



Rozhodování

Ing. Alena Šafrová Drášilová, Ph.D.

Modelový příklad

Rozhodování???

- [video](#)

Obsah

- základní pojmy a definice
- rozhodovací podmínky

- základní zadání
- jednokriteriální rozhodování za jistoty
- vícekriteriální rozhodování za jistoty
- jednokriteriální rozhodování za rizika
- analýza citlivosti
- jednokriteriální rozhodování za nejistoty
- vícekriteriální rozhodování za rizika

Základní pojmy hodnotícího procesu

- cíl (C) – žádoucí stav, jehož je třeba dosáhnout
- varianta (V) – jedna z cest k dosažení cíle
- kritérium (K) – měřítko míry dosažení cíle
- váha kritéria (v) – důležitost jednoho kritéria ve vztahu k ostatním (0–1)
- hodnota kritéria (x)
- užitek (u) – efekt z dosažení cíle
- faktor (f) – veličina, která má vliv na míru dosažení cíle v dané variantě
- scénář (S) – množina faktorů
- pravděpodobnost scénáře (p)

Rozhodovací podmínky

- rozhodování za podmínek jistoty
 - scénář je pouze jeden a pravděpodobnost jeho výskytu je 100 % ($p=1$)
- rozhodování za podmínek rizika
 - scénářů je více, ale pravděpodobnost jejich výskytu je známa, tzn. každému scénáři je přiřazena pravděpodobnost 0–1 a součet těchto pravděpodobností je 1 ($\sum p_k=1$)
- rozhodování za podmínek nejistoty
 - scénářů je více a jejich pravděpodobnost není známa

Základní zadání

- Pan Novák se rozhodl koupit nové auto a je pro něj rozhodující **pouze nejnižší cena**.
- Předpokládejme, že pana Nováka v tuto chvíli nezajímají žádné jiné parametry, nebo vybral pouze ty modely automobilů, které zcela odpovídají jeho požadavkům a jsou pro všechny vybrané varianty stejné.
- Pan Novák se rozhoduje mezi čtyřmi modely, které jsou pro něj variantami ve smyslu rozhodování – V_1 , V_2 , V_3 a V_4 .
- Cena prvního modelu je **260 000,- Kč**,
cena druhého **268 000,- Kč**,
cena třetího **276 000,- Kč** a
cena čtvrtého je **284 000,- Kč**.
- Ceny jsou jasně dané a nebudou se za žádných okolností měnit.

Jednokriteriální rozhodování za jistoty

	Cena (K_1)
v_i	1,0 (v_1)
V_1	260 000,-
V_2	268 000,-
V_3	276 000,-
V_4	284 000,-

Vícekriteriální rozhodování za jistoty

- Předpokládejme nyní, že pan Novák změnil své požadavky. Protože se oženil a založil rodinu, zajímá jej nejen **cena vozu**, ale i **počet dveří**, kvůli pohodlnému usazení dětských sedaček. V každém případě chce, aby měl vůz zadní pár dveří a kufr, tj. celkem 5 dveří. Pana Nováka dále zajímá **spotřeba pohonných hmot** (pro zjednodušení uvažujme jeden typ) – čím méně, tím lépe. Důležitá je také **záruka vozu** (tentokrát je však úměra obrácená – čím delší záruka, tím lépe) a **výše povinného ručení**.
- Všechna zmíněná kritéria jsou pro pana Nováka stejně důležitá, pouze u počtu dveří se jedná o kritérium, které musí být za všech okolností splněno a není možné jej vyvážit úžasnými vlastnostmi v jiné oblasti.

Vícekriteriální rozhodování za jistoty

K_j	Cena (K_1)	Spotřeba (K_2) v l/100 km	Záruka (K_3) v letech	Povinné ručení (K_4) v Kč/rok	Počet dveří (K_5) v ks
v_i	0,25 (v_1)	0,25 (v_2)	0,25 (v_3)	0,25 (v_4)	----
V_1	260 000,-	7,3	6	4 000,-	5
V_2	268 000,-	5,2	5	4 600,-	5
V_3	276 000,-	6,5	5,5	3 800,-	5
V_4	284 000,-	6,8	5	3 900,-	3

Vícekritériální rozhodování za jistoty

K_j	Cena (K_1)	Spotřeba (K_2) v l/100 km	Záruka (K_3) v letech	Povinné ručení (K_4) v Kč/rok
v_i	0,25 (v_1)	0,25 (v_2)	0,25 (v_3)	0,25 (v_4)
V_1	260 000,-	7,3	6	4 000,-
V_2	268 000,-	5,2	5	4 600,-
V_3	276 000,-	6,5	5,5	3 800,-

hodnota j-tého kritéria
v i-té variantě

nejhorší dosažená
hodnota j-tého kritéria

$$u_{ij}^n = \frac{x_{ij} - D_j}{H_j - D_j}$$

nejlepší dosažená
hodnota j-tého kritéria

$$u_{11}^n = \frac{260\,000 - 276\,000}{260\,000 - 276\,000} = 1$$

$$u_{21}^n = \frac{268\,000 - 276\,000}{260\,000 - 276\,000} = 0,5$$

$$u_{31}^n = \frac{276\,000 - 276\,000}{260\,000 - 276\,000} = 0,0$$

Vícekritériální rozhodování za jistoty

K_j	Cena (K_1)	Spotřeba (K_2)	Záruka (K_3)	Povinné ručení	Celkový užitek varianty (u_i)
v_i	0,25 (v_1)	0,25 (v_2)	0,25 (v_3)	0,25 (v_4)	
V_1	1,0	0,0	1,0	0,75	0,6875
V_2	0,5	1,0	0,0	0,0	0,3750
V_3	0,0	0,38	0,5	1,0	0,4700

$$u_1 = (u_{11} \times v_1) + (u_{12} \times v_2) + (u_{13} \times v_3) + (u_{14} \times v_4)$$

Jednokriteriální rozhodování za rizika

- Pan Novák se rozhodl, že si vytvoří z dostupných informací **jedno kritérium**, kterým budou **náklady na jeden rok provozu vozidla v záruce**.
- Podle předchozích zkušeností zjistil, že **za rok ujede 12 000 km**.
- Předpokládá, že po konci záruky vůz prodá a to ve všech třech případech za **100 000,- Kč**.
- **Rozdíl** mezi pořizovací a prodejní cenou následně **rozpočítá na jednotlivé roky**. Vzorec jeho kritéria tedy bude následující:

$$K = \{(K_1 - 100\,000) / K_3\} + \{(K_2 / 100) * 12\,000 * c\} + K_4$$

Diagrammatic annotations for the formula above:

- pořizovací cena → K_1
- počet let záruky → K_3
- spotřeba → K_2
- cena PHM → c
- povinné ručení → K_4

Jednokriteriální rozhodování za rizika

- Problém je v tom, že cena pohonných hmot není konstantní.
- Pan Novák si pečlivě prostudoval vývoj cen a dospěl k názoru, že průměrná cena ve sledovaných letech bude
 - s pravděpodobností 0,25 (p_1) rovna 27,- Kč/l (S_1),
 - s pravděpodobností 0,50 (p_2) rovna 30,- Kč/l (S_2) a
 - s pravděpodobností 0,25 (p_3) rovna 33,- Kč/l (S_3).
- Cena pohonných hmot je pro pana Nováka proměnnou a její konkrétní hodnota představuje tři možné scénáře.

Scénář	S_1	S_2	S_3
Cena	27,- Kč/l	30,- Kč/l	33,- Kč/l
Pravděpodobnost	0,25 (p_1)	0,5 (p_2)	0,25 (p_3)

Jednokriteriální rozhodování za rizika

- vypočítat hodnotu kritéria každé varianty pro každý scénář
- vynásobit ji pravděpodobností, že scénář nastane (= očekávaná hodnota kritéria v daném scénáři)
- sečíst očekávané hodnoty ve všech scénářích pro danou variantu

	S_1 (27,- Kč/l)		S_2 (30 Kč/l)		S_3 (33 Kč/l)		Očekávané náklady
p_i	0,25		0,5		0,25		$\Sigma\{K(S_k, V_j) * p_{k-}\}$
V_1	54 319	13 580	56 947	28 473	59 575	14 894	56 947
V_2	55 048	13 762	56 920	28 460	58 792	14 698	56 920
V_3	56 860	14 215	59 200	29 600	61 540	15 385	59 200

Analýza citlivosti

- Pan Novák si vybral variantu V_2 . Do této chvíle předpokládal, že
 - pořizovací cena vozidla je neměnná (co když si ale bude chtít do vozu dokoupit klimatizaci?),
 - cena pohonných hmot nabude jedné z předpokládaných hodnot a
 - spotřeba uvedená v dokumentaci vozidla bude totožná se skutečnou spotřebou.
- Je však třeba vzít v úvahu i změnu těchto hodnot a zjistit, jaký bude mít změna vliv na celkové roční náklady.

Analýza citlivosti

V₂	Pořizovací cena	Cena PHM	Spotřeba
Původní	268 000,-	30,- Kč	5,2
Růst o 10 %	294 800,-	33,- Kč	5,72
Původní hodnota nákladů	56 920,-	56 920,-	56 920,-
Nová hodnota nákladů	62 280,-	58 792,-	58 792,-
Změna	+ 9,4 %	+ 3,3 %	+ 3,3 %

Jednokriteriální rozhodování za nejistoty

- Kvůli náhlým výkyvům na trhu s pohonnými hmotami se ukázaly výpočty pravděpodobností pana Nováka jako bezpředmětné.
- Pan Novák **neví, s jakou pravděpodobností nastanou jednotlivé scénáře**, a proto musí postupovat podle některého z pravidel rozhodování v podmínkách nejistoty.

	S_1 (27,- Kč/l)	S_2 (30 Kč/l)	S_3 (33 Kč/l)
V_1	54 319	56 947	59 575
V_2	55 048	56 920	58 792
V_3	56 860	59 200	61 540

Jednokriteriální rozhodování za nejistoty

- U pravidla **maximin** se snaží pan Novák vybrat tu variantu, kde je v případě nejméně příznivého vývoje hodnota kritéria nejlepší.
- U pravidla **maximax** je naopak pan Novák optimista a vybírá tu variantu, pro niž je v případě nejpříznivějšího vývoje hodnota kritéria nejlepší.

	S₁ (27,- Kč/l)	S₂ (30 Kč/l)	S₃ (33 Kč/l)
V ₁	54 319	56 947	59 575
V ₂	55 048	56 920	58 792
V ₃	56 860	59 200	61 540

Jednokriteriální rozhodování za nejistoty

- Předpokládejme, že pan Novák má hodnotu parametru $\beta=0,5$. Pro každou variantu je pak třeba provést následující výpočet:
 - určení maximální, tj. nejvýhodnější (x_{imax}) a minimální, tj. nejméně výhodné (x_{imin}) hodnoty kritéria v jednotlivých řádcích,
 - výpočet souhrnné hodnoty kritéria každé varianty dle vztahu $K = \beta \cdot x_{imax} + (1 - \beta) \cdot x_{imin}$,

	S₁ (27,- Kč/l)	S₂ (30 Kč/l)	S₃ (33 Kč/l)	K
V ₁	54 319 (x_{1max})	56 947	59 575 (x_{1min})	56 947
V ₂	55 048 (x_{2max})	56 920	58 792 (x_{2min})	56 920
V ₃	56 860 (x_{3max})	59 200	61 540 (x_{3min})	59 200

Jednokriteriální rozhodování za nejistoty

- Podle Laplaceova pravidla jsou všechny varianty stejně pravděpodobné. Proto jsou hodnoty jednoduše sečteny pro jednotlivé varianty a vyděleny počtem scénářů.

	S_1 (27,- Kč/l)	S_2 (30 Kč/l)	S_3 (33 Kč/l)	u_i
V_1	54 319	56 947	59 575	56 947
V_2	55 048	56 920	58 792	56 920
V_3	56 860	59 200	61 540	59 200

Vícekriteriální rozhodování za rizika

- Pan Novák se zmínil manželce, že chce koupit nový automobil a ta přidala k jeho nákladovému kritériu ještě design vozu.
- Paní Nováková hodnotí design jednotlivých variant na bodové stupnici od 1 do 10, přičemž 10 bodů je nejlepší hodnocení.
- Manželé Novákovi se dohodli, že váha designu vozu bude 0,3 a váha ročních nákladů 0,7.
- Nováková hodnotí design následovně:

	Design
V_1	6
V_2	3
V_3	8

S₁ (27 Kč/l)	Náklady		Design		u_i
v _j	0,7		0,3		
V ₁	54 319	1,0	6	0,6	0,880
V ₂	55 048	0,71	3	0	0,497
V ₃	56 860	0,0	8	1	0,300

S₂ (30 Kč/l)	Náklady		Design		u_i
v _j	0,7		0,3		
V ₁	56 947	0,99	6	0,6	0,873
V ₂	56 920	1,0	3	0	0,700
V ₃	59 200	0,0	8	1	0,300

S₃ (33 Kč/l)	Náklady		Design		u_i
v _j	0,7		0,3		
V ₁	59 575	0,72	6	0,6	0,684
V ₂	58 792	1,0	3	0	0,700
V ₃	61 540	0,0	8	1	0,300

Vícekriteriální rozhodování za rizika

	S_1 (27,- Kč/l)	S_2 (30 Kč/l)	S_3 (33 Kč/l)	u_i
p_j	0,25	0,5	0,25	
V_1	0,880	0,873	0,684	0,8275
V_2	0,497	0,700	0,700	0,6492
V_3	0,300	0,300	0,300	0,3000



?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?



Děkuji za pozornost!