# Studijní blok č. 3

Jana
Soukopová
soukopova@econ.muni.cz

# Příklad bodovací metoda

*V rámci OP Infrastruktura posuzujeme čtyři projekty v různých lokalitách. Tyto projekty označíme $a_1$, $a_2$, $a_3$, $a_4$, takže množina rozhodovacích variant je $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$. Vhodnost projektů (lokalit) se hodnotí podle následujících pěti kritérií:*

$k_1$ *vliv na zaměstnanost*
$k_2$ *přínos pro životní prostředí*
$k_3$ *kvalita technologie*
$k_4$ *cena*

*Experti přiřadili jednotlivým projektům body od 1 – 10 podle zvolených kritérií. Hodnocení jsou zřejmé z následující kriteriální matice:*

# Kriteriální matice

$$Y = \begin{array}{c} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{array} \begin{pmatrix} 5 & 4 & 8 & 6 \\ 9 & 7 & 6 & 7 \\ 8 & 5 & 8 & 4 \\ 9 & 6 & 3 & 8 \end{pmatrix}$$

# Váhy

- Kritériím byly přiřazeny následující váhy

$w_1 = 0{,}2$

$w_2 = 0{,}25$

$k_3 = 0{,}2$

$k_4 = 0{,}35$

# Bodovací metoda

- Vyřešte pomocí bodovací metody

$$h_i = \sum_{j=1}^{k} v_j y_{ij} \ ,$$

# Metoda váženého součtu

angl. Weight Sum Approach - WSA,

- známá též pod názvem metoda vážených dílčích pořadí,
- vychází z principu maximalizace užitku, ale předpokládá pouze lineární funkci užitku

# Příklad metoda váženého součtu

*Na základě expertního posudku je třeba zvolit vhodnou lokalitu pro výstavbu vodní elektrárny. Tato lokalita bude vybrána podle šesti kritérií.*

$k_1$ *Počet pracovních sil, které budou nutné k provozu elektrárny*

$k_2$ *Celkový objem (v MW)*

$k_3$ *Investiční náklady na výstavbu (v mld. Kč)*

$k_4$ *Celkové provozní náklady (v mil Kč)*

$k_5$ *Náklady na ŽP (v mil Kč)*

$k_6$ *Spolehlivosti provozu v %*

# Kriteriální matice

$$Y = \begin{pmatrix} 65 & 90 & 6 & 5{,}4 & 8 & 55 \\ 50 & 55 & 2 & 9{,}7 & 1 & 42 \\ 68 & 58 & 4 & 7{,}2 & 4 & 78 \\ 35 & 75 & 10 & 7{,}5 & 7 & 98 \\ 42 & 72 & 6 & 2{,}0 & 4 & 85 \\ 70 & 95 & 7 & 3{,}6 & 6 & 60 \end{pmatrix}$$

# Převedení minimalizačních kritérií na maximalizační

$$Y' = \begin{pmatrix} 65 & 90 & 4 & 4{,}3 & 0 & 55 \\ 50 & 55 & 8 & 0{,}0 & 7 & 42 \\ 68 & 58 & 6 & 2{,}5 & 4 & 78 \\ 35 & 75 & 0 & 2{,}2 & 1 & 98 \\ 42 & 72 & 4 & 7{,}7 & 4 & 85 \\ 70 & 95 & 3 & 6{,}1 & 2 & 60 \end{pmatrix}$$

# Stanovení vah

$w_1 = 0{,}111$

$w_2 = 0{,}175$

$w_3 = 0{,}286$

$w_4 = 0{,}206$

$w_5 = 0{,}111$

$w_6 = 0{,}1111$

# Ideální a bazální varianta

*ideální varianta*:

*I = (70; 95; 8; 7,7; 7; 98)*

*bazální varianta*

*B = (35; 55; 0; 0,0; 0; 42).*

# Normalizovaná kriteriální matice

- *Pomocí transformačního vzorce vytvoříme normalizovanou kriteriální matici R.*

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - B_j}{I_j - B_j}$$

# Dílčí hodnoty užitku

- *Pomocí vzorce vypočteme dílčí hodnoty funkce užitku jednotlivých variant*

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^{k} v_j r_{ij},$$

# Kritéria

| | |
|---|---|
| $k_1$ | *Počet pracovních sil, které budou nutné k provozu bioelektrárny* |
| $k_2$ | *Celkový objem (v MW)* |
| $k_3$ | *Investiční náklady na výstavbu (v mld. Kč)* |
| $k_4$ | *Provozní náklady na provoz (v mil Kč)* |
| $k_5$ | *Přepravní náklady na svoz bioodpadů (v mil Kč)* |
| $k_6$ | *Stupeň spolehlivosti provozu dle 10 stupňové stupnice (tedy minimalizace negativních důsledků pro obyvatelstvo)* |

# Kriteriální matice

$$Y = \begin{pmatrix} 60 & 90 & 6 & 5{,}4 & 8 & 10 \\ 50 & 55 & 7 & 10{,}6 & 3 & 2 \\ 68 & 58 & 6 & 7{,}2 & 4 & 7 \\ 35 & 75 & 10 & 7{,}5 & 7 & 10 \\ 42 & 72 & 6 & 1{,}8 & 4 & 8 \\ 80 & 100 & 7 & 3{,}6 & 6 & 6 \end{pmatrix}$$

# Seřazení kritérií podle důležitosti

| | |
|---|---|
| *$k_3$* | *Investiční náklady na výstavbu (v mld. Kč) – max 7 mld Kč.* |
| *$k_6$* | *Stupeň spolehlivosti provozu dle 10 stupňové stupnice (tedy minimalizace negativních důsledků pro obyvatelstvo) – min 7* |
| *$k_2$* | *Celkový objem (v MW) – min 70 MW* |
| *$k_1$* | *Počet pracovních sil, které budou nutné k provozu bioelektrárny – min 40 osob* |
| *$k_4$* | *Provozní náklady na provoz (v mil Kč) – max 5 mil.* |
| *$k_5$* | *Přepravní náklady na svoz bioodpadů (v mil Kč) - max 8 mil. Kč* |

# Množina A1

- Zde je první výběr podle nejdůležitějšího kritéria

$$A_1 = \{a_1, a_2, a_3, a_5, a_6\}$$

$$Y = \begin{pmatrix} 60 & 90 & 6 & 5{,}4 & 8 & 10 \\ 50 & 55 & 7 & 10{,}6 & 3 & 2 \\ 68 & 58 & 6 & 7{,}2 & 4 & 7 \\ 35 & 75 & 10 & 7{,}5 & 7 & 10 \\ 42 & 72 & 6 & 1{,}8 & 4 & 8 \\ 80 & 100 & 7 & 3{,}6 & 6 & 6 \end{pmatrix}$$

# Množina A2 a A3

- Zde je výběr podle druhého nejdůležitějšího kritéria

$$A_2 = \{a_1, a_3, a_5\}$$

- A následně podle třetího nejdůležitějšího kritéria

$$A_3 = \{a_1, a_5\}$$

# Další postup a řešení

- Podle dalšího kritéria se nám množina nezmění, tedy

$$A_4 = \{a_1, a_5\}$$

- Podle dalšího kritéria je již množina jednoprvková

$$A_5 = \{\ a_5\ \}$$

# Příklad č. 4

*Město pro vybudování skládky komunálního odpadu obdrželo čtyři projekty v různých lokalitách. Tyto projekty označíme $a_1$, $a_2$, $a_3$, $a_4$, takže množina rozhodovacích variant je $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$. Vhodnost projektů (lokalit) se hodnotí podle následujících pěti kritérií:*

$k_1$ *rozloha půdy, kterou bude nutné vykoupit (v hektarech)*
$k_2$ *investiční náklady (v mil. Kč)*
$k_3$ *negativní důsledky pro obyvatelstvo (ve stupnici 1=velmi negativní, 2=značné, 3=znatelné, 4=nepatrné)*
$k_4$ *negativní vlivy na vodní hospodářství (ve stejné stupnici jako u kritéria* $k_3$
$k_5$ *doba předpokládaného provozu (v letech životnosti)*

*Údaje o jednotlivých projektech podle zvolených kritérií jsou zřejmé z následující kriteriální matice:*

# Kriteriální matice

$$Y = \begin{array}{c} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{array} \begin{pmatrix} 6,0 & 1,2 & 4 & 2 & 6,0 \\ 11,2 & 14,0 & 2 & 2 & 4,5 \\ 1,9 & 4,8 & 2 & 4 & 7,5 \\ 6,4 & 13,4 & 2 & 2 & 4,5 \end{pmatrix}$$

# Převod minimalizačních kritérií na maximalizační

- *V uvedené kriteriální matici jsou kritéria $k_1$ a $k_2$ stanovena jako minimalizační. Proto zavedeme pro $k_1$ a $k_2$ nové stupnice. Kdy kritérium k1 vyjádříme ve formě úspory půdy ve srovnání s nejhorší variantou a kritérium $k_2$ ve stupnici udávající úspory na investičních nákladech ve srovnání s nejhorší variantou. Dostáváme pak upravenou kriteriální matici Y´:*

# Nová kriteriální matice Y´

$$Y' = \begin{array}{c} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{array} \begin{pmatrix} 5{,}2 & 12{,}8 & 4 & 2 & 6{,}0 \\ 0{,}0 & 0{,}0 & 2 & 2 & 4{,}5 \\ 9{,}3 & 9{,}2 & 2 & 4 & 7{,}5 \\ 4{,}8 & 0{,}6 & 2 & 2 & 4{,}5 \end{pmatrix}$$

- *Podle údajů v této matici varianta $a_1$ dominuje $a_2$ a $a_4$, varianta $a_3$ dominuje $a_2$ a $a_4$. Varianty $a_1$ a $a_3$ jsou vzájemně nedominované, podobně jako $a_2$ a $a_4$. Úplným řešením je v tomto případě $D = \{a_1, a_3\}$.*