



Centrum pro otázky
životního prostředí
Univerzita Karlova v Praze

Aplikace Cost-Benefit analýzy v oblasti výroby elektrické energie



Jan MELICHAR

Centrum pro otázky životního prostředí

Průmyslová ekologie, Žďár nad Sázavou
24. března, 2010

Co je Cost-Benefit analýza a jak může pomoci?

- CBA je uznávaný ekonomický nástroj pro měření ekonomické efektivity
- Snaha pomoci v rozhodovacím procesu

CÍL CBA

- Porovnat **náklady** a **přínosy** vyvolané jakýmkoliv projektem, programem nebo politikou, jak v soukromém tak i veřejném sektoru
- Určit, zda společnost jako celek na tom bude **lépe**, pokud bude projekt realizován

Využitelnost CBA v energetice

- Posuzování projektů, které mají **vysoké náklady**, a které působí **významné environmentální škody** a **škody na lidském zdraví (externí náklady)**
- **Energetika** je významným uživatelem přírodních zdrojů, které jsou **omezené a vzácné**
- **Ekonomická vzácnost** \Rightarrow realizace jednoho projektu **vylučuje** realizaci projektu jiného
- Projekty v energetice by měli poskytovat významné přínosy s minimem škodlivých dopadů na životní prostředí.
- CBA umožňuje srovnání společenských nákladů a přínosů a indikuje, která alternativa projektu je z hlediska **ekonomické efektivity** nejvýhodnější

Základní metodologie CBA

CHARAKTERISITKY CBA

- Uvažuje veškeré **pozitivní** a **negativní** dopady ovlivňující všechny jednotlivce společnosti \Rightarrow **společenské náklady a přínosy**
- Náklady a přínosy kvantifikované v **peněžních** jednotkách
- Čistá současná hodnota projektu se určuje ve vztahu k alternativě **status quo** \Rightarrow projekt je doporučen, pokud **ČSH jsou pozitivní**

$$\begin{aligned} & \text{Čistá současná hodnota (ČSH)} = \\ & = \text{společenské přínosy (SP)} - \text{společenské náklady (SN)} \end{aligned}$$

Hlavní kroky CBA

1. Určení **alternativ** projektu
2. Rozhodnout, **na koho** dopadají přínosy a náklady
3. **Katalogizovat dopady** a vybrat měřitelné indikátory
4. Predikovat **dopady v časovém horizontu**
5. **Monetizovat** všechny dopady (společenské přínosy a náklady)
6. **Diskonovat** přínosy a náklady na současnou hodnotu
7. Vypočítat **čistou současnou hodnotu** vybraných alternativ
8. Realizovat **citlivostní analýzu** a určit nejistoty
9. Formulovat **doporučení**

Zdroj: Boardman, A.E., Greenberg, D.H., Vining, A.R., Weimer, D.L. (2006):
Cost-Benefit Analysis: Concept and Practice. Pearson: USA.

Kdy použít CBA

Evaluace projektu \Rightarrow určit **ekonomickou efektivnost** alternativ projektu

- **jeden projekt**, pokud jsou čisté ekonomické přínosy kladné
- **několik projektů** \Rightarrow projekt s nejvyšší ČSH

Typ analýzy

- **ex ante** \rightarrow před realizací projektu (závisí na predikcích, velké nejistoty)
- **ex post** \rightarrow na konci projektu (vychází ze skutečných dat, málo chyb)
- **in medias res** \rightarrow během projektu (snížení nejistot)
- **ex ante s ex post** \rightarrow pro stejný projekt

Cíl případové studie CBA v oblasti energetiky

Předmět CBA

- Ekonomické vyhodnocení obnovy bloků tepelné uhelné elektrárny na konci její životnosti
- Obnova modernějšími technologiemi na výrobu elektrické energie
- Korekce externích nákladů

Cíl modernizace

- zvýšení energetické účinnosti výroby elektrické energie
- snížení emisí oxidu uhličitého

Referenční a projektové alternativy

Referenční scénář (REF) \Rightarrow stávající hnědouhelný blok s granulacním kotlem.

Projektové alternativy \Rightarrow technicky a ekonomicky realizovatelné varianty:

- (i) *Projektová alternativa 1*: fluidní kotel spalující hnědé uhlí (**FBC brown**),
- (ii) *Projektová alternativa 2*: kombinovaný cyklus integrovaného zplynění spalující černé uhlí (**IGCC**),
- (iii) *Projektová alternativa 3*: fluidní systém spoluspalování hnědé uhlí a biomasy (**FBC biomass**),
- (iv) *Projektová alternativa 4*: kombinovaný systém výroby elektřiny a tepla využívající hnědé uhlí (**CHP**).

Technická specifikace alternativ

Alternativa	Akronym	Technologie	Palivo	Čištění spalin
Referenční	REF	granulační kotel	hnědé uhlí (práškové)	FGD, de NO _x , prach
Alternativa 1	FBC brown	fluidní spalování	hnědé uhlí	de SO _x
Alternativa 2	IGCC	kombinovaný cyklus integrovaného zplynění	černé uhlí	de SO _x , de NO _x
Alternativa 3	FBC biomass	práškový kotel	hnědé uhlí, biomasa	de SO _x
Alternativa 4	CHP	uhelný kotel+parní turbína	hnědé uhlí	FGD, de NO _x , elektrostat. odlučovač

Životnost uhelných bloků ⇒ 40 let

Plné zatížení ⇒ 5 000 hodin za rok

Čistá kapacita ⇒ 300 MWel

Kategorie dopadů na straně přínosů a nákladů

Přínosy	Typ	Popis	Dotčená skupina /geografické hledisko
Peněžní	Příjmy	Příjmy z prodeje elektrické energie a tepla	Energetická spol./národní úroveň
Nepeněžní	Kvantitativní	Kvantifikované a peněžně ocenitelné přínosy (lidské zdraví a ŽP (zamezené externí náklady))	Životní prostředí/národní, evropská a globální úrov.
Náklady			
Peněžní	Investiční náklady	Náklady na projekci, instalaci, výstavbu zařízení, konzultace	Energetická společnost/národní úroveň
	Fixní náklady	Náklady na údržbu a administrativní náklady	
	Variabilní náklady	Palivové náklady	
Nepeněžní	Kvantitativní	Externí náklady vztažené ke škodlivým efektům na lidské zdraví a životní prostředí	Životní prostředí/národní, evropská a globální úrov.

Monetarizace privátních dopadů (nákladů a přínosů)

- OECD, IEA. (2005): Projected Costs of Generating Electricity 2005 Update, Paris
- Reálné hodnoty v EUR roku 2005
 - Deflátor - index spotřebních cen z databáze OECD
 - konverze na EUR byla provedena pomocí tržního směnného kurzu OECD
- Investiční náklady jsou vyjádřeny jako základní investiční náklady (*overnight construction costs*).
- Další hodnoty vyjádřeny jako roční náklady nebo příjmy.
- Náklady a příjmy byly očištěny o daně a čisté transferové platby

Náklady a příjmy pro jednotlivé projektové alternativy (v mil. EUR 2005)

Alternativ	Investice	Provoz a údržba	Palivo	Příjmy z elektřiny	Příjmy z tepla	Tepelný kredit
REF	300	5,36	18,74	129,03	-	-
FBC brown	318	5,48	18,74	129,03	-	-
IGCC	494	5,48	24,1	129,03	-	-
FBC biomass	340	5,48	25,63	129,03	-	-
CHP	339	5,87	18,74	129,03	18,55	0,89

Kvantifikace externích nákladů

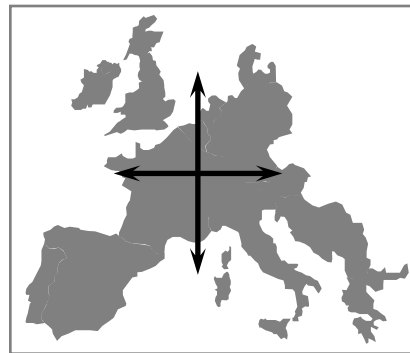
- I. Studie **ExternE** (European Commission, 1995, 1999, 2000 , 2009)
 - www.externe.info
- II. Odhady **dopadů/škod** (zdravotní rizika), nikoliv tlaků (emise znečišťujících látek)
 - WHO (2003) nebo AIRNET Work Group 2 report Katsouyanni, Hoek (2004)
- III. Přístup **bottom-up** přístup zahrnuje významné dráhy dopadů (impact pathway approach)
- IV. Definování vztahu mezi tlakem a dopadem (**dose-response function**)
- V. Hodnocení dopadů **závisí na**:
 - místě provozu technologie
 - typu provozované technologie
 - vymezení hranice palivového cyklu
 - struktuře preferencí dotčené populace (tržní ceny, netržní metody)
- VI. Webový softwarový nástroj EcoSenseWeb V1.3 (byl rozvíjen Institute of Energy Economics and the Rational Use of Energy, University of Stuttgart v rámci ExternE projektu NEEDS); viz <http://webeco.ier.uni-stuttgart.de>.

Dráhy fáze dopadů (IPA) – emise do ovzduší

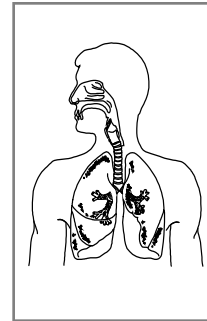
**EMISE &
HLUK**



**ROZPTYL
& CHEMICKÁ
PŘEMĚNA**



**FYZICKÉ
DOPADY NA
RECEPTORY**



**PENĚŽNÍ
OHODNOCENÍ**



Roční externí náklady projektových alternativ a referenčního scénáře (v mil. EUR 2005)

Alternat	Lidské zdraví	Zeměd prod	Budovy	Ztráta biodiver	Změna klimatu	Celkem
REF	41,48	0,83	1,58	6,39	33,21	83,49
FBC brown	71,92	0,35	3,98	7,38	34,22	117,85
IGCC	10,79	0,28	0,34	1,87	32,67	45,94
FBC biomass	70,4	0,57	3,35	4,84	37,17	116,32
CHP	34,89	0,33	1,72	4,05	39,33	80,32

Diskontování přínosů a nákladů

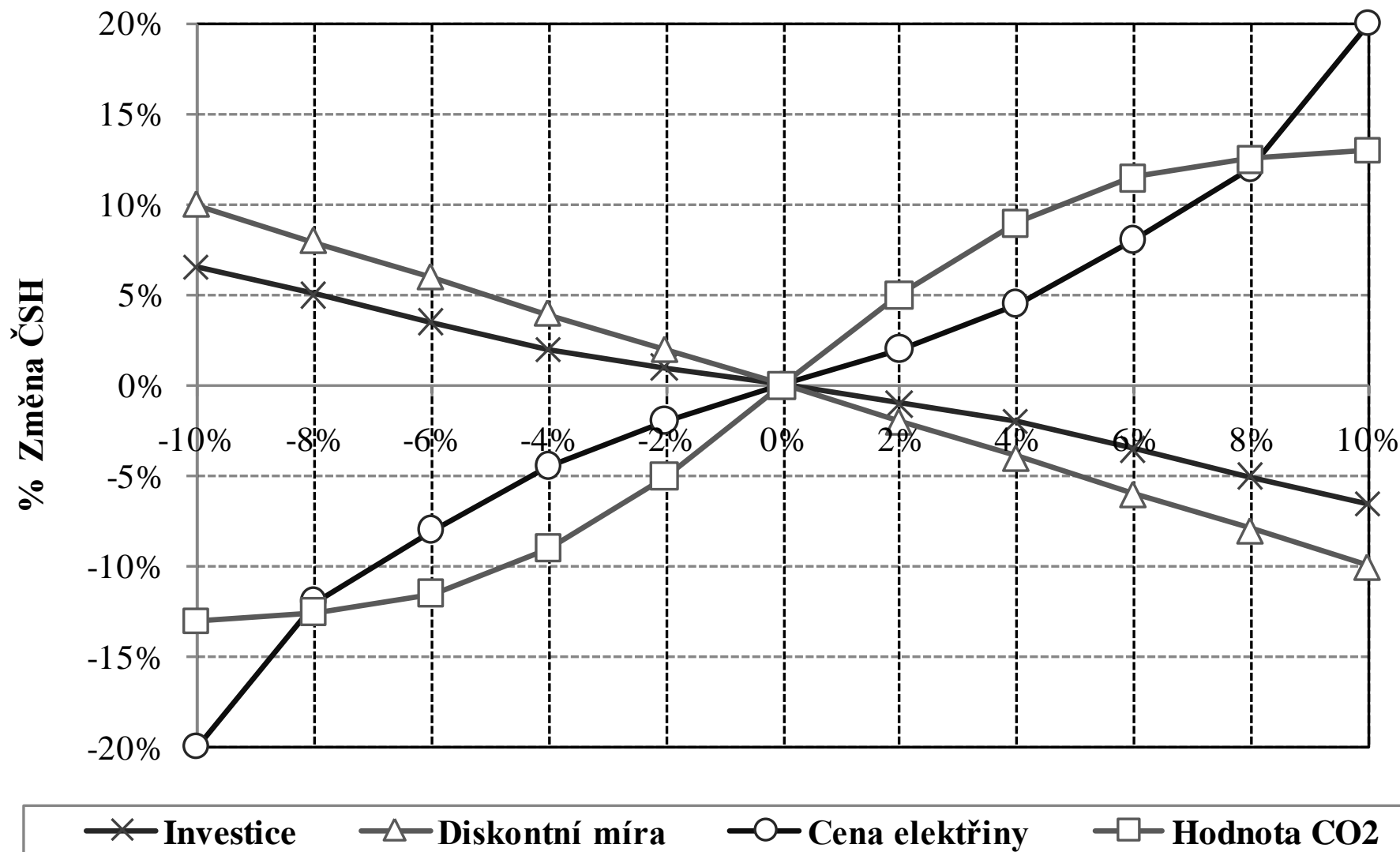
- **Budoucí toky** přínosy a nákladů (40 let) diskontovány na jejich **současnou hodnotu**
- Využita společenská diskontní míra EU \Rightarrow **5.5 %**
- Dále vypočítána **čistá současná hodnota** jako rozdíl mezi současnou hodnotou toku přínosů a současnou hodnotou toku nákladů

$$\text{ČSH} = \sum_{t=0}^N \frac{P_t}{(1+d)^t} - \sum_{t=0}^N \frac{N_t}{(1+d)^t}$$

Současná hodnota (SH) nákladů a přínosů (v mil. EUR v cenách roku 2005)

	REF	FBC brown	IGCC	FBC biomass	CHP
SH IN	300	318	494	340	339
SH PN	387	389	475	499	395
SH ExtN	1340	1891	737	1867	1289
SH přínosy	2070	2070	2070	2070	2537
ČSH s ExtN	44	-527	365	-635	514
Pořadí s ExtN	3	4	2	5	1
ČSH bez ExtN	1383	1363	1101	1231	1336
Pořadí bez ExtN	1	2	5	4	3

Diagram citlivostní analýzy



Závěr

- CBA aplikována pro vyhodnocení ekonomické efektivity s **korekcí externích nákladů** několika projektových alternativ na modernizaci existující uhelné elektrárny
- **Kladná ČSH** odhadnuta pro **CHP, ICGG a granulační kotel**
- **Nejvyšší ČSH** je generována pro **CHP**
- Z hlediska **ČSH bez ExtN** jsou **ziskové všechny varianty**
- V CBA **nebyly zohledněny další uhelné technologie** (např. technologie na zachytávání a ukládání uhlíku) nebo **technologie využívající jiné typy paliv**
- Tyto technologie mohou generovat vyšší ČSH než CHP.
- Doporučení na základě CBA **závisí a je limitované** podle toho, jak je **definován problém** (projekt a jednotlivé projektové alternativy), který je předmětem analýzy.

Děkuji za pozornost!

Kontakt:

jan.melichar@czp.cuni.cz

www.cozp.cuni.cz