}BP_{i,j}} \in \left(0; 270\right\rangle \wedge \left(n_{o_i} \cdot T_{JP_i}\right) > 360 ; t_{\check{R}_{i,j}} = t_{\check{R}BP_{i,j}} - PJO \qquad [\text{min}] \qquad (6) \\
&\forall\, t_{\check{R}BP_{i,j}} \in \left(0; 270\right\rangle \wedge \left(n_{o_i} \cdot T_{JP_i}\right) \leq 360 ; t_{\check{R}_{i,j}} = t_{\check{R}BP_{i,j}}
\end{aligned}$$

kde: $t_{\check{R}BP}$ .... doba řízení včetně bezpečnostních přestávek [min],

i:1, ...n; j: 1, ...m, ... počet řádků a sloupců matice [počet],

---

[2)] Doba řízení ještě nedosáhla 270 minut a zároveň součet doby řízení a JP nedosáhl 366 minut.
[3)] Doba řízení ještě nedosáhla 270 minut, ale součet doby řízení a JP přesáhl 360 minut → PJO – 30 minut.
[4)] Doba řízení přesáhla 4 hodiny, ale ještě nedosáhla 8 hodin → BP – 45 minut, ve které je integrována i PJO.
[5)] Doba řízení přesáhla 8 hodin → BP – 90 minut, ve které je také integrována i PJO.

T_{max}......................................maximální denní pracovní doba [min],

$t_{Ř}$...doba řízení [min],

BP.......................................bezpečnostní přestávka [min],

PJO ....přestávka na jídlo a oddech [min],

n_o ....počet obratů [počet],

T_{JP}.......................................doba jiné práce při jednom obratu [min].

Pomocí **matice C** jsou v závislosti na době řízení $t_{Ř}$ a na počtu obratů i vypočteny průměrné přepravní vzdálenosti l_{pr}. Vzhledem k tomu, že při tvorbě **matice B** došlo v algoritmu k početní operaci odčítání, je při tvorbě **matice C** vhodné opět prověřit všechny prvky vstupující do této části algoritmu a neuvažovat s prvky, které jsou menší než 0, protože tyto hodnoty jsou z hlediska řešení nepřípustné. Pro průměrnou přepravní vzdálenost pak tedy platí vztah 7.

$$\forall\, t_{Ř_{i,j}} > 0; l_{pr_{i,j}} = \frac{t_{Ř_{i,j}} \cdot v_{pr}}{2 \cdot n_{o_i}} \qquad \text{[km]} \qquad (7)$$

kde: l_{pr}...průměrná přepravní vzdálenost [min],

i:1, ...n; j: 1, ...m, ...počet řádků a sloupců matice [počet],

$t_{Ř}$...doba řízení [min],

v_{pr} ....průměrná rychlost vozidla [km·min^{-1}],

n_o ....počet obratů [počet].

Matice D je významnou maticí celého algoritmu a vychází také z **matice B**. Jsou v ní vypočteny sazby na kilometr při různých hodnotách doby řízení $t_{Ř}$, případně po dosazení vzorce z **matice C**, také jako závislost na počtu obratů n_o a průměrné přepravní vzdálenosti l_{pr}. V tomto místě vstupují do navrženého algoritmu dvě velmi důležité veličiny. Jsou to denní paušální sazba za jedno vozidlo P a průměrná rychlost v_{pr}. Jejich hodnota je z hlediska průběhu navrženého algoritmu považována za konstantní, nicméně navržený algoritmus je univerzálně připraven také pro využití při zkoumání chování **matic C** a **D** v případě měnících se těchto dvou veličin. Pro velikosti sazeb tedy platí vztah 8.

$$p_{i,j} = \frac{P}{v_{pr} \cdot t_{Ř_{i,j}}} \text{ nebo také } p_{i,j} = \frac{P}{l_{pr_{i,j}} \cdot 2n_{o_i}} \qquad [\text{€}\cdot\text{km}^{-1}] \qquad (8)$$

kde: p ....průměrná sazba na kilometr [€·km^{-1}],

l_{pr} ....průměrná přepravní vzdálenost [km],

i:1, ...n; j: 1, ...m, ...počet řádků a sloupců matice [počet],

P ....denní paušál [€],

$t_Ř$ .... doba řízení [min],

v_{pr} .... průměrná rychlost vozidla [km·min^{-1}],

n_o .... počet obratů [počet].

Z hlediska algoritmu je možné provést výpočet **matice C** a **D** v jednom průchodu všech hodnot i a j. Jejich výpočet je na sobě nezávislý.

Takto je popsán základní princip nově navrženého algoritmu pro výpočet matice sazeb p_{ij}. Výsledkem algoritmu je **matice D**, ve které jsou vypočteny hodnoty všech přípustných řešení sazeb, která vyhovují zadaným n_{oi} a T_{NVj}. Tato řešení je možné ještě dále filtrovat podle libovolných parametrů. Jedním z nich je například logická možnost zúžit přípustná řešení do předem definovaného intervalu (např. 0,6 – 0,7 €·km^{-1}). Tento požadavek vychází ze vztahu, který existuje mezi nabídkou a poptávkou. Jedná se zde také o hledání rovnovážné ceny, tedy ceny, na které se v tržním prostředí shodnou oba subjekty, tedy nabízející i poptávající. Tímto způsobem si může nabízející i poptávající ošetřit takové hodnoty přípustných řešení, které z jakýchkoli důvodů není ochoten akceptovat. Tento interval je možno nazvat **intervalem přípustných sazeb,** tak jak je vyjádřeno ve vztahu 9.

$$p_{ds} \leq p_{i,j} \leq p_{hs} \qquad [€\cdot km^{-1}] \qquad (9)$$

kde: p .... průměrná sazba za kilometr [€·km^{-1}],

$i:1, ...n; j: 1, ...m,$ .... počet řádků a sloupců matice [počet],

p_{ds} .... dolní ohraničení sazby [€·km^{-1}],

p_{hs} .... horní ohraničení sazby [€·km^{-1}].

Takto vzniklou matici označme, jako **matice E**. Pomocí této matice může dopravce zjistit, jaká vzdálenost je pro jeho typ rozvozu optimální z hlediska pracovního vytížení vozidla i řidiče a jak tedy musí nastavit podmínku pro výpočet atrakčního obvodu terminálu, aby tohoto optima dosáhl.

3. ZÁVĚR

V článku byl popsán nově navržený algoritmus pro výpočet optimální rozvozové vzdálenosti, který zohledňuje použití nákladního vozidla jako paušální konstanty, jejíž náklady nejsou primárně vztaženy k ujetému kilometru, ale jsou považovány za konstantní. Rozdílnost sazeb za kilometr je pak dána rozvozovou vzdáleností a dobou manipulací u odesilatele i příjemce. Tento obecný výpočet je pochopitelně možné aplikovat v libovolných právních podmínkách.

CITOVANÁ LITERATURA

[1] WIGAN, M., CLARKE, R. Transport and Surveillance Aspects of Location-Based Services. *TRANSPORTATION RESEARCH RECORD.* 2009, 2105.

[2] TAKANO, K., ARAI, M. A genetic algorithm for the hub-and-spoke problem applied to containerized cargo transport. *JOURNAL OF MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY.* červen, 2009, Vol. 2, 14.

[3] FRANK A TILLMAN, THOMAS M. CAIN. An upperbound algorithm for the single and multiple terminal delivery problem. *Management science.* 1972, Vol. 11, 18.

[4] FRANK, H. A note on a graph theoretic game of Hakimi's. *Opperations Research.* 1967, Vol. 3, 15.

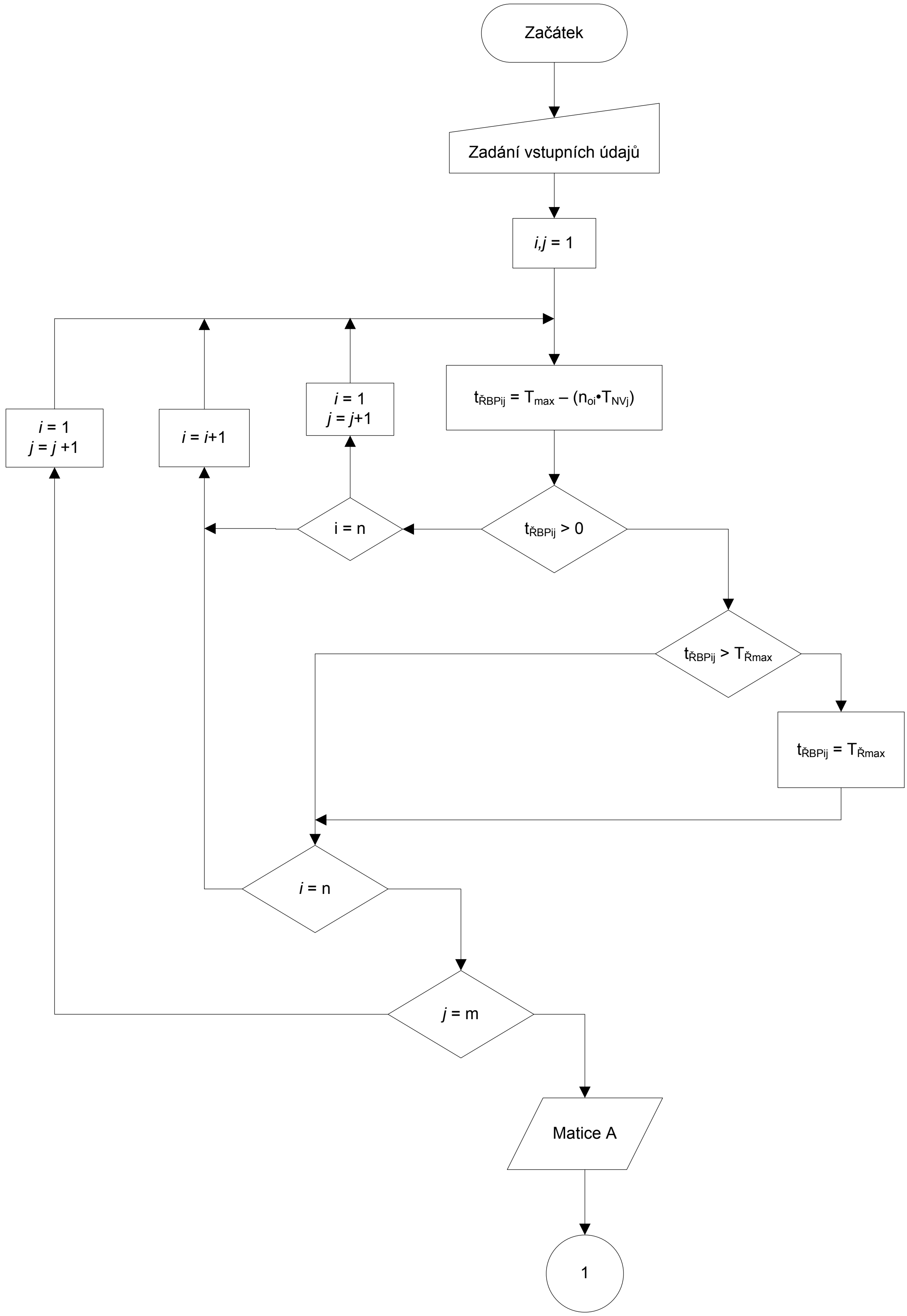
[5] GHOSEIRI, KEIVAN, GHANNADPOUR, SEYED FARID. A hybrid genetic algorithm for multi-depot homogenous locomotive assignment with time windows. *Applied soft computing.* 2010, Vol. 1, 10.

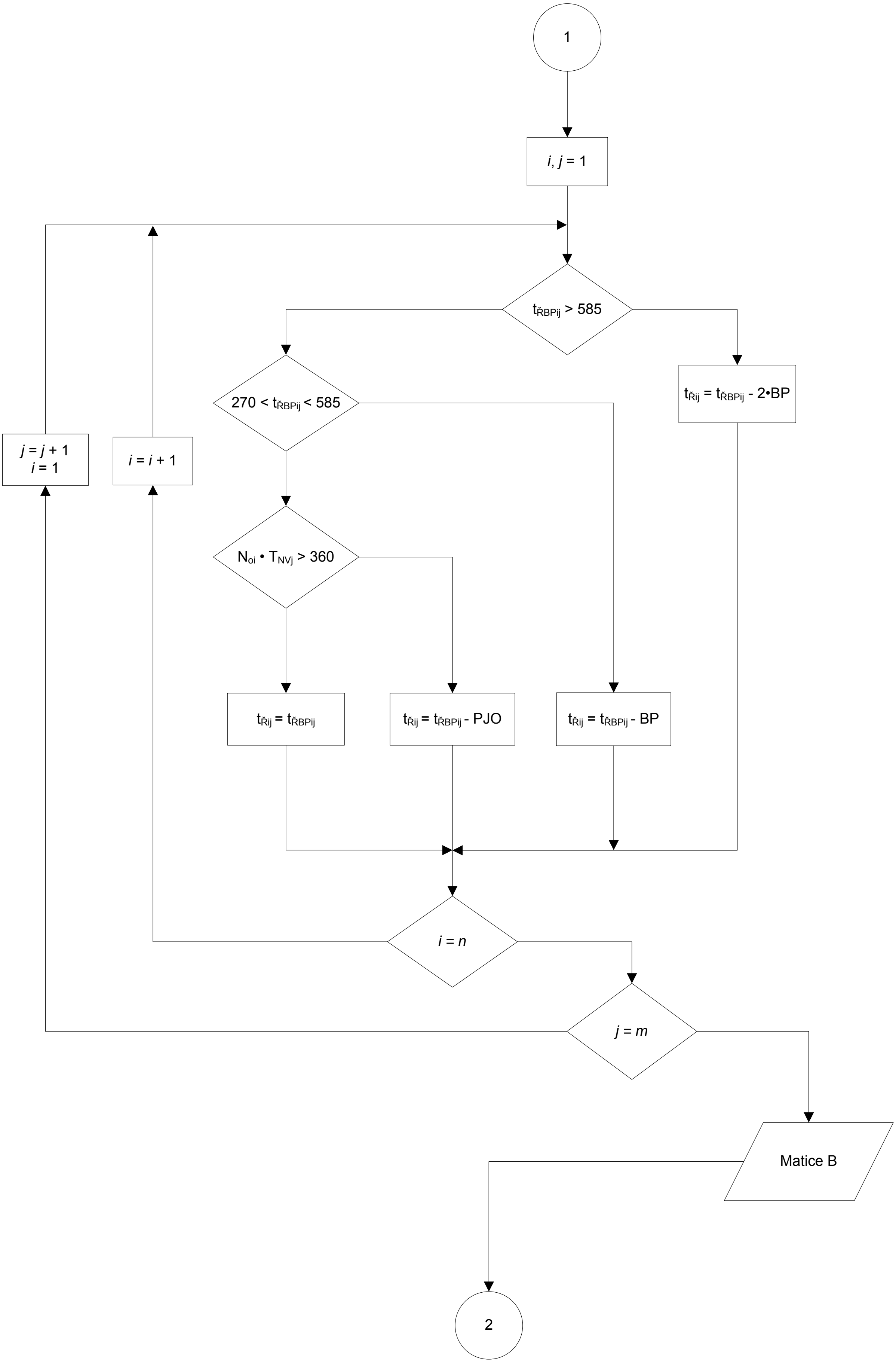
[6] SADJADI, S. J., JAFARI, M., AMINI, T. A new mathematical modeling and a genetic algorithm search for milk run problem (an auto industry supply chain case study). *International Journal of Advanced Manufacturing Technology.* 2009, Vols. 1-2, 44.

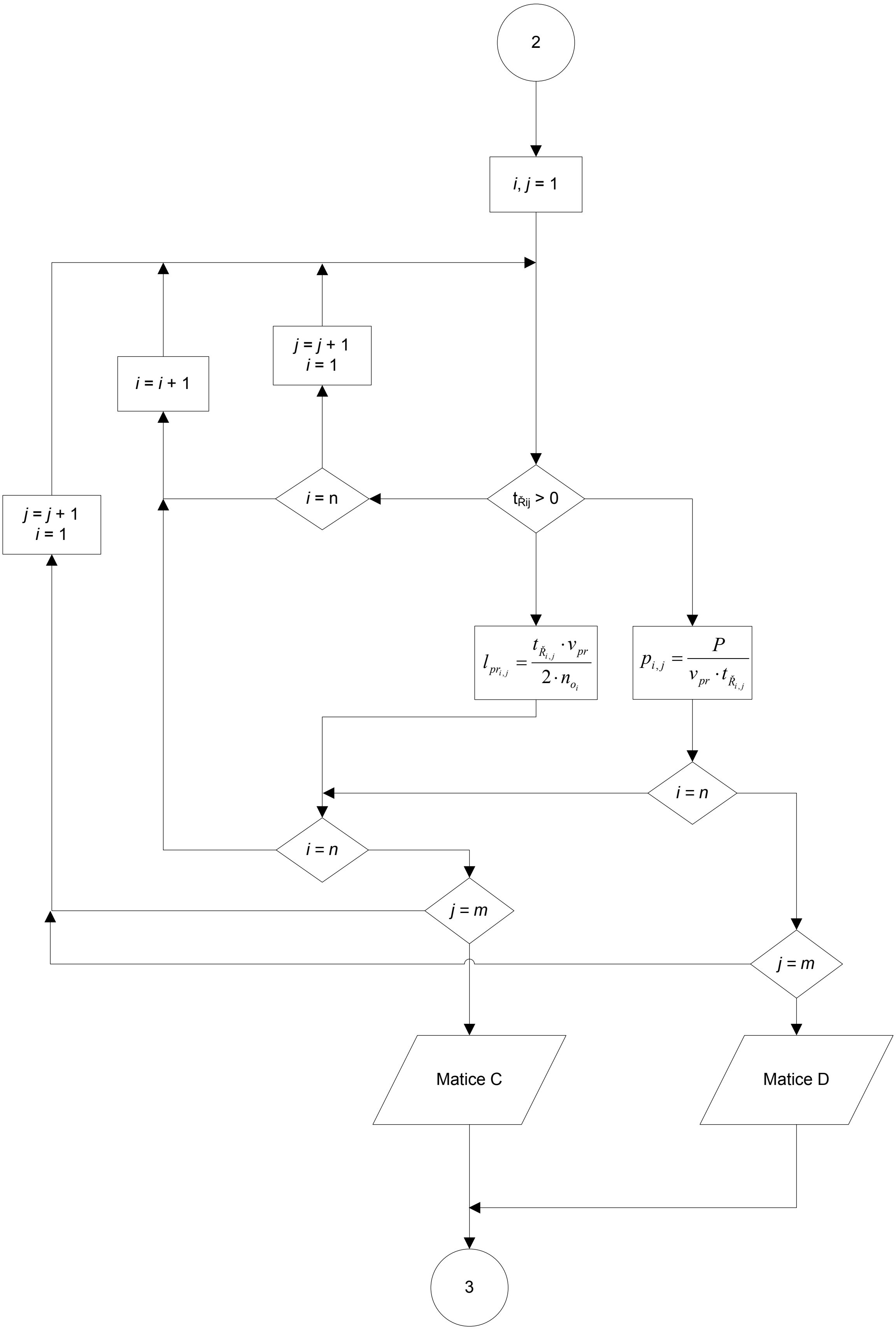
[7] VOLEK, JOSEF. *Operační výzkum I.* Pardubice : Dopravní fakulta Jana Pernera, 2002. ISBN 80-7194-410-6.

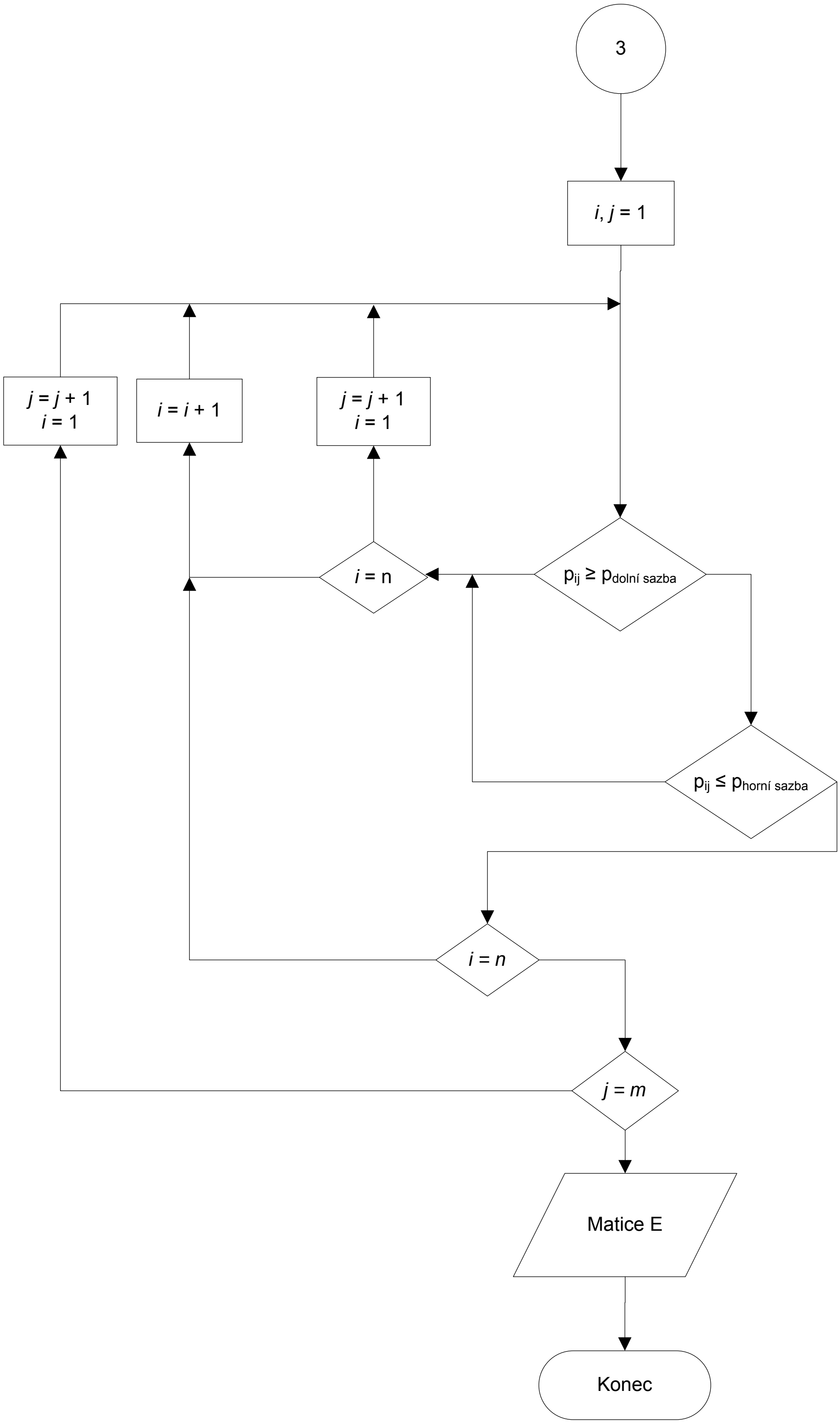
Příspěvek vznikl za podpory řešení projektu CG932-019-520 „Optimalizace svozu a rozvozu malých zásilek s využitím silniční a železniční dopravy“.

Příloha 1


Začátek
Zadání vstupních údajů
i,j = 1
$t_{ŘBPij} = T_{max} – (n_{oi}•T_{NVj})$
i = 1
j = j +1
i = i+1
i = 1
j = j+1
i = n
$t_{ŘBPij} > 0$
$t_{ŘBPij} > T_{Řmax}$
$t_{ŘBPij} = T_{Řmax}$
i = n
j = m
Matice A
1


1
i, j = 1
tŘBPij > 585
270 < tŘBPij < 585
tŘij = tŘBPij - 2•BP
j = j + 1
i = 1
i = i + 1
Noi • TNVj > 360
tŘij = tŘBPij
tŘij = tŘBPij - PJO
tŘij = tŘBPij - BP
i = n
j = m
Matice B
2


2
i, j = 1
j = j + 1
i = 1
i = i + 1
j = j + 1
i = 1
i = n
t_Řij > 0
$l_{pr_{i,j}} = \frac{t_{Ř_{i,j}} \cdot v_{pr}}{2 \cdot n_{o_i}}$
$p_{i,j} = \frac{P}{v_{pr} \cdot t_{Ř_{i,j}}}$
i = n
i = n
j = m
j = m
Matice C
Matice D
3


3
i, j = 1
j = j + 1
i = 1
i = i + 1
j = j + 1
i = 1
i = n
pij ≥ pdolní sazba
pij ≤ phorní sazba
i = n
j = m
Matice E
Konec