

Domácí úkol z Kvantitativní ekonomie číslo 2 (EKO413)

Martin Šlouf
rodné číslo: 781023/0692
<xslom03@sorry.vse.cz>

22. ledna 2001

Obsah

1	Zadání	1
2	Multikriteriální hodnocení	1
2.1	Metoda WSA	3
2.2	Metoda AHP	3
2.3	Metoda TOPSIS	4
2.4	Metoda ELECTRE1	5
3	Porovnání výsledků jednotlivých variant	6

1 Zadání

Úkolem je vybrat nejvhodnější výrobek (viz tabulka 1 za použití více metod multikriteriálního hodnocení (WSA, AHP, TOPSIS, ELECTRE1) a jednotlivé výsledky porovnat.

2 Multikriteriální hodnocení

Úlohu jsem počítal (místy) ručně, takže jsem byl nucen zaokrouhlovat. Uvedl jsem jen ty mezivýsledky, které považuji za významné.

Protože nebyly zadány váhy kritérií, určil jsem si je sám podle bodovací metody s přesností na dvě desetinná místa. Body jsem udával v rozmezí 1 – 5. Váha byla určena podle vzorce: $v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$.

Minimalizační kritéria byla převedena na maximalizační podle vzorce: $n_i = f_{max} - f_i$, kde n_i značí novou hodnotu, f označuje příslušnou hodnotu kritéria. V tabulce 3 lze nalézt upravené hodnoty.

Typ vysavače	Cena [Kč]	Akční radius [m]	Objem [l]	Hmotnost [kg]	Kvalita vysávání [0 – 10 b.]
Miele S 548 Active	12690	10.6	3.3	9.0	8
Bosch Sphera 22	4490	8.2	2.9	6.0	6
AEG Vampyr	5290	8.8	3.2	6.2	2
Moulinex Powerclass	5999	9.1	4.6	6.5	5
Philips Vision Plus	7590	11.1	3.0	8.5	6
Typ kritéria	min	max	max	min	max
Váha kritéria ^a	0.29	0.07	0.21	0.14	0.29

Tabulka 1: Parametry vysavačů

^a Jejich určení viz část 2.

Kritérium	Body	Váha
Cena	4	0.29
Akční radius	1	0.07
Objem	3	0.21
Hmotnost	2	0.14
Kvalita vysávání	4	0.29
Součet	14	1.00

Tabulka 2: Váhy kritérií

Typ vysavače	Cena [Kč]	Akční radius [m]	Objem [l]	Hmotnost [kg]	Kvalita vysávání [0 – 10 b.]
Miele S 548 Active	0	10.6	3.3	0.0	8
Bosch Sphera 22	8200	8.2	2.9	3.0	6
AEG Vampyr	7400	8.8	3.2	2.8	2
Moulinex Powerclass	6691	9.1	4.6	2.5	5
Philips Vision Plus	5100	11.1	3.0	0.5	6
Typ kritéria	max	max	max	max	max
Váha kritéria	0.29	0.07	0.21	0.14	0.29

Tabulka 3: Parametry vysavačů po úpravě kritérií

2.1 Metoda WSA

Prvním krokem byla normalizace matice a následné spočítání užítku z každé varianty ($u_{var_i} = \sum_{j=1}^n v_j r_{ij}$, kde v_j je váha *j-tého* kritéria, n počet kritérií a r_{ij} označuje normované ohodnocení *i-té* varianty podle *j-tého* kritéria). Výsledek přehledně zachycuje tabulka 4.

Typ vysavače	Cena [Kč]	Akční radius [m]	Objem [l]	Hmotnost [kg]	Kvalita vysávání [0 – 10 b.]	Užitek u_{var_i}	Pořadí podle užítku
Miele	0.00	0.83	0.24	0.00	1.00	0.40	5
Bosch	1.00	0.00	0.00	1.00	0.67	0.62	2
Vampyr	0.90	0.21	0.18	0.93	0.00	0.44	4
Moulinex	0.82	0.31	1.00	0.83	0.50	0.73	1
Philips	0.62	1.00	0.06	0.17	0.67	0.48	3
Typ kritéria	max	max	max	max	max		
Váha kritéria	0.29	0.07	0.21	0.14	0.29		

Tabulka 4: Výsledky metody WSA

Nejlépe vyšel výrobek firmy Moulinex (?Moulimex?). Vliv na to mělo rozhodně zvolení vah kritérií, kdy jsem upřednostnil ty, v nichž nejvíce vyniká (cena), popř. ty, kde jsou si jinak víceméně vysavače rovny (kvalita). Špatné umístění jinak dobrého výrobku firmy Miele způsobila cena.

2.2 Metoda AHP

Výsledky této metody shrnuje tabulka 5. Je založena na podobném principu jako WSA, místo celkového užítku se počítá agregovaná váha varianty. Z tabulky 5 je patrná také matice vah variant ohodnocených podle jednotlivých kritérií.

Párově jsem srovnal varianty podle jednotlivých kritérií a spočetl jsem

váhu variant podle vzorce: $w_{ij} = \frac{\sqrt[k]{\prod_{j=1}^k s_{ij}}}{\sum_{i=1}^k \sqrt[k]{\prod_{j=1}^k s_{ij}}}$, kde k značí počet variant,

v čitateli je pak *k-tá* odmocnina součinu prvků s_{ij} Saatyho matice (řádků) a ve jmenovateli je součet těchto *k-tých* odmocnin. Tento hrozivý vzorec představuje odhad vah na základě metody geometrického průměru.

Výpočtově je tato metoda dost náročná — protože jsem ji počítal ručně, mohly v důsledku zaokrouhlování vzniknout malé chyby. Porovnání variant podle kritérií jsem prováděl na základě subjektivního uvážení — jako uživateli je mi jedno, zda lux má akční radius 10.6 nebo 11.1 m; v případě takovýchto hodnot kritérií jsem byl indiferentní (proto jsou váhy stejné, ačkoli hodnoty se trochu liší). Místy to značně usnadnilo výpočet.

Je to zajímavé i z jiného hlediska — na tomto příkladě je vidět, jak se do hodnocení celého problému promítne subjektivní postoj uživatele / hod-

notitele.

Typ vysavače	Cena [Kč]	Akční radius [m]	Objem [l]	Hmotnost [kg]	Kvalita vysávání [0 – 10 b.]	Agregovaná váha	Pořadí podle váhy
Miele	0.037	0.228	0.177	0.066	0.296	0.159	5
Bosch	0.296	0.170	0.177	0.303	0.223	0.199	2
Vampyr	0.259	0.187	0.177	0.303	0.074	0.189	3
Moulinex	0.222	0.187	0.294	0.252	0.185	0.228	1
Philips	0.185	0.228	0.177	0.076	0.223	0.182	4
Typ kritéria	max	max	max	max	max		
Váha kritéria	0.29	0.07	0.21	0.14	0.29		

Tabulka 5: Výsledky metody AHP

2.3 Metoda TOPSIS

Tabulka 6 zachycuje váženou kritériální matici. Z ní byla získána bazální varianta $D = (0.000, 0.027, 0.079, 0.000, 0.045)$ a ideální varianta $H = (0.170, 0.036, 0.125, 0.087, 0.181)$.

Typ vysavače	Cena [Kč]	Akční radius [m]	Objem [l]	Hmotnost [kg]	Kvalita vysávání [0 – 10 b.]
Miele	0.000	0.034	0.090	0.000	0.181
Bosch	0.170	0.027	0.079	0.087	0.135
Vampyr	0.154	0.029	0.087	0.081	0.045
Moulinex	0.140	0.030	0.125	0.072	0.113
Philips	0.108	0.036	0.082	0.014	0.135
Typ kritéria	max	max	max	max	max
Váha kritéria	0.29	0.07	0.21	0.14	0.29

Tabulka 6: Vážená kritériální matice metody TOPSIS

V tabulce 7 jsou patrné vzdálenosti od bazální d_i^- i ideální d_i^+ varianty a zároveň výsledky celé metody — relativní ukazatele vzdálenosti od bazální varianty c_i .

Typ vysavače	d_i^+	d_i^-	c_i	Pořadí podle c_i
Miele	0.195	0.136	0.412	5
Bosch	0.065	0.212	0.764	1
Vampyr	0.142	0.175	0.552	4
Moulinex	0.076	0.178	0.701	2
Philips	0.114	0.142	0.554	3

Tabulka 7: Výsledky metody TOPSIS

2.4 Metoda ELECTRE1

Z tabulky 8 je patrná matice stupňů preference c_{ij} . c_{ij} porovnává preferenci varianty a_i vůči a_j . Obdobně u tabulky 9 — pouze s tím rozdílem, že zachycuje stupně dispreference d_{ij} .

	Miele	Bosch	Vampyr	Moulinex	Philips
Miele	-	0.57	0.57	0.36	0.50
Bosch	0.43	-	0.72	0.72	0.72
Vampyr	0.43	0.28	-	0.43	0.64
Moulinex	0.64	0.28	0.57	-	0.64
Philips	0.50	0.57	0.36	0.36	-

Tabulka 8: Stupně preference

	Miele	Bosch	Vampyr	Moulinex	Philips
Miele	-	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
Bosch	0.00029	-	0.00078	0.00113	0.00094
Vampyr	0.00081	1.00000	-	0.00423	0.00174
Moulinex	0.00045	1.00000	1.00000	-	0.00126
Philips	0.00039	1.00000	1.00000	1.00000	-

Tabulka 9: Stupně dispreference

Metoda ELECTRE1 nestanovuje pořadí, ale rozděluje varianty na efektivní a neefektivní. Protože nemám zkušenosti s volbou prahových hodnot, inspiroval jsem se učebnicí — práh preference c^* a práh dispreference d^* jsem zvolil takto: $c^* = 0.7, d^* = 1$. Bohužel na základě těchto prahových hodnot nebyla vybrána jediná efektivní varianta. Musel jsem si trochu pohrát s jejich volbou. Nakonec jsem zůstal u hodnot: $c^* = 0.4, d^* = 0.4$. Matice R je patrná z tabulky 10, z ní je zřejmé, jaké varianty jsou spolu v relaci preference P při daných prahových hodnotách c^* a d^* . Množina efektivních variant E je dána, těmi variantami, které nejsou preferovány žádnou variantou (ve sloupci jsou samé 0) a jsou preferovány alespoň před jednou variantou (mají v řádku aspoň jednu 1). Tedy: $E = \{Bosch\}$

	Miele	Bosch	Vampyr	Moulinex	Philips
Miele	0	0	0	0	0
Bosch	1	0	1	1	1
Vampyr	1	0	0	1	1
Moulinex	1	0	0	0	1
Philips	1	0	0	0	0

Tabulka 10: Výsledky metody ELECTRE1

3 Porovnání výsledků jednotlivých variant

Metoda	Pořadí variant
WSA	Moulinex, Bosch, Philips, Vampyr, Miele
AHP	Moulinex, Bosch, Vampyr, Philips, Miele
TOPSIS	Bosch, Moulinex, Philips, Vampyr, Miele
ELECTRE1	{Bosch}

Tabulka 11: Nejlepší varianta podle jednotlivých metod

Metoda ELECTRE1 nejde příliš porovnávat s ostatními — neslouží k uspořádání variant, ale pouze k rozdělení variant na dobré a špatné.

Metody WSA a AHP jsem počítal ručně, metody TOPSIS a ELECTRE1 jsem řešil za pomoci programu **Sanna**.

Nejlepšími výrobky (podle hodnocených kritérií, viz tabulka 11) jsou vysavače firmy Moulinex a Bosch. Na špatné umístění vysavače firmy Miele měla bezesporu vliv špatná cena — důležité kritérium (váha = 0.29) a bylo $2 \times$ větší než u jiných produktů, ačkoli kvalita (další významné kritérium) byla nejvyšší. Naopak, výrobky firem Bosch a Moulinex vyhráli díky mnohem nižší ceně a téměř stejné kvalitě. Jednoznačně mají lepší poměr $\frac{\text{cena}}{\text{vykon}}$.

Pořadí na 3. a 4. místě je také zajímavé. Z metod WSA, AHP a TOPSIS je patrné, že mezi výrobky Philips a Vampyr jsou velmi malé rozdíly. Podle metod AHP a TOPSIS je Vampyr lepší Philips, u WSA je tomu naopak.

Mé subjektivní hodnocení se projevilo:

1. V konstrukci vah kritérií.
2. V konstrukci vah jednotlivých variant (metoda AHP).
3. Při volbě prahu preference (ELECTRE1)

Pokud se budu snažit eliminovat subjektivní hodnocení, je nejlépe rozhodovat se podle metod WSA a TOPSIS. Avšak vzhledem k tomu, že všechny metody daly víceméně stejný výsledek (neuvažuji ELECTRE1), je to asi jedno (subjektivní hodnocení mělo velký vliv na volbu vah kritérií, avšak jinak se nijak výrazněji neprojevilo).