

# VYUŽITIE METÓDY ROZHODOVACEJ MATICE PRI PREPRAVE ROPNÝCH PRODUKTOV VNÚTROZEMSKOU VODNOU NÁKLADNOU DOPRAVOU

## USING THE DECISION MATRIX METHOD FOR TRANSPORTATION OF OIL PRODUCTS BY INLAND WATERWAY TRANSPORT

Matej Kmetík<sup>1</sup>, Roman Hruška<sup>2</sup>, Vlastimil Melichar<sup>3</sup>

---

*Anotace: Vnútrozemskou vodnou nákladnou dopravou sa z ropných produktov prepravujú hlavne nafta a benzín. Na území Slovenska je ako dopravná cesta využívaná rieka Dunaj s prístaviskom v Bratislave, pomocou ktorej riečne člny prepravujú tovar do zahraničných prístavov. Prednosťou využívania tohto druhu dopravy je nízke environmentálne zaťaženie a taktiež cena za prepravu. Medzi nevýhody patrí závislosť na prírodných podmienkach (hladina vody) a čas prepravy.*

*Klíčová slova: vodná doprava, metóda rozhodovacej matice, kritérium*

*Summary: Inland waterway freight transport mainly uses oil and petrol from petroleum products. In the territory of Slovakia, the Danube river is used as a transport route with a dock in Bratislava, by means of which barges transport goods to foreign ports. The advantage of using this mode of transport is low environmental burden and also the price for transport. The disadvantages include dependence on natural conditions (water level) and transport time.*

*Key words: waterway transport, decision matrix method, criterion*

### ÚVOD

Vodná doprava ako taká je účinným, bezpečným a ekologicky priaznivým druhom dopravy. Jej rastúce využívanie je v súlade s cieľmi dopravnej a environmentálnej politiky. Výsledkom účinných technológií je zvyčajne vyššia logistická účinnosť a nižšie prevádzkové náklady. Spomínané ukazovatele sa dajú dosiahnuť cielenými inováciami loďstva ako konštrukciou plavidiel, ďalšou automatizáciou vrátane informačných a komunikačných technológií

---

<sup>1</sup>Ing. Matej Kmetík, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravného managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, E-mail: matej.kmetik@student.upce.cz

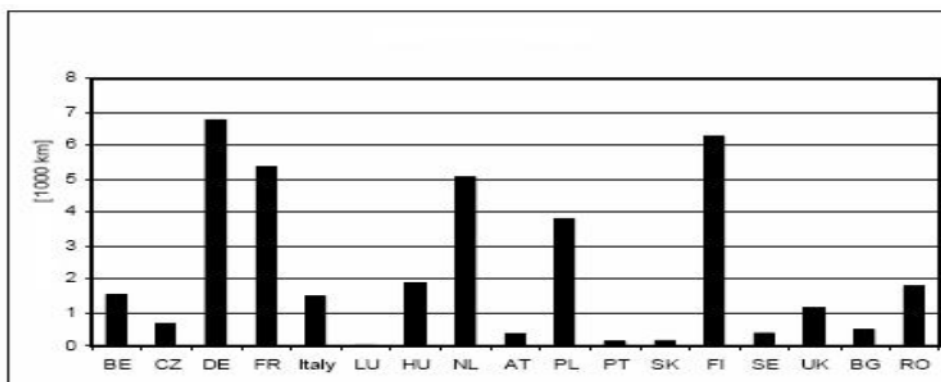
<sup>2</sup>Ing. Roman Hruška, Ph.D., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravného managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 378, E-mail: roman.hruska@upce.cz

<sup>3</sup>prof. Ing. Vlastimil Melichar, CSc., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravného managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 564, E-mail: vlastimil.melichar@upce.cz

## 1. VNÚTROZEMSKÁ VODNÁ DOPRAVA

Vnútrozemská vodná doprava v Európe využíva približne 36 000 kilometrov vodných ciest a stovky vnútrozemských prístavov. Veľká časť zo siete vodných ciest má rozsiahle voľné kapacity avšak rôzne prekážky spôsobené obmedzeným ponorom, svetlou výškou mostov a rozmermi vzdúvadiel bránia ich úplnému využívaniu a znižujú konkurencieschopnosť vnútrozemskej vodnej dopravy.

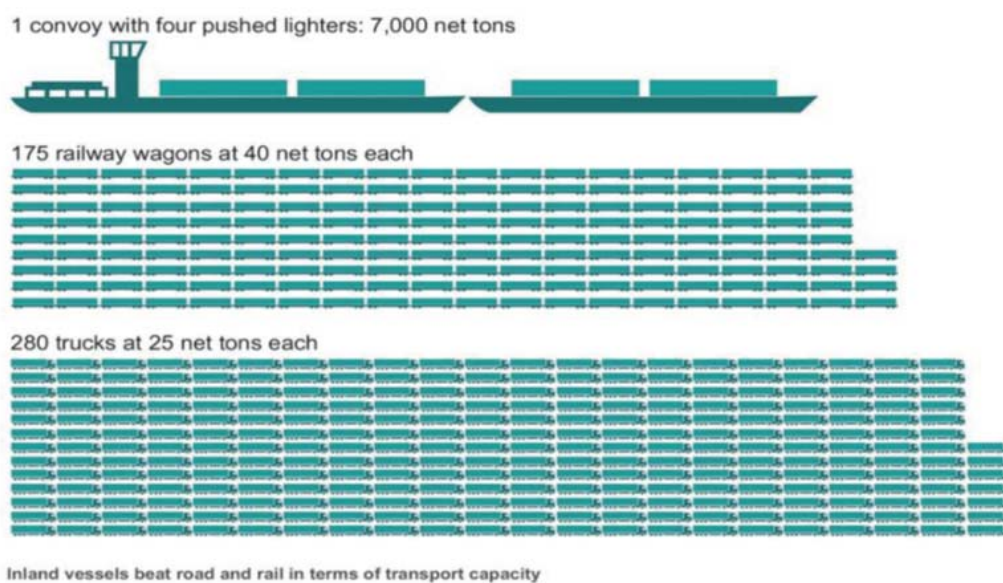
Preprava ropných produktov vnútrozemskou vodnou dopravou podlieha dohode o medzinárodnej preprave nebezpečného tovaru po vnútrozemských vodných cestách (ADN). V rámci novej legislatívy sa preprava nebezpečného tovaru musí realizovať od 1.1.2019 zásadne iba v dvoj plášťových plavidlách nazývaných riečny čln.



Zdroj: (1)

Obrázok č. 1: Využívaná dĺžka vnútrozemských vodných ciest jednotlivých štátov

Preprava tovaru po vnútrozemských vodných cestách je výhodná, pretože sústava nákladných riečnych člnov môže prepraviť viac tovaru na vzdialenosť väčšiu než akýkoľvek iný typ pozemného dopravného prostriedku. Riečne nákladné člny majú nosnosť ekvivalentnú stovkám kamiónov.



Zdroj: (2)

Obrázok č. 2: Porovnanie prepravnej kapacity jednotlivých druhov dopravy

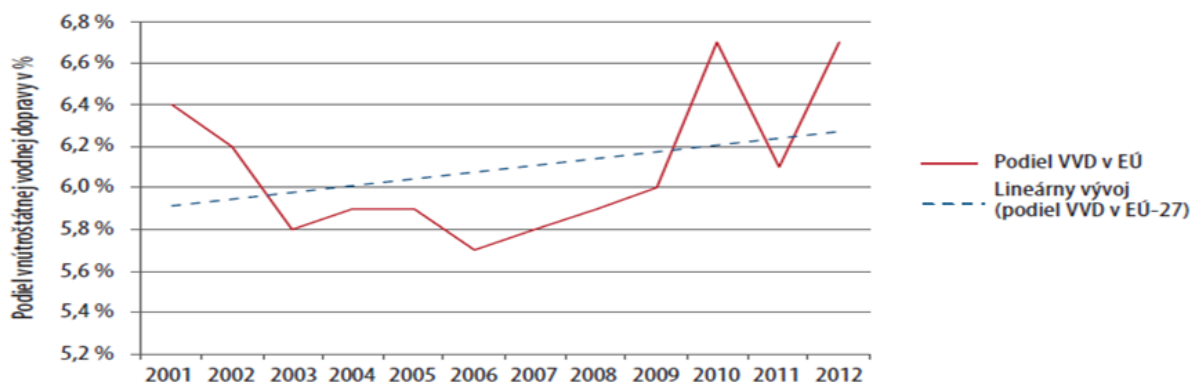
Preprava ropných produktov vodnou dopravou sa realizuje od západu až po východ Európy plavbou na rieke Rín a Dunaj.



Zdroj: (2)

Obrázok č. 3: Hlavné vnútrozemské vodné cesty v EÚ (komplexná a základná sieť TEN - T)

Dopravné výkony vnútrozemskej vodnej dopravy postupne každý rok rastú. Pretože vodná doprava je závislá na prírodných podmienkach, veľké rozdiely dopravných výkonov sú zaznamenávané aj v rámci jednotlivých ročných období.



Zdroj údajov: Eurostat.

Zdroj: (2)

Obrázok č. 4: Podiel vnútroštátnej vodnej dopravy (EÚ-27) od roku 2001

## 2. VYUŽITIE METÓDY MULTIKRITERIÁLNEHO ROZHODOVANIA VO VNÚTROZEMSKÉJ VODNEJ DOPRAVE

Metódy rozhodovania vo všeobecnosti predstavujú súhrn pravidiel a postupov, pomocou ktorých sa môže podnik riadiť v rôznych situáciách, napríklad pri výbere najvýhodnejšieho variantu.

Benková a Hudymáčová (2009) vo svojej štúdií konštatujú, že ak použijeme rozdelenie, založené na vzájomnom vzťahu empirie a teórie obsiahnutej v jednotlivých metódach, je možné rozdeliť tieto metódy do troch skupín na empirické, heuristické a exaktné.

Empirické metódy sú založené na skúsenostiach a intuícii. Tieto metódy sa delia na empiricko-intuitívne (tzv. skúšky a omyly), empiricko analytické (analýza nahrádza intuíciu). Expertné (metóda Deplh/názor odborníkov, brainstorming, brainwriting, metóda Synectics, metóda scenárov.

Heuristické metódy kombinujú výhody empirických a matematicko-štatistických metód a sú založené na zdravom úsudku a logike. Medzi tieto metódy je možné zaradiť metódu rozhodovacej tabuľky, rozhodovací strom, rozhodovaciú analýzu alebo teóriu preferencií.

Exaktné metódy sa zakladajú na vedeckej analýze a určené pre riešenie opakujúcich sa rozhodovaní, kde vzťahy medzi prvkami sú vyjadrené kvantitatívne. Do tejto skupiny môžeme zaradiť: metódy matematickej štatistiky (teória pravdepodobnosti, korelačná analýza, analýza časových radov), metódy matematickej analýzy a lineárnej algebry (diferenciálny počet, extrapolácia, maticový počet), metódy operačnej analýzy (ekonomicko-matematické metódy, štruktúrna analýza, sieťová analýza, modely hromadnej obsluhy atď...) (3).

#### **METÓDA ROZHODOVACEJ MATICE**

Za jednu zo základných metód možno považovať metódu rozhodovacej matice (DMM – Decision Matrix Method), ktorá môže mať taktiež viacej variantov riešenia. Rozhodovanie sa v tomto prípade uskutočňuje na základe osobných preferencií a názorov osoby, ktorá rozhoduje, ale taktiež na objektívnej skutočnosti a zdravom úsudku, preto ju podľa predošlého rozdelenia môžeme zaradiť do skupiny heuristických metód. Variant, ktorý vo svojej knihe predstavujú Máca, Leitner (2002) spočíva v hodnotení váhy (dôležitosti) jednotlivých kritérií bodovou stupnicou od 1 po 10 tak, že stupeň 1 je priradený najmenej váhe a stupeň 10 váhe najväčšej. Rovnakým spôsobom sa hodnotia riešenia kritérií. Vlastné hodnotenie je zrejme z tabuľky uvedenej nižšie, v ktorej sú hodnotené hypotetické ponuky zariadení od troch dodávateľov podľa toho, ako vyhovujú zvoleným kritériám hodnotenia, za ktoré boli zvolené – cena ponuky, doba dodania, platobné podmienky spoľahlivosť (4).

Tabuľka č. 1: Príklad hodnotenia dodávateľov podľa DMM

<b>Kritérium</b>	<b>Váha</b>	<b>Hodnotenie dodávateľa</b>		
		<b>Dodávateľ 1</b>	<b>Dodávateľ 2</b>	<b>Dodávateľ 3</b>
<b>Cena ponuky</b>	10	9	6	5
<b>Doba dodávky</b>	7	8	9	6
<b>Platobné podmienky</b>	6	7	8	9
<b>Spoľahlivosť</b>	8	6	7	8
<b>Vážený súčet</b>		236	227	210
<b>Poradie</b>		1	2	3

Zdroj: (5)

Konečným a najlepším výsledkom rozhodovania je potom najvyšší súčet súčinov hodnotenia kritéria a im priradenej váhy. Takto zvolený prístup má jednu hlavnú výhodu a to je jednoduchosť a nízka časová náročnosť. Naproti tomu však má aj nevýhody a to hlavne vysoký podiel subjektivity pri hodnotení ako jednotlivé varianty riešenia vyhovujú zvoleným kritériám a taktiež subjektívne určenie váhy jednotlivých kritérií. To platí hlavne v prípade, kedy je zostavenie celej metódy realizovaná jedným človekom. Vyšší počet ľudí zapojených do rozhodovania by mohol mieru subjektivity čiastočne znížiť a takisto pri zohľadnení viacerých názorov zvýšiť validitu systému.

### 3. APLIKOVANIE METÓDY ROZHODOVACEJ MATICE

Porovnávané sú tri hodnotiace kritériá, ktoré sú kalkulované pri prepravách ropných produktov vnútrozemskou vodnou dopravou z prístavu Bratislava. Štatistické údaje o realizovaných prepravách sú za obdobie jedného kalendárneho roka z prístavu Bratislava do siedmych prístavov v zahraničí.

#### Skúmané kritériá:

- prepravná vzdialenosť
- priemerná prepravná hmotnosť
- cena prepravy (prepravné)

#### Prepravná vzdialenosť

Hodnoty prepravných vzdialeností sú uvedené z prepravnej dokumentácie jednotlivých prepráv. V tabuľke č. 2 sú uvedené kilometrické vzdialenosti z prístavu Bratislava do všetkých prístavov určenia, kde bola za dané obdobie realizovaná preprava ropných produktov.

Tabuľka č. 2: Hodnotiace kritérium prepravnej vzdialeností

Hodnotiace kritérium	Prístav odoslania	Prístav určenia	Hodnota kritéria	Podiel v percentách
Prepravná vzdialenosť	Bratislava	Viedeň	52 km	4 %
	Bratislava	Korneuburg	77 km	6 %
	Bratislava	Komarom	105 km	8 %
	Bratislava	Linz	263 km	19 %
	Bratislava	Deggendorf	417 km	30 %
	Bratislava	Regensburg	511 km	37 %
	Bratislava	Giurgiu	1376 km	100 %

Zdroj: (9)

### Priemerná prepravná hmotnosť

Hodnoty uvedené tabuľke 3 uvádzajú čistú (netto) hmotnosť prepraveného nákladu v jednom smere od odosielateľa ku prijímateľovi.

Tabuľka č. 3: Hodnotiace kritérium prepravnej hmotnosti

Hodnotiace kritérium	Prístav odoslania	Prístav určenia	Hodnota kritéria	Podiel v percentách
Prepravená hmotnosť	Bratislava	Viedeň	1000 ton	82 %
	Bratislava	Korneuburg	1033 ton	85 %
	Bratislava	Komarom	1212 ton	100 %
	Bratislava	Linz	1082 ton	89 %
	Bratislava	Deggendorf	958 ton	79 %
	Bratislava	Regensburg	990 ton	81 %
	Bratislava	Giurgiu	1024 ton	84 %

Zdroj: (9)

### Cena prepravy

Ceny sú uvádzané zo štatistických údajov od dopravcu za každú skutočne zrealizovanú prepravu. Pre presné stanovenie ceny bez ohľadu na prepravovanú hmotnosť a vzdialenosť je cena za prepravu uvádzaná v jednotkách Euro/tonokilometer.

$$\text{Euro/tonokilometer} = \frac{\text{prepravné [EUR]}}{\text{prepravná vzdialenosť [km]} * \text{prepravené množstvo [ton]}}$$

Tabuľka č. 4: Hodnotiace kritérium ceny za prepravu

Hodnotiace kritérium	Prístav odoslania	Prístav určenia	Hodnota kritéria	Podiel v percentách
Cena prepravy	Bratislava	Viedeň	0,1053 eurotonokm	100 %
	Bratislava	Korneuburg	0,0554 eurotonokm	52 %
	Bratislava	Komarom	0,0485 eurotonokm	46 %
	Bratislava	Linz	0,0279 eurotonokm	26 %
	Bratislava	Deggendorf	0,0270 eurotonokm	25 %
	Bratislava	Regensburg	0,0235 eurotonokm	22%
	Bratislava	Giurgiu	0,0186 eurotonokm	17 %

Zdroj: (9)

## POROVNANIE

Pre analýzu troch hodnotiacich kritérií bola zvolená metóda DMM. Pred zahájením analýzy je potrebné stanoviť hodnotu dôležitosti jednotlivých kritérií. Hodnoty jednotlivých kritérií sú určené podľa dôležitosti a s ohľadom na efektívne hospodárenie podniku. Dôležitosť kritérií bola stanovená z hodnotenia dotazníka od 5 - tich dopravných spoločností, kde mohli zaškrtnúť iba jednu hodnotu od 1 po 3. Tabuľka nižšie uvádza výsledné hodnotenie ich odpovedí.

Tabuľka č. 5: Stanovenie významnosti jednotlivých kritérií

Význam kritéria			
Kritérium	1. navyiac dôležité (100 %)	2. dôležité (50 %)	3. menej dôležité (25 %)
Prepravná vzdialenosť	1	2	2
Prepravená hmotnosť	0	1	4
Ceny prepravy	4	1	0

Zdroj: autori

Výsledná hodnota pre každé hodnotiace kritérium je vypočítaná prostredníctvom váženého súčtu:

$$\text{prepravná vzdialenosť} = 1 * 1 + 2 * 0,50 + 2 * 0,25 = 2,5 \text{ zaokrúhlene} = 3$$

$$\text{prepravená hmotnosť} = 0 * 1 + 1 * 0,50 + 4 * 0,25 = 1,5 \text{ zaokrúhlene} = 2$$

$$\text{cena prepravy} = 4 * 1 + 1 * 0,50 + 0 * 0,25 = 4,5 \text{ zaokrúhlene} = 5$$

Pre vyjadrenie váh k jednotlivým hodnotám realizovaných preprav z prístavu Bratislava vzhľadom na skúmané kritériá je potrebné stanoviť maximálnu hodnotu a prideliť hodnotu 100 %. Následne je potrebné vypočítať percentuálny podiel jednotlivých variantov. Zostávajúce premenné sú následne vypočítané pomocou tejto hodnoty a na základe výsledku je im pridelený prislúchajúci počet bodov. Body boli pridelené podľa kľúča uvedeného v tabuľke nižšie:

Tabuľka č. 6: Spôsob pridelenia bodov jednotlivým kritériám

Hodnota percent	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%
Pridelené body	1 B.	2 B.	3 B.	4 B.	5 B.	6 B.	7 B.	8 B.	9 B.	10 B.	0 B.

Zdroj: autori

Výsledným kritériom bol zvolený najväčší vážený súčet, čiže súčet súčinov hodnotenia miery splnenia kritérií vrátane ich váhy. Postup je uvedený v tabuľke nižšie:



Tabuľka č. 7: Popis výpočtu, použitím váženého súčinu

Kritérium	Váha (1 - 10)	Hodnotenie jednotlivých prístavov						
		Viedeň	Korneuburg	Komarom	Linz	Deggendorf	Regensburg	Giurgiu
Cena	5	1	6	6	8	8	9	9
Vzdialenosť	3	0	10	10	9	8	7	1
Hmotnosť	2	3	2	1	2	3	3	3
Vážený súčet	x	11	64	62	71	70	72	54
Poradie	x	7.	4.	5.	2.	3.	1.	6.

Zdroj: autori

Zoradením vážených súčtov jednotlivých prepravných trás sme vypočítali výslednú pre podnik najvýhodnejšiu a ekonomicky najefektívnejšiu prepravu realizovanú vnútrozemskou vodnou dopravou z prístavu Bratislava.

## ZÁVER

Podľa použitej metódy rozhodovacej matice (DMM) sa prepravu ropných produktov vnútrozemskou vodnou dopravou najviac oplatí realizovať na prepravnej trase prístav Bratislava – prístav Regensburg. Podnik by mal všetky prepravné kapacity vodnej dopravy sústrediť na túto prepravnú reláciu. Výsledok výberu bol ovplyvnený určením váhy hodnotiacich kritérií (cena, vzdialenosť, množstvo). S danými hodnotami jednotlivých kritérií môžeme výsledok považovať za optimálne riešenie.

## POZNÁMKA:

Článok je publikovaný v rámci riešenia projektu Študentskej grantovej Univerzity Pardubice, č. projektu SGS\_2019\_09.

## POUŽITÁ LITERATÚRA

- (1) DÁVID A.; LEDNICKÝ M. *Programy a projekty EÚ na podporu vnútrozemskej vodnej dopravy*, 2010, ISBN 1336-5851.
- (2) OSOBITNÁ SPRÁVA EU *Vnútroštátna vodná doprava v Európe*, 2015, ISBN 978-92-872-1958-9.
- (3) BENKOVÁ M.; HUDYMÁČOVA M. *Návrh multikritériálnych metód pre výber relevantného dodávateľa podniku* [online] 2009
- (4) MÁCA, J., LEITNER, B.: *Aplikácia metód viackritériálneho rozhodovania v krízovom riadení*.



FŠI ŽU, 2002

- (5) DELGADO-GALVÁN, X., J. IZQUIERDO, J. BENÍTEZ and R. PÉREZ-GARCÍA, *Joint stakeholder decision-making on the management of the Silao-Romita aquifer using AHP. In: Environmental Modelling & Software*. 2014, ISSN 1364-8152.
- (6) BLAŽEK L. *Management organizování, rozhodování, ovlivňování. 2., rozšířené vydání. Grada Publishing a.s., Praha*, 2014, ISBN 978-80-247-4429-2.
- (7) DELGADO-GALVÁN, X., J. IZQUIERDO, J. BENÍTEZ and R. PÉREZ-GARCÍA, *Joint stakeholder decision-making on the management of the Silao-Romita aquifer using AHP. In: Environmental Modelling & Software*. 2014, ISSN 1364-8152.
- (8) ALBAYRAK, E. and Y.C. ERENSAL, *Using analytic hierarchy process (AHP) to improve human performance: An application of multiple criteria decision making problem. In: Journal of Intelligent Manufacturing*.2004, ISSN 0956-551.
- (9) ŠTATISTICKÉ ÚDAJE RAFINÉRIE SLOVNAFT, 2016