

# Vybrané metody hodnocení životního prostředí

**TOMÁŠ SEZIMA, PETR TUŠIL, MARTIN DURČÁK, TOMÁŠ MIČANÍK, ALENA KRISTOVÁ**

**Klíčová slova:** životní prostředí – metody hodnocení CEA – CBA – MCA – oceňování statků na úseku životního prostředí

## SOUHRN

Příspěvek nastiňuje možnosti vybraných metod hodnocení životního prostředí. Jeho cílem je upozornit na vzrůstající potřebu věnovat se této integrální vědní disciplíně více i v České republice.

## ÚVOD

Životní prostředí (Environment) je systém složený z přírodních, umělých a sociálních složek materiálního světa, jež jsou, nebo mohou být s uvažovaným objektem ve stálé interakci. Je to vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů, včetně člověka, a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Podle § 2 zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, je složkami myšleno především ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie [1].

Trvale udržitelný rozvoj je většinou chápán jako jeden z hlavních principů Evropské unie, sestávající se ze tří hlavních pilířů, a to z udržitelnosti ekonomické, sociální a environmentální.

V oblasti environmentální politiky je kromě principu trvale udržitelného rozvoje uplatňován ještě zejména princip prevence a obezřetnosti, únosné zátěže, uvážlivého hospodaření s přírodními zdroji, přímé zodpovědnosti, sanace a restituce.

Na úseku životního prostředí se mohou hodnotit jednak různé ukazatele a složky, dále opatření, včetně jejich efektivity, anebo různá opatření v kombinacích a seskupeních, zpracovaná v různých projektových návrzích, a to včetně vyhodnocení z pohledu poměru „výkon (efektivnost)/cena“.

Komplexní hodnocení životního prostředí České republiky je prováděno ve Zprávě o životním prostředí ČR.

Každé hodnocení je důležité pro zjištění, zda-li bylo dosaženo vytyčených cílů, popř. s jakou efektivitou či s jakými finančními náklady.

## METODY HODNOCENÍ V EVROPSKÉ UNII

V Evropské unii je doporučováno a také prováděno hodnocení zejména pomocí metod nákladově-výstupové analýzy efektivity Cost-Effectiveness Analysis (dále jen CEA), nákladově-přínosové analýzy Cost-Benefit Analysis (dále jen CBA) a dále popř. také různými vybranými metodami multikriteriálního hodnocení Multi-Criteria Analysis (dále jen MCA).

Metoda CEA byla vyvinuta v padesátých letech minulého století ve Spojených státech amerických jako nástroj pro rozhodování mezi požadavky kladenými zejména Ministerstvem obrany a Armádou na zbrojní programy atd. Jedná se původně o metodu hodnocení předmětů nebo alternativ řešení. Účelem analýzy efektivity nákladů je zjistit, který projekt/program nebo

varianta projektu/programu může dosáhnout stanovených cílů při co nejnižších nákladech. CEA se používá k identifikaci nejvíce nákladově-efektivní strategie z množiny možných variant, které mají podobné výsledky.

Vzhledem k tomu, že analýza efektivity nákladů (CEA) úzce souvisí s analýzou nákladů a přínosů (CBA), lze kombinaci těchto metod využít při hodnocení projektů nebo programů opatření. Pomocí této nákladově-přínosové analytické metody lze u realizovaných projektů porovnat různé alternativy s podobnými cíli a změřit jejich efektivitu z hlediska vynakládaných nákladů. Dále lze taktéž metodu využít v rámci hodnocení očekávaných dopadů alternativních opatření ještě dříve, než jsou realizována (ex-ante), nebo k evaluaci účinnosti opatření, která již byla zrealizována (ex-post).

Výsledky CEA jsou častokrát integrovány do multikriteriální analýzy (MCA), která umožňuje kombinaci různých kritérií pro rozhodování v různých formátech.

Analýza nákladů a užitek (Cost-Benefit Analysis, CBA) je důležitá metoda, která sleduje ekonomickou efektivnost možné alternativy posuzovaného projektu, ať už v soukromém, nebo veřejném sektoru.

CBA je nástroj, který umožňuje srovnání nákladů a přínosů, a podle této analýzy lze určit, která alternativa projektu je z hlediska ekonomické efektivity nejvýhodnější.

Aby mohla být CBA dobře provedena, musí být prováděna podle přesné logického postupu (metodiky). Nejznámější metodiky CBA jsou např. podle Boardmana [3] a nově i podle manuálů a doporučení EU [4, 5].

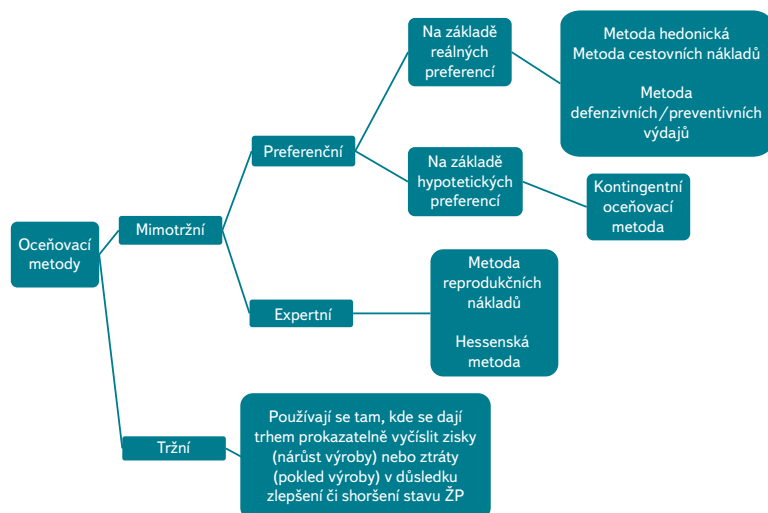
Problematické zůstává ohodnocování (oceňování) užitek na úseku životního prostředí. Oceňování lze provádět jen v konkrétních kontextech daného území podle nejvhodnější metody oceňování. Velmi významný je posun k přírodě blízkým opatřením [2].

## OCEŇOVÁNÍ STATKŮ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Metody oceňování statků životního prostředí (ŽP) můžeme rozdělit na:

- metody tržního oceňování statků ŽP – používají se u statků, se kterými se již na trhu obchoduje (odvozují hodnotu statků ŽP na základě ceny, kterou již trh danému statku stanovil, obvykle historickým vývojem),
- mimotržní oceňovací techniky – používají se u statků, se kterými se na trhu neobchoduje, a je nutné zjistit jejich hodnotu jiným způsobem. Použit lze např. preferenční metody, které vycházejí z preferencí spotřebitelů (odvozují hodnotu statků ŽP na základě chování, kterým vyjadřujeme, jakou hodnotu pro nás daný statek má), a nepreferenční metody, které jsou založeny na expertním hodnocení (odvozují hodnotu statků ŽP na základě názoru odborníků).

Přehled základních oceňovacích metod je znázorněn na obr. 1.



Obr. 1. Oceňovací metody (zdroj: *Ekonomie životního prostředí*, dostupné z: <http://fzp.ujep.cz>)  
Fig. 1. Valuation methods (source: *Ekonomie životního prostředí*)

Multikriteriální analýza je metoda, která se používá při rozhodování mezi několika alternativami, přičemž se (na rozdíl od lineárního programování) nepřípouští současně více výsledných alternativ, a závěrem analýzy by měla být vždy pouze alternativa jediná. Předpokladem použití multikriteriální analýzy je větší počet kvantifikovatelných kritérií, která zahrnujeme do rozhodování.

Metoda se skládá minimálně ze čtyř navazujících kroků:

- identifikace alternativ a kritérií,
- ohodnocení (kvantifikace) kritérií,
- přidělení vah (normalizace),
- výpočet ohodnocení.

Multikriteriální analýza se zabývá hodnocením možných alternativ podle několika kritérií, přičemž alternativa hodnocená podle jednoho kritéria zpravidla nebývá nejlépe hodnocená podle kritéria jiného. Metody vícekritériálního rozhodování poté řeší disbalance mezi vzájemně protikladnými kritérii. Jde o metodu, která má za cíl shrnout a utřídit informace o variantních projektech.

Vícekritériální rozhodování vzniká všude tam, kde rozhodovatel hodnotí důsledky své volby podle několika kritérií, a to kritérií kvantitativních, která se zpravidla vyjadřují v přirozených stupnicích (hovoříme také o číselných kritériích) nebo kritérií kvalitativních, kdy zavádíme vhodnou stupnici, např. stupnice klasifikační, nebo stupnice velmi vysoký – vysoký – průměrný – nízký – velmi nízký a současně definujeme směr lepšího hodnocení, tj. zda je lepší maximální nebo minimální hodnota (klesající nebo stoupající hodnoty). Je-li k dispozici seznam kritérií i seznam rozhodovacích variant, je nutné zvážit, jakou formu by mělo konečné rozhodnutí mít.

## METODY MCA

Multikriteriální rozhodování je vždy analytický hierarchický proces [6]. Důležitým krokem při hodnocení vícekritériálních problémů je stanovení vah (významu kritérií). Pro jejich určení je možné využít širší spektrum metod. Jednou z možných alternativ je metoda bodovací. Tato metoda patří mezi výpočetně nejméně náročné, ale současně kvalita výsledků získaných jejím prostřednictvím je nižší. Metoda bývá také označována jako alokace 100 bodů [7]. Problém spočívá v tom, že řešitel musí být schopen kvantitativně ohodnotit důležitost kritérií. Toto je však často velmi obtížné vzhledem k různorodosti sledovaných kritérií. Pro zvolenou bodovací stupnici musí řešitel ohodnotit  $i$ -té kritérium

hodnotou  $b_i$  ležící v dané stupnici. Čím je kritérium důležitější, tím je bodové ohodnocení vyšší. Řešitel nemusí volit pouze celá čísla z dané stupnice a může přiřadit stejnou hodnotu i více kritériím. Bodovací metoda sice vyžaduje od řešitele kvantitativní ohodnocení kritérií, ale umožňuje diferencovanější vyjádření subjektivních preferencí než například metoda pořadí. Výpočet váhy se provádí podle vzorce (1) [7].

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^k b_i}, i=1,2,\dots,k \quad (1)$$

Váhy jednotlivých kritérií leží v intervalu  $\langle 0, 1 \rangle$ , a tedy se jedná o váhy normalizované do jednoho intervalu (1). Tato metoda je zatížena velkým stupněm subjektivity v hodnocení respondenta.

Další možností je využití Saatyho postupu binomického hodnocení. Saatyho metoda je založena na kvantitativním párovém srovnání kritérií. Při vytváření párových srovnání  $S = (s_{ij})$ ,  $i, j = 1, 2, \dots, k$ , se často používá stupnice 1–9. Prvky matice  $s_{ij}$  jsou interpretovány jako odhady podílu  $i$ -tého kritéria a  $j$ -tého kritéria. Saatyho metoda je tedy založena na určení váhy jednotlivých kritérií – na stanovení vzájemné preference [7]. V případě každé dvojice kritérií se stanovuje hodnota síly vzájemné preference, která je poté zapsána do matice. Hodnocení je založeno na využití bodové stupnice uvedené v *tabulce 1* [8].

Tabulka 1. Systém hodnocení jednotlivých kritérií

Table 1. The system of evaluation of individual criteria

### Vyjádření preferencí

Číselné	Slovní
1	Kritéria jsou stejně významná
3	První kritérium je slabě významnější než druhé
5	První kritérium je silně významnější než druhé
7	První kritérium je velmi silně významnější než druhé
9	První kritérium je absolutně významnější než druhé

Pro citlivější vyjádření preferencí, na základě principů manažerského rozhodování [8], je možné použít i další mezistupně (2, 4, 6, 8, 10). Velikost preferencí  $i$ -tého kritéria proti  $j$ -tému kritériu můžeme uspořádat do Saatyho matice, jejíž prvky  $s_{ij}$  představují odhady podílů vah kritérií (kolikrát je jedno kritérium významnější než druhé), podle vztahu (2) [7].

$$s_{ji} \approx \frac{v_i}{v_j}, i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Matice  $S$  je čtvercového řádu  $n \times n$  a pro její prvky platí [7]:

$$s_{ji} = \frac{1}{s_{ij}}, i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Matice je tedy ve své podstatě reciproční a na její diagonále jsou vždy hodnoty jedna. Toto je dáno faktem, že každé kritérium je samo o sobě rovnocenné. Pro určení konečných vah každého kritéria je pak používán normalizovaný geometrický průměr řádků Saatyho matice, vztah (4) [7].

$$W_i = \frac{\left[ \prod_{j=1}^n s_{ij} \right]^{\frac{1}{n}}}{\sum_{k=1}^n \left[ \prod_{j=1}^n s_{kj} \right]^{\frac{1}{n}}} \quad (4)$$

Saatyho princip hodnocení je výhodný vzhledem k tomu, že redukuje hodnocení respondenta na porovnání dvou kritérií (variant).

## ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

Nástroje vícekritériálního rozhodování umožňují do hodnocení zahrnout široké spektrum kategoriálně odlišných kritérií. Každá z metod je do jisté míry zatížena subjektivním postojem řešitele. Minimalizaci tohoto vlivu lze dosáhnout především u Saatyho metody, kdy je pevně stanoveno hodnocení vah, ze kterého musí řešitel vyjít. Navíc je škála deskriptorů od sebe oddělena hodnotou dvou bodů, díky čemuž dochází k většímu oddělení vah. Za další výhodu můžeme označit fakt, že hodnocení je založeno na porovnání dvou kritérií, kdy ostatní nebereme v úvahu.

Vzhledem k uvedeným faktům se jako efektivní jeví využití nástrojů vícekritériálního rozhodování v kombinaci s přístupem CBA (Cost-Benefit Analysis). Tento fakt je podpořen různorodostí kritérií, kterými můžeme problémy v oblasti životního prostředí hodnotit, ale také požadavky na ekonomické vyhodnocování prováděných opatření. Výhodou kombinace obou přístupů je také možnost opakovaného hodnocení, a tedy verifikace dosaženého zlepšení.

## Literatura

[1] § 2 zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí.

[2] MACHÁČ, J., DUBOVÁ, L. a LOUDA, J. *Ekonomická analýza přírodě blízkých opatření ve městě*. IEEP, 2017.

[3] BOARDMAN, E. *CBA Cost-Benefit Analysis*. 4th Edition.

[4] BROUWER, R., BARTON, D., BATEMAN, I., BRANDER, L., GEORGIU, S., et al. *Economic Valuation of Environmental and Resource Costs and Benefits in the Water Framework Directive: Technical Guidelines for Practitioners*. AquaMoney Technical guidelines, 2009. Dostupné z: <http://www.aquamoney.org/>

[5] CBA GUIDE. Dostupné z: [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba\\_guide.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf)

[6] RAMÍK, J. *Vícekritériální rozhodování – analytický hierarchický proces (AHP)*. Karviná: Slezská univerzita v Opavě, 1999.

[7] FIALA, P. *Modely a metody rozhodování*. Praha: Oeconomica, 2008.

[8] FOTR, J., ŠVECOVÁ, L. a kol. *Manažerské rozhodování*. Praha: Ekopress, s. r. o., 2010.

## Autoři

**Ing. Tomáš Sezima, Ph.D.**

✉ [tomas.sezima@vuv.cz](mailto:tomas.sezima@vuv.cz)

**Ing. Petr Tušil, Ph.D., MBA**

✉ [petr.tusil@vuv.cz](mailto:petr.tusil@vuv.cz)

**Ing. Martin Durčák**

✉ [martin.durcak@vuv.cz](mailto:martin.durcak@vuv.cz)

**Ing. Tomáš Mičaník, Ph.D.**

✉ [tomas.micanik@vuv.cz](mailto:tomas.micanik@vuv.cz)

**Ing. Alena Kristová**

✉ [alena.kristova@vuv.cz](mailto:alena.kristova@vuv.cz)

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., pobočka Ostrava

Příspěvek prošel lektorským řízením.

## SELECTED METHODS OF ENVIRONMENTAL ASSESSMENT

**SEZIMA, T.; TUSIL, P.; DURCAK, M.; MICANIK, T.; KRISTOVA, A.**

TGM Water Research Institute, p. r. i., Ostrava branch

**Keywords:** environment – assessment methods CEA – CBA – MCA – environmental valuation of goods

The paper outlines the possibilities of selected environmental assessment methods. Its aim is to highlight the growing need to devote to this integral science discipline more in the Czech Republic as well.