

# Tutoriál č. 2

---

Jana Soukopová

[soukopova@econ.muni.cz](mailto:soukopova@econ.muni.cz)

# Obsah tutoriálu

---

- Nákladově-výstupové metody
    - CMA, CEA, CUA, jiné nákladové metody, CBA
  - Mímotržní metody oceňování
  - Základy vícekriteriálního hodnocení
-

# Nákladově-výstupové metody

---

## Definice

- Mezi inputově-outputové (nákladově-výstupové) metody hodnocení je možné zařadit takové metody, které pro hodnocení a výběr projektů používají pouze jedno rozhodovací kritérium související se vstupy a výstupy.
-

# Klasifikace

---

Mezi inputově-outputové (nákladově výstupové) metody hodnocení patří:

- analýza minimalizace nákladů (CMA),
  - analýza nákladů a přínosů (CBA),
  - analýza efektivnosti nákladů (CEA),
  - analýza nákladů a užitku (CUA).
-

# Co mají společné a čím se liší

---

- Společné = cíl
  - prokázat měřitelným způsobem, co kdo získá a s jakými společenskými náklady.
- Liší se = způsob měření výstupů

## **Název metody**

CMA

CBA

CEA

CUA

## **Forma měření výstupu**

Neměří se

Peněžní jednotky

Počet výstupových jednotek  
z realizované jednotky  
nákladů

Užitek plynoucí z projektu

---

# Analýza minimalizace nákladů

---

Cost Minimizing Analysis - CMA

## **Definice:**

- Analýza minimalizace nákladů je metoda založená na hodnocení podle nejnižších nákladů
-

# Kritérium hodnocení

---

$$C \rightarrow \min$$

Kde  $C$  jsou náklady na projekt

---

# Vyjádření nákladů

---

Hodnotu celkových nákladů  $C$  lze vyjádřit následujícím způsobem:

$$C = C_0 + \sum_{t=1}^n C_t$$

Kde

$C_0$  je pořizovací cena (často také označovaná jako  $I$ )

$C_t$  je náklad v období  $t$ ,

$n$  je konečný časový horizont, kdy projekt završí svou životnost.

---



# Postup hodnocení a výběru

---

**Krok 1** Určí se výše nákladů na projekty pomocí metod ocenění.

**Krok 2** Vybere se projekt s nejnižšími náklady.

---

# Výhody

---

- Je velmi jednoduchá na použití.
-

# Nevýhody

---

- Můžeme ji použít pouze v případech, kdy jednoznačně víme, že i nejnižší cena garantuje potřebnou úroveň užitku a současně předpokládáme, že výstupy všech uvažovaných alternativ jsou v podstatě stejné a srovnatelné.
  - Neumožňuje hodnotit a srovnávat projekty s různou dobou životnosti.
  - Hodnotí pouze náklady a neuvažuje možné přínosy veřejných projektů.
-

# Zhodnocení CMA

---

Lze ji doporučit pouze u hodnocení malých a téměř srovnatelných projektů, které mají navíc stejnou dobou životnosti.

---

# Příklad

---

Obec Poglička se rozhoduje pro výběr z následujících dvou projektů na realizaci sběrného dvora v obci:

- Projekt A - zřízení sběrného dvora na vlastním pozemku, který nemá přístupovou cestu
- Projekt B - platby firmě, která by sběrný dvůr provozovala a má k dispozici pozemek s přístupovou cestou

Porovnejte oba projekty pomocí CMA a NPV. Projekty mají předpokládanou dobu životnosti 3 roky a předpokládané diskontní sazbě 5%

---

# Náklady

---

- a) Náklady na pronájem pozemku – 150 tis./ročně
  - b) Náklady na nákup dřevěného domku pro osobu, která bude sběrný dvůr řídit, aj. – 50 tis. Kč
  - c) Mzdové náklady pro 1 osobu – 10 tis./měsíc
  - d) Režijní náklady (energie, aj.) – 2 tis./měsíc
  - e) Faktury od firmy (předběžná cena za provozování sběrného dvora) – 50 tis. Kč/čtvrtletí
  - f) Právníkové náklady na sepsání smlouvy s firmou – 20 tis. Kč
  - g) Roční náklady na svoz kontejnerů – 30 tis. Kč
  - h) Náklady na zpracování rozhodovací analýzy – 50 tis. Kč
  - i) Náklady na výstavbu místní komunikace – 300 tis. Kč
  - j) Náklady na oplocení pozemku – 5 tis. Kč
  - k) Náklady na nákup suchého WC – 2 tis. Kč
  - l) Náklady na nákup přímotopů – 5 tis. Kč
-

# Přínosy

---

- Přínosy jako efekt zvýšení zaměstnanosti – 40% z nákladů na zaměstnance
- Příspěvky ECO-Kom za třídění odpadů ročně

Položka	Sazba EKO-KOM	Předpokládaný objem
PET láhve	4,6 tis.Kč / t	100 t
PE fólie	4,6 tis.Kč / t	3 t
Karton	1,8 tis.Kč / t	105 t
papír směsný	1,8 tis.Kč / t	195 t

---

# Řešení CMA

□ *CMA*       $C = C_0 + \sum_{t=1}^n C_t$   
Projekt A

Položka nákladů	tis. Kč	rok 0	Následující roky	rok 1	rok 2	rok 3
b)	50	50				
c)	120		120	114,29	108,84	103,66
d)	24		24	22,86	21,77	20,73
g)	30		30	28,57	27,21	25,92
i)	300	300				
j)	5	5				
k)	2	2				
l)	5	5				
<b>Celkové náklady</b>		362		165,72	157,82	150,31
<b>CMA v tis. Kč</b>						<b>835,85</b>





# Řešení NPV – Projekt A

---

	rok 0	následující roky	rok 1	rok 2	rok 3
přínosy ze zaměstnanců		48	47,71	43,54	41,46
přínosy EKO-KOM		1 013,80	965,52	919,55	875,76
<b>Přínosy</b>		1061,8	1011,23	963,09	917,22
<b>Náklady</b>	362		-165,72	-157,82	-150,31
<b>CF</b>	-362		845,51	805,27	766,91
<b>NPV</b>					<b>2055,69</b>

---

# Řešení NPV – Projekt B

---

	rok 0	následující roky	diskontované položky		
			rok 1	rok 2	rok 3
<b>Náklady</b>	20	350	333,34	317,46	302,35
<b>Přínosy</b>		1061,8	965,52	919,55	875,76
<b>CF</b>	-20		632,18	602,09	573,41
<b>NPV</b>					<b>1787,68</b>

---

# Analýza efektivnosti nákladů

---

Cost-effectiveness analysis – CEA

## **Definice:**

- Poměří náklady a přínosy mezi sebou a na základě toho hodnotí veřejné projekty. Je to modifikovaná forma CBA, která se používá, pokud je ocenění výstupů pomocí CBA komplikované.
-

# Rozdíly oproti CBA

---

- ❑ efektivnost projektu nevyjadřuje prostřednictvím peněžních jednotek,
  - ❑ výstupy měří prostřednictvím vhodných naturálních nebo fyzických jednotek
-

# Kritérium hodnocení

---

$$\frac{C}{E} \rightarrow \min,$$

Kde  $C$  jsou náklady na projekt  
 $E$  jsou výstupy

---

# Způsoby stanovení pořadí projektů pomocí CEA

---

- stanovením nákladů na jednotku výstupu,
  - formou sestupné efektivity pro stejné náklady,
  - vzrůstajícími náklady pro stejnou efektivity.
-

# Problémy s využitím CEA

---

Souvisí s výběrem ukazatele výstupu

- existuje více druhů užitků
  - není možné jednotlivé užitky navzájem porovnat
-



# Příklad

---

*Mějme projekty z oblasti zdravotnictví s následujícími parametry (náklady jsou v tis. Kč a výstupy jsou zachráněné životy). Vstupní údaje a výsledný ukazatel C/E ukazuje tabulka:*

<b>Projekt</b>	<b>Náklady (C)</b>	<b>Výstup (E)</b>	<b>C/E</b>
A	100	10	10
B	100	12	8,333
C	200	12	16,667
D	200	15	13,333

---

# Příklad

---

- Mikroregion Ponava se rozhoduje pro výběr z následujících dvou projektů na realizaci cyklostezky
    - Projekt A – Cyklostezka na již existujících komunikacích vedoucích přes 3 obce mikroregionu dělající okruh
    - Projekt B – Cyklostezka na nově vybudovaných komunikacích vedoucích kolem plovárny obce Vranov, a relaxačního centra obce Lelekovice. Obec Vranov předpokládá, že se tím stane plovárna vyhledávaným letním přírodním koupalištěm.
  - Předpokládaná životnost projektů je 4 roky a diskontní sazba je 0,05.
-

# Příklad

---

- Zpracujte pro oba projekty **analýzu minimalizace nákladů**
  - Vyhodnoťte projekty podle kritéria **NPV**
  - Zpracujte **Analýzu CEA**, kdy budete porovnávat podle osob využívajících cyklostezku ročně
    - Předpokládaný počet osob u projektu A je 20 tis.
    - Předpokládaný počet osobu projektu B je 50 tis.
  - Okomentujte a porovnejte výsledky těchto jednokriteriálních metod a zhodnoťte, kterou metodu by jste pro hodnocení uvedených projektů použili a kterou ne a z jakých důvodů. Jsou všechny uvedené metody vhodné pro hodnocení těchto projektů? ´
-

# Příklad

---

□ Náklady a přínosy:

- a) Investiční náklady na realizaci nových komunikací pro cyklostezku – 1 mil. Kč
  - b) Náklady na značení cyklostezky – 50 tis. Kč
  - c) Náklady na zpracování rozhodovací analýzy – 50 tis. Kč
  - d) Měsíční náklady na údržbu cyklostezky – 2 tis. Kč (údržba od dubna do listopadu)
  - e) Měsíční mzdové náklady pro osobu udržující cyklostezku – 3 tis. Kč
  - f) Přínos z nové pracovní síly – 2/3 z nákladů na mzdy
  - g) Přínos životnímu prostředí – u obou projektů stanoven dle mimotržních metod ročně 65 tis. Kč
  - h) Zvýšené zisky obecní plovárny – 50 tis. měsíčně po dobu letní sezóny (4 měsíce)
  - i) Přínosy na daních spadajících do kompetence obce u podnikatelských subjektů působících v relax. centru – 60 tis. Kč
  - j) Přínosy na daních spadajících do kompetence obce u podnikatelských subjektů působících v obecní plovárně – 30 tis. Kč
-

# Řešení projekt A

---

	náklad	přínos	0. rok	1. rok	2. rok	3. rok	4. rok	CELKEM
a			0					
b	-50		-50					
d	-16			-15,24	-14,51	-13,82	-13,16	
e	-24			-22,86	-21,77	-20,73	-19,74	
f		16		15,24	14,51	13,82	13,16	
g		65		61,90	58,96	56,15	53,48	
C			-50	-38,10	-36,28	-34,55	-32,91	<b>-191,838</b>
B				77,14	73,47	69,97	66,64	287,22
NPV			-50	39,05	37,19	35,42	33,73	<b>95,38397</b>
CEA	20							<b>9,591901</b>

---



# Předpoklady pro efektivní použití CEA

---

- vstupy můžeme ohodnotit peněžně,
  - hlavní cíl je relativně jednoduchý a může být přímo měřen v nákladech na jednotku výstupu,
  - výstupy jsou hmotné povahy,
  - výstupy jsou stejnorodé.
  - existuje jen jeden cíl projektu a pokud má projekt více cílů, všechny posuzované varianty dosahují tyto cíle ve stejné míře.
-

# Analýza užitečnosti nákladů

---

angl. Cost-utility analysis – CUA

## **Definice:**

- varianta analýzy nákladů a přínosů, která vznikla v souvislosti s ekonomickou analýzou zdraví a používá se především pro hodnocení veřejných projektů a programů z oblasti zdravotnictví
-



# Podstata CUA

---

- Inkrementální náklady jsou porovnávány s inkrementálními výsledky tak jako v případě CEA, ale výsledky jsou měřeny speciální formou, nejčastěji pomocí získaných roků zlepšené kvality života, (Quality-Adjusted Life Years, QALY).
-

# Měření užitečnosti

---

- Přínosy se měří v jednotkách tzv. životnosti, upravené o kvalitu života. Rovněž se používá měření prostřednictvím i jiné nepeněžní míry, kdy je identifikován užitek pro pacienta → jiné alternativy QUALY
-

# Jiné alternativy QALY

---

- Pokud je užitá jiná podobná alternativa, je třeba zdůvodnit, proč nebyla QALY použita.
  - Jiné alternativy jsou např. následující:
    - Rok zdravého života (HeLY), který též začleňuje riziko mortality a morbidity do jediného čísla.
    - TwiST (čas strávený bez příznaků nemoci a toxicity léčby),
    - DALY (rok kvality života o snížené kvalitě) apod.
-

# Kvalita života

---

- Kvalita života (QoL) může být měřena obecnými dotazníky nebo dotazníky specifickými pro dané onemocnění. K vyjádření kvality života se používají nástroje utility/užitečnosti
-

# Dotazníky

---

- Bodové stupnice či škály v nichž uživatel (respondent) vyjadřuje pocit svého uspokojení z porovnávaných alternativ.
  - Podstatou je subjektivní výpověď respondenta o očekávání toku užitků.
  - Možná očekávání jsou seřazena do škál od jednoho extrému k druhému.
-

# Dotazníky kvality života specifické pro onemocnění

---

- ❑ Otázky jsou vztaženy k oblastem kvality života, které je nejvíce ovlivněna danou chorobou.
  - ❑ Citlivěji zohledňují kvalitativní stránku pacientova zdravotního stavu při určitém onemocnění.
  - ❑ Při jejich použití není možné hodnotit různé choroby mezi sebou (jsou proto určeny pouze posouzení různých intervencí v rámci jedné chorobné jednotky).
-

# Obecné dotazníky kvality života

---

- Postihují problematiku kvality života v co největší šíři.
  - Mohou být proto použity pro široké skupiny pacientů a dovolují porovnávat kvalitu života při jednotlivých onemocněních mezi sebou nebo se zdravou populací.
  - Mezi doporučené dotazníky pro obecné hodnocení kvality života patří:
    - Short Form 36 (SF-36),
    - Sickness Impact Profile (SIP),
    - Nottingham Health Profile (NHP),
    - EuroQol EQ-5D.
-

# Užitečnost

---

- Použitím utility (užitečnosti) lze vyjádřit parametr kvality života jedním číslem.
  - Nejpřesnějších výsledků dosáhneme použitím Utility zjištěných lokálně v ČR.
  - Pokud nejsou lokální Utility pro dané onemocnění k dispozici, je možné pro adaptace farmakoekonomických modelů použít Utility z jiné země, nejlépe z Evropy.
-



# Použití a limity použití

---

## □ Použití

- Kvalita života je používána jednak v rámci ekonomických analýz, ale je běžně zařazována i do klinických studií bez ekonomických aspektů.
- Je přínosná pro chronické stavy s nízkou mortalitou (např. Parkinsonova choroba, roztroušená skleróza, astma a další).

## □ Limity použití

- Její přínos u stavů, kde jsou sledovány krátkodobé výsledky (např. použití anestezie u dentálních výkonů) je problematický.
-

# Výsledky CUA

---

- Samotné přežití a výsledky ve smyslu kvality života musí být ve studii uvedeny samostatně.
  - Musí být zřetelně popsáno, jakým souhrnným způsobem se pak tyto zpracovávají.
  - Výběr ukazatelů je třeba zdůvodnit (QALY, DALY a další jiné).
    - Bude-li použita DALY, je třeba pro každý rok stanovit, jaká je aktuální očekávaná průměrná doba života pro muže a ženy (rozhodně nelze užít průměrnou dobu života pro narození, pokud se nejedná o péči o novorozence).
-

# Zhodnocení CUA

---

- Finální analýza (CUA) umožní posoudit přínos různých technologií se zohledněním jak nákladů tak i kvality života – cena/QALY (Quality-Adjusted-Life-Year); kombinuje tedy kvalitativní a kvantitativní ukazatele.
  - Pokud má být parametr kvality života zařazen do sledování, musí být spolehlivě měřen a vyhodnocen.
  - Rozhodnutí o zařazení či vynechání parametru musí být vysvětleno a podpořeno argumenty.
-

# Jiné jednokriteriální analýzy

---

## □ Zdravotnictví

- Analýza nákladů a dopadů
- „cost of illness“ (cena nemoci) a
- „budget impact“ (očekávaný dopad nového léku na veřejný rozpočet), což je zvláštní typ CCA.

## □ Životní prostředí

- Total Cost Assessment (TCA)
  - Opční hodnota
  - Metoda Full Cost Accounting
  - metoda životního cyklu výrobku (LCA)
-

# Analýza nákladů a dopadů

---

Angl. Cost-Consequence Analysis (CCA)

- Používaná ve zdravotnictví
  - Podstata
    - Náklady na lék a výsledky jeho podávání jsou prezentovány odděleně, přičemž jak náklady, tak výsledky jsou porovnávány s komparátorem (např. separátní vyčíslení nákladů na samotný lék, na hospitalizaci, ostatní náklady, počet odvrácených případů, cévní mozkové příhody, počet závažných i nezávažných nežádoucích příhod, atd.) jednak u nového léku a jednak u léku, se kterým je nový lék srovnáván.
  - Sumární hodnocení je přeneseno na čtenáře studie.
-

# Total Cost Assessment

---

- Základní myšlenka - porovnání investičních alternativ.
  - Může být vymezeno jako souhrnná finanční analýza interních nákladů a úspor spojených s investicí.
  - Tradiční přístup k hodnocení investic, který zpracovává přímé a viditelné náklady.
    - vybízí k zohlednění environmentálních aspektů (především nákladů).
  - Klíčovým prvkem je posouzení ziskovosti investice po zohlednění environmentálních aspektů.
-

# Opční hodnota

---

- založena na čisté současné hodnotě (NPV) rozšířené o strategickou hodnotu investic.
  - Jestliže jsou podstupovány projekty, které nesplňují kritérium  $NPV \geq 0$ , rozhodujícím faktorem je strategická hodnota investice.
  - Reálné opce jsou obchodované tradičně na kapitálových trzích. Strategické investiční rozhodování založené na reálných opcích spočívá v posouzení možnosti získat určité výnosy v pozdějším období.
    - Např. environmentální opatření, které nyní není ekonomicky výhodné, může mít opční hodnotu vycházející z toho, že zanedbání či opomenutí takového opatření v současnosti může v dalších obdobích vytvářet dodatečné náklady nebo vést k ukončení procesu vytváření užitné hodnoty.
  - Opční hodnota pak umožňuje managementu posoudit příslušné strategické souvislosti, které jsou vždy shodné s očekávanými finančními výnosy opatření.
-

# Metoda Full Cost Accounting

---

- Nástroj k identifikaci, kvantifikaci a alokaci přímých a nepřímých environmentálních nákladů probíhajících aktivit podniku nebo investic.
  - Identifikuje a vyčísluje následující typy nákladů výrobku, procesu či projektu:
    - přímé náklady (např. kapitál, suroviny apod.),
    - skryté náklady (např. monitoring, podávání zpráv),
    - podmíněné náklady spojené s odpovědností (např. odpovědnost za škodu a náklady na nápravu škody),
    - náklady mající nehmotný charakter (tj. public relations, goodwill).
-



# Analýza nákladů a přínosů

---

angl. Cost-benefit Analysis (CBA)

## Definice

- analytický rámec pro vyhodnocování investičních projektů ve vládním sektoru
  - metodický postup, který svým průběhem postupně zodpovídá základní otázku: *Co komu realizace investičního projektu přináší a co komu bere?*
-

# Základní rys CBA

---

- náklady a přínosy (vstupy a výstupy)  
vždy oceňuje v **peněžních jednotkách**
-

# Náklady

---

- v pojetí CBA souhrnem **peněžních výdajů** a **nepeněžních prvků** nutných k využití různých zdrojů pro získání specifického produktu.
-

# Nepeněžní prvky

---

- Mezi nepeněžní prvky lze zahrnout:
    - omezení plynoucí ze státních regulačních opatření,
    - škody pocítované jinými subjekty,
    - znehodnocení životního prostředí,
    - negativní externality a
    - “náklady příležitosti”, které označují výhody plynoucí z alternativního použití týchž zdrojů.
-

# Přínosy

---

- v pojetí CBA souhrnem uspokojení (užitků) jednotlivců, skupiny jednotlivců či komunity, které projekt generuje. Mohou mít primárně peněžní i nepeněžní formu.
-

# Formy CBA

---

2 formy CBA:

- 1. imanentní (vlastní) forma CBA**, kde se náklady i přínosy vztahují pouze k dané investiční akci.
  - 2. společenská forma CBA**, kde jsou uvažovány veškeré přínosy a náklady bez ohledu na to, kdo je jejich adresátem.
-

# Kritéria hodnocení CBA

---

$NPV \geq 0$

$IRR \geq r$

$R_i \geq 0$

$DN \leq D\check{Z}$

■ prostá

■ reálná

$B/C \geq 1$

---

# Konstrukce ukazatele B/C

---

□ ukazatel B/C je definován vztahem:

$$B / C = \frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+r)^t}{\sum_{t=1}^n C_t / (1+r)^t}$$

Kde  $B_t$  je přínos v období  $t$ ,  
 $C_t$  je náklad v období  $t$ ,  
 $r$  je diskontní sazba,  
 $t$  je dané časové období,  
 $n$  je konečný časový horizont, kdy projekt završí svou ekonomickou životnost.

---



# Kritérium hodnocení

---

## **Kritérium**

$$B/C \geq 1$$

$$B/C < 1$$

## **Interpretace**

projekt je přijatelný

projekt není přijatelný

---

# Postup hodnocení a výběru při CBA

---

## **Krok 1**

Určí se výše nákladů a přínosů na projekt v peněžních jednotkách za použití různých metod podle zaměření projektu

## **Krok 2**

Zvolí se kritérium nebo kritéria hodnocení (NPV, B/C, DN,  $R_i$ , IRR).

## **Krok 3**

Projekty se seřadí podle výsledných hodnot ukazatelů.

## **Krok 4**

Vybere se nejlepší projekt či skupina projektů

---

# Nedostatky CBA

---

- problém ocenění užiteků (přínosů) a nákladů,
  - problém zahrnutí faktoru času (problematika diskontní sazby).
  - problém výběru vhodného kritéria
-

# Problém ocenění nákladů a přínosů

---

- Jedno ze **kritických** míst při použití téměř všech nákladově-výstupových metod!!
  - Lze zmírnit metodikou ocenění nákladů a přínosů
-

# Metodika ocenění nákladů a přínosů

---

- Krok 1**      **Identifikace** nákladů a přínosů
- Krok 2**      **Kontrola**
- Krok 3**      U nákladů a přínosů, které nejsou vyjádřeny v peněžních jednotkách (vzhledem k obtížnosti ocenění)  
zohlednění **přípustných podmínek**
- Krok 4**      **Ocenění** netržních nákladů a přínosů za pomoci **vhodné metody**
-

# Identifikace nákladů a přínosů

		<b>Přínosy</b>	<b>Náklady</b>
<b>Přímé</b>	<b>Netržní</b>	<b>Netržní statky</b>	<b>Výdaje na výrobní faktory a jiné vstupy</b>
		<b>Časové zisky</b>	
		<b>Ušetřené lidské životy</b>	<b>Finanční náklady</b>
	<b>Tržní</b>	<b>Prodané výrobky</b>	<b>Náklady projektu</b>
<b>Nepřímé</b>	<b>Netržní</b>	<b>Pozitivní externality</b>	<b>Negativní externality</b>
	<b>Tržní</b>	<b>Explicitní redistribuce důchodů</b>	<b>Tytéž proměnné hodnocené záporně</b>
		<b>Implicitní redistribuce důchodů v případě strukturál. projektů</b>	

# Identifikace nákladů a přínosů

---

## **podle subjektu, kterého se dotýkají:**

- státu (dopady na státní rozpočet),
- municipální sféry (obcí, svazků obcí, krajů),
- podnikatelských subjektů,
- ostatních organizací (spolků, NNO, profesních sdružení apod.),
- obyvatel (domácností).

## **podle fází projektu, do kterého časově spadají:**

- předinvestiční fáze (nesmí být do hodnocení zahrnuty),
- investiční (výstavbové) fáze,
- provozní fáze a popř. poprovozní fáze.

## **podle věcné povahy:**

- hmotné, nehmotné a finanční povahy.

## **podle schopnosti vyjádřit v kvantitativních jednotkách:**

- kvantifikovatelné a nekvantifikovatelné

## **podle jednoznačnosti příčinné souvislosti s investičním projektem:**

- přímo a nepřímo (indukovaně) plynoucí z projektu.
-

# Kontrola

---

- zda některý z přínosů konkrétního subjektu není zároveň nákladem jiného subjektu a pokud tomu tak je, že jsou oba zahrnuty do analýzy;
  - nedošlo k neoprávněnému duplicitnímu zahrnutí nákladů (přínosů) ;
  - odhady výše a struktury všech nákladů (přínosů) jsou v souladu s identickou nulovou resp. investiční variantou.
-



# Přípustné podmínky

---

Přínosy (náklady) je nutné ocenit pokud:

- se tím zvýší kvalita našeho rozhodování;
  - je pravděpodobné, že shromáždění dalších dodatečných informací o netržních položkách změní výsledek analýzy;
  - můžeme si dovolit vynaložit náklady potřebné k získání dodatečných informací.
-

# Vhodné metody

---

- Mimosrční metody oceňování
    - preferenční
    - nepreferenční
  - Náhražkové trhy
  - Stínové ceny
-

# Problém stanovení diskontní sazby

---

- Problém zahrnutí faktoru času je možné vyřešit diskontováním oceněných nákladů a přínosů na současnou hodnotu pomocí diskontní sazby
-

# Diskontní sazba

---

## □ Definice

- Teoreticky - nejlepší možný výnos alternativní investice k investici posuzované se stejným rizikem.

## □ Společenská diskontní sazba

- Diskontní sazba používaná vládou.
-

# Výše diskontní sazby

---

- Daná mírou zhodnocení využívaných zdrojů v případě jejich použití v soukromém sektoru.
  - Velmi diskutovaná zvláště v případech dlouhodobých VP (desetiletí a více)
  - Nízká diskontní sazba nejvíce ovlivní VP, přinášející přínosy v dlouhém časovém období.
-

# Přístupy ke stanovení diskontní sazby

---

1. Užití **společenské funkce blahobytu** k ohodnocení přínosů a ztrát různých generací.
  2. Použití **vlastní společenské diskontní sazby**.
    - V současné době je obvyklé, že diskontní sazbu stanovuje poskytovatel dotace s tím, že tato sazba může být průběžně aktualizována. Např. pro první kolo přijímání žádostí o finanční pomoc ze SROP a OP Infrastruktura je dlouhodobá reálná společenská diskontní sazba stanovena ve výši 5% p.a.
-

# Nominální a reálná diskontní sazba

---

□ Zohledňuje vliv inflace

$$Rr = \frac{(1 + Nr)}{(1 + I_E)} - 1$$

Kde  $Rr$  je reálná diskontní sazba,  
 $Nr$  je nominální diskontní sazba.  
 $I_E$  je inflační koeficient od období 0  
(základní období) do období  $t$ .

---

# Problém výběru vhodného kritéria

---

<b>Projekt</b>	<b>Náklady (C)</b>	<b>Přínosy (B)</b>	<b>B/C</b>	<b>Pořadí projektů</b>	<b>NPV</b>	<b>Pořadí projektů</b>
A	120	180	1,5	2	60	1
B	80	120	1,5	2	40	3
C	50	100	2	1	50	2

---



# Porovnání ukazatelů hodnocení

---

<b>Vlastnosti ukazatele</b>	<b>B/C</b>	<b>NPV</b>	<b>IRR</b>	<b>DN prostá</b>	<b>DN reálná</b>	<b>Ri</b>
Uvažuje časovou hodnotu peněz	ano	ano	ano	ne	ano	ano
Uvažuje všechny relevantní hotovostní toky	ano	ano	ano	ne	ne	ano
Závislost na odhadu diskontní sazby $r$	ano	ano	ne	ne	ano	ano
Závislost na odhadu hotovostních toků	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Vlastnost aditivity	ne	ano	ne	ne	ne	ne

---

# Metodika EU

---

## □ Postup CBA

- Analýza souvislostí, definice cílů
  - Identifikace projektu
  - Studie proveditelnosti a možností
  - Finanční analýza
  - Ekonomická analýza
  - Analýza citlivosti a analýza rizik
-

# Definice cílů, analýza souvislostí

---

- Prvním krokem při stanovení cílů projektu je porozumění sociálním, ekonomickým a institucionálním souvislostem ve kterých bude projekt implementován
  - Jaké služby a zboží bude projekt generovat
-

# Stanovení cílů

---

- Pro hodnocení veřejných projektů je důležité dodržení následujících požadavků podstatných pro výběr vhodné metody hodnocení:
    - **předmětnost cílů**, tedy to, aby cíle byly odvozeny od očekávání veřejných projektů, od jejich užitků,
    - **verifikovatelnost cílů**, která umožní zjistit, zda na konci sledovaného období bylo cíle dosaženo,
    - **reálnost cílů**, tedy zda jsou splnitelné,
    - **konzistentnost cílů**, tedy jejich vzájemná návaznost,
    - **kvantifikovatelnost cílů**, zaručující, že přímo v zadání cíle jsou uváděny měrné jednotky umožňující měřit v jakém množství (kolik), v jaké kvalitě (jaké charakteristiky), v jakých termínech (kdy) a s jakými náklady byly cíle splněny a
    - **zda cíle pokrývají dané potřeby.**
-

# Nastavení cílů v souvislosti s metodikou EU

---

- NAVÍC DŮLEŽITÉ, ZVAŽOVAT KONSISTENTNOST CÍLŮ S LEGISLATIVOU EU I ČR
  - BYL V KONSISTENCI S EU A NÁRODNÍM POLITIKOU V DANÉ OBLASTI
-

# Identifikace projektu

---

- Projekt je definován souborem technických, organizačních, marketingových a finančních řešení, které tvoří logicky provázaný funkční celek, který má určitý dopad na socioekonomickou situaci určitých členů společnosti.
  - Z hlediska investičního pak můžeme na projekt pohlížet jako na určité aktivum, které si pořizujeme proto, aby nám přinášelo užitek. Již jsme jednoznačně řekli, že k tomu, abychom se mohli rozhodnout o smysluplnosti realizace projektu, musíme znát důsledky jeho přijetí.
-

# Identifikace projektu

---

- Při identifikaci projektu je nutné zvažovat:
    - Investiční variantu
    - Nulovou variantu
-

# Studie proveditelnosti a možností

---

- Měl by být poskytnut důkaz, že vybraný projekt je z uvažovaných možností nejvhodnější alternativou. Tuto informaci by obvykle měly obsahovat výsledky studií proveditelnosti, které musejí být předkládány Komisi podle čl. 40 písm. c).
-



# Finanční analýza

---

- Hlavním účelem finanční analýzy je výpočet ukazatelů finanční výkonnosti projektu.
  - K posouzení finanční návratnosti projektu můžeme využít standardně finanční čistou současnou hodnotu (Financial Net Present Value – FNPV) a finanční vnitřní výnosové procento (Financial Internal Rate of Return – FIRR) a to ve formách výnosnosti projektu (FIRRRC, resp. FNPVC) a výnosnosti kapitálu (FIRRK , resp. FNPVK).
-

# Finanční analýza

---

- Finanční analýza prováděná v rámci analýzy nákladů a přínosů velkého projektu, která má být poskytnuta Komisi, by se měla zejména zaměřit na:
    - zhodnocení **finanční ziskovosti investice** a vlastního (státního) kapitálu,
    - stanovení vhodného (maximálního) **příspěvku z fondů**,
    - kontrolu **finanční udržitelnosti** projektu.
-

# Výše dotace

---

- **Výše grantu EU se stanovuje v souladu s článkem 55.**
  - Je nutné řádně zohlednit příjmy projektu tak, aby se příspěvek z fondů upravil v závislosti na hrubém rozpětí samofinancování a aby nedošlo k nadměrnému financování.
-

# Finanční udržitelnost

---

- ❑ **Finanční udržitelnost** projektu by se měla posuzovat kontrolou toho, že kumulované (nediskontované) čisté peněžní toky jsou po celé uvažované referenční období kladné.
  - ❑ Čisté peněžní toky pro tyto účely by měly zohledňovat investiční náklady, veškeré finanční zdroje (státní i EU) a čisté příjmy.
  - ❑ Zbytková hodnota se zde nezohledňuje, nejsou-li aktiva v posledním roce uvažované analýzy skutečně zlikvidována.
-

# Ekonomická analýza

---

- Důvodem ekonomického hodnocení je skutečnost, že vstupy do projektu by měly být oceněny náklady příležitosti a výstupy z projektu ochotou spotřebitelů platit.
-

# 1. Krok ekonomické analýzy

---

- Výchozím bodem ekonomické analýzy jsou peněžní toky používané ve finanční analýze. Při určování ukazatelů hospodářské výkonnosti je třeba provést určité úpravy.
    - **Daňové opravy:** je nutné odečíst nepřímé daně (např. DPH), subvence a čisté převody (např. platby na sociální zabezpečení). Do cen by však měly být započteny přímé daně. Měly by být také zahrnuty konkrétní nepřímé daně nebo subvence, pokud mají představovat opravu v důsledku externalit
-

- 
- ***Opravy v důsledku externalit:*** mohou se objevit některé dopady, které se z projektu rozšíří na další hospodářské subjekty bez jakýchkoliv náhrad. Tyto účinky mohou být záporné (nová silnice zvyšující úroveň znečištění) nebo kladné (nová železnice snižující dopravní zácpy na souběžných silničních komunikacích). Jelikož podle definice vznikají externality bez peněžní náhrady, nejsou obsaženy ve finanční analýze, a musejí být proto odhadnuty a oceněny.
-

- 
- ***Od cen tržních k cenám účetním (stínovým):*** kromě zkreslení způsobeného daněmi nebo externalitami mohou vzdálit ceny od rovnováhy konkurenceschopného (tj. efektivního) trhu i další faktory: systémy monopolů, obchodní překážky, regulace práce, neúplné informace atd. Ve všech takových případech jsou sledované tržní (tj. finanční) ceny zavádějící, a je proto třeba místo nich použít ceny účetní (stínové),
-



# Analýza citlivosti a analýza rizik

---

- **Analýza citlivosti** se zaměřuje se na zjištění **kritických proměnných projektu**.
    - Provádí se tak, že se proměnné projektu postupně mění o určité procento a sledují se následné změny ukazatelů finanční i hospodářské výkonnosti. Z proměnných by se měla měnit vždy pouze jedna a ostatní parametry by měly zůstat neměnné.
    - Návod pak doporučuje za „kritické“ považovat ty proměnné, u nichž změna o 1 % (kladná či záporná) způsobuje odpovídající změnu základní hodnoty NPV o 5 %. Je však možné přijmout odlišná kritéria. Jaká procentní změna by měla za následek  $NPV = 0$
-

---

□ **Analýza rizik** je posouzení dopadu daných procentních změn určité proměnné na výkonnostní ukazatele projektu nevypovídá o pravděpodobnosti toho, že taková změna nastane.

- Když se kritickým proměnným přidělí vhodné rozdělení pravděpodobnosti, lze odhadnout rozdělení pravděpodobnosti finančních a hospodářských ukazatelů výkonnosti.
  - To analytikovi umožní poskytnout zajímavé statistické údaje o výkonnostních ukazatelích projektu: očekávanou hodnotu, standardní odchylku, variační koeficient atd.
-

# Mimotržní metody oceňování

---

## **Definice:**

- Mimotržní metody oceňování jsou metody používané pro ocenění netržních (veřejných) statků (ekologické přínosy, hodnota života, aj.)
  - Ekonomické metody, které se používají pro získávání ceny pro netržní (veřejné) statky
    - Ze samého principu tyto statky cenu nemají, ale mají hodnotu a měly by proto vystupovat do hodnocení
-

# Netržní statky a služby

---

## Definice veřejného statku

- Podle ekonomické podstaty (Samuelson) jsou to statky, pro které jsou charakteristické následující vlastnosti (platí pro čisté veřejné statky):
    - Nedělitelnost spotřeby a nesoutěživost spotřebitele
    - Nevylučitelnost ze spotřeby
    - Nulové mezní náklady na spotřebu každého dalšího spotřebitele
-

# Ekonomická hodnota přírody

---

Vychází ze 4 hlavních užitků:

- **přímá užitná hodnota** ,
    - klasická ekonomická hodnota odvozená ze současného využití,
  - **nepřímá užitná hodnota**
    - vztahuje se k poskytovaným ekologickým funkcím,
  - **opční hodnota**
    - vyplývá z nejistoty spojené s riziky budoucnosti
  - **existenční hodnota**
    - vyjádření potřeby zachování přírody a různých forem života.
-

# Příklady ekologických hodnot

---

<b>Přímé užité hodnoty</b>	<b>Nepřímé užité hodnoty</b>	<b>Opční hodnoty</b>	<b>Existenční hodnoty</b>
Produkce ryb	Biodiverzita	Zachování Biodiverzity	Zachování biodiverzity
Chov kachen	Mikroklima		
Rekreace	Ekologická stabilita krajiny	Udržení vodních zdrojů	
Regulace odtoku	Krajinný ráz		
Pozitivní vliv na kvalitu vody	Samočisticí procesy	Stabilita krajiny vůči klimatickým změnám	
Vodní zdroj	Produkce kyslíku		

---

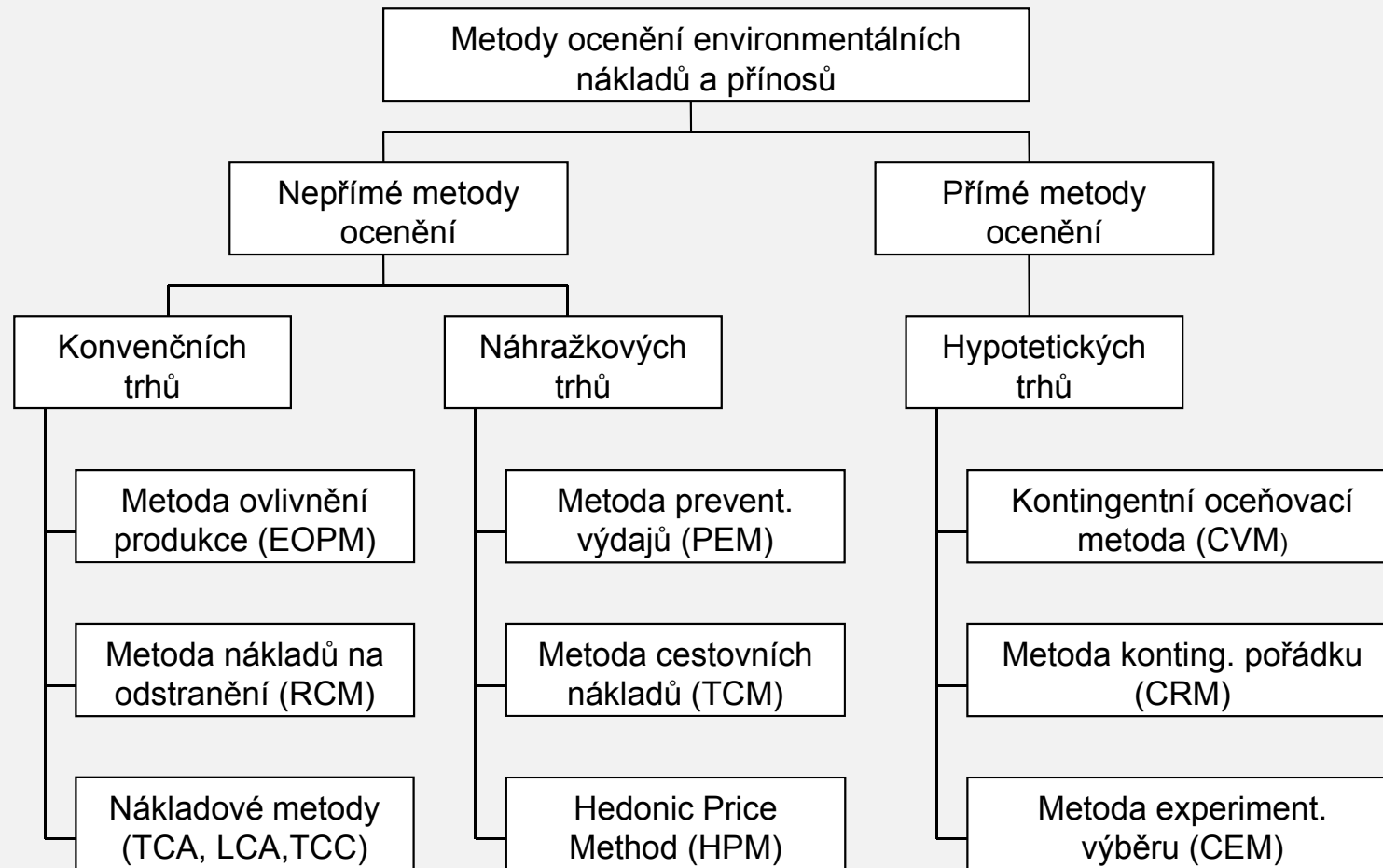
# Klasifikace

---

- přímé metody,
    - spotřebitel je dotazován přímo,
  - nepřímé metody,
    - spotřebitelská úspora je odvozena prostřednictvím souvisejících trhů (trhy těch statků a služeb, u nichž jsou veřejné statky a služby posuzovány jako jedna z částí užité hodnoty).
-

# Metody ocenění environmentálních nákladů a přínosů

---





# Druhy klasifikace

---

- Metodologie vycházející z nákladů
    - metody založené na obnovovacích (reprodukčních) nákladech,
  - Metodologie ocenění ztráty užité a neužitečné hodnoty
    - metody založené na údajích generovaných trhem (ocenění na základě ceny tržního statku, který je nejbližším substitutem aj.),
    - metody založené na náhradním tržním ocenění (metoda cestovních nákladů, metoda hedonických cen),
    - metody založené na vytvoření "hypotetického trhu" (kontingentní oceňovací metoda),
    - metody založené na transferu benefitů (využití hodnot ocenění pro podobné situace)
-

# Druhy klasifikace

---

- Metody založené na preferencích jednotlivců
    - metody vyjádřených preferencí
    - metody projevených preferencí
  - Metody založené na expertním (nepreferenčním) přístupu
    - metody expertní,
    - metody založené na zjišťování nákladů a rizik přes oportunitní náklady, alternativní náklady
    - metody přístupu produkční funkce
    - multikriteriální expertní metody
-

# Vyjádřené a projevené preference

---

## □ Vyjádřené preference

- Vycházejí z reakcí ek. subjektů na předloženou hypotetickou, nereálnou, situaci na trhu.
- Typicky se zjišťují dotazníkovým zkoumáním. Při tomto typu výzkumu se výrazně uplatňují sociologické metody.

## □ Projevené preference

- Skutečně pozorované chování ekonomických subjektů na trzích.
  - Jako zdroj informací slouží statistická data týkající se konkrétního trhu (např. trhu nemovitostí).
-

# Definice – Vícekriteriální hodnocení

---

- Disciplína operačního výzkumu, která se zabývá analýzou rozhodovacích situací, ve kterých jsou posuzovány rozhodovací varianty (v našem případě varianty veřejných projektů) ne pouze podle jednoho, ale podle několika zpravidla navzájem konfliktních kritérií.
-

# Klasifikace vícekriteriálních úloh

---

- podle charakteru množiny rozhodovacích variant:
    - **vícekriteriální hodnocení variant**, kdy je množina přípustných variant zadána ve formě konečného seznamu,
    - **vícekriteriální programování**, kde je množina přípustných variant vymezena souborem podmínek, které rozhodovací varianty musí splňovat, aby byly přípustné.
-

# Popis vícekriteriálních rozhodovacích situací

---

Vícekriteriální rozhodovací problémy jsou popsány množinou variant, množinou hodnotících kritérií a řadou vazeb mezi kritérii a variantami, které umožní definovat hodnotící funkce a metodou výběru což umožňuje formulovat vícekriteriální matematický model.

---

# Formulace úlohy vícekriteriální analýzy

---

je dán:

■ seznam variant  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$

■ seznam hodnotících kritérií

$$K = \{k_1, k_2, \dots, k_k\}$$

■ každá varianta  $a_i, i = 1, 2, \dots, n$  je podle těchto kritérií popsána vektorem kritériálních hodnot  $(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik})$ .

■ úloha vícekriteriálního hodnocení variant je pak vyjádřena ve tvaru kritériální matice:

$$Y = (y_{ij})$$

---

# Kriteriální matice rozhodování

---

$$Y = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & y_{1k} \\ y_{21} & y_{22} & & & & y_{2k} \\ \cdot & & \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot & \cdot \\ y_{n1} & y_{n2} & \cdot & \cdot & \cdot & y_{nk} \end{pmatrix}$$

- Kde  $y_{ik}$  je hodnocení  $i$ -té varianty projektu podle  $k$ -tého kritéria
  - Pro zjednodušení předpokládáme že všechna kritéria jsou maximalizační
-



# Cíl vícekritériálního hodnocení

---

- Cílem metody výběru je najít variantu  $a_{opt}$  resp. množinu  $D$  variant, které by podle všech kritérií dosáhly co nejlepšího ohodnocení (tedy nejvyšších hodnot kritérií), přičemž jako nejlepší varianta  $a_{opt}$  může být vyhodnocena pouze některá nedominovaná varianta.
-

# Dominovaná a nedominovaná varianta

---

## Nedominovanou varianta

- Projekt, ke kterému neexistuje v množině variant (projektů) jiná varianta, lépe hodnocená alespoň podle jednoho kritéria a ne hůře podle ostatních kritérií.

## Dominovaná varianta

- Opačný případ, a říkáme, že ji „lepší“ varianta z uvedené definice dominuje.
-

# Výběr nejlepší varianty

---

## □ Nejlepší varianta

- Máme-li vybrat pouze jednu nejlepší variantu, musíme pomocí metody (funkce) výběru **vybírat jen z množiny  $D$  variant nedominovaných.**

## □ Úplné řešení

- **Úplným** řešením matematického modelu vícekritériálního hodnocení variant je **množina nedominovaných variant  $D$**  tato množina však může být značně rozsáhlá a může být i totožná s původní množinou všech variant  $A$ .
-

# Ideální a bazální varianta

---

## Ideální varianta

- Teoreticky nejlepší varianta
- Varianta, která dosahuje ve všech kritériích nejlepší možné hodnoty, se nazývá **ideální varianta**  $I = (I_1, I_2, \dots, I_k)$

## Bazální varianta

- teoreticky nejhorší varianta
- varianta, která má všechny hodnoty kritérií na nejnižším stupni se nazývá **bazální varianta**  $B = (B_1, B_2, \dots, B_k)$

Ideální i bazální varianta jsou v hodnocení více-méně hypotetickými variantami

---

# Vyjádření hodnot kritérií

---

- Hodnocení variant podle jednotlivých kritérií může být v různých jednotkách a různých měřítcích.
  - Důležitá je potom transformace vstupních informací na srovnatelné jednotky, umožňující agregaci podle všech kritérií.
  - To umožňují **stupnice a škály**, které patří mezi nejjednodušší metody vícekritériálního hodnocení.
-

# Stupnice a škály

---

- nominální (binární) stupnice,
  - ordinální stupnice,
    - klasifikační,
    - bodovací.
  - kardinální číselná stupnice
    - intervalová
    - poměrová
  - Speciální (expertní) stupnice a škály
    - Likertova stupnice,
    - sémantická diferenční stupnice,
    - numerická hodnotící stupnice,
    - pořadová stupnice, apod
-

# Nominální stupnice

---

- založena na operaci shody či neshody (rozdílu), která je vymezena binární logickou hodnotou 1 (shoda), resp. 0 (neshoda).
  - Nedostatkem hodnocení
    - není měřena preference jednotlivých kritérií ani nejsou uvažovány váhy jednotlivých kritérií, přičemž nelze předpokládat, že by tyto váhy byly identické.
-

# Příklad

---

- Pro hodnocení tří variant projektů  $a_1, a_2, a_3$  skladu nebezpečných odpadů byly zvoleny následující kritéria:
- $k_1$  kapacita nad 1 tunu NO,
  - $k_2$  dvojité dno,
  - $k_3$  manipulační prostředky,
  - $k_4$  mechanická váha,
  - $k_5$  nádoby pro více než 10 různých druhů NO.
- Hodnocení jednotlivých projektů pomocí binární stupnice je v následující kritériální matici:

$$Y = \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{matrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$Y = \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{matrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

---



# Ordinální stupnice

---

- částečně překonávají výše uvedené slabiny
  - uspořádávají kritéria od nejvíce důležitého po nejméně důležité.
  - Používají se:
    - **klasifikační stupnice**, která jednotlivá kritéria hodnotí pomocí známkování (např. 1 – 5, kde 1 = nejlepší hodnota a 5 = nejhorší hodnota)
    - **bodovací stupnice**, která jednotlivá kritéria ohodnocuje v rámci dané škály (např. 1 – 10, kde 1 = nejhorší hodnota, 10 = nejlepší hodnota).
  - Hodnoty kritérií však vypovídají pouze o pořadí kritérií, nikoli o intenzitě preferencí.
-

# Příklad

---

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

- k1 Počet pracovních sil, které budou nutné k provozu elektrárny - max**
- k2 Celkový objem (v MW) - max**
- k3 Investiční náklady na výstavbu (v mil. Kč) - min**
- k4 Stupeň spolehlivosti provozu dle 10 stupňové stupnice (tedy minimalizace negativních důsledků pro obyvatelstvo) - max**

**Krajskému úřadu se přihlásily 4 projekty, které byly ohodnoceny podle uvedených kritérií. Proved'te hodnocení a výběr metodou váženého součtu. Hodnocení expertů vidíte v kritériální matici:**

$$\begin{pmatrix} 3 & 33 & 11 & 9 \\ 2 & 28 & 8,5 & 10 \\ 3 & 43 & 14,5 & 10 \\ 1 & 39 & 8 & 9 \end{pmatrix}$$

---

# Příklad

---

Ohodnoťte tyto projekty podle bodovací stupnice ve škále 1-100

$$\begin{pmatrix} 3 & 33 & 11 & 9 \\ 2 & 28 & 8,5 & 10 \\ 3 & 43 & 14,5 & 10 \\ 1 & 39 & 8 & 9 \end{pmatrix} \longrightarrow \begin{pmatrix} 100 & 77 & 73 & 90 \\ 67 & 65 & 94 & 100 \\ 100 & 100 & 55 & 100 \\ 33 & 91 & 100 & 90 \end{pmatrix}$$

Celkové ohodnocení projektů

340, 326, 355, 314 – pořadí  $a_3, a_1, a_2, a_4$

---

# Příklad

---

Ohodnoťte tyto projekty podle klasifikační stupnice ve škále 1-4

$$\begin{pmatrix} 3 & 33 & 11 & 9 \\ 2 & 28 & 8,5 & 10 \\ 3 & 43 & 14,5 & 10 \\ 1 & 39 & 8 & 9 \end{pmatrix} \longrightarrow \begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 & 2 \\ 2 & 4 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 4 & 1 \\ 3 & 2 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

Celkové ohodnocení projektů

9, 9, 7, 8 – pořadí  $a_3$ ,  $a_4$ ,  $a_2$  a zároveň  $a_1$

---

# Kardinální číselná stupnice

---

## □ **stupnice intervalová,**

- pro posuzování projektů jsou zvolena kvantitativní kritéria.
- Jako základní operace jsou používány shoda (=) a různost (<>).
- V intervalové stupnici určujeme měřící jednotky a počátek.

## □ **stupnice poměrová,**

- počátek měřené vlastnosti je dán přirozeným počátkem měřené veličiny.
-

# Likertova stupnice

---

- V případě, že kritéria nelze kvantifikovat, je možné použít přístup zohledňující „Fuzzy“ matematický přístup. Ten reprezentuje např. tzv. Likertova stupnice

Hodnota	Hodnocení
1	vůbec nesouhlasím
2	nesouhlasím
3	ani souhlas, ani nesouhlas
4	souhlasím
5	zcela souhlasím

---

# Výhody a nedostatky stupnic a škál

---

- K jejich výhodám patří poměrně relativní jednoduchost při hodnocení alternativ.
  - K nevýhodám patří, že tyto postupy nerozlišují mezi důležitostí jednotlivých kritérií. Snad jen při použití intervalové stupnice můžeme z rozdílu hodnot mezi dvěma alternativami usuzovat na velikost preference.
-

# Vyjádření preferencí mezi kritérii

---

- Informace o důležitosti kritérií může být vyjádřena ve tvaru:
    - aspiračních úrovní kritérií, tj. hodnot požadovaných pro akceptování rozhodnutí
      - = nejnižší hodnoty, kterých by v nejhorším případě měla varianta hodnocená podle jednotlivých kritérií dosáhnout. Varianty které dosáhnou alespoň požadované aspirační úrovně se nazývají akceptovatelné varianty, ostatní varianty jsou neakceptovatelné.
    - v ordinální formě pořadím důležitosti kritérií,
      - Stupnice a škály
    - v kardinální podobě pomocí vah kritérií.
-



# Váhy

---

- důležitosti jednotlivých kritérií vyjadřujeme pomocí vektoru vah kritérií  $v$  (přičemž platí, že čím je kritérium významnější (resp. důležitější), tím je  $i$  jeho váha větší):

$$v = (v_1, v_2, \dots, v_k), \quad \sum_{i=1}^k v_i = 1, \quad v_i \geq 0$$

---

# Metody stanovení vah

---

- Metoda pořadí
  - Bodovací metoda
  - Metoda párového srovnávání kritérií (Fullerova trojúhelníku)
  - Saatyho metoda
-

# Metoda pořadí

---

- vyžaduje od hodnotitele pouze uspořádání kritérií podle důležitosti.
- nejdůležitějšímu kritériu je přiřazena hodnota  $k$  ( $k$  je počet kritérií), druhému kritériu  $k-1$  a nejméně důležitému 1.
- Označíme-li hodnotu přiřazenou  $i$ -tému kritériu symbolem  $p_i$ , potom lze odhad váhy tohoto kritéria získat pomocí následujícího vztahu (1):

$$v_i = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^k p_i} \quad \text{kde} \quad \sum_{i=1}^k p_i = \frac{k(k+1)}{2}$$

---

# Metoda pořadí

---

- U projektu nákupu nových aut zvažujeme 3 kritéria, kterým přiřadíme hodnoty dle důležitosti

- $k_1$  Cena  $p_1 = 3$

- $k_2$  Rychlost  $p_2 = 1$

- $k_3$  Spotřeba  $p_3 = 2$

- Dle metody pořadí stanovíme váhy

$$v_1 = \frac{3}{6}, v_2 = \frac{1}{6}, v_3 = \frac{2}{6} \quad \text{kde} \quad \sum_{i=1}^3 p_i = \frac{3(3+1)}{2} = 6$$

---

# Bodovací metoda stanovení vah

---

- vychází z kvantitativního ohodnocení důležitosti kritérií pomocí bodovací stupnice (např. od 1 do 10)
- čím je kritérium pro rozhodovatele důležitější, tím bude jeho bodové ohodnocení vyšší
- Označíme-li bodové ohodnocení  $i$ -tého kritéria symbolem  $p_i$ , potom lze odhad vah kritérií získat podle vztahu (1):

$$v_i = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^k p_i} \quad \text{kde} \quad \sum_{i=1}^k p_i = \frac{k(k+1)}{2}$$

---

# Klasifikace vícekriteriálních metod

---

## □ Fiala

- metody s informací o aspiračních úrovních kritérií,
- metody s ordinální informací o kritériích,
- metody s kardinální informací o kritériích.

## □ My budeme používat

- metody založené na dílčím hodnocení variant,
  - metody založené na párovém srovnávání variant.
-

# Klasifikace metod dílčího hodnocení

---

- zaleží, zda důsledky variant hodnotíme vzhledem ke kvalitativním či kvantitativním kritériím
  - Metody hodnocení na základě kvalitativních kritérií
    - Bodovací metoda
  - Metody hodnocení na základě kvalitativních kritérií
    - Metoda váženého součtu
-

# Bodovací metoda (Vážená bodovací metoda)

---

- Při této metodě hodnotitel přiřadí jednotlivé variantě určitý počet bodů ze zvolené stupnice vzhledem k daným kritériím
  - Čím lépe je daná varianta hodnocena, tím vyšší je její bodové ohodnocení vzhledem k tomuto kritériu.
  - Počet stupňů bodové stupnice závisí na rozlišovací schopnosti hodnotitele, která nemusí být pro všechna kritéria stejná.
-



# Přiřazení bodů

---

- Maximální (resp. minimální) počet bodů přiřazený nejlepší (resp. nejhorší) hodnotě kritéria však musí být pro všechna kritéria stejný.
  - Nevylučuje se případ, kdy při hodnocení podle některého z kritérií žádná varianta nedosáhne tento extrémní počet bodů.
-

# Výpočet

---

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

kde

$h_i$  je ohodnocení  $i$ -té varianty,  $i = 1, 2, \dots, n$ ,

$y_{ij}$  jsou hodnoty kritériální matice  $Y$ ,

$v_j$  je normovaná váha  $j$ -tého kritéria,  $j = 1, 2, \dots, k$

- varianty  $a_i$  se seřadí tak, že čím je větší hodnota  $h_i$ , tím více je  $i$ -tá varianta preferována.
-

# Zhodnocení bodovací metody

---

- patří mezi nejjednodušší metody vícekriteriálního hodnocení
  - rozlišuje mezi důležitostí kritérií
  - vhodná pro hodnocení téměř všech veřejných projektů
  - lze ji doporučit pro hodnocení vzájemně se vylučujících i vzájemně se nevylučujících veřejných projektů
  - zvláště vhodná je pro hodnocení veřejných projektů na základě **kvalitativních kritérií**.
-

# 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

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

---

# Kriteriální matice

---

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

---

# 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

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

$$h_1 = 5,7, h_2 = 7,2, h_3 = 5,85, h_4 = 6,7$$

---