



EXTERNALITY OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

VUPEK – ECONOMY, spol. s r.o.

Úvod

1. Stručný výklad teorie externalit
 - 1.1. Kvantifikace externalit spojených s výrobou energie v OZE
 - 1.2. Negativní dopady emisí do ovzduší
 - 1.3. Negativní dopady na kvalitu území
 - 1.4. Způsoby vyčíslení (ocenění) externalit
 - 1.4.1. Hessenská metoda
 - 1.4.2. Synteticky vyjádřené dopady - Projekt ExternE
2. Výběr a popis technologií výroby tepla a energie z OZE
 - 2.1. Výběr technologií OZE
 - 2.2. Popis vybraných technologií výroby tepla a energie z OZE
 - 2.2.1. Vodní elektrárna
 - 2.2.2. Větrná elektrárna
 - 2.2.3. Tepelná čerpadla
 - 2.2.4. Fototermální a fotovoltaické zdroje energie
3. Dopady na životní prostředí a propočet negativních externalit
 - 3.1. Vodní elektrárna
 - 3.1.1. Velká vodní elektrárna
 - 3.1.2. Malá vodní elektrárna
 - 3.2. Větrná elektrárna
 - 3.3. Tepelná čerpadla
 - 3.4. Fototermální a fotovoltaické zdroje energie
4. Aktuální otázky a závěry
 - 4.1. Pozitivní externalita
 - 4.2. Nedořešené problémy
 - 4.3. Porovnání vybraných technologií výroby tepla a energie z OZE
5. Závěry a doporučení

Grafy č. 1 až 5

Samostatné tabulky č. 1 až 5a

Literatura.

Anotace

Předkládaná práce je zpracována na základě smlouvy mezi ČEA (zadavatel) a VUPEK - ECONOMY spol. s r.o. (zpracovatel) č. 8104 - ČEA - 2000.

Účelem práce je zhodnotit dopady výroby energie a tepla, na bázi obnovitelných zdrojů energie na životní prostředí, cestou kvantifikace tzv. externalit.

K hodnocení externalit v oblasti obnovitelných zdrojů energie byl aplikován a dopracován metodický a kritériální aparát, zpracovaný pro potřeby MŽP v letech 1998-9.

Vzhledem k rozsáhlosti daného problému a řadě dosud nezmapovaných a nepropracovaných otázek daného segmentu výroby energie lze předkládanou práci považovat za úvod do velmi rozsáhlé a komplexní oblasti se zaměřením na nejvýznamnější body problematiky.

Úvod

Metodika a praxe vyhodnocování externalit v oblasti obnovitelných zdrojů energie (dále jen OZE) není dosud běžně zvládnutá. Tato propracovanost zatím chybí zejména ekologickým hlediskům. Propracovanější je ekonomická stránka jednotlivých druhů OZE, která je však zpravidla vzhledem k výši nákladů na realizaci a celkového zisku energií negativní.

Smyslem studie je proto rozšíření pohledu na oblast OZE o vlivy na životní prostředí, vyčíslením vznikajících externalit. Tato problematika je poměrně nová a zpracovatelé studie chtějí přispět k upozornění na dosud malé zmapování oblasti vyhodnocování externalit v oblasti OZE ve vztahu a přínosu k ochraně životního prostředí.

Cílem studie je:

- vytýčit hlavní směry zkoumání dané problematiky,
- ukázat na slabá, málo zmapovaná místa v přístupech k řešení,
- provést několik demonstračních propočtů na vybraných projektech,
- rámcově formulovat zevšeobecnění a doporučení.

1. Stručný výklad teorie externalit

V této části je pojednáno o některých teoretických a metodických otázkách vzniku a působení environmentální kategorie „externality“, jako úvod do problému, předcházející modelovým propočtům na vybraných příkladech technologií OZE.

Teorie ekonomické kvantifikace poškození životního prostředí, která by měla a mohla posloužit jako základ pro rozpracování speciálních metodických postupů ke kvantifikaci negativních vlivů energetických procesů na životní prostředí, je stále ve stádiu tvorby. To platí jak v oblasti globálních veličin, tak v oblasti jeho jednotlivých složek na makro i mikroúrovni posuzovaných problémů. Toto stádium rozpracovanosti je stejné jak pro současný stav v ČR, tak i v mezinárodním měřítku. Jako v každé mladé disciplíně existuje řada škol a autorů operujících s pojmy externality, či externí náklady.

Pojem škod je zpravidla redukován pouze na antropogenní vztahy mezi vlastnickými oddělenými původci škody a poškozenými. Někdy se vyskytující antropocentrické zúžení pojmu škoda redukuje pouze na vztah mezi lidmi a zahrnuje zejména škody na zdraví lidí a opomíjí škody na zdraví ekosystémů.

Pod pojmem poškození životního prostředí je zahrnuta naopak celá široká oblast **škod na ekosystémech**.

Část škod na životním prostředí je již dnes jejich původci placena. Tyto škody jsou již jako újmy na životním prostředí uznány, jsou tzv. internalizovány a jejich úhrady vstupují do příslušných ekonomických kalkulací a propočtů a zvyšují náklady příslušných výrobků a činností. Podotýkáme, že je hovořeno jen o části škod na životním prostředí a že teorie externalit počítá s další internalizací škod na životním prostředí, na ekosystémech, úměrně teoretickému a praktickému vyjasňování těchto škod, jejich dopadů a jejich původců. Plná a komplexní internalizace škod na životním prostředí pak vyúsťuje v daňovou reformu a ekologicky orientovanou soustavou daní. Tato soustava zdaňuje čerpání přírodních zdrojů, ne již práci a kapitál. Skutečné zavedení ekologicky orientované daňové soustavy představuje

zrušení stávajících daní a umocnění daní k ochraně životního prostředí. K tomuto kroku je třeba velké politické vůle. Reforma soustavy daní přinese pak zcela jinou strukturu hospodářských výsledků a pohledů na možnosti efektivně investovat, než je tomu doposud.

Analýza negativních EXTERNALIT se soustřeďuje na oblast škod a újmy na ekosystémech, a to bez ohledu na vlastnické vztahy, protože újmy na ekosystémech vznikají i na těch objektech, které nikdo nevlastní - typickým příkladem je ovzduší. V jistém smyslu jsou externality EXTERNÍMI NÁKLADY právě proto, že nevstupují do nákladově cenového systému. Proto je nutné začít identifikací ekologických i ekonomických služeb a funkcí, které oceňovaný environmentální zdroj poskytuje a dále:

- ocenit tento zdroj jako zásobu přírodního kapitálu, poskytujícího užité a neužité (pasivní užité) služby,
- ocenit ztráty (škody) z poklesu množství a kvality služeb tohoto zdroje.

Ztráty, či škody na ŽP lze hodnotit např. :

- a) prostřednictvím výše nákladů nutných na obnovu původní kvality zdroje (za předpokladu, že zdroj neposkytuje jedinečné a nenahraditelné služby, čili zdroj nepatří mezi kriticky ohrožený přírodní kapitál), k nimž jsou přičítány škody na službách zdroje za období obnovy,
- b) nepřímo, prostřednictvím ocenění škod na zdraví a majetku lidí,
- c) oceněním pomocí mezních nákladů prevence, neboli metody nákladů zabránění vzniku negativních vlivů.

1.1. Kvantifikace externalit spojených s výrobou energie v OZE

Negativní externality z energetických činností

Výroba energie a tepla na klasických zdrojích je často spojována s rozsáhlými újmami na životním prostředí. Tyto újmy na životním prostředí vznikají zejména v následujících oblastech:

1.2. Negativní dopady emisí do ovzduší

Jedná se zejména o plynné emise SO_2 , NO_x , CO , a CH_4 a tuhé emise (TZL). Tyto emise lze nazvat klasickými a jsou v současné době v ČR široce „obslouženy“ platnou ekologickou legislativou - jsou stanoveny limity, poplatky apod., které jsou průběžně aktualizovány. Připomínáme, že v nejbližší době se připravuje zpřísnění limitů a zvyšování poplatků za jednotlivé emise a dále uvádění předpisů do souladu s legislativou EU. Další skupinu tvoří plynné emise CO_2 a ostatní tzv. skleníkové plyny. Tato kategorie plyných emisí není na rozdíl od předchozí skupiny emisí v současné době v ČR „obsloužena“ ekologickou legislativou. Výše emisí těchto plynů tvoří základ pro široce diskutovanou „uhlíkovou daň“. Dále se vyskytují plynné a tuhé emise těžkých kovů a polychlorovaných bifenylů, polycyklických aromatických uhlovodíků apod.

Tyto negativní dopady emisí do ovzduší, vznikající při „klasické“ výrobě energie a tepla, nejsou spojeny se sledovanými OZE a nejsou proto předmětem dalšího řešení.

1.3. Negativní dopady na kvalitu území

V současné době jsou stále více diskutovány negativní externality ze záboru území. Jde o jakýkoliv trvalý, ale i dočasný zábor území velkého či malého rozsahu, kde je ekologická hodnota území při jeho novém využití zpravidla nižší, než původní ekologická hodnota daného území. Připomínáme, že na ekologickou hodnotu území je zcela jiný pohled, než na ekonomickou hodnotu území. V celé řadě případů jsou tyto hodnoty v přímém protikladu – čím vyšší je ekologická hodnota území, tím nižší je jeho ekonomická hodnota a naopak. V případě odnětí zemědělských, lesních a jiných půd lze vedle ekonomické újmy z ušlého výnosu plodin kalkulovat také škody na zemědělských ekosystémech a na mimoprodukčních funkcích lesa.

Obtížně měřitelné a vyčíslitelné dopady na životní prostředí, zdraví ekosystémů a tím na kvalitu území má působení řady dalších vlivů a z nich zejména hluku. Tyto vlivy, či množiny vlivů a dalších krajinných prvků lze převést na ekologickou újmu měřenou formou externalit ze záboru území a takto zprostředkovaně kvantifikovat vzniklé externality i v jiných oblastech životního prostředí, než je přímo zábor území.

1.4. Způsoby vyčíslení (ocenění) externalit

1.4.1. Hessenská metoda

Vyčíslení externalit ze záboru území a jeho následně změněnou ekologickou hodnotu se provádí zpravidla podle tzv. Hessenské metody bodového ocenění biotopů. Úroveň externalit a ohodnocení ekologické újmy se vyčísluje podle této metody v DM. Následným přepočtem ve směnném kurzu je vzhledem k celkově nízké ekonomické hladině v ČR (proti SRN) ekologická újma značně vysoká. Tato „vada“ je částečně nahrazena alternativním přepočtem provedeným ne ve směnném a kurzu, ale v kupní síle tj. v paritním kurzu. Výsledky propočtu externalit jsou proto uvedeny ve 2 variantách přepočtu kurzu DM/Kč, a to kurzem směnným a kurzem paritním.

Hessenská metoda vychází ze škály nákladových hodnot jednotlivých druhů biotopů, vyjádřené v bodech za 1m² hodnoceného území v rozsahu 3 až 80 bodů, podle stupně jejich přirozenosti (kde 80 body je oceněn nejhodnotnější biotop). Zjednodušeně lze tuto metodiku popsat takto:

- a) provede se bodové ohodnocení ploch jednotlivých biotopů před zásahem,
- b) provede se bodové ohodnocení ploch po stavebním zásahu,
- c) vypočte se bodový rozdíl a) – b),
- d) rozdíl se násobí se stanovenou finanční hodnotou 1 bodu, hodnota 1 bodu je stanovena 0,60 DEM,
- e) získaná hodnota představuje vypočtenou výši externality (který musí původce zásahu ve spolkové zemi Hessensko zaplatit),
- f) pro finanční vyjádření hodnoty biotopů v ČR podle Hessenské metodiky jsou použity kurzy Kč/DEM:

- pro směnný kurs dle ČNB	- 18,9 Kč/DM	- varianta - VYŠŠÍ
- pro průměrnou paritu kupní síly	- 6,7 Kč/DM	- varianta - NIŽŠÍ

Zkráceně představuje finanční vyjádření hodnoty biotopů v ČR podle Hessenské metodiky, kdy je stanovena hodnota 1 bodu na 0,60 DEM:

- pro směnný kurs dle ČNB	- 11,36 Kč/bod	- varianta - VYŠŠÍ
- pro průměrnou paritu kupní síly	- 4,02 Kč/bod	- varianta - NÍŽŠÍ

Bližší seznámení s bodovým ohodnocením biotopů Hessenskou metodou viz. literatura č. 7.
Tato metoda při hodnocení dopadů na životní prostředí preferuje újmu na negativní ekologické hodnoty zabraných území.

1.4.2. Synteticky vyjádřené dopady - Projekt ExternE

Projekt ExternE je dílem celé řady předních ekologů ze Západní Evropy. Jsou v něm zmapovány a kvantifikovány dopady výroby tepla a energie technologiemi tam obvyklými. Zatímco v tuzemských pracích je zpravidla zkoumána oblast škod na životním prostředí, Projekt ExternE je zaměřen zejména na oblast škod na zdraví a životech lidí.

V tomto propočtu jsou souhrnně kvantifikovány externality vznikající ve všech oblastech a směrech. Novinkou je, že do hodnoty externalit je zahrnuta také (pro nás dosti neobvykle) i oblast škod vzniklých při výrobě energetického strojního zařízení, výstavbě energetických výroben a pod. Vyhodnoceny a zahrnuty jsou rovněž pracovní úrazy a dopravní nehody zaměstnanců při cestě do a z práce. Úroveň hodnoty externality je v projektu ExternE uváděna v měrném tvaru ECU/MWh a tak je i převzata. Není ji ve zkrácené formě práce pak nutné přepočítávat přes výrobu, životnost díla a další výrobně - ekonomické veličiny.

Vyčíslená úroveň externality metodou ExternE je ovšem bez dalších úprav vzhledem k celkové ekonomické hladině v ČR značně vysoká. Úroveň takto vyčíslené externality plně odpovídá ekonomickým a sociálním poměrům v zemích Západní Evropy a má bez přenesení ekonomických poměrů pro ČR jen problematickou vypovídací schopnost. Vyšší vypovídací schopnost má úroveň externalit vypočítaná metodou ExternE při srovnatelné úrovni ekonomickým poměrů, výkonnosti ekonomiky a zejména hodnocení „ceny lidského života“. Tato „vada“ je částečně je nahrazena přepočtem v kupní síle. Výsledky propočtu externalit jsou proto rovněž uvedeny v 2 variantách přepočet kurzu ECU/Kč kurzem směnným a kurzem paritním obdobně jako u Hessenské metody.

Při aplikaci tohoto způsobu kvantifikace externalit již nelze uvažovat o žádných jiných externalitách, např. z těžby uhlí, emisí do ovzduší, či záborů pozemků. Použití metody ExternE pro kvantifikaci výše škod na životním prostředí je pouze zastupitelné, protože celková vyčíslená hodnota není úměrná nežádoucímu efektu - výši produkce škodlivin, ale žádoucímu efektu - výši výroby.

Kvantifikace hodnoty negativní externality v ECU/MWh je převzata z projektu ExternE v následující úrovni:

- vodní elektrárna	2,256	
- větrná elektrárna	2,30	
- tepelná čerpadla	2,30	- analogicky jako pro větrnou elektrárnu
- solární kolektory	2,30	- analogicky jako pro větrnou elektrárnu
- fotovoltaické články	2,30	- analogicky jako pro větrnou elektrárnu

Poznámka: analogie je stanovena expertně autory studie

Pro finanční vyjádření externality jsou podle metody ExternE použity následující hodnoty kurzu v Kč/ECU:

- směnný kurs dle ČNB	36,9 Kč/ECU	- varianta - VYŠŠÍ
-----------------------	-------------	--------------------

- kurz pro průměrnou paritu kupní síly 13,0 Kč/ECU - varianta - NIŽŠÍ

Pro propočet negativních externalit metodou ExternE jsou charakteristické následující skutečnosti:

- a) externality jsou kvantifikovány souhrnně ve všech oblastech a směrech,
- b) vyčíslená úroveň externality je při srovnatelné náplni bez dalších úprav vzhledem k celkové ekonomické hladině v ČR značně vysoká,
- c) úroveň takto vyčíslené externality plně odpovídá poměrům v zemích Západní Evropy, zejména vysoce ceněné hodnotě lidského života a zdraví. (řádově 100 x vyšší hodnota lidského života v zemích Západní Evropy než v ČR),
- d) bez přenesení ekonomických poměrů má výpočet jen problematickou vypovídací schopnost,
- e) vyšší vypovídací schopnost má úroveň externalit vypočítaná metodou ExternE při srovnání úrovně ekonomických poměrů, zejména výkonnosti ekonomiky, tj. přepočtem kurzu Kč v kupní síle,
- f) výsledky propočtu externalit metodou ExternE jsou proto uvedeny v 2 variantách přepočtu Kč/ECU,
- g) při aplikaci této metody kvantifikace externalit již nelze uvažovat o žádných jiných externalitách, např. z těžby uhlí, emisí do ovzduší, či záborů pozemků nad rámec vyčíslených externalit metodou ExternE,
- h) použití metody ExternE pro kvantifikaci výše škod na ŽP je pouze zastupitelné, protože celková vyčíslená hodnota není úměrná nežádoucímu efektu - celkové výši produkce škodlivin, ale žádoucímu efektu - celkové výši výroby,
- i) metodou ExternE jdou vzájemně posuzovat pouze různé druhy technologií výroby energie. Nejdou vzájemně posuzovat stejné druhy technologií výroby energie v různých výrobních.

Tato metoda při hodnocení dopadů na životní prostředí preferuje újmu na životech a zdraví lidí.

Základní vstupní parametry pro výpočet negativních externalit viz. tab. 1 Hodnoty a kriteria.

2. Výběr a popis technologií výroby tepla a energie z OZE

2.1. Výběr technologií OZE

Pro srovnání „ekologické náročnosti“ výroby energie a tepla z OZE cestou porovnání výše externalit dle jednotlivých technologií výroby energie byly stanoveny následující technologie OZE:

- a) vodní elektrárna:
 - velká vodní elektrárna
 - malá vodní elektrárna
- b) větrná elektrárna
- c) tepelná čerpadla
- d) solární energie:
 - sluneční kolektory
 - fotovoltaické články

Cílem je srovnání ekologické náročnosti jednotlivých technologií výroby energie a tepla cestou porovnání výše externalit u jednotlivých výše uvedených technologií. Pro jednotlivé technologie je charakteristické to, že každá z nich ovlivňuje ŽP v jiné oblasti – viz následující tabulka.

Technologie	Výroba z vody		Větrná elektrárna	Tepelná Čerpadla	Solární energie
	velká vodní elektrárna	malá vodní elektrárna			
oblasti produkce škodlivin					
Spotřeba paliv a energie	0	0	0	existuje	0
Spotřeba ostat.. minerál. surovin	0	0	0	0	0
Emise do ovzduší.	0	0	0	0	0
Emise do vody	0	0	0	0	0
Hluk	Nepatrné	nepatrné	existuje		
Zábor plochy pro výroby a snížení její ekologické hodnoty	značné	značné	existuje	existuje	existuje

V předkládané zprávě jsou kvantifikovány negativní dopady výroby energie a tepla ve vyznačených oblastech.

2.2. Popis vybraných technologií výroby tepla a energie z OZE

2.2.1. Vodní elektrárna

Pro modelové propočty byly vybrány 2 technologie výroby energie typu vodní elektrárna, a to velká vodní elektrárna a malá vodní elektrárna. Záměrně byly vybrány v obou případech krajní typy podle velikosti, takže velká vodní elektrárna je skutečně velká a malá vodní elektrárna je značně malá. Tento výběr byl zvolen proto, že ekologické dopady obou krajních variant jsou diametrálně odlišné - velká vodní elektrárna je zdrojem ekologické újmy, zatímco malá vodní elektrárna je z ekologického hlediska i přínosem – viz hodnocení externalit. Pro výrobu energie z vody ve vodní elektrárně byla jako jediná oblast, ve které se výrazně poškozuje životní prostředí, stanovena zabraná plocha (ztráta hodnoty biotopů) pro energetické výroby, respektive vodní nádrž a s ní související stavby.

2.2.1.a - Velká vodní elektrárna

Charakteristické vlastnosti:

- velké vodní elektrárny byly budovány v ekologicky velmi zajímavém a hodnotném údolí přirozeně tekoucích řek,
- původní biotopy na území zabraném zatopením přehradním jezerem je možno charakterizovat jako velmi hodnotné,
- vodní dílo a tady i zábory území jsou značného rozsahu,
- věcně a dobově jsou vodní dílo a vodní elektrárna spjaty do jedné hydroenergetické soustavy.

Velkých vodních elektráren v ČR je poměrně malý, omezený počet. Jako reprezentant byla vybrána **Vodní elektrárna ORLÍK**, která je součástí Vodních elektráren Štěchovice, ČEZ a.s.

Stručný popis

Vodní dílo Orlík bylo vybudováno jako stupeň Vltavské kaskády v letech 1956-1966 u obce Solenice, v říčním kilometru 144,7. Vodní dílo Orlík svým objemem je na prvním místě mezi přehradami Vltavské kaskády, ale i v celých Čechách. K hlavním účelům přehrady patří zajištění spádu a akumulace vody pro potřeby energetiky, nadlepšování průtoků pro vodárnu v Praze-Podolí. Retenční prostor nádrže zajišťuje částečnou ochranu před povodněmi. Mezi další možnosti využití patří plavba, rekreace, vodní sporty a rybářství.

Maximální zatápěná plocha nádrže je 2646 ha, délka vzdutí na Vltavě je 68 km, na Lužnici 7 km a na Otavě, největším přítoku 22,0 km.

Vodní dílo tvoří tři části. Vlastní přehrada je gravitační, přímá, tížná, betonová, s výškou přes 90 m. Velké vody jsou převáděny třemi přelivy o šířce 15,0 m, hrazenými segmentovými uzavěři s hradicí výškou 8,0 m. Celková kapacita přepadu je 2 184 m³/s. V osách bloků mezi přelivnými poli jsou uložena dvě ocelová potrubí spodních výpustí o průměru 4,0 m. Na návodní straně jsou hrazeny tabulemi, na vzdušním lici jehlovými regulačními uzavěři. Objem nádrže je 704 mil. m³. Plocha nádrže je 2646 ha. Vodní elektrárna Orlík je vybavena čtyřmi Kaplanovými turbínami o výkonu na spojce á 94 MW, celkem 376 MW. Průměrná roční výroba 400 GWh.

2.2.1.b - Malá vodní elektrárna

Dopady na životní prostředí jsou v případě malých vodních elektráren podstatně odlišné od dopadů, které jsou způsobeny velkými vodními elektrárnami. Pro malé vodní elektrárny, kterých je v současné době v ČR v provozu cca 1200, je charakteristické velké množství typů, druhů, velikostí, výkonů, umístění, stáří jednotlivých součástí apod. Zejména se však odlišují charakterem a vlastnostmi území, na kterých jsou vybudovány. Hodnota externalit bude vždy individuální. Je obtížné stanovit hodnotu externalit s nárokem na všeobecnou platnost a použitelnost pro tuto kategorii zdrojů. Vzhledem k těmto skutečnostem bylo zvoleno modelové řešení vycházející z **MVE Černý rybník**. Vybraná reprezentativní MVE Černý rybník je umístěna na potoce Chomutovka v Bezručově údolí v Chomutově.

Stručný popis

Vybraná MVE je umístěna při vnější patě vodní nádrže zvané „Černý rybník“, sloužící dříve Československým státním drahám k odběru napájecí vody pro parní lokomotivy. Rybník je napájen cca 250m dlouhým přívodním korytem z říčky Chomutovka. MVE využívá spádu mezi hladinou rybníka a turbinou (4,5 m), odtok vody od turbíny je veden potrubím do Chomutovky.

V lokalitě byla postupně nasazena dvě soustrojí:

MVE-1

Tato MVE byla vybavena Francisovou – kotlovou turbinou a synchronním generátorem 15 kVA. S tímto vybavením pracovalo soustrojí do r.1995, tj. 11 roků. Přívod vody na turbinu i její výtok z turbíny byly vedeny ocelovým potrubím DN 400.

Za dobu svého provozu vyrobila MVE-1 průměrně 21,75 MWh ročně. Roční výroba kolísala od 16 MWh v r. 1985 do 27 MWh v r. 1992 v závislosti na průtočném množství vody.

Získaná elektřina byla využita pro temperování rodinného domku a nebyla vyvedena do veřejné sítě.

Tato MVE není předmětem vyhodnocení, údaje o ní jsou uváděny pouze pro úplnost informace o daném zdroji.

MVE-2

Jedná se o soustrojí, které se stalo předmětem hodnocení externalit. Po zkušenostech s MVE-1 bylo již toto soustrojí řešeno tak, aby veškerá vyrobená elektřina mohla být dodávána do sítě SČE. Zařízení je vybaveno turbinou Banki vyrobenou firmou CINK v Karlových Varech a asynchronním motorem s kotvou nakrátko. Instalovaný výkon je 11 kW. Přívod vody k turbině (délka potrubí 23,7 m) i její výtok do Chomutovky jsou vedeny ocelovým potrubím DN 600. Vyvedení výkonu je kabelem v zemi v délce 35 m na sloup vedení nn SČE - závod Chomutov. Předpokládaná životnost zařízení je 30 let.

Soustrojí je v provozu od října 1995 a vyrobilo průměrně ročně 45 MWh. Roční výroba kolísala od 39 MWh do 62 MWh .

V následujících výpočtech se vychází z průměrné roční výroby elektrické energie, dosažené za dosavadní životnost, tj. 45 MWh/rok a životnosti zařízení 30 roků.

Z charakteru MVE vyplývá, že jejich výstavbou a provozem nejsou ovlivněny horninové prostředí a ovzduší, k ovlivnění však dochází u půdy, vody, ekosystémů a krajiny:

Negativní externality ze záboru území jsou kvantifikovány Hessenskou metodou.

2.2.2. Větrná elektrárna

Potenciál větrné energie a podmínky provozu větrných elektráren na území ČR

Určujícím faktorem pro výši zásob větrné energie je klimatologický stav cirkulačních poměrů nad daným územím. Zásoba větrné energie z toho vyplývající se označuje jako meteorologický potenciál větrné energie. Dosažitelný potenciál větrné energie na území ČR je 5 až 6 TWh/rok.

Pokud by měl být tento potenciál využit, znamenalo by to výstavbu 8700 až 9000 větrných elektráren s nominálním výkonem každé elektrárny 400 až 500 kW, tedy úhrnem 3900 až 4000 MW.

V ČR je v současné době v provozu několik větrných elektráren. Pro jejich umístění v dané lokalitě je nutno respektovat některé zásady a podmínky pro uplatnění větrné energetiky, při jejichž splnění lze komerčně provozovat tuto technologii - jsou to zejména:

- vysoký větrný potenciál (rychlost a četnost větru),
- spotřebitel (resp. odběratel) elektřiny je v bezprostřední blízkosti zdroje,
- splnění nároků na hlučnost vůči okolí a eliminování dalších negativních vlivů ekologického charakteru, jako např. ohled na výskyt ptactva (zejména sezónní tahy), krajínovotvorbu apod.,
- vybrané zařízení je dlouhodobě spolehlivé a odolné vůči nepříznivým meteorologickým jevům, má přiměřenou celkovou životnost,

- výrobce, resp. dodavatel, zajistí rychlý a cenově přiměřený servis.

Pro efektivní provoz dále musí být splněny i ekonomické požadavky, zejména:

- zařízení musí být cenově dostupné, případně existují příznivé podmínky pro úvěry, popř. možnost bezúročného financování, nebo poskytování grantů příslušné státní nebo nevládní instituce,
- v případě dodávek do sítě veřejné energetiky je stanovena odpovídající výkupní cena dodané energie,

Technické požadavky na provoz, stanovení větrného potenciálu:

Teoreticky se doporučuje hraniční hodnota průměrné roční rychlosti větru $u = 5$ m/s, ale prakticky se používá hranice průměrné rychlosti větru $u = 4,8$ m/s. Vzhledem k tomu, že průměrná roční rychlost větru je úměrná nadmořské výšce a té je v určité míře úměrná hustota osídlení, byla vyčíslena optimální hustota větrných elektráren podle následujícího klíče:

a) průměrná roční rychlosti větru od 4,8 do 4,9 m/s	1 větrná elektrárna/km ²
b) průměrná roční rychlosti větru od 5,0 do 5,9 m/s	9 větrných elektráren/ km ²
c) průměrná roční rychlosti větru nad 5,9 m/s	4 větrné elektrárny/ km ² .

Pro další postup výpočtu potenciálu energie je v souladu se současnou praxí v evropských státech uvažováno jako nejvhodnější toto složení (vybavení) a výkonové parametry větrné elektrárny:

- pro průměrné rychlosti větru 4,8 – 4,9 m/s turbína s nominálním výkonem 300 kW, na tubusu, s výškou 30 m,
- pro průměrné rychlosti větru 5 – 5,9 m/s turbína s nominálním výkonem 400 kW, na tubusu s výškou 40 m,
- pro průměrné rychlosti větru nad 6 m/s turbína s nominálním výkonem 500 kW, na tubusu s výškou 40 m.

S ohledem na výkonové křivky výroby při různých průměrných ročních rychlostech větru a s ohledem na skutečnou výrobu v ČR instalovaných větrných elektráren jsme pro modelový výpočet stanovili očekávanou roční výrobu při výše uvedených specifikacích na

- 300 MWh/rok při průměrné rychlosti větru 4,8 až 4,9 m/s,
- 600 MWh/rok při průměrné rychlosti větru 5,0 až 5,9 m/s,
- 1000 MWh/rok při průměrné rychlosti větru 6,0 m/s,

Značným handicapem pro budování větrných elektráren je ustanovení zákona o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb., podle kterého je zakázáno zakládat stavby v národních parcích, v chráněných krajinných oblastech, v národních přírodních rezervacích, v přírodních rezervacích, v okolí národních přírodních památek a přírodních památek a pod., tedy v lokalitách, které většinou mají výhodné „větrné parametry“ – např. pohraniční hory ČR. Při stavbě větrných elektráren existují dále určité překážky, které mají institucionální, legislativní nebo technický charakter. S ohledem na tyto skutečnosti lze předpokládat, že s energií větru jako s významným zdrojem elektrické energie nelze v České republice příliš počítat. Dokazují to dosavadní zkušenosti provozu jednotek větrných elektráren v Krušných horách i v Jeseníkách. Poněkud optimističtější prognózu by mohly zajistit pouze nejnovější zahraniční technologie.

Pro potřeby modelových propočtů v předkládané studii byla vybrána **větrná elektrárna Dlouhá Louka**. Vzhledem k tomu, že popisovaná větrná elektrárna je dislokována v ekologicky velmi zajímavém a hodnotném prostředí, v blízkosti území poživajícím ochranu, zvětšíme bodové hodnocení území ... 1,2 x.

Stručný popis:

První větrná elektrárna ČEZ typu EWT 315 o výkonu 315 kW byla v krušnohorské lokalitě Dlouhá Louka u Oseku (870 m n. m.) uvedena do provozu v listopadu 1993. V současné době zajišťuje její provoz (včetně oprav a údržby) Ústav fyziky atmosféry Akademie věd ČR.

Původním cílem projektu z počátku 90. let bylo upozornit veřejnost na dosud málo využívané zdroje energie, propagovat českou elektroenergetiku, dále pak ověřit zařízení, s nímž byly v tuzemsku jen minimální zkušenosti, a podpořit strojírenská výrobní odvětví v České republice. Smyslem výstavby bylo také poskytnutím potřebného know-how pomoci podnikatelům tak, aby mohli ekologické zdroje energie hospodárně využívat. K tomu sloužila řada zkoušek a měření, která např. zjišťovala vliv turbulence vzduchu na výkon, vliv námrazy a atmosférické elektřiny na okolí, možnosti optimalizace provozu apod.

Technické parametry využitelných jednotek

Výkon	315 kW
Průměr rotoru	30 metrů
Počet listů vrtule	3
Otáčky rotoru	33/min
Výška tubusu	29 metrů
Synch. otáčky gener.	1500
Rychlost větru pro př/odp.	3,5/24 m/sec
Jmenovitá rychlost větru	14,5 m/sec
Hmotnost tubusu	21 380 kg
Hmotnost strojovny	10 050 kg
Hmotnost vrtule	3 450 kg

Provoz větrné elektrárny Dlouhá Louka doprovází řada krátkodobých i dlouhodobých výpadků. Kompletovaný stroj dodala a instalovala česká organizace Energovars jako prototypovou jednotku. Větrná elektrárna 315 kW na Dlouhé Louce byla v roce 1995 využita až na úrovni cca 1000 h. Šlo zatím o maximální dosažené roční využití.

Při modelovém výpočtu externalit vycházíme z roční výroby ve výši 300 MWh/r, přičemž maximální výroba byla dosažena v roce 1995 ve výši 303 MWh. Dlouhodobý roční průměr je nižší – 189 MWh. Tento výkon je chápán jako důsledek dětských nemocí, náhodných vlivů apod.

Větrná farma v Jeseníkách u Mravenečníku

Další, již větší instalací využívající energie větru, je větrná farma v blízkosti masivu Mravenečník, přesněji řešeno v sedle Medvědí hory, směrem k horní nádrži přehrady Dlouhé Stráně (1160 m n. m.). Větrná farma vznikla tak, že k dánskému zařízení WW 2500 (Wind World) z roku 1993 o výkonu 220kW byla přistavěna další dvě zařízení o výkonu 315 a 630 kW, dodaná firmou Energovars. Součástí farmy je horský domek s trafostanicí, velínem větrné farmy a fotovoltaickými panely (10 kW, celkem 100 m² účinné plochy slunečních

kolektorů). Jednotka o výkonu 630 kW je vývojovým typem, který v současné době disponuje největším výkonem jednotlivého zdroje v ČR.

Od listopadu 1998 byla elektrárna ve správě a provozu ČEZ – EVD.

Parametr	Jednotka	220 kW	315 kW	630 kW
Prům.rotoru/počet listů	m/-	25/3	30/3	41/3
Otáčky rotoru	ot./min	41,5	33	30
Výška tubusu	m	30	29	39
Synch. otáčky gener.	min	1000	1500	1000
Rychlost větru pro př/odp.	m/s.	4/24	3,5/24	4/24
Jmen. rychlost větru	m.s.	16	14,5	19,5
Hmotnost tubusu	kg	13 500	21 380	34 000
Hmotnost strojovny	kg	6 800	10 050	17 800
Hmotnost vrtule	kg	4 400	3 450	3 520

Od listopadu 1998 do září 1999 bylo v lokalitě „Mravenečník“ vyrobeno 213,6 MWh (včetně výroby fotovoltaické elektrárny).

V lokalitě větrné farmy „Mravenečník“ s větší četností větru se předpokládá využití instalovaného výkonu v úrovni 1350 h ročně.

Problémem zůstává spolehlivost provozu i za nepříznivých meteorologických podmínek vnitrozemského státu (námraza, poryvy větru, častější výskyt atmosférické elektřiny), vysoká provozní spotřeba energie na temperaci provozních a ovládacích systémů, odloučenost „od civilizace“, a tedy nebezpečí násilného poškození, omezená dostupnost pro kontrolu a údržbu (zejména v zimním období) a těžko dostupný servis (neexistuje tuzemská firma, která by zajišťovala kompletní servis).

Vzhledem ke komplikovanému řešení a umístění této elektrárny není její provoz předmětem dalšího zpracování. Lze ale předběžně konstatovat, že vzhledem zasahování dotčeného území do horského lesa by mohly vypočtené externality být vyšší než v případě modelového propočtu větrné elektrárny Dlouhá Louka.(mimo jiné i s ohledem na vyvedení výkonu vrchním vedením 22 kV prostředím horského lesa). Uvedená úvaha opět podtrhuje tézi individuálního propočtu ke každému zvolenému případu.

2.2.3. Tepelná čerpadla

Tato problematika má oproti ostatním formám výroby energie z obnovitelných zdrojů řadu specifik. Tepelná čerpadla nejsou OZE v pravém slova smyslu, nýbrž tepelné zařízení pracující s „účinnostmi větší než 1“ Topný výkon je tedy dán součtem vložených energií (zpravidla elektrické) a „přírodního média“. Je proto vždy větší než vynaložená energie hnací. Poměr topného výkonu a příkonu je tzv. topný faktor (dále TF). Je zřejmé, že TF je vždy větší než 1,00.

Na celkovém množství tepla převáděného do druhého prostředí, tedy topném výkonu, se podílí teplo odebrané z prvního prostředí (které je k dispozici zdarma) asi 60 až 70 % a elektrická energie (která se musí platit) asi 30 až 40%. Z 1 kWh elektrické energie se tedy může tepelným čerpadlem získat průměrně asi 2,5 až 4 kWh energie tepelné, tj TF tepelného čerpadla je zpravidla 2,5 až 4 (ve velmi příznivých podmínkách). Výše TF je závislá na

mnoha okolnostech, např. velikosti tepelného čerpadla, teplotě zdroje tepla, požadované teplotě vytápěných prostor, kvalitě tepelného čerpadla a pod. Vzhledem k těmto okolnostem uvažujeme nadále s jednotnou konzervativní hodnotou TF ... 3.

Využití tepelných čerpadel je ovlivněno zejména těmito skutečnostmi:

- jde jen o místní využití velmi malého rozsahu a jejich používání je v současné době jen velmi omezené - zatím není příliš rozšířené,
- instalace tepelných čerpadel je zpravidla doplněna ještě dalším, klasickým špičkovým tepelným zdrojem (zpravidla elektrokotel),
- pořizovací náklady jsou vysoké, proto ekonomika této investice a provozu je problematická, týká se zejména jednotek malých výkonů a domovních instalací.

Charakteristika tepelného čerpadla s ohledem na dopady na poškozování životního prostředí.

Vzhledem k tomu, že používání tepelných čerpadel je jen velmi omezené, není masové, je propočet prováděn modelově.

Popisovanou technologii je modelově možno charakterizovat následovně:

- a) teplo obsažené v přírodním prostředí (půdě, tzv. geotermální teplo, podzemní nebo povrchové vodě, či okolním vzduchu), je pro svou nízkou teplotu běžným způsobem nevyužitelné. Toto tzv. nízkopotenciální teplo, které je obnovitelným a tedy ekologickým energetickým zdrojem, však může být pomocí tepelného čerpadla převedeno na teplo s teplotou tak vysokou, že se může využít pro vytápění objektů nebo ohřev teplé užitkové nebo bazénové vody,
- b) tepelná čerpadla jsou zařízení, která umožňují odnímat teplo okolnímu prostředí a předávat ho cíleně pro potřeby vytápění nebo pro ohřev teplé užitkové vody,
- c) o využitelnosti tepelné energie rozhoduje kromě jejího množství zejména teplota látky, na níž je tato energie vázána. Má-li se teplo takto vázané více využít, je zapotřebí je převést na vyšší teplotu,
- d) tepelná čerpadla se dělí na tepelná čerpadla kompresorová a absorpční, a to podle způsobu, jakým se uskutečňuje odsávání par z výparníku a zvýšení jejich tlaku. U kompresorových, v praxi nejvíce používaných, je použit objemový kompresor, nejčastěji pístový.

Stručný popis tepelných čerpadel, typy tepelných čerpadel:

Teplo je odnímáno z okolního prostředí, zejména se využívá teplo:

- z půdy (ze země),
- ze vzduchu,
- ze studní,
- z povrchových vod,
- z podzemních vod,
- z důlních vod.

Činnost tepelného čerpadla je založena na pochodech spojených se změnou skupenství v závislosti na tlaku pracovní látky - chladiva. Ve výparníku odebírá chladivo za nízkého tlaku a teploty teplo ochlazované látky (zdroji nízkopotenciálního tepla), dochází k varu a kapalně

chladiivo přiváděné do výparníku se postupně mění v páru. Páry z chladiva jsou z výparníku odsávány, stlačeny na kondenzační tlak a převáděny do kondenzátoru, kde předávají kondenzační teplo ohřívané látce a mění své skupenství na kapalné. Kapalné chladivo je po snížení tlaku přiváděno zpět do výparníku, kde doplňuje vypařené chladivo. Tím je jeho oběh uzavřen.

Vzhledem k tomu, že každý projekt a každá instalace je plně závislá na místních podmínkách, lze velmi obtížně najít nějaké „průměrné řešení“. Pro účely vyhodnocení externalit bylo tedy použito následujících vstupních údajů:

Tepelné čerpadlo zem-voda, pro vytápění objektů do 1000m³ obestavěného prostoru. Výkon tepelného čerpadla kryje tepelné ztráty objektu při výpočtové teplotě (-15°C) jen cca z 50% (závisí na velikosti a zateplení objektu), zbytek potřebné energie při extrémních mrazech, které bývají jen několik dní v roce, vykrývá vestavěný elektrokotel s logickou automatikou.

Zemní jímač se ukládá do rýhy 0,7 m široké a 2 m hluboké o celkové délce 50 m (1x50 nebo 2 x 25 nebo 3 x 17 dle dispozice pozemku). S připočtením technologického záboru jde o území o velikosti 135 m².

Základní charakteristika technologie:

výkon elektromotoru	5,1 kW až 8,9 kW
topný faktor	2,0 až 2,8
max. teplota na výstupu z tepelného čerpadla	50°C
max. elektrický příkon tepelného čerpadla	3,1 kW
výkon elektrokotle	6 až 8 kW dle požadavku
elektrické připojení	380/220 V
hladina hluku ve vzdálenosti 1 m od čerpadla	54 dB
úspora elektrické energie pro vytápění cca	53%

Ostatní typy tepelných čerpadel, které nejsou vybaveny zemím jímačem, ale jiným výměníkem tepla nezabírajícím plochy a nepůsobí tedy na oblasti horninového prostředí a půdy. Životnost je určena na 30 let, čímž je determinován i časový horizont analýzy.

2.2.4. Fototermální a fotovoltaické zdroje energie

Fototermální a fotovoltaické zdroje energie využívají pro získání (výrobu) tepelné a elektrické energie slunečního záření. Na území České republiky dopadne během roku cca 80000 TWh energie v podobě slunečního záření. Na jeden čtvereční metr plochy České republiky tak ročně dopadne v závislosti na oblačnosti, poloze a pod. přibližně 0,9 – 1,1 MWh energie. Roční spotřeba energie v ČR je v současné době přibližně ve výši 320 TWh (elektrická energie 50 TWh a tepelná energie 270 TWh), což představuje pouze 0,4 % z množství energie slunečního záření dopadajícího na naše území. Nevýhodou je závislost na denní době, ročním období a oblačnosti v dané lokalitě. Vzhledem k těmto závislostem se jedná o nestálý zdroj s proměnným energetickým výkonem (s maximem výkonu mimo pásem nejvyšších potřeb energie) a proto je nejčastěji používán jako doplněk klasických zdrojů. Přesto se jedná o potenciál, který nelze pominout.

Umístění v prostředí:

Jak sluneční kolektory (fototermální zdroje), tak fotovoltaické panely je nutné umístit tak, aby energetická výťažnost byla co největší - cílem je maximum získané energie při dlouhodobém využívání. Panely proto musí být umístěny na nestíněném prostoru, obráceny aktivní stranou, která přijímá sluneční záření, směrem k jihovýchodu až jihozápadu. Optimální sklon panelů se v jednotlivých měsících roku liší, sklápění je nepraktické a proto musí pevný sklon odpovídat době využití v roce. U slunečních kolektorů je optimum výhradně pro letní použití kolem 30° a pro celoroční použití kolem 45° . Pro fotovoltaické panely je optimální úhel od vodorovné plochy v podmínkách ČR při celoročním využití 60 až 68° . Tyto panely mohou být postaveny nejen šikmo, ale i svisle, aniž se výrazněji sníží jejich výkon.

Panely proto mohou být osazeny:

- jako součást staveb,
- ve střešním pláště, nebo nad ním u sedlové střechy,
- na ploché střeše,
- volně v prostoru na samostatné konstrukci připevněné na budovu,
- jako součást fasádového pláště,
- jako součást technických staveb – např. protihlukové bariery a pod,
- samostatně na volném prostoru (terénu) pozemku

2.2.4. a - Sluneční kolektory, technické řešení a technické parametry, stručný popis

Sluneční kolektory přeměňují sluneční energii na teplo, které je pomocí kapaliny nebo vzduchu převáděno do místa spotřeby, nebo pro akumulaci v zásobníku. Přeměna slunečního záření na teplo může přitom být pasivní (prosklené fasády, zasklené lodžie a pod.), nebo aktivní (pomocí přídavných technických zařízení). Základním prvkem aktivních zařízení je průtočná deska - tzv. absorbér. Podle provedení a účelu použití se používají buď nezasklené (většinou z umělé hmoty pro ohřev bazénové vody), nebo kovové zasklené, které využívají skleníkového efektu a mají vyšší účinnost. Používají se pro ohřev TUV, nebo pro vytápění. Tyto kolektory se dále liší provedením - průtočné nebo s tepelnou trubicí a absorbérem zataveným ve vakuu a pod. Dalším typem jsou pak koncentrační kolektory, kde se pomocí lineárních Fresnelových čoček, nebo dutých zrcadel koncentruje záření na menší absorpční plochu, čímž se dosahuje vyšších teplot a tím i vyšších účinností. Některé z těchto typů se dále vybavují i zařízením pro natáčení za sluncem. Pro sezónní použití se jako teplotonosná kapalina používá voda, v případě celoročního provozu se musí použít nemrznoucí kapalina s podobnými fyzikálními vlastnostmi jako voda.

Technické parametry slunečních kolektorů:

Celková doba slunečního svitu	1400 – 1700	hod/rok
Celková dopadlá energie na vodorovnou plochu	950 – 1150	kWh/m ²
Účinnost slunečních kolektorů	50 – 80	%
Zisk v pasivních systémech	20 – 50	% v topné sezóně
Zisk v aktivních systémech ÚT	30 – 40	% v topné sezóně
Zisk v systémech TUV	50 – 80	% za rok
Zisk v plochého kolektoru pro TUV	450 – 550	kWh/m ² za rok
Životnost kovových kolektorů	20 – 30	let
Zisk za dobu životnosti pro TUV	9 – 15	MWh/m ²
Střední hodnota zisku	12	MWh/m ²

2.2.4.b - Fotovoltaické solární panely, technické řešení a technické parametry, stručný popis

Fotovoltaické solární panely přeměňují sluneční energii přímo na elektrickou energii. Základní prvkem je polovodičový velkoplošný prvek – solární článěk. Nerozšířenějším solárním článkem jsou články vyrobené na základě krystalů křemíku. Elektrickým propojením jednotlivých solárních článků a jejich zapouzdřením je vyroben fotovoltaický panel, přičemž konstrukce jednotlivých panelů jsou odlišné podle způsobu použití. Pro využití elektrické energie ze solárních panelů je mimo připojení vlastních spotřebičů nutná instalace dalších prvků, jako jsou regulátory, měniče napětí, akubaterie, měření a pod. Podle způsobu napojení a vybavení se jedná o systémy s přímým napájením spotřebičů, nebo o systémy s akumulací elektrické energie do akumulátorových baterií. V místech, kde není účelné budovat elektrickou přípojku, pracují tyto systémy autonomně, s důrazem na minimální ztráty a používání energeticky úsporných spotřebičů. V oblastech s hustou sítí elektrických rozvodů je možno tyto systémy připojit na rozvodnou síť. V případě dostatečného výkonu solárních panelů jsou spotřebiče napojeny na tyto panely a případné přebytky energie jsou dodávány do sítě, při nedostatku vlastní energie je elektrická energie ze sítě odebírána.

Technické parametry fotovoltaických panelů

Celková doba slunečního svitu	1400 – 1700	hod/rok
Celková dopadlá energie na vodorovnou plochu	950 – 1150	kWh/m ²
Špičkový výkon panelu	110	W _p /m ²
Účinnost fotovoltaických panelů	13 – 15	%
Zisk z fotovoltaického panelu	70 – 110	kWh/m ² za rok
Životnost fotovoltaických panelů	40 – 50	let
Zisk za dobu životnosti	2,8 – 5,5	MWh/m ²
Střední hodnota zisku	4,1	MWh/m ²

Při předpokladu, že fotovoltaické zdroje by mohly přispívat do energetické bilance České republiky přibližně 5 až 10%, tedy 2,5 až 5 TWh ročně, činí odpovídající plocha panelů asi 30 až 60 km²

3. Dopady na životní prostředí a propočet negativních externalit

Dopady na životní prostředí z výstavby a provozu obnovitelných zdrojů energie hodnotíme v této práci dvěma různými metodami, které byly popsány v úvodu:

- a) metodou vzniklou a uplatňovanou ve Spolkové zemi Hessensko, SRN, tzv. Hessenskou metodou,
- b) metodou ExternE

3.1. Vodní elektrárna

V případě provozu vodních elektráren (malé i velké) jsou definovány následující oblasti s dopadem na životní prostředí:

a) půda (zemský povrch):

Poškození životního prostředí je způsobeno záborem půdy pro instalaci výrobních objektů, vodní nádrže a cest, případně vyvedení výkonu.

b) ekosystémy:

Ovlivnění a poškození životního prostředí pramení téměř výlučně z provozu vodní elektrárny a projevuje se v environmentální službě „zásobárna přírodních zdrojů“, především v ovlivnění životního prostředí vodní fauny.

c) krajina

Jedná se o negativní ovlivnění environmentální služby „množina krajinných útvarů“, umístěním vodní elektrárny v původní krajině.

Technická životnost vodní elektrárny je stanovena na 30 let, čímž je determinován i časový horizont analýzy.

Definovatelné a hodnocené negativní externality:

1. Negativní externality ze záboru území:

Pro kvantifikaci této externality byla zvolena expertní metoda pro hodnocení újmy na přírodě a krajině, ztráty ekologických funkcí. Pro technologii vodní elektrárna je propočet externalit aplikován na ekologickou újmu v oblasti:

- a) celkové snížení hodnoty biotopů původního území a zdraví ekosystémů,
- b) hluková emise,
- c) vliv na aquafaunu.

Všechny tyto oblasti jsou souhrnně hodnoceny pomocí Hessenské metody pro vyjádření ekologické újmy cestou vyčíslení změny hodnoty biotopů. Přitom vycházíme z těchto předpokladů:

3.1.1. - Velká vodní elektrárna

Jak již bylo uvedeno v předchozí textu, je tato kategorie zdrojů demonstrována na elektrárně ORLÍK. Tato technologie výroby elektrické energie, tedy tzv. velká voda s nádrží vybudovanou v ekologicky hodnotné krajině, je při prokázání snížení hodnoty biotopů původního území velmi nešetrná k životnímu prostředí. To je důsledkem propočetných dopadů záborů půdy a z toho plynoucího snížení hodnoty biotopu použitou metodou. Touto metodou se dojde právě k nízké šetrnosti k životnímu prostředí při výrobě elektrické energie z vody s velkou novou nádrží.

3.1.2. Malá vodní elektrárna

Tato technologie výroby elektrické energie, tedy tzv. malá voda s nádrží vybudovanou zejména v ekologicky málo hodnotné krajině (demonstrováno na MVE Černý rybník u Chomutova), je při propočtu pohybu hodnoty biotopů původního území zpravidla neutrální, či šetrná k životnímu prostředí. To je důsledkem propočetných dopadů záborů půdy a z toho plynoucího pohybu hodnoty biotopu použitou metodou. V našem konkrétním případě lze říci, že je neutrální k životnímu prostředí.

Různorodost malých vodních elektráren

Vzhledem různorodosti malých vodních elektráren se soustředíme dále na definování základního jednoduchého schéma pro hodnocení ekologických dopadů technologie malá

vodní elektrárna. V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty biotopů a nejčastěji se vyskytujících dotčených území. Pro vodní nádrž připadají v úvahu zpravidla biotopy „Nově založené/nové vodní nádrže“ s hodnotou 25, či „Umělé stojaté vody“ s hodnotou 29.

Porovnáním původní bodové hodnoty s novou bodovou hodnotou dotčeného pozemku orientačně zjistíme možnost ekologického přínosu, či újmy MVE.

Stav biotopů	průměrný počet bodů
Nepropustné plochy	3
Téměř nepropustné plochy,	5
Nově založené, přírodě blízké příkopy / nové	18
Pole a zahrady	19
Pole	19
Plochy chudé na vegetaci v důsledku trvalého užívání	21
Nově založené/nové vodní nádrže	25
Polní úhory, nejméně rok neobhospod. / nové	26
Umělé stojaté vody	29
Křoviny, živé ploty, obruby	31
Jehličnatý les	32
Plochy holé a chudé na vegetaci	35
Luční úhory a ruderalní louky,	41
Lučiny	43
Vodopády, peřeje, balvany ve vodě / nové	44
Jezera, od 5 m hloubky a od 1ha a výše	49
Listnatý les	52
Vody, břeh, bažiny	54
Rašelinné komplexy	80

Metoda ExternE

Při využití metody ExternE se tato technologie výroby elektrické energie jeví jen jako mírně zatěžující životní prostředí. To je v metodě ExternE způsobeno právě nerespektováním záborů půdy a z toho plynoucího snížení hodnoty biotopu. Výsledky pro velkou i malou vodní elektrárnu jsou stejné.

Výsledky propočtů negativních externalit:

Hodnoty externalit vyčíslené Hessenskou metodou a metodou ExternE pro velké i malé vodní elektrárny jsou následující:

a) výpočet pomocí Hessenské metody:

Druh zdroje	Hodnota externality Kč/MWh	
	VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
Velká vodní elektrárna	310	110
Malá vodní elektrárna	-1 *)	0

Poznámka *): Kč/kWh

b) ocenění pomocí metody ExternE:

Druh zdroje	Hodnota externality Kč/MWh	
	VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
Velká vodní elektrárna	80,9	28,6
Malá vodní elektrárna	80,9	28,6

3.2. Větrná elektrárna

V případě provozu větrných elektráren jsou definovány následující oblasti s dopadem na životní prostředí. Demonstrováno na větrné elektrárně Dlouhá Louka v Krušných horách.

a) půda (zemský povrch):

Poškození je způsobeno zábořem půdy pro instalaci výrobních objektů a cest, případně vyvedení výkonu.

b) ekosystémy:

Ovlivnění se projevuje v environmentální službě „zásobárna přírodních zdrojů“, především v ovlivnění životního prostředí flory a fauny.

c) krajina:

Jedná se o negativní ovlivnění environmentální služby „množina krajinných útvarů“ výrazným umístěním větrné elektrárny v původní krajině – estetické poškození krajiny.

d) hlukové emise:

Ve vzdálenosti 200 m od elektrárny dosáhla hluchost maximálně 42dB. Zjistilo se, že při rychlosti větru okolo 10 m/s již hluk pozadí nad šumem vyvolaným větrnou elektrárnou dominuje. Negativní vlivy existence větrné elektrárny v této lokalitě na výskyt ptactva ani jeho ohrožení se neprojeví.

I přes zjevně těžkou měřitelnost dopadů na životní prostředí nelze tvrdit, že větrná elektrárna je bez dopadů na životní prostředí. Proto všechny výše uvedené vlivy jsou souhrnně hodnoceny pomocí Hessenské metody pro vyjádření ekologické újmy cestou vyčíslení změny hodnoty biotopů.

Pro výpočet externalit ze záboru území s použitím Hessenské metody předpokládáme následující hodnotu biotopů a jejich vývoj:

- hodnotu biotopů přímo u sloupu sniženou na 80 % původního stavu,
- ve vzdálenosti 1000 m od sloupu již nesníženou hodnotu biotopů,
- progresivní klesání ekologické újmy,
- přímý zábor území je minimální, v rozsahu 0,2 ha (cesty, průmyslové stavby),
- předpokládaná životnost 30 let,
- dislokace v ekologicky hodnotném prostředí znamená zvýšení hodnocení území 1,2 x. (vzhledem k tomu že popisovaná větrná elektrárna je v blízkosti území požívajícím ochranu).

Dále uvádíme důvody pro stanovení parametrů výpočtů externalit ze záboru území. Při výpočtech externalit metodou hodnocení záboru území - stanovení parametrů funkce byly zohledněny zejména tyto vlivy:

- hodnota biotopů přímo u sloupu je snížena na 80 % původního stavu. Tato hodnota byla stanovena odborným odhadem při jehož tvorbě se vycházelo zejména z následujících skutečností:

- nebyl zjištěn přímý vliv na avifaunu,
 - přímý vliv na hmyz je popisován, ale výzkumy nedospěly do takové fáze, aby bylo možno dopady finančně kvantifikovat,
 - postoj obyvatel a rekreantů k hlukovým emisím je různorodý (průzkum na místě) od „Vůbec nevadí“, až po „Značně zatěžující.“
- ve vzdálenosti 1000 m od sloupu již není uvažováno se sníženou hodnotu biotopů,
- na základě výsledků měření hlukových emisí se vzdáleností progresivně klesá ekologická újma způsobená hlukem,
- přímý zábor území je minimální (rozsah 0,2 ha - cesty, průmyslové stavby),
- předpokládána životnost 30 let,

Výsledky propočtů negativních externalit:

Hodnoty externalit vyčíslené Hessenskou metodou a metodou ExternE pro větrné elektrárny jsou následující:

a) výpočet pomocí Hessenské metody:

Druh zdroje	Hodnota externality Kč/MWh	
	VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
Větrná elektrárna	172	61

b) ocenění pomocí metody ExternE

Druh zdroje	Hodnota externality Kč/MWh	
	VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
Větrná elektrárna	82,5	29,1

Propočet viz. tab. 3 a 3 a Větrná elektrárna propočet externalit a propočet ploch

Propočtené hodnoty externalit Hessenskou metodou a metoda ExternE jsou ve srovnatelném řádu.

V lokalitě větrné farmy „Mravenečník“ v Jeseníkách jde o větrnou elektrárnu vybudovanou na území ekologicky podstatně hodnotnějším než v případě větrné elektrárny Dlouhá louka. Jde zejména o typ „Jehličnatý les“, „Borovice“ a propočítávaná ekologická újma by byla mnohem vyšší.

3.3. Tepelná čerpadla

V případě provozu tepelných čerpadel jsou definovány následující oblasti s dopadem na životní prostředí:

a) půda (zemský povrch):

Významnou roli při posuzování negativních dopadů na životní prostředí hraje typ tepelného čerpadla. Odděleným způsobem je třeba posuzovat tepelná čerpadla odnímající teplo:

- ze vzduchu,
- ze studní,
- z povrchových vod,
- z podzemních vod,
- z důlních vod,

a tepelná čerpadla teplo odnímající z půdy (ze země). Tento typ čerpadel působí negativně na oblast horninového prostředí a půdy. Je zde dlouhodobě čerpána (i když v malém rozsahu) určitá ekologická služba. Dopady čerpání této služby, kdy výměník je instalovaný v zemi (půdě) – např. v zahradě obytného domu, nejsou přesně definovány.

Sledovaná problematika výpočtu externalit v oblastech „půda“ a „horninové prostředí“ je pro zjednodušení výkladu uváděna souhrnně. Hodnoty negativní externality jsou u záborů území konstruovány v souladu tzv. Hessenskou metodou vyjadřování dopadů (ztráty ekologických funkcí území) ze záborů území.

Původní stav ... louky	21 bodů /m ²
Současný stav ...technologie uvnitř, na povrchu	3 body /m ²

Uváděný výměník, obsahující medium přenášející teplo, představuje určité riziko, proto byla použita opět bodová hodnota výsledného biotopu 3.

Na půdě dochází k záboru a devastaci území v určitém rozsahu daném podpovrchovým uložením výměníku, a to během výstavby v zemi položeného výměníku, během provozu při údržbě a opravách v zemi položeného výměníku a dále v zemi položený výměník obsahující medium přenášející teplo představuje určité riziko. Se zábořem půdy vlastním technologickým zařízením se neuvažuje.

b) nepřímé, zprostředkované poškozování životního prostředí:

Toto poškozování životního prostředí vyplývá z vysoké spotřeby elektrické energie během provozu tepelného čerpadla. Spotřeba elektrické energie na provoz tepelného čerpadla zvyšuje výslednou externalitu danou předchozími vlivy, přičemž je zřejmé, že externalita ze spotřeby elektrické energie je poměrně značná. Tepelná čerpadla odnímající teplo z půdy navíc působí negativně na oblast horninového prostředí a půdy svým zemím jímačem. Ostatní oblasti negativních dopadů jako hluk, zábor pozemků vlastní technologií (zpravidla instalována v budovách a stavbách), přerozdělování tepelného potenciálu z přirozeného prostředí do umělého apod. nezohledňujeme. Nezohledňujeme je pro jejich obtížnou definovatelnost, kvantifikovatelnost a zpravidla pro malý rozsah. Ve všech případech uvažujeme s konzervativní hodnotou TF ... 3.

Schéma oblastí negativních dopadů na životní prostředí jednotlivých druhů tepel. čerpadel.

Oblasti kvantifikace negativní externality elektrické energie v Kč / MWh Tepelná čerpadla

Typ dle odnámání tepla z okolního prostředí	VYŠŠÍ			NIŽŠÍ		
	Zábor území	Spotřeba EE		Zábor území	Spotřeba EE	
		Externality EE ovzduší + záboř	Metoda ExternE		Externality EE ovzd. + záboř	Metoda ExternE
z půdy (ze země),	I	I	I	I	I	I
ze vzduchu	O	I	I	O	I	I
ze studní	O	I	I	O	I	I
z povrchových vod	O	I	I	O	I	I
z podzemních vod	O	I	I	O	I	I
z důlních vod	O	I	I	O	I	I

Výsledky propočtů negativních externalit:

Hodnoty externalit vyčíslené Hessenskou metodou a metodou ExternE pro tepelná čerpadla jsou následující:

a) výpočet pomocí Hessenské metody:

Typ dle odnámání tepla z okolního prostředí	Kč / GJ	
	VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
	Spotřeba EE Externality EE ovzduší + zábory	Spotřeba EE Externality EE ovzduší + zábory
Zábor území		
z půdy (ze země)	12,3	8,34
Celkem	20,6	8,34
všechny ostatní	O	8,3

b) ocenění pomocí metody ExternE

Metoda ExternE - vycházíme ze škodlivých vlivů a hodnot jejich ocenění pro větrný palivový cyklus aplikovaný na kategorie škodlivých vlivů jež se mohou vyskytovat u tepelných čerpadel

Typ dle odnámání tepla z okolního prostředí	Kč / GJ	
	VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
	Spotřeba EE Metoda ExternE	Spotřeba EE Metoda ExternE
z půdy (ze země)	0,0	0,0
Celkem	109,7	38,8
všechna ostatní	109,7	38,8

3.4. Fototermální a fotovoltaické zdroje energie

Propočet negativních externalit

V obou případech této kategorie zdrojů energie – sluneční kolektory jako zdroj tepelné energie a fotovoltaické panely jako zdroj elektrické energie - se jedná o zdroje, které využívají slunečního záření. Jedná se tedy o plně obnovitelné zdroje energie při jejichž provozu nevznikají žádné vedlejší produkty nebo odpady.

Definice oblastí, kde se zjevně projevují dopady na životní prostředí:

- ekosystémy a půda a zábor určitého prostoru v případě umístění ve volném terénu
- krajina - estetické vlivy při umístění na stávajících stavebních konstrukcích.

Pro ohodnocení těchto vlivů byl zvolen následující postup:

Pokud jsou kolektory umístěné na stávající stavby architektonicky vkusně začleněny a nedochází tak ke snížení estetické hodnoty stavby, je hodnota negativních externalit v tomto případě nulová. Jedná se zejména o střešní plochy a fasády, protihlukové stěny a pod. bez ozelenění. Umístění kolektorů na esteticky ceněných a historických objektech považujeme za vyloučené. V případě umístění kolektorů na stávající stavby bez architektonického začlenění, (např. na samostatné konstrukce do volného prostoru střechy z důvodů optimalizace polohy a pod.) kdy dojde ke snížení estetické hodnoty stavby, je výše negativní externality vyčíslena na základě této skutečnosti.

V případě umístění slunečních kolektorů, nebo solárních panelů ve volném terénu je hodnota negativní externality daná rozdílem hodnot ekologických funkcí území před a po osazení kolektorů na daném prostoru.

V případě umístění slunečních kolektorů, nebo solárních panelů ve volném terénu je z důvodů přístupových a obslužných ploch a zejména s ohledem na nutnost umístění panelů na nestíněné prostory a tím vyloučení vyšší vegetace před panely ve směru dopadu slunečního svitu. Celková plocha území s nižší hodnotou ekologické funkce proti celkové ploše zabírané vlastními kolektory zvýšena o 30%

Ve výpočtu byly zvoleny následující plochy pro umístění kolektorů:

- stávající budova (nepropustná plocha) se snížením estetické hodnoty,
- pole,
- zahrada.

Opakujeme, že v případě architektonicky vhodně začleněné plochy kolektorů do zástavby je výše negativních externalit pro solární zdroje nulová

Výsledné hodnoty negativních externalit pro tyto typy území jsou uvedeny v příložených tabulkách a grafech. Z výsledků je zřejmé, že výše (hodnota) negativních externalit pro tyto typy zdrojů je přímo úměrná ekologické hodnotě daného prostoru, kde jsou kolektory umístěny. Tato skutečnost je dána tím, že jediným negativním vlivem je zábor určitého prostoru (snížení jeho ekologické hodnoty). Z konkrétních číselných údajů je dále zřejmé, že hodnota negativní externality se tedy pohybuje od nuly (kolektory architektonicky začleněné do zástavby) až po hodnoty srovnatelné s produkcí energie z klasických zdrojů (v případě instalace kolektorů na ekologicky cenném území). Pro úplnost dodáváme, že v případě osazení solární technologie na ekologicky cennější území než je uvedeno v daných případech, by hodnota (výše) negativní externality na jednotku získané energie značně přesáhla úroveň negativních externalit z klasických zdrojů.

Metoda ExternE - vycházíme ze škodlivých vlivů a hodnot jejich ocenění pro větrný palivový cyklus aplikovaný na kategorie škodlivých vlivů jež se mohou vyskytovat u tepelných čerpadel.

Hodnoty externalit vyčíslené Hessenskou metodou a metodou ExternE pro fototermální a fotovoltaické zdroje energie jsou následující:

Hessenská metoda

EXTERNALITA		varianta	
		VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
Sluneční kolektory umístěné na budově	Kč/GJ	0,4	0,2
Sluneční kolektory umístěné na volném terénu – pole	Kč/GJ	6,5	2,3
Sluneční kolektory umístěné na volném terénu – zahrada	Kč/GJ	9,5	3,3
Fotovoltaické panely umístěné na budově	Kč/MWh	4,6	1,6
Fotovoltaické panely umístěné na volném terénu – pole	Kč/MWh	64	23
Fotovoltaické panely umístěné na volném terénu - zahrada	Kč/MWh	99,8	35,3

ExternE

EXTERNALITA		varianta	
		VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
Výše externality pro všechny případy Fotovoltaické panely a sluneční kolektory umístěné: na budově, volném terénu (pole i zahrada)	jedn		
EXTERNALITA	Kč/MWh	84,8	30,0

4. Aktuální otázky a závěry

4.1. Pozitivní externality

Přes řadu uváděných přímých negativních dopadů výroby tepla a energie z OZE se vyskytují též pozitivní externality. Problematika vzniku a dopadu pozitivních externalit je podstatně méně teoreticky i metodicky zpracována. Lze říci, že chybí podněty k řešení problematiky pozitivních externalit a nenachází oporu u příslušných orgánů.

Na syntetické úrovni lze definovat jako pozitivní externality vytěsněnou klasickou výrobu tepla a energie a vytěsněné klasické palivo. Hodnota pozitivní externality by byl rozdíl mezi výší negativních externalit klasické výroby a výší negativních externalit výroby tepla a energie na bázi OZE.

Jednou z nosných technologií výroby energie z OZE jsou vodní elektrárny. Vodní díla mají příznivý vliv na řadu oblastí. Za pozitivní externality lze považovat: spád a akumulaci vody, nadlepšování průtoků pro vodárny, částečnou ochranu před povodněmi, říční plavbu, rekreaci, vodní sporty a rybářství atd.

Diskutabilní je estetický vliv zjevně viditelných technologií výroby tepla a energie z OZE v oblasti dopadů na životní prostředí v oblasti krajina - estetické vlivy. Jedné se zejména o vodní elektrárny a fototermální a fotovoltaické zdroje energie. V některých případech lze posuzovat instalované technologie pozitivně, jako pozitivní externality.

Pozitivní externality, pokud vznikají, jsou různé podle charakteru posuzovaného případu.

4.2. Nedořešené problémy

Ekonomika výroby tepla a energie z OZE

Doposud jsme se zabývali vyčíslením a zhodnocením dopadů na životní prostředí výrobou energie a tepla na bázi OZE. Nezanedbatelná je ovšem také problematika ekonomiky výroby tepla a energie z OZE. Tato otázka je umocněna se záměry, vyplývajícími z energetické politiky výrazně zvýšit podíl OZE v energetické bilanci.

Nízká úroveň ekonomiky výroby tepla a energie z OZE ve srovnání s klasickou výrobou je ilustrativně uvedena na následující tabulce.

Výrobní náklady výroby elektrické energie - průměr

Výrobní cena – průměr		Kč/MWh
KLASICKÉ ZDROJE	Výroba z uhlí	820
	JE	600
	PPC	1 600
	velké vodní	800
OZE	větrné	4 300
	malé vodní	1 750
	fotovoltaické články	30 000

Z výše uvedeného přehledu nákladovosti vyplývá, že pro dosažení cíle podílu zdrojů z OZE, zapsaného v energetické politice, je třeba přijmout řadu legislativních, institucionálních, ekonomických a jiných nástrojů pro podporu tohoto cíle. Podpora realizace tohoto cíle bude finančně velmi náročná.

Externalita pořízení technologií OZE

Výše externalit vzniklých při pořízení zařízení pro výrobu energie a tepla na bázi OZE je značná. K tomuto konstatování nás vede následující úvaha:

- náklady výroby energie a tepla na bázi OZE jsou vyšší než náklady klasických zdrojů,
- struktura nákladů výroby je rozdílná:
 - na bázi OZE jsou zpravidla vyšší kapitálové náklady
 - náklady klasických zdrojů obsahují významnou složku palivových nákladů
- výše externalit vznikajících při výrobě, výstavbě zařízení pro OZE je značná.

Z těchto předpokladů lze dovodit, že významná výše externalit OZE je „ukryta“ v pořízení technologií OZE. Tento problém je možno synteticky definovat jako „ekologická náročnost“ národní ekonomiky. Komplexní vyčíslení externalit OZE vč. zahrnutí externalit vzniklých při konkrétní realizaci jednotlivých technologií OZE by si vyžádal samostatný přístup.

Při použití Hessenské metody bodového ocenění biotopů není zohledněn vznik externalit při výrobě, výstavbě zařízení pro výrobu energie a tepla na bázi OZE. Při použití metody ExternE je sice zohledněn vznik externalit při pořízení zařízení pro výrobu energie a tepla na bázi OZE, i když je kladen důraz zejména na oblast zdraví lidí.

4.3. Porovnání vybraných technologií výroby tepla a energie z OZE

Porovnání jednotlivých technologií výroby tepla a energie z OZE je přehledně patrné z příložených grafů. Graf č. 1 Ekologická náročnost OZE je grafem souhrnným. V graf č. 2 až 5 jsou pak uvedeny jednotlivé detaily.

Porovnání jednotlivých technologií OZE

Propočty prováděné pomocí Hessenské metody jsme vyčíslili dopady na životní prostředí ve 2 variantách: VYŠŠÍ a NIŽŠÍ. Výsledky pro obě 2 varianty jsou zhruba ve stejných proporcích. Liší se úrovní zejména použitého kurzu. Seřazení OZE podle výše externalit je následující (od nejméně zatěžujícího životní prostředí k nejvíce zatěžujícímu životní prostředí):

1	Malá vodní elektrárna
2	Sluneční kolektory na budově
3	Fotovoltaické panely na budově
4	Sluneční kolektory na poli
5 - 6	Tepelná čerpadla ostatní
5 - 6	Sluneční kolektory na zahradě
7	Tepelná čerpadla z půdy
8	Fotovoltaické panely na poli
9	Fotovoltaické panely na zahradě
10	Větrná elektrárna
11	Velká vodní elektrárna

Za nejméně životní prostředí poškozující technologii OZE lze považovat malou vodní elektrárnu a naproti tomu za nevíce poškozující lze považovat velkou vodní elektrárnu.

V tomto zjednodušeném přehledu, je vtěsnána škála možností konkrétních technologií, někdy i velmi odlišných od standardního modelu vybraných technologií.

Propočty prováděné pomocí metody ExternE byly vyčíslené rovněž ve 2 variantách. Porovnání externalit jednotlivých technologií výroby tepla a energie z OZE vyčíslených touto metodou má různou vypovídací schopnost.

5. Závěry a doporučení

V předkládané zprávě jsme hodnotili ekologické dopady, negativních externalit vybraných technologií výroby tepla a energie z OZE. Lze konstatovat, že i technologie OZE mají negativní dopady na životní prostředí, tento pohled by měl doplňovat dosud převládající ekonomické hodnocení OZE.

Porovnání výše negativních dopadů na životní prostředí klasických technologií výroby tepla a energie a technologií výroby tepla a energie z OZE nebylo předmětem této zprávy.

Hodnocení ekologických dopadů vybraných technologií výroby tepla a energie z OZE bylo provedeno 2 metodami:

- Vyčíslením negativní ekologických dopadů ze záboru území - Hessenská metoda, metoda bodového ocenění biotopů.
- Vyčíslením negativní ekologických dopadů na zejména oblast škod na zdraví a životech lidí - Projekt ExternE.

Obě tyto metody mají své postavení a využitelnost.

Doporučení

1. V případech volby mezi jednotlivými technologiemi OZE, se srovnatelnou ekonomickou efektivností, se doporučuje provést doplňující, paralelní ocenění technologií z hlediska jejich ekologických dopadů – propočíst externality.
2. Doporučuje se provést porovnání výše negativních dopadů na životní prostředí klasických technologií výroby tepla a energie a technologií výroby tepla a energie z OZE.
3. Doporučuje se vyčíslit externality dalších technologií OZE (na př. bioplyn, biomasa, geotermální energie, palivové články) a tím vyčerpávajícím způsobem zmapovat problematiku OZE.
4. Vzhledem k dynamickému vývoji teorie externalit a aplikace jejich výsledků ve světě i v ČR, se doporučuje trvalé a komplexní sledování problematiky ekonomické a ekologické náročnosti energetických technologií a procesů.

Zpracovatelé této práce jsou připraveni spolupracovat s ČEA na řešení výše uvedených námětů.

Rekapitulace externalit

			varianta		
		jedn.	VYŠŠÍ	NIŽŠÍ	
Velká vodní elektrárna	Hess. met.	Kč/MWh	319	113	
	ExternE	Kč/MWh	83	29	
Malá vodní elektrárna	Hess. met.	Kč/kWh	-1	0	
	ExternE	Kč/MWh	83	29	
Větrná elektrárna	Hess. met.	Kč/MWh	177	63	
	ExternE	Kč/MWh	80	28	
Tepelná čerpadla z půdy (ze země)	spotřeba EE a Hess.met.	Kč/GJ	21	8	
	ExternE	Kč/GJ	110	39	
Tepelná čerpadla všechna ostatní	spotřeba EE	Kč/GJ	8	4	
	ExternE	Kč/GJ	110	39	
Sluneční kolektory	Hess. met.	Kč/GJ			
			na budově	0,44	0,15
			na volném terénu - pole	6,5	2,3
			na volném terénu - zahrada	9,5	3,3
Fotovoltaické panely		Kč/MWh			
			na budově	4,6	1,6
			na volném terénu - pole	63,9	22,6
			na volném terénu - zahrada	99,8	35,3
Sluneční kolektory a fotovoltaické panely		ExternE	Kč/MWh	84,8	30,0

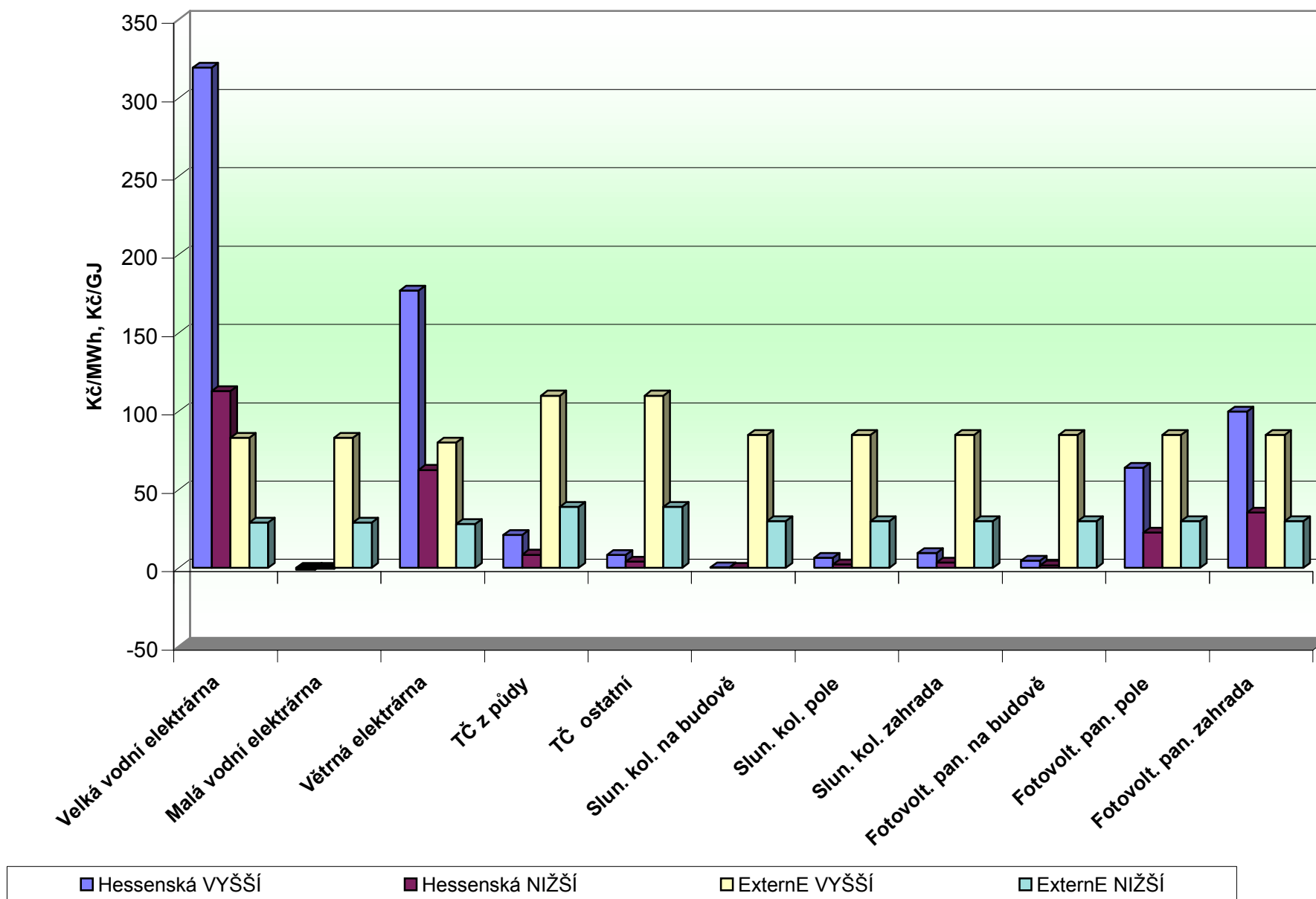
SEZNAM GRAFŮ

Graf č.	1	Ekologická náročnost OZE	
Graf č.	2	Ekologická náročnost OZE - porovnání metody Hessenské a ExternE	vyšší varianta
Graf č.	3	Ekologická náročnost OZE - porovnání metody Hessenské a ExternE	nižší varianta
Graf č.	4	Ekologická náročnost OZE - metoda Hessenská	
Graf č.	5	Ekologická náročnost OZE - metoda ExternE	

SEZNAM SAMOSTATNÝCH TABULEK

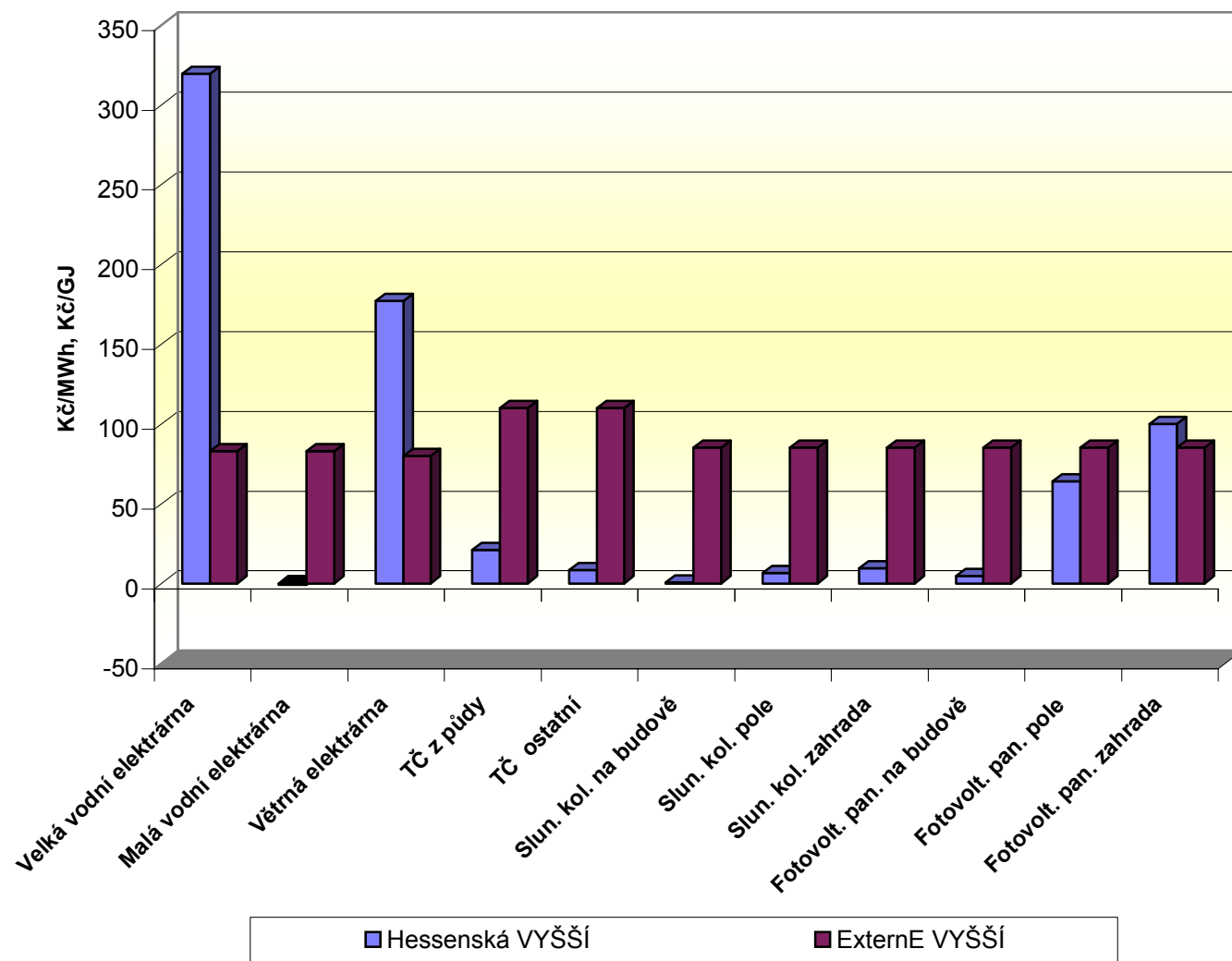
		Rekapitulace externalit	
tab.	1	Hodnoty a kriteria	
tab.	2	Vodní elektrárny	propočet externalit
tab.	2a	Vodní elektrárny	propočet ploch
tab.	3	Větrná elektrárna	propočet externalit
tab.	3a	Větrná elektrárna	propočet ploch
tab.	4	Tepelná čerpadla	propočet externalit
tab.	4a	Tepelná čerpadla	pomocné propočty
tab.	5	Solární kolektory	propočet externalit
tab.	5a	Solární kolektory	propočet ploch

Ekologická náročnost OZE



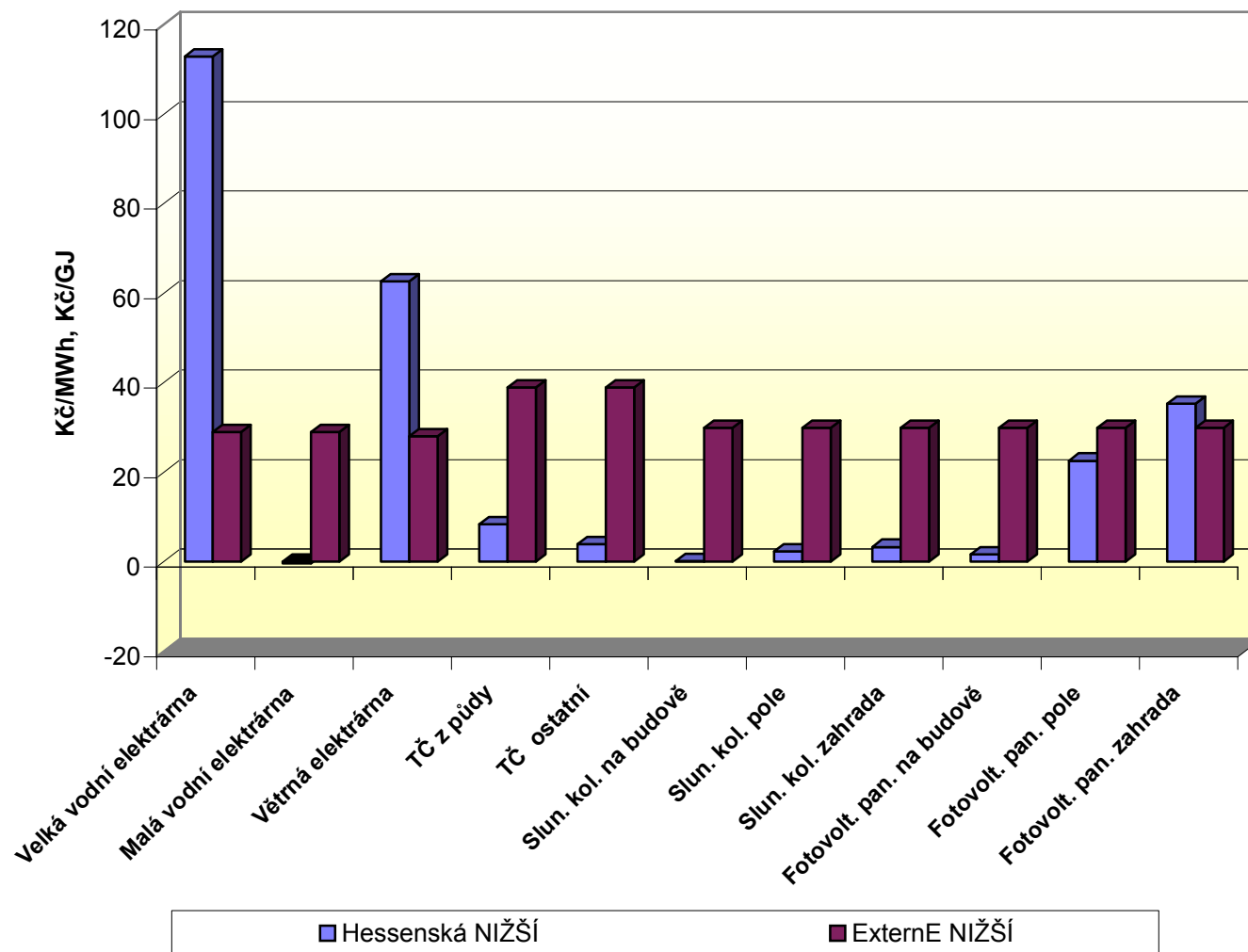
Graf č.1

Ekologická náročnost OZE - porovnání metody Hessenské a ExternE vyšší varianta



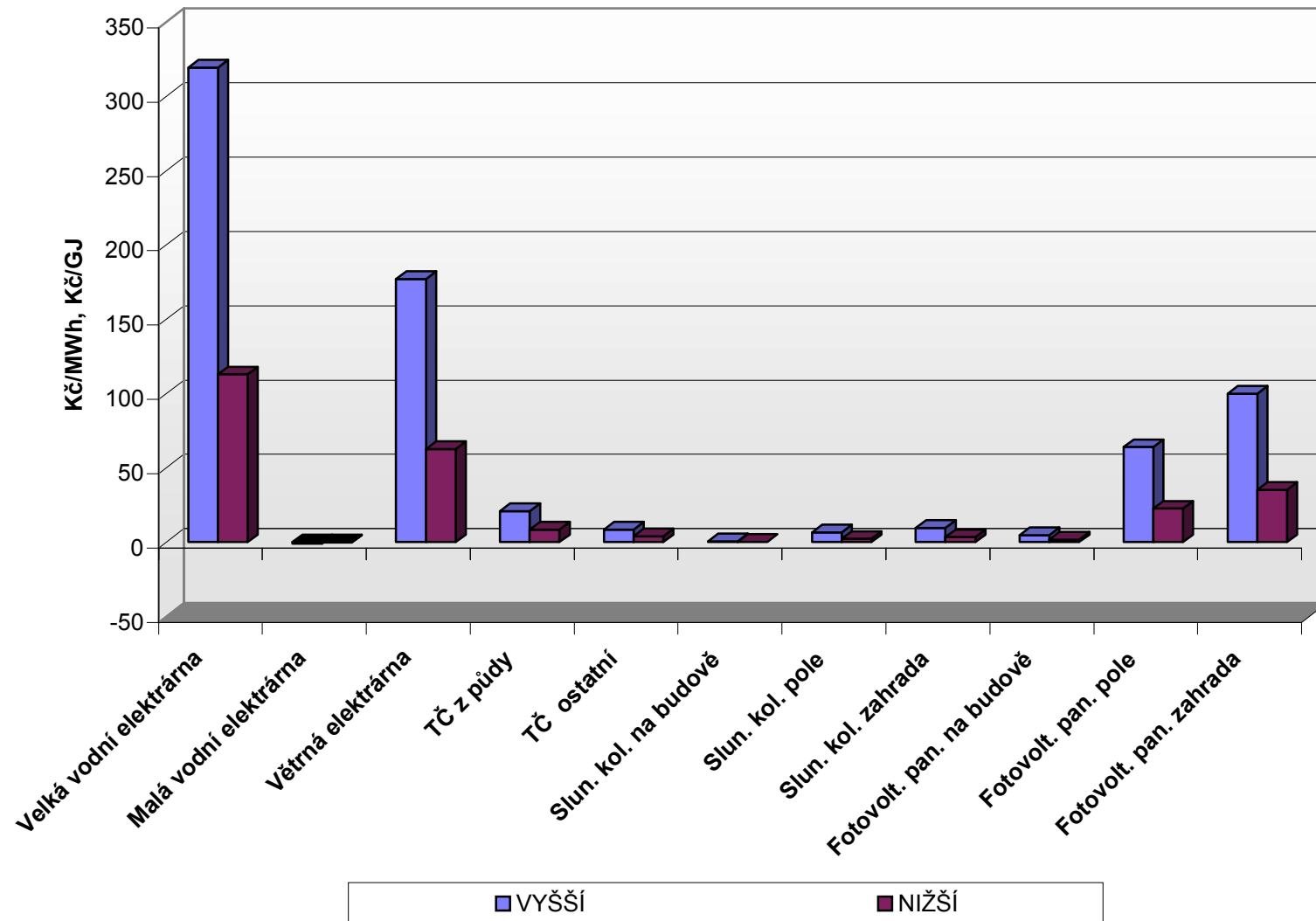
Graf č.2

Ekologická náročnost OZE - porovnání metody Hessenské a ExternE nižší varianta



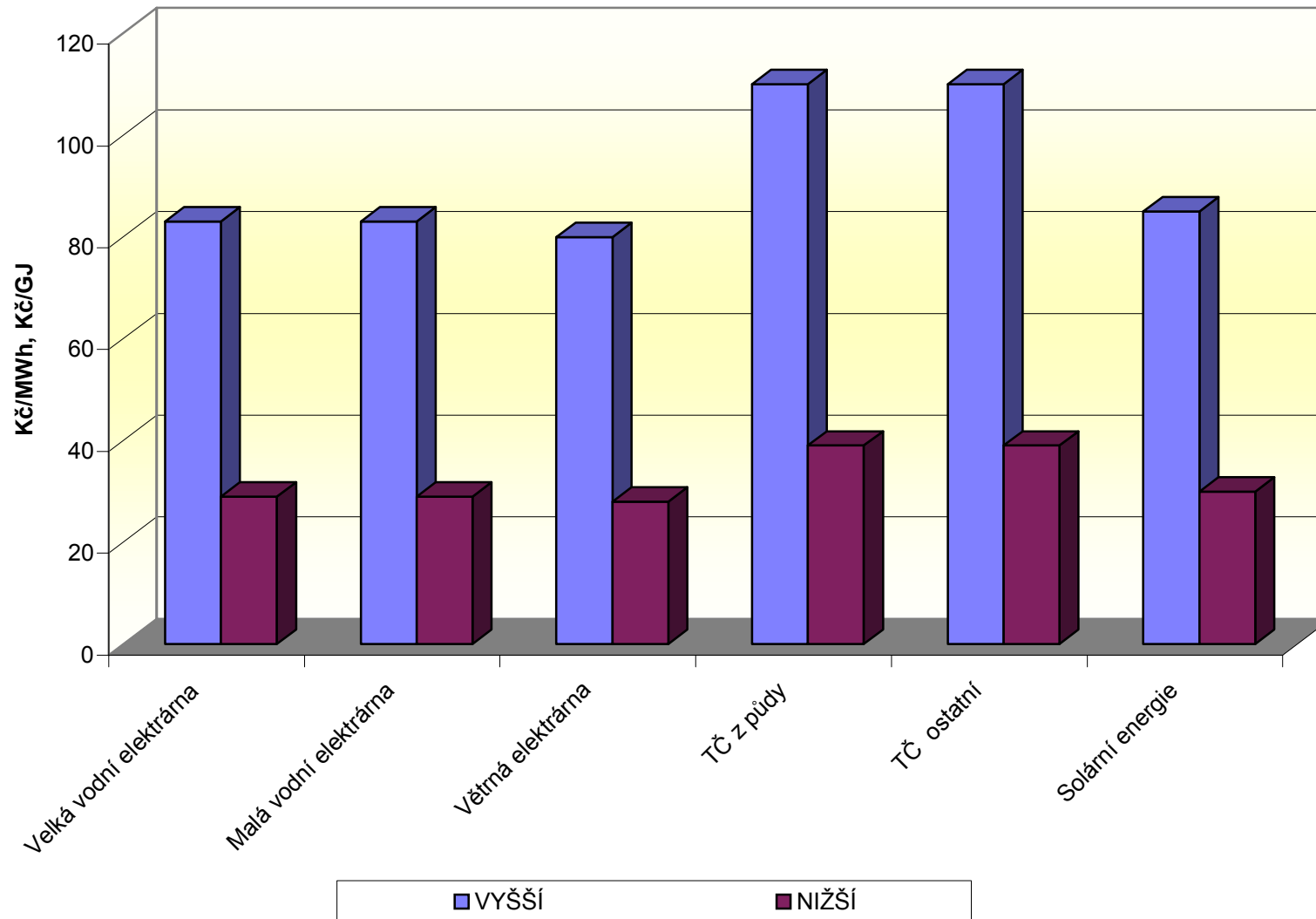
Graf č.3

Ekologická náročnost OZE - Hessenská metoda



Graf č.4

Ekologická náročnost OZE- metoda EternE



Graf č.5

Hodnoty a kriteria

Kurzy

	směnný kurz prům. r. 1999	kupní síla	koef
Kč / DM	18,9	6,7	0,4
Kč / \$	34,6	12,2	0,4
Kč / ECU	36,9	13,0	0,4

**Kvantifikace hodnoty negativní externality elektrické energie v Kč / MWh je převzata v úrovni:
elektrické energie**

Kč / MWh

	VYSSI	NIZSI
Výrobní EE ovzduší + zábory	90	43
Metoda ExternE	1 184	419

Kvantifikace hodnoty negativní externality v ECU / MWh je převzata v úrovni:

Metoda ExternE

ECU / MWh

pro VODNÍ elektrárnu	velká vodní		2,256
pro VODNÍ elektrárnu	malá vodní	analogicky jako pro velká vodní	2,256
pro VĚTRNOU elektrárnu			2,300
pro tepelné čerpadlo	analogicky jako pro	VĚTRNOU elektrárnu	2,300
pro fotovoltaické panely	analogicky jako pro	VĚTRNOU elektrárnu	2,300

Vodní elektrárny propočet externalit

Velká vodní

Elektrárna

ORLÍK

Hessenská metoda

	kurz DM	varianta	
		VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
		18,9	6,7
	jedn		
Původní stav	MKč	15343	5424
Současný stav	MKč	8955	3166
ZTRÁTA EKOLOGICKÝCH FUNKCÍ ÚZEMÍ	MKč	6388	2258
na let 50	ročně M. Kč	128	45
DODÁVKA roční	GWh	400	400
EXTERNALITA	tis Kč/MWh	0,3	0,1
EXTERNALITA	Kč/MWh	319	113

Syntetická metoda

ExternE

	kurz ECU	varianta	
		VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
		37	13
	jedn		
hodnota externality	ECU/MWh	2,3	2,3
EXTERNALITA	Kč/MWh	83	29

MVE

Černý rybník

Hessenská metoda bodového ocenění biotopů

	kurz DM	varianta	
		VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
		18,9	6,7
	jedn		
Původní stav	MKč	7	2
Současný stav	MKč	8	3
ZTRÁTA EKOLOGICKÝCH FUNKCÍ ÚZEMÍ	MKč	-1,3	-0,5
na let 30	ročně M. Kč	-0,04	-0,02
DODÁVKA roční	MWh	45	45
EXTERNALITA	Kč/MWh	-0,001	0,000
EXTERNALITA	Kč/kWh	-1	0

Syntetická metoda

ExternE

	kurz ECU	varianta	
		VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
		35	13
	jedn		
hodnota externality	ECU/MWh	2,3	2,3
EXTERNALITA	Kč/MWh	83	29

stejně jako v případě

Velká vodní

Elektrárna

Vodní elektrárny propočet ploch

vodní dílo Orlík

Vodohospodářské a průmyslové stavby

vodní dílo	Současný stav		HODNOTA	Plocha	CELKEM	tis. DM
	stavby, cesty, vodní plochy, ...		BODU	ha	tis. BODÚ	0,62
Umělé stojaté vody	Přehradní jezero (nové)		29	2640	765600	
průmyslové stavby	Velmi silně nepropustné plochy	hráz	3	4	120	
Budovy a stavby (hráz, strojovna,	přírodě vzdálené úseky řek	vývar	7	2	140	
prům. bod /celkem			29	2646	765860	474833

Přehradní jezero a základy hráze

	Původní stav		HODNOTA	Plocha	CELKEM	tis. DM
	stavby, cesty, vodní plochy, stráně, lesy ...		BODU	ha	tis. BODÚ	0,62
Tekoucí vody	přírodě blízké úseky řek	Původní hladina řek	66	833	549533	
Zemědělská půda	Intenzivně využívaná pole		13	32	4215	
Intravíán obcí a průmyslové stavby	Velmi silně nepropustné plochy	Navigace a pobřežní cesta	3	79	2367	
	Téměř nepropustné plochy	zastavěná + cesty	4	16	648	
Lučiny	Pastviny intenzivní		21	291	61212	
Rákosiny, bažiná vegetace, vysoké	Vegetace břehů vodních toků s kolísavou hladinou vody		44	5	2314	
Ost sdruž lesy	sdružený les		56	965	540172	
Plochy holé a chudé na vegetaci	skalní stěny přírodní, útesy		47	316	148580	
základy hráze a staveb			52	6	3120	
prům. bod /celkem			52	2544	1312162	813540

MVE Černý rybník umístěná na potoku Chomutovka v Bezručově údolí v Chomutově

Vodohospodářské a průmyslové stavby

vodní dílo		Současný stav	HODNOTA	Plocha	CELKEM	tis. DM
		stavby, cesty, vodní plochy, ...	BODU	ha	tis. BODÚ	0,62
Umělé stojaté vody	Rybník		29	2,2	638	
Tekoucí vody	přírodě blízké úseky řek		66	0,01	8	
Okolí stavby	snížení hodnoty biotopů původního území		11	0,2	22	
					0	
průmyslové stavby	Velmi silně nepropustné plochy		3	0,010	0	
Cesty, manipulační plochy	vlivem extenzivního hospodaření		5	0	1	
prům. bod /celkem			28	2,4	669	415

Rybník a okolí

		Původní stav	HODNOTA	Plocha	CELKEM	tis. DM
			BODU	ha	tis. BODÚ	0,62
Tekoucí vody	přírodě blízké úseky řek		66	0,01	8	
Lučiny	Pastviny intenzivní		21	2,0	420	
Rákosiny, bažiná vegetace	Vegetace břehů vodních toků s kolísavou hladinou vody		44	0,2	88	
Okolí stavby	pro snížení hodnoty biotopů původního území		21	0,2	42	
prům. bod /celkem			23	2,4	558	346

Větrná elektrárna propočet externalit

Hessenská metoda

	kurz DM	varianta	
		VYŠŠÍ 18,9	NÍŽŠÍ 6,7
	jedn		
Původní stav	MKč	31	11
Současný stav	MKč	30	11
ZTRÁTA EKOLOGICKÝCH FUNKCÍ ÚZEMÍ	MKč	1,3	0,5
na let 30	ročně M. Kč	0,04	0,02
DODÁVKA roční	MWh	300	300
ZOHLEDNĚNÍ HODNOTY KRAJINY POŽÍVAJÍCÍ OCHRANU 1,2			
EXTERNALITA	tis Kč/MWh	0,18	0,06
EXTERNALITA	Kč/MWh	177	63

ExternE

	jedd	varianta	
		VYŠŠÍ	NÍŽŠÍ
hodnota externality	kurz ECU	34,6	12,2
	ECU/MWh	2,3	2,3
EXTERNALITA	Kč/MWh	80	28

Větrná elektrárna propočet ploch
Dlouhá louka

Průmyslové stavby

	Současný stav		číslo	HODNOTA	Plocha	CELKEM	tis. DM
	stavby, cesty, poškozená louka		typu	BODU	ha	tis. BODÚ	0,62
Lučiny	Pastviny intenzivní	okolí objektu	xxx	20,41	12,6	2564	1 590
cesty	50 % z původního stavu			10	0,1	10	6
průmyslové stavby	Velmi silně nepropustné plochy	stožár	10.510	3	0,2	5	3
prům. bod /celkem				201	12,8	2 579	1 599

Původní stav			číslo	HODNOTA	Plocha	CELKEM	tis. DM
			typu	BODU	ha	tis. BODÚ	0,62
Lučiny	Pastviny intenzivní	40000	06.200	21	12,6	2639	1 636
Lučiny	Pastviny intenzivní		06.200	21	0,3	53	33
prům. bod /celkem				21	12,8	2 691	1 669

Tepelná čerpadla

propočet externalit

Typ dle odnávání tepla z okolního prostředí	Kč / GJ		Kč / GJ	
	VYŠŠÍ		NÍŽŠÍ	
	Zábor území	Spotřeba EE	Zábor území	Spotřeba EE
		Externality EE ovzduší + zábory		Externality EE ovzduší + zábory
z půdy (ze země)	12,7	8,34	4,5	4,0
celkem	21,0		8,46	
všechny ostatní	O	8,3	O	4,0

	Metoda ExternE		Kč / GJ
Typ dle odnávání tepla z okolního prostředí	VYŠŠÍ	NÍŽŠÍ	
	Spotřeba EE		
	Metoda ExternE	Metoda ExternE	
z půdy (ze země)	0,0	0,0	
celkem	109,7	38,8	
všechna ostatní	109,7	38,8	

Tepelná čerpadla pomocné propočty tab.

Tepelné čerpadlo malého TČ

Tepelná energie ze země

Výměník instalovaný v půdě - na zahradě obytného domu

1 MWh	=	3,6 GJ				
tepelný výkon			kW		7,0	
topný faktor					2,4	
příkon elektromotoru			kW		3,1	
doba ročního využití			hod		2970	
tepelná práce	roční	užitečná	MWh		20,8	
tepelná práce	roční	užitečná	TJ		0,07	= 74,8 GJ
tepelný příkon	roční		MWh		9,2	
Úspora EE			%			

Dílčí propočty

Kvantifikace externalit spotřebované EE	Kč/MWh	319
Kvantifikace externalit spotřebované EE	Kč/MWh	113
Kvantifikace externalit spotřebované EE	Kč	2941
Kvantifikace externalit spotřebované EE	Kč	1040

Externality ze spotřebované EE	Kč/TJ	39 291
Externality ze spotřebované EE	Kč/TJ	13 890

Dílčí propočty

Externality ze zabraného a devastovaného území	Kč/TJ	12 655
Externality ze zabraného a devastovaného území	Kč/TJ	4 474

ZTRÁTA EKOLOGICKÝCH FUNKCÍ ÚZEMÍ

SOUHRN v Kč

Tepelná čerpadla

varianta VYŠŠÍ

kurz	výrobna Tepelná čerpadla		
18,9	Původní stav	DM	1758
	Současný stav	DM	251
0,62	ZTRÁTA EKOLOG. FUNKCÍ ÚZEMÍ Kč	Kč	28414
	30 odpis, sazba ročně	Kč	947
	DODÁVKA roční	TJ	0,07
	EXTERNALITA	Kč/TJ	12655

varianta NIŽŠÍ

kurz	výrobna Tepelná čerpadla		
6,7	Původní stav	DM	1758
	Současný stav	DM	251
0,62	ZTRÁTA EKOLOG. FUNKCÍ ÚZEMÍ Kč	Kč	10045
	30 odpis, sazba ročně	Kč	335
	DODÁVKA roční	TJ	0,07
	EXTERNALITA	Kč/TJ	4474

Výsledné propočty

Externality CELKEM	Kč/TJ	51 946
Externality CELKEM	Kč/TJ	18 364

Solární kolektory

propočet externalit

Sluneční kolektory umístěné na budově

Hessenská metoda

	kurz DM	varianta	
		VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
		18,9	6,7
	jedn		
Původní stav	Kč	57	20
Současný stav	Kč	38	13
ZTRÁTA EKOLOGICKÝCH FUNKCÍ ÚZEMÍ	Kč	18,9	6,7
DODÁVKA po dobu životnosti	GJ	43	43
EXTERNALITA	Kč/GJ	0,437	0,154

Sluneční kolektory umístěné na volném terénu - pole

Hessenská metoda

	kurz DM	varianta	
		VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
		18,9	6,7
	jedn		
Původní stav	Kč	319	113
Současný stav	Kč	38	13
ZTRÁTA EKOLOGICKÝCH FUNKCÍ ÚZEMÍ	Kč	281,0	99,3
DODÁVKA po dobu životnosti	GJ	43	43
EXTERNALITA	Kč/GJ	6,505	2,300

Sluneční kolektory umístěné na volném terénu - zahrada

Hessenská metoda

	kurz DM	varianta	
		VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
		18,9	6,7
	jedn		
Původní stav	Kč	466	165
Současný stav	Kč	57	20
ZTRÁTA EKOLOGICKÝCH FUNKCÍ ÚZEMÍ	Kč	409,3	144,7
DODÁVKA po dobu životnosti	GJ	43	43
EXTERNALITA	Kč/GJ	9,474	3,349

Fotovoltaické panely propočet externalit

Fotovoltaické panely umístěné na budově

Hessenská metoda

	kurz DM	varianta	
		VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
		18,9	6,7
	jedn		
Původní stav	Kč	57	20
Současný stav	Kč	38	13
ZTRÁTA EKOLOGICKÝCH FUNKCÍ ÚZEMÍ	Kč	18,9	6,7
DODÁVKA po dobu životnosti	MWh	4	4
EXTERNALITA	Kč/MWh	4,6	1,6

Fotovoltaické panely umístěné na volném terénu - pole

Hessenská metoda

	kurz DM	varianta	
		VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
		18,9	6,7
	jedn		
Původní stav	Kč	319	113
Současný stav	Kč	57	20
ZTRÁTA EKOLOGICKÝCH FUNKCÍ ÚZEMÍ	Kč	262,2	92,7
DODÁVKA po dobu životnosti	MWh	4	4
EXTERNALITA	Kč/MWh	64	23

Fotovoltaické panely umístěné na volném terénu - zahrada

Hessenská metoda

	kurz DM	varianta	
		VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
		18,9	6,7
	jedn		
Původní stav	Kč	466	165
Současný stav	Kč	57	20
ZTRÁTA EKOLOGICKÝCH FUNKCÍ ÚZEMÍ	Kč	409,3	144,7
DODÁVKA po dobu životnosti	MWh	4	4
EXTERNALITA	Kč/MWh	99,8	35,3

Fototermální a fotovoltaické zdroje energie

ExternE

hodnota externality pro všechny případy Fotovoltaické panely a sluneční kolektory umístěné: na budově, volném terénu (pole i zahrada)	kurz ECU	varianta	
		VYŠŠÍ	NIŽŠÍ
		36,9	13,0
	ECU/MWh	2,30	2,30
EXTERNALITA	Kč/MWh	84,8	30,0

Solární kolektory propočet ploch

	Současný stav	číslo typu	HODNOTA BODU	Plocha m ²	CELKEM BODÚ
průmyslové stavby	Velmi silně nepropustné plochy	10.510	3,00	1,0	3
průmyslové stavby	dtto - nižší estet.hodnota	10.510	2,00	1,0	2

	Původní stav	číslo typu	HODNOTA BODU	Plocha m ²	CELKEM BODÚ
Umístění na objektu	Velmi silně nepropustné plochy	10.510	3,00	1,0	3
Umístění na terénu	hlinité pole	11.132	13,00	1,3	17
Umístění na terénu	zahrady	11.212	19,00	1,3	25

Literatura

1. Konsorcium firem pod vedením VIP, s.r.o, Praha
Projekt VaV/320/2/98 Kvantifikace externalit vzniklých těžbou a spotřebou energetických surovin v dotčených lokalitách.
2. Konsorcium firem pod vedením VIP, s.r.o, Praha
Projekt VaV/320/1/99 KVANTIFIKACE EXTERNALIT SPOJENÝCH S VÝROBOU ENERGIE Případové studie Výroba z uhlí, velká vodní elektrárna, výroba z jádra, PPC, teplo ze ZP, tepelná čerpadla
Praha, 1999
3. Seják J. a kol.,
Oceňování pozemků, přírodních a environmentálních zdrojů, nakl. Grada Publishing
4. Seják J.,
Vlastnická práva a ochrana životního prostředí, ČEÚ, Praha listopad 1996
5. Seják J.,
Návrh metodiky oceňování ekologických funkcí přírodních statků na pozadí biodiversity a trvale udržitelného rozvoje, 1998
6. Seják J.,
Ekonomické nástroje ochrany ovzduší. K systému poplatků za znečišťování ovzduší po r. 1998, ČEÚ, Praha 1997
7. Vyměřování poplatků při zásazích do přírody a krajiny
Věstník státu Spolková země Hessensko č. 26, 1992
8. ČEZ
Studie demonstrační větrná elektrárna.
Zpravodaj
9. Firemní materiály:
 - PZP Tepelná čerpadla PZP: Deset základních informací pro každého, kdo se zamýšlí nad realizací vytápěcího systému s tepelným čerpadlem,
 - REVEL, s.r.o
10. European Commission
Studies ExternE Externalities of Energy - Vol. 3 - účelový tisk EU
11. Konsorcium firem pod vedením VIP, s.r.o, Praha
VaV/320/1/99 „Kvantifikace externalit spojených s výrobnou energií. Případová studie Větrná elektrárna, prosinec 1999.
12. VUPEK – ECONOMY, spol. s r.o.
EXTERNALITY ÚSPOR ENERGÍÍ
Praha 2000
13. Konsorcium firem pod vedením VIP, s.r.o, Praha
VaV/320/1/99 „Kvantifikace externalit spojených s výrobnou energií Případová studie Malá vodní elektrárna, prosinec 1999.