

Rozhodování za nejistoty pomocí vícekriteriální analýzy variant

Helena Brožová, Milan Houška

Annotation

Decision theory serves as a methodology to decision making, to choosing the best decision. It is based on the theory of games against nature. The decision maker selects one of his strategies – alternatives that are available. Their effect depends on possible future states of nature. Payoffs are associated with each combination alternative – state of nature. Decision making under uncertainty means that there are no information about future state of nature occurrence. Mostly used rules for decision making under uncertainty are maximin rule, maximax rule, Laplace criterion, Savage criterion or Hurwicz criterion. Most of these rules can be criticized because they focus only on some of payoffs and exclude the other payoffs.

It is proposed multiple attribute decision making methods using for selection the best alternatives. The payoff matrix is taken as a criterion matrix with unique criterion, its values differ according to state of nature. Decision maker can use weights to prefer some results, some state of nature.

Multiple attribute decision making methods expand the possible solving methods for choosing the best alternatives. Unfortunately, these methods as a game theory methods do not resulted in the same alternative often. But as more the usable methods are it is possible to choose a method more accurate for solved problem.

Anotace

Pro nalezení nejlepšího rozhodnutí za nejistoty je běžně používán rozhodovací model založený na modelu hry s přírodou. Znamená to, že nejlepší rozhodnutí je vybíráno z předem daných možných alternativ rozhodnutí podle jejich výsledků. Realizace jednotlivých alternativ jsou však ovlivňovány budoucím stavem světa zobrazeným stavu okolností, které mohou nastat. Situace nejistoty znamená, že rozhodovatel předem neví nic o tom, jak se situace v budoucnu bude vyvíjet, nemá žádné informace o tom, který z možných stavů okolností nastane.

Pro řešení takového modelu se používají různé postupy vypracované v teorii her, např. maximinový či maximaxový princip, Laplaceův princip nedostatečné evidence, Savageův nebo Hurwiczův princip. Ve všech těchto případech při výběru nejlepší alternativy rozhodnutí dochází k zanedbání či dokonce odmítnutí některých výsledků realizace.

V tomto příspěvku je proto navrženo použít pro nalezení nejlepšího rozhodnutí postupů vícekriteriální analýzy variant. Jednotlivé varianty představují alternativy rozhodnutí. Jednotlivá kritéria zobrazují jednotlivé stavy okolností. Znamená to, že kritérium je vlastně jediné, ale liší se jeho výsledky. Pro výběr nejlepšího rozhodnutí se pak použijí vhodné metody vícekriteriálního rozhodování. Přitom nejsou odmítány žádné výsledky alternativ rozhodnutí, rozhodovatel však může pomocí preferencí zvýraznit důsledky některých stavů okolností.

Použitím metod vícekriteriální analýzy variant je rozšířena škála metod pro nalezení rozhodnutí. Problémem však i nadále zůstává to, že ani tyto metody ani metody teorie her neposkytují většinou jednoznačný výsledek, neboť podle všech metod nebývá vybráno jediné nejlepší rozhodnutí. Rozšíření skupiny použitelných metod však umožňuje vybrat pro řešení vždy takovou metodu, která svými vlastnostmi nejlépe odpovídá vlastnostem řešené situace.

Keywords

Decision Theory, Decision Making Under Uncertainty, Multiple Criteria Decision Making, Criterion, State of Nature, Multiple Attribute Decision Making

Klíčová slova

teorie rozhodování, rozhodování za nejistoty, vícekriteriální rozhodování, kritérium, stav okolností, vícekriteriální analýza variant

Úvod

Pro nalezení nejlepšího rozhodnutí za nejistoty je běžně používán rozhodovací model založený na modelu hry s přírodou. **Rozhodovatel** vybírá strategie - **alternativy**, jejichž výsledný efekt je ovlivňován **stavy okolností**. Výsledkem každé alternativy za odpovídajícího stavu okolností je určitý efekt nazývaný výplatou. V ekonomických aplikacích tím bývá výnos či zisk nebo náklad či ztráta nejčastěji v peněžním vyjádření. Každému rozhodnutí - alternativě odpovídá tolik výplat, kolik různých stavů okolností připadá v úvahu. Každému stavu okolností odpovídá tolik výplat, kolik alternativ řešení se uvažuje. Jestliže je **m alternativ** a **n stavů** okolností, vzniká tzv. **výplatní matice** $V = (v_{ij})_{m,n}$. Standardní forma rozhodovacího modelu se nazývá **výplatní nebo rozhodovací tabulka**.

		Stavy okolností			
		s_1	s_2		s_n
Alternativy	a_1	V_{11}	V_{12}		V_{1n}
	a_2	V_{21}	V_{22}		V_{2n}
					
	a_m	V_{m1}	V_{m2}		V_{m3}

Situace **nejistoty** znamená, že rozhodovatel předem neví nic o tom, jak se situace v budoucnu bude vyvíjet, nemá žádné informace o tom, který z možných stavů okolností nastane. Pro řešení takového modelu se používají různé postupy vypracované v teorii her, např. maximinový či maximaxový princip, Laplaceův princip nedostatečné evidence, Savageův nebo Hurwiczův princip. Ve všech těchto případech při výběru nejlepší alternativy rozhodnutí dochází k zanedbání či dokonce odmítnutí některých výsledků jejich realizace.

Cíl a metodika

V tomto příspěvku je proto navrženo použít pro nalezení nejlepšího rozhodnutí postupů vícekritériální analýzy variant. Jednotlivé varianty představují alternativy rozhodnutí. Jednotlivá kritéria jsou reprezentována jednotlivými stavy okolností. Kritérium je z hlediska významu vlastně jediné, ale liší se jeho výsledky podle situace, za které bude rozhodnutí realizováno. Pro výběr nejlepšího rozhodnutí se pak použijí vhodné metody vícekritériálního rozhodování. Přitom nejsou odmítány žádné výsledky alternativ rozhodnutí, rozhodovatel však může pomocí preferencí zvýraznit důsledky některých stavů okolností. Tímto způsobem by bylo možno řešit i modely rozhodování za rizika. Pravděpodobnosti jednotlivých stavů okolností by pak byly chápány jako váhy příslušných “kritérií”.

Rozhodovací model jako model vícekritériální analýzy variant

Je dáno několik různých variant – alternativ rozhodnutí. Každá varianta je ohodnocena podle jediného kritéria, jehož výsledky se však liší podle okolností, za nichž může být varianta rozhodnutí realizována. Úkolem je vybrat nejvhodnější variantu – alternativu rozhodnutí tak, aby za každé situace bylo dosaženo co nejlepší hodnoty kritéria.

Výplatní matice odpovídajícího rozhodovacího modelu je pak totožná s kritériální maticí příslušného modelu vícekritériální analýzy variant.

		Stavy okolnosti				
		s₁	s₂		s_n	
		Kritéria				
		K₁	K₂		K_n	
Alternativy	Varianty	a₁	V ₁₁	V ₁₂		V _{1n}
		a₂	V ₂₁	V ₂₂		V _{2n}
						
		a_m	V _{m1}	V _{m2}		V _{m3}

Diskuse

Postupy řešení rozhodovacích modelů s využitím postupů vícekritériální analýzy variant se v literatuře objevily. Vaněčková [1] navrhuje provést transformaci modelu teorie rozhodování za rizika na dvoukritériální model vícekritériální analýzy variant. Prvním kritériem (maximalizačním) je očekávaná střední hodnota výplaty (EMV) za rizika jako kritérium výnosu, druhým kritériem (minimalizačním) je rozptyl hodnot výplaty pro jednu variantu z hlediska všech stavů okolností jako kritérium rizikovosti. Těmto dvěma kritériím uživatel přiřadí váhy podle toho, jestli preferuje spíše možnost extrémních výnosů, které přináší varianty s velkým rozptylem výplatních hodnot nebo raději spolehlivého výnosu, který poskytují varianty s malým rozptylem výplatních hodnot. Takto definovanou úlohu vícekritériální analýzy variant lze řešit pomocí známých metod, které uvádějí např. Fiala a kol. v [2].

Za předpokladu, že má uživatel dobrou představu o významnosti rozdílů mezi jednotlivými hodnotami výplat, navrhujeme v tomto postupu místo výpočtu očekávané hodnoty výplaty provést analýzu významnosti rozdílů mezi variantami z hlediska všech možných stavů okolností některou z metod vyhodnocování variant pomocí preferenční relace, které jsou popsány v [2]. Dále se budeme zabývat možností použít metodu PROMETHEE, která se ukazuje být pro řešení této situace velmi dobrá. Ohodnocení alternativ pomocí očekávané hodnoty výplaty pak bude nahrazeno hodnotami čistého toku.

Postup řešení

Základem metody PROMETHEE je párové porovnání variant, postupně z hlediska všech kritérií. Výsledkem tohoto srovnání je vyjádření intenzity preference mezi dvojicemi variant. Při její aplikaci na model rozhodování vyjadřují intenzitu preference alternativy a_r ve vztahu k alternativě a_s za stavu okolností s_j indexy $P_j(a_r, a_s)$ z intervalu $\langle 0,1 \rangle$. Tato intenzita závisí na rozdílu hodnot $d_j = v_{rj} - v_{sj}$. Pro maximalizační rozhodovací kritérium platí, že čím je větší tato diference, tím je intenzita preference větší. Pro transformaci hodnot diferencí d_j se používá několik typů preferenčních funkcí $QX(d_j)$, jejichž hodnoty pak udávají intenzitu preference takto

$$P_j(a_r, a_s) = QX(d_j), \text{ je-li } d_j \geq 0$$

$$P_j(a_s, a_r) = QX(d_j), \text{ je-li } d_j \leq 0$$

Metoda PROMETHEE využívá šest základních typů preferenčních funkcí, některé z nich vyžadují zadání několika parametrů.

Preferenční funkce Q1

$Q1(d_j) = 0$, pokud $d_j = 0$, jinak $Q1(d_j) = 1$

Tato funkce nevyžaduje zadání dalšího parametru.

Preferenční funkce Q4

$Q4(d_j) = 0$, pokud $|d_j| \leq q^*$

$Q4(d_j) = 0,5$, pokud $q^* < |d_j| \leq p^*$

$Q4(d_j) = 1$, pokud $|d_j| > p^*$

Musí být zadán práh preference p^* a práh indiference q^* .

Preferenční funkce Q2

$Q2(d_j) = 0$ pokud $|d_j| \leq q^*$, jinak $Q2(d_j) = 1$.

Funkce vyžaduje zadat hodnotu prahu indiference q^* .

Preferenční funkce Q5

$Q5(d_j) = 0$, pokud $|d_j| \leq q^*$

$Q5(d_j) = \frac{|d_j| - q^*}{p^* - q^*}$, pokud $q^* < |d_j| \leq p^*$

$Q5(d_j) = 1$, pokud $|d_j| > p^*$

Musí být zadán práh preference p^* a práh indiference q^* .

Preferenční funkce Q3

$Q3(d_j) = \frac{|d_j|}{p^*}$, pokud $|d_j| \leq p^*$, jinak $Q3(d_j) = 1$

Je vyžadováno zadání prahu preference p^* .

Preferenční funkce Q6

$Q6(d_j) = 1 - e^{-\frac{d_j^2}{2\sigma^2}}$,

což je vlastně Gaussova funkce, jejíž hodnota se s rostoucí diferencí blíží 1. V tomto případě je nutné určit parametr sigma, což je směrodatná odchylka normálního rozdělení.

Za předpokladu, že byly pro každou dvojici alternativ kvantifikovány na základě zvolených preferenčních funkcí intenzity preferencí, lze vypočítat globální preferenční index

$$P(a_r, a_s) = \sum_{j=1}^n p_j P_j(a_r, a_s)$$

kde p_j jsou pravděpodobnosti realizace jednotlivých stavů okolností.

Pro získání výsledné relace jsou dále pro každou alternativu vypočteny tzv. pozitivní a negativní toky. Pokud jsou indexy $P(a_r, a_s)$ uspořádány do matice $m \times m$ (pro m alternativ), potom pozitivní tok F_i^+ pro každou alternativu je definován jako průměr hodnot v příslušném řádku této matice a negativní tok F_i^- jako průměr v příslušném sloupci této matice. Výslednou informaci metody PROMETHEE je úplné uspořádání alternativ podle klesajícího rozdílu mezi pozitivním a negativním tokem $F_i = F_i^+ - F_i^-$. Tento rozdíl je označen jako tzv. čistý tok. Při použití metody PROMETHEE pro rozhodovací model je nutné brát v úvahu zvláštnost modelované situace, neboť všechny hodnoty v analyzované matici jsou udány ve stejné oceňovací jednotce. Těžko je zde tedy prostor pro odlišné stanovování typů funkcí (včetně jejich prahových hodnot) pro různé stavy okolností. Úloha uživatele při volbě preferenční funkce je tedy zjednodušena.

1) Má-li dobrou představu o důležitosti rozdílů hodnot výplaty, je schopen jak zvolit typ preferenční funkce, tak prahové hodnoty. Ty budou pro všechny stavy okolností identické.

2) Nemá-li představu o důležitosti rozdílů hodnot výplaty, použije funkci Q6, která vyžaduje parametr odvoditelný na základě hodnot v rozhodovací matici. Parametr sigma vypočte jako směrodatnou odchylku z hodnot ve sloupcích této matice. Hodnoty tohoto parametru se budou tedy lišit pro každý sloupec výplatní matice.

3) Pokud by si uživatel netroufl zadat hodnoty parametrů, má k dispozici ještě preferenční funkci Q1. Ta se ale používá u kritérií, z hlediska kterých nabývají varianty pouze několika málo konkrétních hodnot (typickým příkladem hodnocení "ano" - "ne"). Proto nelze tuto funkci obecně doporučit.

Po analýze preferenčních vztahů ve výplatní matici metodou PROMETHEE, jejíž výstup použijeme jako kritérium "výnosnosti" alternativ, stanovíme pro všechny alternativy jejich "rizikovost" měřenou rozptylem

hodnot pro každou alternativu z hlediska všech stavů okolností. Takto získaný dvoukriteriální model vyřešíme podle [1] metodou váženého součtu. Váhy nově odvozených hledisek stanovuje uživatel, který jejich pomocí může zvýraznit svůj sklon vybírat spíše alternativy s vyrovnanými hodnotami z hlediska všech stavů okolností (velká váha pro kritérium “rizikovost”), nebo naopak vybírat alternativy spíše podle kritéria “výnosnosti” s menším ohledem na riziko (velká váha pro kritérium “výnosnost”). Výsledkem výpočtu metodou váženého součtu je úplné uspořádání alternativ.

Tento model vícekriteriální analýzy variant má m variant – alternativ a , jak již bylo řečeno, dvě kritéria. Nejprve transformujeme vypočtené hodnoty tak, aby byly souměřitelné, a to pomocí vztahu

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2$$

kde y_{ij} jsou prvky v kritériální matici, D_j hodnoty bazální varianty a H_j hodnoty ideální varianty.

Celkový užitek U , který nám přináší i -tá alternativa z hledisek minimalizace “rizika” a maximalizace “výnosnosti” při stanovených vahách kritérií $v = (v_1, v_2)$ vypočteme jako

$$U(a_i) = \sum_{j=1}^2 v_j r_{ij}, \forall i.$$

Alternativa, která vykáže při stanovených vahách největší užitek, pak bude doporučena k realizaci.

Výsledky

Navržený postup byl aplikován na následující praktický příklad, který je pomocí standardních metod teorie rozhodování vyřešen v [3].

Společnost vlastní celkem 24 dopravních souprav, které využívá jednak pro svoje potřeby a jednak nabízí službu autodopravy dalším subjektům. Proto provozuje vlastní autodílnu, která provádí údržbu vlastních vozidel a také přijímá i zakázky na opravu vozidel jiných společností.

Protože byl identifikován problém vysokých nákladů komplexu autodílny a nízké využití jeho kapacity, vedení společnosti stojí před problémem, zda autodílnu zachovat, zrušit a opravy vlastních vozidel objednat u jiné společnosti, případně autodílnu modernizovat a rozšířit se zaměřením na externí zakázky.

Bylo vymezeno celkem sedm alternativ: porovnání nabídek pěti společností, které by v případě zrušení vlastní autodílny převzaly opravy vozidel společnosti, varianta zachování stávajícího stavu a varianta rozšíření. Kritériem hodnocení jsou efekty, které jednotlivé varianty přinesou: pro každou variantu byla provedena analýza změny nákladů a výnosů s ohledem na to, kolik podnik provedl oprav na vlastních vozidlech a kolik realizoval externích zakázek v minulých letech. Tím jsou vymezeny stavy okolností modelu teorie rozhodování. Vzhledem k tomu, že byly k dispozici údaje za několik let byly stanoveny i pravděpodobnosti jednotlivých stavů okolností v dalších letech. Je tedy definována situace teorie rozhodování za rizika. Data a kvantifikační postupy jsou podrobně popsány v [3].

Vzhledem ke značnému rozsahu takto definované úlohy se omezíme na analýzu výsledků, které jsou uvedeny v [3]. Protože byla vybrána jedna z variant předpokládajících zrušení autodílny, ověříme pouze volbu poskytovatele opravárenských služeb, přičemž stavy okolností vymezíme pouze počtem oprav prováděných na vlastním vozovém parku. Výplatní matice (efekty vyplývající z převodu služby jsou vyčíslené v Kč) je uvedena v následující tabulce.

Tabulka 1: Výplatní matice

	Počet oprav vlastních vozidel za rok			
Poskytovatel	pod 40	40-60	60-80	nad 80
Fronk, s. r. o.	1 240 177	1 215 959	1 250 485	1 456 820
Agro Domažlice, a.s.	1 140 479	1 188 075	1 371 801	1 458 170
Karpem, s. r. o.	1 319 399	1 271 864	1 208 485	1 273 962
Bodas, a. s.	1 248 766	1 256 864	1 187 485	1 221 191
ZD Dražnov	1 241 132	1 231 642	1 252 396	1 253 105
Pravděpodobnost	0.037	0.115	0.69	0.158

Z hlediska výše definovaného postupu je výplatní matice totožná s maticí kritériální, jako váhy kritérií použijeme pravděpodobnosti jednotlivých stavů okolností (počet vlastních vozidel vyžadujících opravu za rok). Využijeme všechny tři možnosti, které nám metoda PROMETHEE poskytuje.

1) Stanovíme důležitosti rozdílů v efektech mezi variantami: práh preference jako minimální hodnotu rozdílů, při kterém jednu variantu absolutně preferujeme před druhou za určitého stavu okolností a práh indiference jako maximální hodnotu rozdílů, při kterém považujeme tyto varianty z hlediska tohoto stavu okolností za rovnocenné. Stejně prahové hodnoty použijeme pro všechny stavy okolností.

Rozdíl v efektu mezi nejvyšší a nejnižší možnou výplatou z tabulky 1 činí 317 000 Kč. Stanovíme proto základní prahové hodnoty takto: práh indiference $q^* = 30\,000$ Kč, což je zhruba 10% z maximálního rozdílu, práh preference $p^* = 200\,000$ Kč, tedy asi 60% z maximálního rozdílu. Pro všechny stavy okolností použijeme preferenční funkci Q5.

Pro potřeby analýzy výsledků výpočtu využijeme různé nastavení prahových hodnot. Výsledky experimentů získané pomocí programu MCAKOSA [4] jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka 2: Hodnoty čistého toku a pořadí variant při změnách prahových hodnot

	$p^*=200000$ $q^*=30000$		$p^*=250000$ $q^*=10000$		$p^*=150000$ $q^*=80000$		$p^*=90000$ $q^*=10000$	
	Fi	Pořadí	Fi	Pořadí	Fi	Pořadí	Fi	Pořadí
Fronk, s. r. o.	0.0156	2	0.0179	2	0.0048	2	0.0268	2
Agro Domažlice, a.s.	0.1380	1	0.1132	1	0.1606	1	0.1763	1
Karpem, s. r. o.	-0.0492	4	-0.0413	4	-0.0602	4	-0.0639	4
Bodas, a. s.	-0.0749	5	-0.0706	5	-0.0619	5	-0.1254	5
ZD Draženov	-0.0295	3	-0.0192	3	-0.0433	3	-0.0138	3

Z tabulky výpočtu vyplývá, že v tomto případě změna prahových hodnot nemá podstatný vliv na výsledek výpočtu. Je to způsobeno především vysokou hodnotou pravděpodobnosti třetího stavu okolností, vzhledem ke kterému je nejlépe hodnocená varianta Agro Domažlice.

2) Pro každý stav okolností vypočteme směrodatnou odchylku hodnot efektu, který poskytují jednotlivé alternativy a použijeme je jako parametr pro preferenční funkci Q6.

3) Pro srovnání použijeme i funkci Q1, která nevyžaduje žádné parametry. Výsledky výpočtu jsou v následující tabulce.

Tabulka 3: Výsledky výpočtu pro preferenční funkce Q 6 a Q1

	Funkce č. 6 parametry sigma		Funkce č. 1 bez parametrů	
	Fi	Pořadí	Fi	Pořadí
Fronk, s. r. o.	0.0060	2	0.0008	3
Agro Domažlice, a.s.	0.1522	1	0.1740	1
Karpem, s. r. o.	-0.0464	4	-0.0483	4
Bodas, a. s.	-0.0855	5	-0.1930	5
ZD Draženov	-0.0262	3	0.0665	2
Stav okolností	pod 40	40-60	60-80	nad 80
Směrodatná odchylka	57038	29632	63856	103313

Výsledky výpočtu při použití preferenční funkce Q6 se do značné míry shodují s výsledky získanými při experimentování s prahovými hodnotami prahů preference a indiference. Z tabulky je také vidět, že se výsledky získané pomocí preferenční funkce Q1 poněkud odlišují od všech ostatních. Je to dáno povahou funkce, která jakýkoliv rozdíl v kritériálních hodnotách označuje vztahem absolutní preference bez ohledu na to, zda je rozdíl 1 Kč nebo 200 000 Kč.

Nyní vytvoříme model vícekritériální analýzy variant, pomocí kterého porovnáme varianty z hlediska rizikovitosti a relativní výnosnosti. Modelujeme uživatele se sklonem přijímat riziko, který stanovil hodnoty vah $v_1 = 0,7$ a $v_2 = 0,3$. Tento uživatel tedy považuje výnosové kritérium za více než dvakrát důležitější než kritérium rizikovitosti. V tabulce 4 je zachycen celý model včetně výsledků našeho postupu a postupu podle [1]:

Tabulka 4: Dvoukritériální model a jeho řešení

	Fi	Rozptyl	EMV	Rozptyl	Užitek 1	Užitek 2
Fronk, s. r. o.	0.0156	9337905341	1278734	9337905341	0.433	0.482
Agro Domažlice, a.s.	0.1380	16929281175	1355760	16929281175	0.700	0.700
Karpem, s. r. o.	-0.0492	1558416009	1230223	1558416009	0.358	0.398
Bodas, a. s.	-0.0749	737718553.3	1203056	737718553.3	0.288	0.288
ZD Draženov	-0.0295	78261228.06	1249704	78261228.06	0.449	0.514

Poznámka: EMV je očekávaná hodnota výplaty

V tomto konkrétním případě není velký rozdíl mezi výsledky v závislosti na použité metodě hodnocení "výnosnosti" variant, hodnoty agregované funkce užítka vykazují přibližně stejné hodnoty. Provedli jsme také analýzu stability řešení vzhledem k možným změnám vah, hledali jsme takové hodnoty vah, při kterých se vyrovná užitek poskytovaný variantami na prvním a druhém místě (Agro Domažlice a ZD Dražnov). Zde se ukázalo, že náš postup o něco zvýraznil hodnocení výnosnosti varianty Agro Domažlice; vektor vah, pro který se hodnoty uvedených variant rovnají byl $v = (0,56, 0,44)$, zatímco při použití kritéria EMV byl tento vektor $v = (0,6, 0,4)$.

Z hlediska preferencí uvedeného uživatele doporučujeme uzavřít smlouvu se společností Agro Domažlice. K tomuto závěru dochází i práce [3], která model řeší jako úlohu teorie rozhodování. Zdroj dále uvádí, že tato varianta byla skutečně realizována s efektem vyčísleným podle metodiky společnosti asi na 1 286 000 Kč, bylo opraveno kolem 60 vozidel. Pro žádný ze dvou stavů okolností, na jejichž hranici se realita pohybovala, neexistuje varianta, která by byla lépe hodnocena z hlediska očekávaného efektu než varianta realizovaná, proto považujeme přístup uživatele za správný.

Závěr

Použitím metod vícekriteriální analýzy variant je rozšířena škála metod pro nalezení rozhodnutí. Problémem však i nadále zůstává to, že ani tyto metody ani metody teorie her neposkytují většinou jednoznačný výsledek, neboť podle všech metod nebývá vybráno jediné nejlepší rozhodnutí. Rozšíření skupiny použitelných metod však umožňuje vybrat pro řešení vždy takovou metodu, která svými vlastnostmi nejlépe odpovídá vlastnostem řešené situace.

Literatura

- [1] Vaněčková, E.: Application of multi-criteria evaluation of alternatives in decision making under risk. In "Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in Ceske Budejovice, Series of Economics, Management and Trade", Vol. 25, no. 1, p. 11-15
- [2] Fiala, P., Jablonský, J., Maňas, M.: Vícekriteriální rozhodování. VŠE, Praha, 1997
- [3] Daňša, M.: Možnosti aplikace modelů teorie rozhodování v praxi. Diplomová práce. PEF ČZU, Praha, 2001
- [4] Brožová, H., Šubrt, T., Houška, M.: Software Support of Multi-Criteria Decision Making in Spreadsheets. In: Proceedings of the 17th International Conference MME 99. Jindřichův Hradec, 1999, p. 45 - 51

Adresy autorů

RNDr. Helena Brožová, CSc.
Katedra operační a systémové analýzy
Provozně ekonomická fakulta
Česká zemědělská univerzita v Praze
tel. 02/24382380
e-mail: brozova@pef.czu.cz

Ing. Milan Houška
Katedra operační a systémové analýzy
Provozně ekonomická fakulta
Česká zemědělská univerzita v Praze
tel. 02/24382351
e-mail: houska@pef.czu.cz