

# Metodika ocenění externalit produkce biomasy a zahrnutí jejich vlivů do regulace rozvoje OZE



Jan Macháč  
Luboš Nobilis  
Lenka Zaňková  
Jan Matějka  
Lenka Dubová  
Marek Hekrlé  
Jan Maňhal

---

Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku | V Ústí nad Labem, 2020

---

### **Autoři metodiky**

Ing. Jan Macháč, Ph.D. (podíl 40 %) <sup>1</sup>  
Ing. Luboš Nobilis (podíl 15 %) <sup>2</sup>  
Ing. Lenka Zaňková (podíl 10 %) <sup>1</sup>  
Ing. Jan Matějka (podíl 10 %) <sup>2</sup>  
Ing. Lenka Dubová (podíl 10 %) <sup>1</sup>  
Ing. Marek Hekrle (podíl 10 %) <sup>1</sup>  
Ing. Jan Maňhal (podíl 5 %) <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku, Fakulta sociálně ekonomická  
Univerzita Jana Evangelisty Purkyně  
Moskevská 54, 400 96 Ústí nad Labem

<sup>2</sup> ECO trend s.r.o.  
Na Dolinách 128/36, 147 00 Praha 4

### **Lektorovali**

XXX, Oddělení OZE a environmentálních strategií, Ministerstvo zemědělství ČR

XXX, Oddělení, organizace

### **Prohlášení předkladatelů metodiky**

Předkladatelé metodiky prohlašují, že zpracovaná metodika nezasahuje do práv jiných osob z průmyslového nebo jiného duševního vlastnictví.

**Metodika vznikla v rámci projektu QK1710307 „Ekonomická podpora strategických a rozhodovacích procesů na národní i regionální úrovni vedoucí k optimálnímu využití obnovitelných zdrojů energie, především pak biomasy, při respektování potravinové soběstačnosti a ochrany půdy“ s finanční podporou Ministerstva zemědělství v rámci programu aplikovaného výzkumu MZe na období 2017-2025 ZEMĚ. Projekt byl řešen v letech 2017-2020.**

# Obsah

Seznam zkratk.....	3
Cíl metodiky .....	4
Vlastní popis metodiky.....	6
1. Externality v zemědělství .....	6
2. Koncept ekosystémových služeb.....	7
3. Popis vybraných externalit ve vazbě na pěstování biomasy a ekosystémové služby .....	11
4. Postup ekonomického hodnocení externalit.....	17
Krok 1: POPIS ÚZEMÍ - Vymezení území a jeho užívání .....	18
Krok 2: IDENTIFIKACE EXTERNALIT .....	19
Krok 3: KVANTIFIKACE DOPADU .....	19
Krok 4: OCENĚNÍ EXTERNALIT – Volba a aplikace metod pro ocenění .....	19
Krok 5: PENĚŽNÍ VYJÁDŘENÍ – Celková výše externalit v peněžním vyjádření.....	20
5. Přehled metod pro ekonomické hodnocení externalit .....	21
6. Metody peněžního vyjádření celkové výše externalit .....	24
Aplikace metody výpočtu současné hodnoty .....	24
Aplikace metody výpočtu anualizované hodnoty.....	25
Srovnání novosti postupů .....	26
Popis uplatnění metodiky .....	27
Ekonomické aspekty.....	28
Seznam použité související literatury .....	30
Seznam publikací, které předcházely metodice.....	34
Přílohy .....	36
Příloha 1. Přehled základních metod oceňování.....	36
Příloha 2. Přehled vybraných hodnot pro peněžní vyjádření externalit.....	38
Příloha 3. Vzorová aplikace postupu hodnocení .....	42
Krok 1: Vymezení území a jeho využívání .....	42
Krok 2: Identifikace externalit.....	43
Krok 3: Kvantifikace dopadu .....	44
Krok 4: Volba a aplikace metod pro ocenění .....	45
Krok 5: Celková výše externalit v peněžním vyjádření .....	46
Závěrečné shrnutí případové studie a její potenciální využití .....	47
Seznam použité literatury .....	47
Summary .....	48

## Seznam zkratk

AdaptaN	Projekt s názvem Komplexní plánovací, monitorovací, informační a vzdělávací nástroje pro adaptaci území na dopady klimatické změny s hlavním zřetelem na zemědělské a lesnické hospodaření v krajině. Více informací zde: <a href="https://www.adaptan.net/">https://www.adaptan.net/</a>
CBA	Analýza nákladů a přínosů (z anglického Cost-Benefit Analysis)
CH <sub>4</sub>	Metan
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý
COVID-19	Koronavirové onemocnění 2019 (z anglického coronavirus disease 2019)
ČOV	Čistírna odpadních vod
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
EEA	Evropská agentura pro životní prostředí (z anglického European Environment Agency)
EIA	Hodnocení vlivů na životní prostředí (z anglického Environmental Impact Assessment)
EK	Evropská komise
IS RESTEP	Informační systém RESTEP
LCA	Posuzování životního cyklu (z anglického Life Cycle Assessment)
MEA	Hodnocení ekosystémů k miléniu (z anglického Millennium Ecosystem Assessment)
N <sub>2</sub> O	Oxid dusný
OP ŽP	Operační program Životní prostředí
OZE	Obnovitelné zdroje energie
RIA	Hodnocení dopadů regulace (z anglického Regulatory Impact Assessment)
RESTEP	Interaktivní mapa obnovitelných zdrojů pro regionální udržitelné plánování v energetice (z anglického Regional Sustainable Energy Policy based on the Interactive Map of Sources). Portál dostupný na: <a href="https://restep.vumop.cz/">https://restep.vumop.cz/</a>
TEEB	Ekonomika ekosystémů a biologické rozmanitosti (z anglického The Economics of Ecosystems and Biodiversity)

## Cíl metodiky

Při hodnocení dopadů využívání biomasy pro energetické účely je často pozornost zaměřena jen na samotné procesy jejího zpracování a energetického využití. Samotné pěstování biomasy je často přehlíženo nebo sledováno pouze s ohledem na běžné dopady zemědělství ve vazbě na klimatickou změnu. Již při pěstování biomasy jako OZE však dochází ke vzniku řady dalších (externích) dopadů.

Dle ambiciózních cílů Evropské unie z roku 2018 se navyšuje podíl OZE na celkové spotřebě energie na úroveň 32 % pro rok 2030 (Evropský parlament a Rada EU, 2018). Pro Českou republiku bude nový cíl znamenat další navyšování podílu z cílové hodnoty 13 %, kterou se zavázala dosáhnout v roce 2020, na 22% podíl (Macháč et Zaňková, 2020a). Investice do OZE tak budou v dalších letech pokračovat. V roce 2018 tvořila biomasa a bioplyn 5,4% podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny (MPO, 2019). V rámci zvyšování podílu OZE lze očekávat tlak na zachování nebo dokonce zvýšení tohoto podílu biomasy a bioplynu na výrobě (Valentová et al, 2020). Z těchto důvodů je vhodné při plánování a prosazování těchto cílů zohledňovat kompletní dopady OZE z biomasy na všech úrovních, tedy i včetně jejího pěstování.

Tato metodika se úzce zaměřuje na produkci biomasy a posouzení externalit s ní spojených. Cílem je umožnit zahrnout do rozhodování o výrobě energie z biomasy také další dopady její produkce v podobě externalit. Externalitami v tomto případě myslíme další nepřímé dopady související s produkcí biomasy, které mají vliv na ekosystémové služby, které poskytuje zemědělsky využívaná krajina. Jak vyplývá z řady dokumentů na národní i mezinárodní úrovni (např. EEA, 2019a; EEA, 2019b; EK, 2016), tlak na zemědělskou půdu se stále stupňuje. V podmínkách současného intenzivního hospodaření na zemědělské půdě se typicky jedná o problémy související s půdní erozí, neschopností půdy dostatečně zadržovat vodu, úbytkem organické hmoty v půdě, jejím utužením, nízkou biodiverzitou, přívalovými povodněmi, eutrofizací vodních toků, popř. s dalšími negativními projevy (např. EEA, 2019a; EEA, 2019b; EK, 2016). Současně se zde při hospodaření na zemědělské půdě střetávají různé zájmy (např. produkce potravin, krmiv, energetické biomasy vs. ochrana půdy a vodních toků, vzhled krajiny a biodiverzita) a dochází k vzájemným rozporům. Výše uvedené problémy jsou dále umocňovány klimatickou změnou.

V rámci ekonomické teorie rozlišujeme externí dopady určité činnosti na pozitivní a negativní externality. V případě pozitivní externality dochází k situaci, kdy určitá činnost vytváří užitky i pro jiné členy společnosti, aniž by za ně kromě jejich původce musel někdo platit. Soukromé užitky jsou tak nižší než užitky celospolečenské. Negativní externalita naopak vzniká v situaci, kdy jsou náklady určité činnosti přenášeny na jiné členy společnosti, aniž by je za to jejich původce kompenzoval. Soukromé náklady dané činnosti jsou tak nižší než náklady celospolečenské. K oběma jevům dochází i v oblasti zemědělství, respektive při produkci biomasy. Vzhledem k obvyklým plodinám, u kterých dochází

k energetickému využití, se v celkové bilanci jedná spíše o externality negativní. Mezi ně se řadí například eroze, pokles retence vody v krajině, uvolňování škodlivých látek do ovzduší a další.

Vzhledem k ochraně půdy a biodiverzity i adaptačním snahám na změnu klimatu jsou tyto externality předmětem zásahu státu a jeho regulace. Příkladem je současná diskuse o protierozní vyhlášce v ČR, případně příprava společné evropské zemědělské politiky na další období. Motivace ke snižování negativních externalit je společně se snahou o zajištění konkurenceschopnosti jedním z důvodů pro poskytování dotací.

Cílem metodiky je možnost externality spojené s produkcí biomasy zahrnout do rozhodování o využívání půdy, tvorby regulace či poskytování dotací pomocí monetarizace (peněžního vyjádření) těchto pozitivních/negativních dopadů. Pro identifikaci a vymezení externalit spojených s produkcí biomasy je aplikován koncept ekosystémových služeb, na základě kterého jsou dále vymezeny metody pro monetarizaci a hodnocení dílčích externalit.

Vedle zvyšování povědomí o dopadech zemědělské činnosti má monetarizace a hodnocení externalit nezanedbatelné uplatnění v rámci zemědělské politiky, respektive politiky životního prostředí. Externality je vhodné začlenit do těchto politik a v rámci nich motivovat k odstranění negativních externalit, respektive podporovat realizaci opatření produkujících pozitivní externality. V rámci současné zemědělské politiky jsou externality zohledňovány pouze v kvalitativní podobě a nedochází k jejich peněžnímu vyjádření. Výše dotací tak není nijak s výší externality provázána. Výjimku tvoří projekty, u kterých dochází pomocí cost-benefit analýzy ke stanovování jejich celospolečenské přínosnosti například při splnění podmínek o získání investiční dotace (např. v rámci projektů OP ŽP).

Do cílové skupiny uživatelů metodiky patří zástupci veřejné správy a samosprávy, zemědělci a investoři v oblasti produkce obnovitelné energie. Metodika je také implementována do IS RESTEP, který umožňuje zhodnotit využití obnovitelných zdrojů energie (OZE) v zájmovém území. V rámci jeho rozvoje byla v posledních letech pozornost zaměřena na biomasu, její dostupnost, ekonomiku a dopady využívání. Nástroj je po registraci dostupný zde: <https://restep.vumop.cz/>.

## Vlastní popis metodiky

Metodika je členěna do několika dílčích kapitol, které postupně uživatele seznamují s externalitami, konceptem ekosystémových služeb, procesem ekonomického hodnocení a vhodnými metodami pro peněžní vyjádření vybraných externalit. Nedílnou součástí metodiky je také představení relevantních externalit ve vazbě na pěstování biomasy. V příloze je pak uvedena ukázka postupu hodnocení a přehled obsahující hodnoty pro snazší peněžní vyjádření výše vybraných externalit ve formě přehledné tabulky. Postupy hodnocení jsou uplatněny v modulu Ekonomika v IS RESTEP.

### 1. Externality v zemědělství

Jak uvádí Pretty et al. (2001, p. 265): „většina ekonomických aktivit má dopady na životní prostředí, a to buď prostřednictvím využívání přírodních zdrojů jako vstupu nebo při využívání „čistého“ životního prostředí pro ukládání znečištění.“ Externalitou pak označují náklady na toto využití prostředí, které jsou vedlejším dopadem ekonomické aktivity, za kterou neplatí jejich producent ani spotřebitel. Ekonomové rozlišují externality na pozitivní a negativní. Ke vzniku pozitivní externality dochází v případě, kdy vedle soukromých užitků generujeme určitou ekonomickou aktivitou užitky celospolečenské, za které nikdo ze společnosti kromě nás (původce) neplatí. K negativní externalitě naopak dochází v případě, kdy společenské náklady určité ekonomické aktivity převyšují soukromé, aniž by společnost nesla oproti tomu nějaké užitky. Za externalitu tak považujeme pozitivní nebo negativní dopady na blahobyt, za které jednotlivec nebo skupina přímo neplatí nebo nejsou kompenzovány.

Takto vzniklé externí dopady je třeba brát v potaz (Bartczak et al., 2017, López-Pintor et al., 2018) pro dosažení společensky optimálního rozhodování, např. o výši znečištění nebo využití určitého přírodního statku. Jejich začlenění do rozhodování o společensky optimální intenzitě určité ekonomické aktivity se označuje jako internalizace externalit. Hodnoty externalit však často nejsou reflektovány v tržních cenách a jejich monetarizace je časově náročná. Externality vedou k neefektivitám jak v rámci trhu, tak i v dosahování úrovně poškození životního prostředí (např. Rezai et al., 2012). Jak ale uvádí Pretty et al. (2001), kromě samotné náročnosti peněžního vyjádření existují čtyři další významné charakteristiky externalit, které jejich internalizaci v zemědělství ovlivňují: (i) nízké povědomí a zanedbávání výše nákladů; (ii) dopad se projevuje často až s velkým časovým zpožděním; (iii) externalita nemá dopad na původce, často poškozuje skupinu, jejíž zájmy nikdo nehájí; a (iv) původce externality není vždy znám, společnost vidí jen dopad.

V oblasti zemědělství se tyto neefektiviny v konečném důsledku projevují například jako znečištění nebo vyčerpání zdrojů (např. Moretti et al., 2020, López-Pintor, 2018). Jak uvádí Rogers et al. (2019), nemožnost nebo obtížnost stanovení tržních hodnot pro netržní dopady externalit může vést ke špatným závěrům a snížení celospolečenského blahobytu. Snaha internalizovat externality a nutnost započítání

jejich výše do rozhodovacích procesů je v poslední době stále více zdůrazňována také vlivem dopadů klimatické změny na sektor zemědělství i obecně na celé národní hospodářství. Zahrnutí externalit do rozhodovacích procesů v zemědělství tak není jen otázkou udržitelnosti v zemědělském sektoru, v širším kontextu přispěje k adaptaci a mitigaci související s klimatickou změnou (Moretti, 2020).

Pro identifikaci, kvantifikaci a monetarizaci netržních dopadů externalit je stále častěji využíván princip hodnocení na základě konceptu ekosystémových služeb (např. Fezzi et al., 2014; Lovett et al., 2015; Blanco-Canqui, H. 2016), který byl uplatněn i v této metodice.

## 2. Koncept ekosystémových služeb

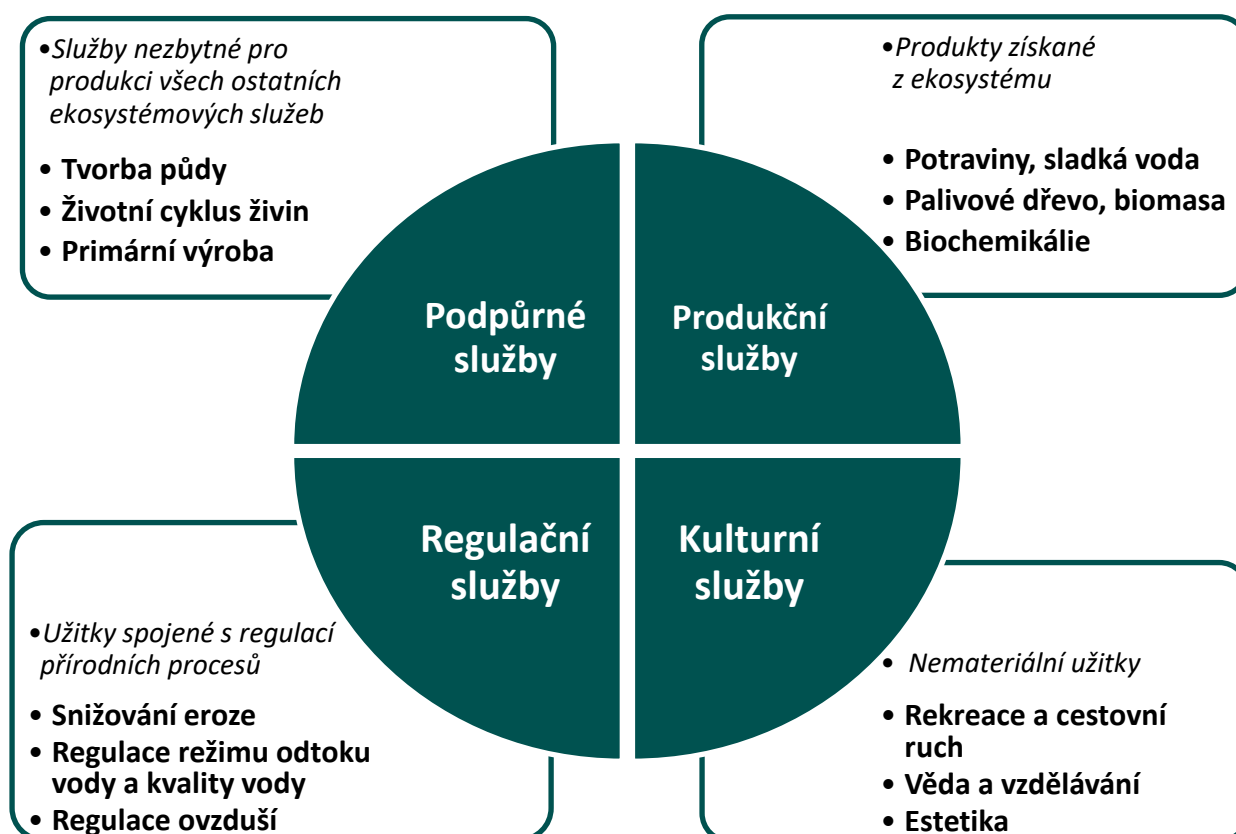
Příroda poskytuje lidem celou řadu užitků a služeb. Tyto příspěvky přírody, resp. jednotlivých ekosystémů do lidské společnosti jsou označovány jako **ekosystémové služby**. Jedná se o pojem zavedený již v 80. letech 20. století (Ehrlich et Ehrlich, 1981). Nejčastěji jsou ekosystémové služby charakterizované jako přínosy, které lidé od ekosystémů získávají a které mají pozitivní vliv na jejich životní úroveň (blahobyt) (Ehrlich et Ehrlich, 1981; Constanza et al., 1997; Constanza et al., 2017). Celý koncept pak našel významnější uplatnění až po roce 1997, v českém prostředí se dostal do hlubšího podvědomí až v druhém desetiletí 21. století.

Koncept ekosystémových služeb se zaměřuje na identifikaci užitků, jež plynou lidské společnosti z přírodních systémů, a na způsoby, jak tyto užitky zohlednit v rozhodovacích procesech tržního hospodářství. Koncept je možné uplatnit i na vyjádření dopadů změn v přírodě. V případě metodiky pak na situaci, kdy v souvislosti s pěstováním biomasy na zemědělské půdě dochází ke změně míry poskytování jednotlivých ekosystémových služeb anebo je intenzita některých služeb podpořena na úkor jiných. Koncept ekosystémových služeb reflektuje především antropocentrický pohled (dopady, které vnímá jednotlivec) s cílem postihnout i služby, které přímo lidé nepocítují, ale mají na jejich blahobyt vliv. Z přírodovědeckého pohledu ale hodnocení blahobytu podle vnímání jednotlivců plně nezahrnuje všechny hodnoty přírody, především ty, které se také někdy označují jako vnitřní hodnota přírody.

Ekosystémové služby jsou obvykle (např. dle MEA, 2005; nebo TEEB, 2010) děleny do 4 základních kategorií. Toto členění umožňuje snadnější interpretaci vztahů mezi těmito užitky a společenským blahobytem. Jedná se o regulační, kulturní, produkční a podpůrné ekosystémové služby. Jejich členění je zachyceno na obrázku 1, jednotlivé kategorie jsou dále popsány.



Obrázek 1: Členění ekosystémových služeb do 4 základních kategorií



Zdroj: Vlastní znázornění dle MEA (2005) a TEEB (2010)

Následující text vycházející z Macháč et al. (2019) představuje obecný popis jednotlivých kategorií ekosystémových služeb. Navazující [kapitola 3](#) pak detailněji popisuje relevantní služby a jejich funkce ve vazbě na externalitu vznikající při pěstování biomasy v zemědělství.

### Regulační služby

**Poskytují ochranu před negativními vlivy** životního prostředí na lidskou společnost (i přesto, že tyto vlivy mohou být způsobeny změnami v přírodě původně vyvolané lidskými aktivitami). Tyto služby **regulují řadu procesů** a přispívají k ukládání látek. Jejich působení má dopad na množství i kvalitu vod, erozi půdy, kvalitu ovzduší, choroby a škůdce nebo lokální i globální podnebí. Řadí se sem i opylení, které je stále více diskutovaným tématem.

- V rámci existence externalit může docházet ke snížení poskytování těchto služeb, tedy k situaci, kdy klesá samočisticí schopnost vody i ovzduší, dochází k degradaci a erozi půdy, snižování schopnosti přírody ochlazovat místní klima nebo zadržovat vodu. Výsledkem tak mohou být vedle poklesů produkce také častější povodňové škody.
- **Regulační služby jsou charakteristické tím, že klesá-li jejich poskytování přírodou** (v důsledku poškozených ekosystémů), **ve společnosti rostou náklady** na odstraňování či zmírnění škod způsobených přírodními vlivy (např. povodňové škody), rostou náklady na

vyhnutí se těmto škodám (např. protipovodňová opatření), případně vzniká ekonomická ztráta ze znehodnocování životního prostředí (např. nižší zemědělská produkce).

- Ačkoliv pro tyto služby de facto neexistuje trh v pravém slova smyslu (jako je tomu např. u produkčních služeb, viz níže), díky znalosti výše uvedených potenciálních společenských dopadů lze určit i hodnotu těchto přínosů pro lidskou společnost.

### **Kulturní služby**

**Poskytují společnosti rekreační přínosy** (příroda poskytuje prostor pro krátkodobou i delší rekreaci a relaxaci), **estetické hodnoty** (např. ve formě inspirace pro umělecká díla) či duchovní a náboženské hodnoty (prostor pro rozjímání a meditaci, posvátná místa pro různá náboženství atd.).

- Tento typ ekosystémových služeb je **obzvláště důležitý pro turistický ruch** a regiony, které se snaží lákat/udržet si své návštěvníky. Ovlivňuje i místní obyvatele, a to jak už celkovým estetickým vnímáním krajiny okolo nich, tak při jejich rekreačních aktivitách.
- Vyjádřit hodnotu těchto služeb v peněžních jednotkách bývá nejobtížnější. To však neznamená, že pro společnost žádnou hodnotu nemají. Prostředky vynakládané na rekreaci v přírodě (ať už je to dovolená či jednodenní výlet) indikují, že lidé si přírody cení a jsou ochotni platit často nemalé částky, aby mohli přírodní krásy obdivovat či se zde regenerovat (např. známá chorvatská Plitvická jezera navštíví ročně cca 1,5 mil. turistů, a to i přesto, že vstupné se v sezóně pohybuje přes 800 Kč/osobu).
- Ochota platit za kulturní služby v podobě estetických a rekreačních funkcí se potvrdila i při řešení projektu, který vedl k vytvoření této metodiky. V rámci provedeného průzkumu<sup>1</sup> se potvrdilo, že místní i turisté vnímají tyto funkce jako významné. V případě volby preferují přítomnost přírodě blízkých prvků v zemědělské krajině a eliminaci rozsáhlých lánů kukuřice a řepky.

### **Produkční služby**

Někdy je tato funkce také označována jako zásobovací služba. **Jedná se např. o produkci** technických plodin, potravin, dřeva, další dřevní hmoty, vody, biomasy a zbytkové biomasy atd.

- Výstupy těchto služeb jsou ve formě různých statků povětšinou obchodovány na trhu, takže obvykle není problém s určením jejich hodnoty.
- Můžeme také říci, že **čím více těchto služeb příroda poskytuje, tím více (přírodních) zdrojů má společnost pro své fungování.**

---

<sup>1</sup> Průzkum byl provedený v rámci projektu QK1710307 v letních měsících v roce 2019. Základní průzkum byl proveden na vzorku 200 respondentů za využití osobního dotazování vyškolenými tazateli. Průzkum byl zaměřený na rekreační a estetickou hodnotu a zabýval se preferencemi respondentů ve vazbě na jednotlivá opatření v krajině, druhy plodin, biodiverzitu a zadržení vody v krajině. Součástí dotazování byl i výběrový experiment.

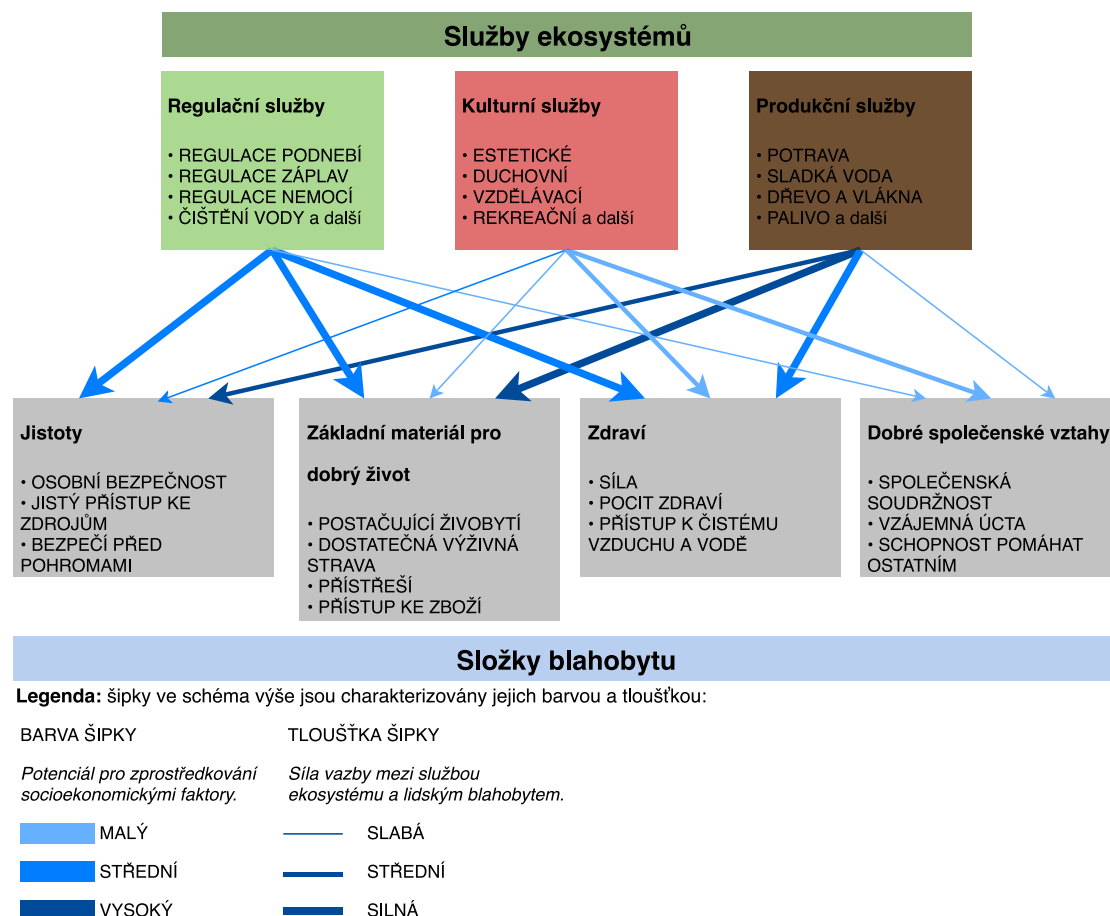
## Podpůrné služby

Na rozdíl od předchozích třech skupin ekosystémových služeb mají **na společenský blahobyt nepřímý vliv** a změny v jejich produkci se projevují spíše v dlouhodobém horizontu. Tyto služby **podporují produkci všech výše uvedených služeb poskytovaných ekosystémy**. Řadíme sem např. tvorbu půdy, koloběh živin a vody přírodě, fotosyntézu či tzv. primární produkci (asimilace a kumulace živin a energie v organismech).

- Tyto služby se běžně neocení v peněžních hodnotách, protože už jsou zahrnuty v ocenění předchozích třech typů služeb.

Zmíněné kategorie ekosystémových služeb společně ovlivňují jednotlivé složky lidského blahobytu a mohou tak sloužit jako měřítko k posouzení kvality lidského života. Jedná se např. o provázanost ekosystémových služeb a složek blahobytu jako je zdraví, přístup k čistému vzduchu a přírodě, bezpečí apod. Vedle zdraví a zajištění základních potřeb tak přispívají i k jistotám a formování společenských vztahů. Znázornění **vazeb mezi ekosystémovými službami a lidským blahobytem** přibližuje následující schéma (obrázek 2).

**Obrázek 2: Vazba mezi službami a jejich dopadem na blahobyt**



Zdroj: převzato z Macháč et al. (2019)

### 3. Popis vybraných externalit ve vazbě na pěstování biomasy a ekosystémové služby

Ambicí této metodiky je vyjádření externalit na základě ekosystémových služeb v peněžních jednotkách. Dle konceptu ekosystémových služeb lze identifikovat a klasifikovat dopady a externality, které jsou relevantní pro produkci biomasy. V rámci ekonomického hodnocení se běžně oceňují produkční, regulační a kulturní ekosystémové služby. Podpůrné ekosystémové služby spolu s podporou biodiverzity ovlivňují schopnost ekosystémů poskytovat regulační, kulturní a zásobovací ekosystémové služby, které společnosti poskytují přínosy. Při ekonomickém hodnocení často dochází k problému s dvojnásobným (vícenásobným) započítáním daného dopadu, z tohoto ohledu je tedy pro hodnocení externalit pro účely projektu/tvorby metodiky eliminována skupina podpůrných služeb, která má bezprostřední vliv na poskytování zbývajících tří funkcí. Zahrnutí podpůrných služeb do peněžního ocenění je tak do jisté míry diskutabilní a je k němu třeba přistupovat individuálně na základě dostupnosti dat k dalším ekosystémovým službám.

Holland et al. (2015) sestavili na základě rozsáhlé rešerše seznam klíčových ekosystémových služeb, na které má pěstování plodin pro výrobu biopaliv druhé generace největší dopady. Jedná se o (i) produkci plodin a chov dobytku; (ii) produkci dřeva; (iii) dostupnost (zadržení) vody; (iv) regulaci erozních a protipovodňových rizik; (v) regulaci nemocí a škůdců; (vi) opylení; (vii) regulaci kvality půdy; (viii) regulaci kvality vody. Seznam vytvořený Holland et al. (2015) je často využíván (např. Milner et al., 2016; Haughton et al., 2016; Landis et al., 2018; Longato et al., 2019). Haughton et al. (2016) tento seznam dále rozšiřuje o dopad pěstování na redukci emisí CO<sub>2</sub>. Landis et al. (2018) uvádí nad rámec dříve zmíněného také regulaci kvality ovzduší (NO<sub>x</sub>).

Výčet a stručný popis ekosystémových služeb, které jsou relevantní pro externality spojené s pěstováním biomasy, jsou předmětem následujícího textu této kapitoly.

#### REGULAČNÍ SLUŽBY

Mezi relevantní služby se zde řadí především: regulace odtoku, povodňového rizika kvality vody, hluku, regulace kvality ovzduší, CO<sub>2</sub>, eroze půdy, regulace nemocí a škůdců a opylení. Čistě regulační služby jsou zde rozšířeny o tvorbu živin, která dle běžné klasifikace spadá do podpůrných služeb (MEA, 2005; TEEB, 2010). Koloběh živin a obsah organických látek je významně ovlivněn ještě erozní činností. V této metodice je tak dopad na tvorbu živin řešen současně s erozí.

#### Regulace odtoku – zrychlení povrchového odtoku dešťové vody z území.

Sklon půdy, její složení, volba plodin a způsob obdělávání půdy mají vliv na regulaci odtoku. Jak vyplývá např. z Hůla et al. (2010), z pohledu obdělávání půdy dochází k největšímu odtoku a tím i smyvu zeminy při konvenčním zemědělství (orba na podzim, hrubá brázda přes zimu, předset'ová příprava půdy smykem hřbovými bránami a setí secím strojem na jaře) a udržování půdy bez vegetace

(tzv. "černý úhor" - orba na podzim, hrubá brázda přes zimu, zpracování půdy radličkovým kypřičem do hloubky 0,15 m a aplikace herbicidu na jaře). Naopak k nižšímu odtoku, tedy i smyvu půdy při deštích, dochází u postupů bez orby (bez ochranné plodiny, s/bez předseťové přípravy půdy). Okamžitě po orbě půdy je zvýšena její pórovitost, ale během krátké doby může dojít ke změně půdních vlastností. Vzniká tzv. půdní krusta, která přispívá ke zrychlení odtoku a tím k vodní erozi.

Při pěstování biomasy včetně kukuřice se míra odtoku také odvíjí od množství zbytků, které zůstanou na poli po sklizni. Jak uvádí Sheehan et al. (2004), tyto zbytky chrání půdu před vymýváním, dešti a větry. Zpracováním zbytků do půdy orbou je poskytování této ochranné funkce omezeno (Hůla et al., 2010). Tedy čím více zbytků na poli zůstane, tím větší je poskytnuta ochrana půdy před erozí. V tomto ohledu dochází k volbě mezi využitím zbytků v podobě zbytkové biomasy pro energetické využití, nebo jejich zanecháním pro zvýšení regulace odtoku vody.

Regulace povodňového rizika – snižování retence vody v krajině, která vede ke zvýšení škod v případě přívalových dešťů (úzce souvisí s regulací odtoku).

Retence vody zemědělskou půdou při deštích se různí v závislosti na použitých postupech, sklonu pozemku a na intenzitě dešťů. V případě postupů s orbou dochází k většímu odtoku vody než v případě postupů bez orby. V případě silných dešťů se tato závislost ještě více prohlubuje. Absorpci vody do půdy snižuje také tvorba půdní krusty, která se tvoří zvláště při postupech s orbou (Hůla et al., 2010).

Kvalita vody – produkce řady znečišťujících látek a jejich vnos do vodních toků (úzce souvisí s regulací eroze).

Při pěstování plodin dochází k významnému znečišťování vod především pesticidy a hnojivy. Tyto látky jsou používány pro udržení stálé produkce.

Odtok vody z půdy spolu s erozí přispívá k rychlé ztrátě nutrientů pocházejících z hnojiv, které jsou obsažené v půdě. Tyto látky se dostávají do řek, jezer či jejich ústí, kde ovlivňují mikrobiotu. Jak uvádí např. Abbasi et Abbasi (2010), jejich přítomnost způsobuje ve vodních tocích eutrofizaci, která je dnes považována za jeden z největších problémů dosahování dobrého stavu všech vod. Vlivem znečištění dochází ke změnám zeměpisného i časového výskytu některých druhů řas, které tvoří nežádoucí povlak. Přítomnost povlaku z těchto řas způsobuje např. zvýšenou koncentraci různých toxinů ve vodě. Jak uvádí např. Macháč et al. (2020b), velká část vodních útvarů ve střední Evropě včetně České republiky v současné době neplní požadavek Rámcové směrnice na dosahování dobrého stavu. Zásadními prvky způsobující eutrofizaci jsou dusík a fosfor, které jsou součástí hnojiv. Větší pozornost je všeobecně věnována dusíku, jelikož je často limitující pro primární produkci, a je také mnohem více obsažen v umělých hnojivech, než fosfor (Glibert et al., 2005).

V případě vodních nádrží často dochází k výše zmíněné eutrofizaci. Jak vyplývá ze studie Vojáček et al. (2013), v případě povodí vodní nádrže Orlický je zemědělství zdrojem 12 % z celkového množství fosforu, který se dostane do vodní nádrže. V menších povodích s malou hustotou obyvatel, jako je např.

povodí vodní nádrže Stanovice, může být ale podíl zemědělství na vnosu fosforu do nádrže významně vyšší a může dosahovat stejných i vyšších hodnot, než ten pocházející z municipálních odpadních vod (Macháč et Slavíková, 2016).

Eroze půdy a koloběh živin – *erozní činnost (vodní a větrná), odnos půdy z půdních bloků a cyklus živin*. Jak uvádí např. Sheehan et al. (2004), eroze půdy je do určité míry přirozená. Míra eroze půdy je dána mnoha faktory, např. druhem plodiny, složením půdy, její strukturou, vlhkostí, stupněm utužení, nakypřením, sklonem povrchu, způsobem obdělávání půdy, setím a ponecháním zbytků plodin na poli. Eroze půdy pak významně přispívá k urychlení odtoku vody a tím ke snížené dotaci zdrojů podzemních vod (Abbasi et Abbasi, 2010).

Potenciální ztráty v produkci plodin způsobené erozí jsou dány především snížením množství organické hmoty a dostupnosti organického uhlíku a nutrientů, které se vyskytují v nejvyšší koncentraci právě ve svrchních vrstvách půdy (Mann et al., 2002). Následkem je snížená úrodnost půdy, zhoršená kvalita vody a snížená schopnost zadržení vody v půdě (Kvítek et Tipl, 2003).

Následkem eroze dochází ke ztrátě půdy a živin, které je potřeba pro zachování produkce doplňovat. V případě ztráty půdy je nutné tuto půdu v podobě sedimentu odstraňovat z pozemků níže, infrastruktury nebo přímo z vodních toků a nádrží (Macháč et al., 2021).

Regulace hluku – *zvýšení hluku z okolního prostředí*

Obdělávání půdy je spolu s řadou doprovodných činností spojeno s emisemi hluku. Jak uvádí např. Bártů (2015), výše decibelů závisí na využívané technice. Další vliv má i technologie obdělávání půdy. Jak uvádí Evropská komise (2015a, str. 40): „*Expozice silnému hluku a nadměrným vibracím by měla být, pokud je to možné, omezena na minimum.*“ Hluk má negativní dopad nejen na lidi, ale taktéž na zvířata, která jsou obecně citlivá na hluk. Zvolená plodina a pěstební technologie tak mají významný dopad na emise hluku ve fázi pěstování, sklizení, přepravě i zpracování plodin.

Kvalita ovzduší – *produkce škodlivých látek do ovzduší, jako jsou prachové částice, oxidy dusíku, síry a ozón*

Jak uvádí např. Van Dingenen (2009) nebo Vandyck et al. (2018), kvalita ovzduší ovlivňuje dosahovanou výši produkce. Například díky poklesu přízemního ozónu by bylo možné zvýšit výnosy plodin (Vandyck et al.; 2018). Současně se ale zemědělství na produkci škodlivých látek podílí. Nejčastěji je to ve spojitosti s využíváním zemědělské techniky, dopravou a spotřebou energie při zpracování plodin. Větší intenzita obdělávání půdy je spojena s větší četností pojezdů techniky a tím i produkcí škodlivých látek. Významnou roli vedle množství nutných pojezdů hraje také typ a stáří využívané techniky. Při volbě zemědělského postupu by měla být produkce škodlivých látek zohledněna. Produkce škodlivých látek je dále provázána s celým životním cyklem zemědělské techniky počínaje její výrobou, provozem a likvidací po skončení využívání.

Obdělávání půdy je také spojeno s prašností, která v podobě větrné eroze vede k odnosu vrchní vrstvy zeminy. Lokálně má vliv i na kvalitu ovzduší v podobě oblak prachu.

#### Regulace CO<sub>2</sub> – produkce CO<sub>2</sub> a dalších skleníkových plynů (např. metan) a jejich uvolňování do atmosféry

Jak uvádí Sauerbeck (2001), produkce CO<sub>2</sub> je v zemědělství spojena zejména se spotřebou fosilních paliv ve vazbě na provoz zemědělské techniky. Produkce CO<sub>2</sub> je ovlivněna stejně jako v oblasti kvality ovzduší množstvím nutných pojezdů, typem a stářím využívané techniky.

CO<sub>2</sub> je spolu s dalšími skleníkovými plyny součástí cyklu, kdy rostliny mohou tyto látky jak zachytávat, tak i uvolňovat do atmosféry (Macháčová et al., 2020). Vedle CO<sub>2</sub> je potřeba věnovat pozornost i dalším skleníkovým plynům jako je metan (CH<sub>4</sub>) a oxid dusný (N<sub>2</sub>O). Podle van Kooten (2019) přispívají emise CO<sub>2</sub> z provozu zemědělské techniky k degradaci půdy a spolu s metanem mají dopad na globální oteplování.

#### Nemoci a škůdci – odolnost rostlin vůči nemocem a škůdcům

V zemědělství jsou dnes hojně využívány geneticky modifikované rostliny. Jak uvádí Ferry et. Gatehouse (2009), k modifikaci často dochází za účelem zvýšení odolnosti vůči škodlivému hmyzu. Vliv na přítomnost škůdců může mít i druh plodiny pěstované před výsadbou jiné plodiny. Dle Winter et al. (2014) vhodná kombinace plodin spolu s vybranými metodami pěstování snižuje riziko chorob. Běžnou praxí je eliminace škůdců a nemocí pomocí aplikace postřiků (např. insekticidu na bázi pyrethroidu). V průběhu času ale došlo k výrazné rezistenci škůdců na některé látky (např. Heimbach et Müller, 2013). Významný vliv na eliminaci škůdců mělo nařízení Evropské komise č. 458/2013, které omezilo využívání některých insekticidů. To vedlo k změně přístupů, což se projevilo zvýšením časové náročnosti na boj se škůdci, množstvím alternativních insekticidů, vyššími náklady a v některých případech i k nárůstu množství škůdců (Kathage et al., 2018).

#### Opylení – vliv pěstovaných plodin na opylovače a jejich schopnost opylení

Mnoho druhů světových plodin je závislých na opylení. Pro opylení je nezbytné, aby nebylo ovlivňováno žádnými zemědělskými biotechnologiemi, které by mohly narušit fungující ekosystém. Z druhů odpovědných za opylení jsou jmenovány především včely, zvláště pak včela medonosná. Pro zamezení negativních dopadů na opylení je nezbytné zkoumat toxicitu a také potenciální subletální účinek geneticky modifikovaných rostlin v rámci laboratorních testů před jejich vlastním pěstováním (Ferry et Gatehouse, 2009). Jelikož jsou včely medonosné nejvýznamnějším opylovačem, jsou považovány za standardní testovací mechanismus vlivu chemických pesticidů.

## **KULTURNÍ SLUŽBY**

Mezi relevantní kulturní služby související s pěstováním biomasy se řadí především rekreační funkce, estetická hodnota a vzdělávací funkce.

### Rekreační funkce – trávení času v krajině

Zemědělská krajina společně s dalšími typy krajiny mimo zastavěná území nabízí prostor k trávení volného času. Vedle samotné estetické stránky (viz dále), má na tuto funkci vliv také dostupnost a přístupnost území, vzdálenost od větších měst a vybavení nezbytnou infrastrukturou. Další vliv hrají dle druhu rekreace lokální podmínky. Jak uvádí např. Swinton et al. (2007), rekreační funkce krajiny má vliv na turismus, který může tvořit nezanedbatelnou část lokální ekonomiky. Jak uvádí Weyland et Larterra (2014) a Paracchini et al. (2014), intenzivní zemědělství a urbanizace má spíše negativní vliv na rekreační funkci. Naopak tuto funkci navyšují přírodní a kulturní pozoruhodnosti, jako jsou místa s výhledem, rozhledny, vodopády, archeologické památky, zříceniny, možnost pozorovat ptáky, drobné sakrální památky apod. (např. Weyland et Larterra, 2014). Naopak bariéry tvoří soukromé pozemky se zákazem vstupu a nepřístupná území (např. skály apod.) (Paracchini et al., 2014). V širším pohledu je pak tato funkce spojena také s fyzickým a psychickým zdravím obyvatel.

### Estetická funkce – vzhled zemědělské krajiny a jeho hodnocení místními/návštěvníky

Vnímání zemědělské krajiny lidmi je ve velké míře subjektivní a ovlivňuje ho řada aspektů. Z dosavadních výzkumů jednoznačně vyplývá, že lidé nejvíce oceňují krajinu, která je pestrá. Häfner et al. (2018) došli ve výzkumu k závěru, že pestrost spojená s lineárními a bodovými elementy v krajině je preferovaná před pestrostí plodin nebo přítomností dobytka. I v České republice se ukazuje, že velmi preferované jsou především přírodě blízké prvky a typy elementů v krajině v podobě např. mezí, alejí, mokřadů apod. (Macháč et al, in press; Vojáček et Louda, 2017).

### Vzdělávací funkce – poskytování znalostí a zkušeností o vodním cyklu, koloběhu živin, erozi apod.

Zemědělská krajina umožňuje sledovat řadu přírodních jevů, které jsou ale řadou externalit často narušovány. Zachovalá i poškozená krajina tak nabízí možná srovnání, příklady dobré praxe a poučení pro další generace. Pozorování procesů přímo v zemědělské krajině je vhodný komplement k formální výuce. Přispívá k environmentálnímu povědomí a vzdělávání celé společnosti. Lze ji použít i cíleně v kombinaci s informačními tabulemi či jinými nástroji.

## **PRODUKČNÍ SLUŽBY**

Zahrnují služby ekosystému související s produkcí plodin a materiálů. Někdy je tato funkce také označována jako zásobovací. Jedná se např. o produkci technických plodin, potravin, dřeva, další dřevní hmoty, vody, zbytkové biomasy atd.



### Produkce plodin – *pěstování plodin pro další využití*

Produkční funkce zemědělské krajiny je její primární funkcí. Volba plodin je ovlivněna řadou aspektů, vedle přírodních podmínek a úrodnosti patří mezi významná kritéria také zažité postupy, poptávka, dotace a míra zisku spojená s produkcí dané plodiny. Vedle produkce plodin pro potravinové účely se jedná i o plodiny pro energetické účely, chemický průmysl apod. Zajištění potravinové soběstačnosti je jednou z priorit Strategie rozvoje Ministerstva zemědělství do roku 2030, která byla významně posílena také dopady pandemie COVID-19.

### Produkce biomasy – *produkce cíleně pěstované biomasy a zbytkové biomasy*

Biomasa může být jak cíleně pěstovaná, tak se může jednat o vedlejší produkty a zbytky z rostlinné a živočišné produkce. Volba a míra produkce biomasy (cíleně pěstované) je vedle výše uvedených aspektů také např. dle Havlíčková et al. (2009) ovlivněna cenou emisních povolenek, aktuální cenou energií a podmínkami výkupu nejen biomasy ale i vyrobené energie.

### Produkce dřeva – *produkce dřevní hmoty*

V rámci zemědělské činnosti vzniká v omezené míře i dřevní hmota, a to buď jako součást dílčích opatření – větrolamů, biokoridorů, alejí, mezí, nebo jako součást cíleného zalesňování. Přítomnost stromů a keřů pozitivně ovlivňuje poskytování řady výše uvedených ekosystémových služeb a může eliminovat některé negativní dopady související se zemědělským hospodařením. Stále více diskutované a uplatňované je agrolesnictví.

### Živočišná produkce – *chov hospodářských zvířat*

Přispívá k efektivnímu využívání rostlinné výroby, ze které čerpá různé druhy krmiva. Naopak poskytuje hnojivo a přispívá k údržbě krajiny ve formě pastvy zejména v podhorských a horských oblastech.

## **Biodiverzita**

Zachování a rozvoj druhové rozmanitosti je nedílnou součástí obecné ochrany přírody. V rámci zemědělské činnosti často, jak uvádí např. Verhagen et al. (2018), dochází k trade-off (volbě) mezi poskytováním ekosystémových služeb, biodiverzitou a zemědělskou produkcí. Intenzivní produkce obvykle příliš biodiverzitu nepodporuje. Pro dosažení multifunkční krajiny je nezbytné provádět tzv.

optimalizaci využití krajiny s ohledem na biodiverzitu, která bude zahrnovat střídání plodin, půdoochranné pěstební postupy, přítomnost přírodních prvků a přírodě blízkých opatření.

Dopady na biodiverzitu ovlivňuje široké spektrum aspektů. Vedle samotné plodiny a intenzity její produkce se jedná o další lokální vlivy, způsob pěstování (pásky, mozaikové pěstování apod.) a přítomnost dalších prvků.

#### **4. Postup ekonomického hodnocení externalit**

Na úvod kapitoly je důležité zmínit, že externality jsou v ekonomii chápány jako antropocentrické. Jejich dopady pro jedince (obyvatele, vlastníky, zemědělce, návštěvníky lokality atd.) jsou tak odvozeny od konkrétních hodnot vyjádřených lidmi, a to buď přímo ve formě tržní ceny nebo vyjádřené ochotou platit za danou službu/být kompenzován. Toto neoklasické pojetí ekonomie se tak výrazně liší od pojetí dopadů v přírodních vědách, které berou v potaz i tzv. vnitřní hodnotu přírody, která je nezávislá na postoji lidí. Neantropocentrické (ekocentrické) hodnoty v podobě podpůrných služeb jsou tak v rámci ekonomického oceňování považovány za hodnoty, které jdou nad úroveň lidského vnímání a vědění a zůstávají monetárně neoceny. Tak tomu je i v této metodice, která se drží striktně antropocentrického vnímání negativních a pozitivních externalit za využití konceptu ekosystémových služeb. Část hodnoty podpůrných ekosystémových služeb je ale zahrnuta v rámci hodnocení zbylých třech kategorií ekosystémových služeb.

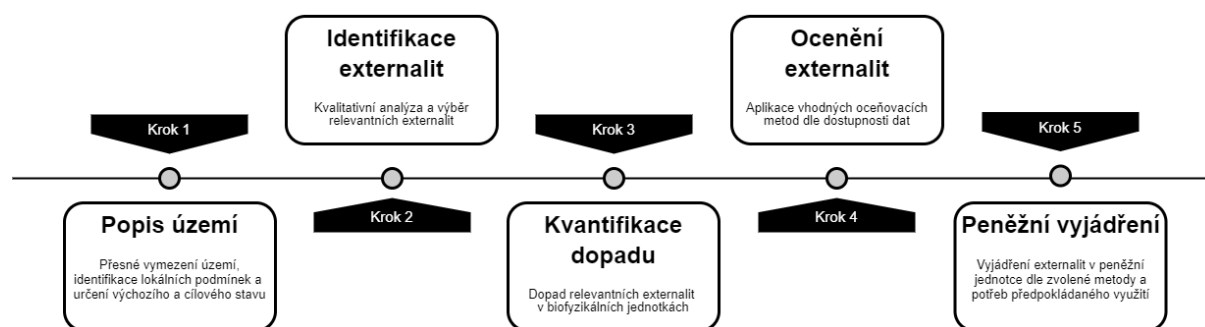
Kvalita a množství poskytovaných ekosystémových služeb jsou závislé nejen na velikosti území, pěstovaných plodinách, způsobech jejich obhospodařování, ale také na lokálních podmínkách, vzdálenosti od vodoteče, přítomnosti přírodě blízkých prvků, dopadech klimatické změny apod. Z tohoto hlediska je vhodné realizovat ekonomické hodnocení externalit vždy specificky k danému území a hodnoty nepřenašet, jelikož tím může docházet k významným zkreslením.

Při začleňování externalit do rozhodovacích procesů ve formě ekonomického hodnocení by měly být zohledňovány ideálně všechny výše uvedené kategorie ekosystémových služeb. Tzn. nejen ty, které se obvykle projevují v přímých finančních tocích prostřednictvím na trhu obchodovaných statků a služeb (např. pouze produkční služby). Smyslem předložené metodiky je začlenit do procesů také služby související s pěstováním biomasy s nepřímými finančními dopady (např. regulační, kulturní služby a biodiverzitu).

Při aplikaci ekonomického hodnocení externalit by měl být uplatněn princip přiměřenosti. Tedy míra detailnosti hodnocení by měla odpovídat rozsahu a účelu hodnocení. Detailní hodnocení je spojeno s řadou nezbytných vstupních analýz, které lze do jisté míry nahradit přenosem hodnot z již existujících studií, avšak za cenu snížení přesnosti výsledků. Ve všech případech hodnocení externalit by mělo být provedeno jejich vymezení a zhodnocení alespoň na kvalitativní úrovni.

Hodnotící proces v rámci připravované metodiky je rozdělen do několika kroků. Nejprve je při hodnocení nutné vymezit území, definovat nové plodiny, původní plodiny a lokalitu včetně přírodních podmínek apod. Další krok obsahuje identifikaci možných primárních i sekundárních dopadů spojených s pěstováním biomasy v dané lokalitě. Na kvalitativní vymezení dopadů navazuje jejich kvantifikace obvykle založená na biofyzikálních jednotkách o množství sedimentu, zadržené vody apod. Následným krokem je volba vhodné metody ocenění, provedení monetarizace. Ekonomický dopad lze vyjádřit buď jako roční, kumulovaný za určité období v podobě současné hodnoty, popřípadě ve formě anualizované hodnoty. Postup a návaznost jednotných kroků ekonomického hodnocení externalit je zachycena na následujícím schématu (Obrázek 3). Vzorová aplikace postupu je pak uvedena v [příloze 3](#).

**Obrázek 3: Proces hodnocení externalit v zemědělství**



Zdroj: vlastní tvorba

### **Krok 1: POPIS ÚZEMÍ – Vymezení území a jeho užívání**

Definování území a stávajících podmínek je možné provádět na různých úrovních dle potřeby detailnosti výsledků. Pro větší území je možné použít agregovaná data, při hodnocení dopadů na malé územní celky je vhodné vycházet z přesných podkladů zahrnujících informace o skladbě plodin, používaných technologiích a půdních podmínkách.

V případě ex-ante hodnocení (posuzování před realizací změn v pěstování) následně dochází k návrhu změn spojených se zemědělskou činností (pěstováním biomasy), určení půdních bloků, na kterých bude ke změnám docházet.

V případě ex-post hodnocení dochází naopak k vymezení výchozího stavu, tedy stavu, který předcházel tomu současnému. Zároveň pak probíhá analýza stávajícího stavu.

Definice výchozího stavu a stav po změně slouží v dalším kroku k vymezení relevantních externalit, které představují nejčastěji rozdíl v poskytování ekosystémových služeb mezi těmito dvěma stavy.

## **Krok 2: IDENTIFIKACE EXTERNALIT**

V rámci identifikace externalit (změn v poskytování ekosystémových služeb) dochází ke kvalitativnímu vymezení (případně predikci) dopadů na vymezeném území. V první řadě je pozornost zaměřena na externí dopady změny skladby plodin, následně se vymezují dopady spojené se změnou způsobu obdělávání půdy. Vzhledem k potenciálním dopadům je vhodné projít výčet ekosystémových služeb v kapitole 3 a u každé posoudit, zda změny skladby půdy či jejího obdělávání vyvolají dopad na poskytování dané ekosystémové služby. Současně je vhodné provést expertní odhad, jak významná změna bude. V rámci tohoto hodnocení lze využít škály: (i) není relevantní/bez vlivu na danou ekosystémovou službu; (ii) velmi omezený dopad na poskytování; (iii) střední dopad; (iv) významný dopad. Prioritně by v dalších fázích hodnocení měly být hodnoceny externality spadající do skupiny se středním a velkým dopadem. Externality s omezeným dopadem by měly být zhodnoceny alespoň kvalitativně v rámci diskuse a závěrů.

Vzhledem ke změně klimatu a adaptaci zemědělské krajiny na negativní projevy této změny je vhodné při identifikaci dopadů zaměřit pozornost na regulační služby. Vedle nich je vhodné zahrnout i estetické vnímání obyvatel. V případě vhodnosti a významnosti je pak možné zhodnotit dále vliv na produkci plodin případně dobytka souvisejících se změnou skladby plodin s pěstováním biomasy (trade off mezi jednotlivými produkty).

## **Krok 3: KVANTIFIKACE DOPADU**

Pro relevantní identifikované typy externalit je provedena kvantitativní analýza sloužící k určení rozsahu daného dopadu. K tomu se nejčastěji využívá biofyzikálních jednotek vyjadřujících danou změnu mezi výchozím stavem a aktuálním stavem (stavu po změně skladby plodin a způsobu obdělávání půdy). Stanovují se tak biofyzikální vlivy např. v podobě změny v zadržení vody v krajině, nárůstu produkce CO<sub>2</sub> apod. Pouze část externalit je možné biofyzikálně měřit, případně modelovat. Pokud jsou data za vymezené území dostupná, je vhodné je využít. Alternativou je přenos dat za využití řady odborných publikovaných studií a katalogů, které usnadní kvantitativní analýzu identifikovaných externalit.

Výsledkem tohoto kroku je kvantitativní vyjádření dopadů změny plodin či způsobu obdělávání půdy na vymezeném území v podobě např. přehledu změn produkce škodlivých látek, produkce CO<sub>2</sub>, rozdílu v retenci vody, erozi, odnosu živin apod.

## **Krok 4: OCENĚNÍ EXTERNALIT – Volba a aplikace metod pro ocenění**

Na základě kvantitativního vymezení externalit je možné přistoupit k samotnému ekonomickému vyjádření externalit v peněžních jednotkách. K tomu účelu lze pro konkrétní typy externalit (resp. ekosystémových služeb) využít vhodné metody jejich ocenění (viz kapitola 5 a příloha 1).

U řady dopadů je možné pro jejich monetarizaci použít tržní ceny – např. v případě odnosu živin, půdy či zadržetí vody. Tam, kde tržní hodnoty neexistují, je doporučeno využít další z možných metod. Například u regulace kvality vody a ovzduší je možno využít nákladů na zamezení (nákladů na realizaci alternativních opatření). V případě regulace odtoku pak lze využít kalkulaci na základě snížení povodňových škod, u eroze nákladů na odstranění sedimentu apod. Peněžní hodnoty (průměrné ceny vyjádřené v cenách pro rok 2020) pro vybrané externality jsou uvedené v [příloze 2](#).

### **Krok 5: PENĚŽNÍ VYJÁDŘENÍ – Celková výše externalit v peněžním vyjádření**

Posledním krokem po aplikaci oceňovací metody je převod hodnoty do požadované formy. Dle potřeby je možné výsledek vyjádřit v podobě nominální hodnoty relevantní pro daný rok, současné hodnoty pro určitý časový horizont nebo v anualizované formě pro daný horizont. V případě současné hodnoty se jedná o kumulovaný součet hodnot z budoucích let vyjádřených v současných cenách. Alternativou je naopak koncept anualizovaných nákladů, kdy se současná výše převádí na budoucí hodnoty. Popis stanovení celkové výše externalit dle jednotlivých metod je obsažen v [kapitole 6](#). Každá z metod má své využití a záleží na tom, pro jaké účely se bude hodnocení využívat. Pro účely metodiky se jeví jako nejvýhodnější aplikovat buď koncept anualizovaných hodnot nebo využít koncept současné hodnoty dopadů, který se běžně využívá v rámci analýzy nákladů a přínosů (cost-benefit analysis, CBA).

## 5. Přehled metod pro ekonomické hodnocení externalit

Pro přehled ekosystémových služeb a dalších externalit z kapitoly 3 je v této části zpracován přehled příkladů metod, kterými je možné jednotlivé ekosystémové služby ocenit. Nejedná se o kompletní přehled, ale o přehled běžně využívaných metod aplikovatelných v podmínkách České republiky. Přehled vznikl na základě rozsáhlé rešerše literatury (Gómez-Baggethun et al., 2013; Ghaley et al., 2014; Jónsson et Davíðsdóttir, 2016; Dubová et al., 2019), vlastních zkušeností (např. Macháč et al., 2019) a praktického ověřování vhodnosti aplikace vybraných metod (např. Macháč et al., 2021). U každé ekosystémové služby je zároveň uvedena relativní náročnost jejího ocenění vzhledem k všeobecné dostupnosti dat na škále snadné, středně náročné, náročné. Tento přehled najdete v tabulce 1, jednotlivé metody jsou stručně představeny v příloze 1.

**Tabulka 1: Přiřazení vhodných metod pro ocenění jednotlivých ekosystémových služeb (externalit).** (Podtržené je uvedena výchozí doporučená metoda, která umožňuje využít dobře dostupná data a poskytuje dostatečně robustní výsledky.)

Ekosystémová služba	Oceňovací metoda založená na:	Náročnost ocenění
<b>Regulační služby</b>		
Regulace odtoku	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>kombinaci nákladů na nahrazení a tržní ceny (úspora nákladů na závlahu),</u></li> <li>• nákladech na zamezení/alternativní opatření (úspora nákladů na jiný způsob zadržení vody, např. vybudování tůní, pásové střídání plodin apod.).</li> </ul>	snadné
Redukce povodňového rizika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tržní ceně (dle reálných škod),</li> <li>• <u>nákladech na zamezení povodňových škod pomocí opatření</u> (suchý polder, pásové střídání plodin apod.).</li> </ul>	středně náročné
Kvalita vody	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nákladech na alternativní opatření (úspora nákladů na úpravu odebírané vody),</li> <li>• <u>nákladech na zamezení</u> pomocí vhodných opatření (např. zatravnění, zatravnění pásu podél toku apod.),</li> <li>• nákladech na nahrazení (úspora nákladů na čištění odpadních vod na ČOV).</li> </ul>	středně náročné
Eroze půdy a koloběh živin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>kombinaci nákladů na nahrazení a tržní ceny:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ úspora nákladů na nákup ztracené zeminy,</li> <li>○ úsporu nákladů na náhradu živin,</li> <li>○ úspora nákladů na odstranění sedimentu z vodních toků,</li> <li>○ úspora nákladů na odstranění ornice z jiných pozemků a infrastruktury,</li> </ul> </li> <li>• nákladech na zamezení erozní činnosti pomocí opatření (např. zatravnění, pásové střídání plodin apod.).</li> </ul>	snadné

<b>Redukce hluku</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>nákladech na zamezení</u> (např. změna zemědělské techniky nebo postupů obdělávání půdy),</li> <li>• <u>nákladech na alternativní opatření</u> (např. na výsadbu stromořadí nebo jiných prvků s odhlučňovací funkcí).</li> </ul>	středně náročné
<b>Kvalita ovzduší</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>nákladech na zamezení</u> (např. změna zemědělské techniky nebo postupů obdělávání půdy),</li> <li>• <u>nákladech na alternativní opatření</u> (náklady na snížení znečištění ovzduší ze stacionárních zdrojů – lokálních topenišť a dopravy: oxidy dusíku, síry a ozón; náklady na omezení větrné eroze pomocí aplikace nezbytného rozsahu opatření).</li> </ul>	snadné
<b>Redukce CO<sub>2</sub></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>nákladech na zamezení</u> (např. změna zemědělské techniky nebo postupů obdělávání půdy),</li> <li>• <u>nákladech na alternativní opatření</u> (náklady na snížení produkce ze stacionárních zdrojů – lokálních topenišť a dopravy),</li> <li>• <u>tržní ceně emisních povolenek CO<sub>2</sub></u>.</li> </ul>	snadné
<b>Nemoci a škůdci</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>nákladech na zamezení</u> (dodatečné náklady na pesticidy a insekticidy).</li> </ul>	náročné
<b>Opylení</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>tržní ceně na základě změn produkce plodin</u> vyvolaných dopady na opylovače a jejich schopnost opylení.</li> </ul>	náročné

## Kulturní služby

<b>Rekreační funkce</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>výběrovém experimentu</u> (alternativně přenos hodnot),</li> <li>• <u>cestovních nákladech spojených s četností návštěv území</u>,</li> <li>• <u>hedonické ceně</u> (hodnoty budov z přilehlých pozemků obcí).</li> </ul>	středně náročné
<b>Estetická hodnota</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>výběrovém experimentu</u> (alternativně přenos hodnot),</li> <li>• <u>cestovních nákladech spojených s četností návštěv území</u>,</li> <li>• <u>hedonické ceně</u> (hodnoty budov z přilehlých pozemků obcí).</li> </ul>	náročné
<b>Vzdělávací</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>nákladech na nahrazení</u> (např. vstupné za návštěvu do botanické zahrady apod.),</li> <li>• <u>cestovních nákladech spojených s četností návštěv území</u>,</li> <li>• <u>výběrovém experimentu</u> (alternativně přenos hodnot).</li> </ul>	středně náročné

## Produkční služby

<b>Produkce plodin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>tržní ceně</u> (výkupní cena plodin po odečtení nezbytných nákladů na dopravu apod.).</li> </ul>	snadné
<b>Produkce biomasy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>tržní ceně</u> (výkupní cena biomasy po odečtení nezbytných nákladů na její dopravu).</li> </ul>	snadné
<b>Produkce dřeva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>tržní ceně</u> (hodnotě dřeva při samozpracování/výkupní ceně dřeva vyjádřené v běžných metrech pro daný druh).</li> </ul>	snadné
<b>Živočišná produkce</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>tržní ceně</u> (prodejní cena plodin určených pro živočišnou produkci po odečtení nezbytných nákladů na dopravu apod.),</li> </ul>	středně náročné

- nákladech na nahrazení (úspora nákladů za produkci jiných krmiv v případě využití zbytkové biomasy),
- kombinaci nákladů na alternativní opatření s tržními cenami (v případě využití odpadu z živočišné výroby jako hnojiva),
- nákladech na alternativní opatření (v případě využití pozemku ve formě pastvy přispívající k údržbě krajiny)

## Biodiverzita

<b>Druhá rozmanitost fauny</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>výběrovém experimentu (alternativně přenos hodnot)</u>,</li> <li>• nákladech na nahrazení/alternativní opatření (realizace opatření, která bude kompenzovat případný negativní dopad na druhovou rozmanitost).</li> </ul>	náročná
<b>Druhá rozmanitost flóry</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>výběrovém experimentu (alternativně přenos hodnot)</u>,</li> <li>• nákladech na nahrazení/alternativní opatření (realizace opatření, která bude kompenzovat případný negativní dopad na druhovou rozmanitost).</li> </ul>	náročná
<b>Tvorba biotopu obecně</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>hodnocení biotopů</u> (např. pomocí hesenské metody)</li> </ul>	středně náročná

Zdroj: Vlastní zpracování na základě Gómez-Baggethun et al. (2013), Ghaley et al. (2014), Jónsson et al. (2016), Dubová et al. (2019), Macháč et al. (2019) a Macháč et al. (2021)

Volba vhodné metody je závislá na rozsahu analýzy, potřebné míře přesnosti, dostupnosti dat, časových a finančních možnostech hodnotitele. Alternativní metodou pro peněžní ocenění je přenos hodnot ve formě benefit transferu případně aplikace její pokročilé formy v podobě meta-analýzy. Nezbytným předpokladem obou těchto metod je existence relevantních hodnot. V případě prostého benefit transferu je nutné brát v potaz lokální specifika, která se mohou významně lišit dle produkčních oblastí, podnebních podmínek, podloží apod. Vzhledem ke specifickým v oblasti zemědělství se přebírat hodnoty ze zahraničí příliš nedoporučuje.



## 6. Metody peněžního vyjádření celkové výše externalit

Na základě aplikace oceňovacích metod je vyjádřen dopad v podobě dílčí externality v peněžní jednotce. Nejčastěji se jedná o nominální hodnotu vyjadřující dopad: (i) každoroční; (ii) jednorázový. Pro formulaci celkových závěrů je nutné zohlednit časovou hodnotu peněz. Navíc obvykle nastává situace, kdy část dopadů je vyjádřena na roční bázi a část jako jednorázová. Velmi často je hodnocení externalit součástí CBA pro posuzování celospolečenské přínosnosti a efektivity realizace různých opatření. Vzhledem k dalšímu využití výsledků je vhodné hodnoty sjednotit a vyjádřit je pro požadovaný časový horizont pomocí některé z metod uvedených v této kapitole.

Ve všech případech je primárním krokem stanovit horizont, pro který se vyjádření výše externalit provádí. V některých případech se volí i více horizontů. Např. kombinace střednědobého horizontu (např. 25 let) a delšího (50 let), viz např. doporučení dle Macháč et al. (2019). Horizont by měl být vždy realisticky volený vzhledem k vývoji dopadů a potřebám dalšího využití. Pokud slouží k posuzování investic do opatření pomocí CBA, měla by horní hranice odpovídat životnosti uvažovaných opatření. Pokud zvolená délka období přesahuje životnost, je nezbytné do nákladů zahrnout předpokládané výdaje na postupnou obnovu daného prvku.

Pro vyjádření celkové výše externalit se nabízí tři základní přístupy: (i) současná hodnota všech externalit pro daný horizont (present value); (ii) anualizovaná hodnota odpovídající průměrné hodnotě se zahrnutím změn hodnoty peněz v průběhu času; a (iii) budoucí hodnota všech externalit na konci daného horizontu (future value). V praxi se využívají pro obdobná hodnocení první dvě zmíněné možnosti. Vyjádření výše externalit pomocí metody současné hodnoty aplikuje např. Martino et Muenzel (2018), Macháč et al. (2019) nebo Macháč et al. (2021), vyjádření celkové výše externalit pomocí anualizace najdeme např. u Slavíková et al. (2015) nebo Macháč et Brabec (2018).

Aplikace metody současné hodnoty vyjadřuje kumulativní hodnotu za dané období. Je tak vhodná pro případy, kdy chceme vyjádřit dopad pomocí jednoho čísla pro celé období. Metoda anualizace naopak nabízí vyjádřit externalitu na roční bázi. Jak už bylo dříve uvedeno, metodu je vhodné volit ve vazbě na další využití výsledků.

### **Aplikace metody výpočtu současné hodnoty**

Tato metoda je postavena na převodu budoucích dopadů na jejich kumulovanou hodnotu vyjádřenou v současné hodnotě peněz. Výpočet současné hodnoty je zachycen v rovnici 1. Část externalit majících povahu jednorázové externality se zahrne do příslušného roku, pro který je relevantní.

### Rovnice 1: Vzorec pro výpočet současné hodnoty

$$PV = \sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+r)^t}$$

kde  $PV$  ... současná hodnota externalit,  
 $V_t$  ... celková hodnota externalit v čase  $t$ ,  
 $r$  ... diskontní míra (dle doporučení EK je vhodné využít diskontní míru 5 %, tedy 0,05),  
 $T$  ... časový horizont pro hodnocení,  
 $t$  ... rok (v rozsahu 1 – horizont  $T$ ).

### Aplikace metody výpočtu anualizované hodnoty

V případě anualizace je snahou naopak vyjádřit hodnotu budoucí. Znamou hodnotu současných dopadů převádíme na budoucí tok stejných hodnot na bázi ročních dopadů, které při kumulaci odpovídají známé hodnotě v současnosti (Slavíková et al., 2015). Vzorec pro výpočet anualizované hodnoty obsahuje rovnice 2 vycházející z rovnice 1 pro výpočet současné hodnoty.

### Rovnice 2: Vzorec pro výpočet anualizované hodnoty

$$AV = PV \times \left( \frac{r \times (1+r)^t}{(1+r)^t - 1} \right)$$

kde  $AV$  ... anualizovaná hodnota externalit,  
 $PV$  ... současná hodnota externalit.

## Srovnání novosti postupů

Na obecné úrovni se v současné době ve veřejné správě v České republice využívá několik metod hodnocení dopadů. Jedná se především o hodnocení dopadů regulace (RIA) v případě posuzování dopadů nových legislativních požadavků a hodnocení vlivů na životní prostředí (EIA). Proces RIA se soustředí na analýzu společenských a ekonomických dopadů před tím, než nová legislativa vstoupí v platnost, případně ho lze využít k zpětnému vyhodnocení dopadů po jejím přijetí. RIA je obvykle součástí legislativního procesu. Hodnocení je v tomto ohledu většinou velmi agregované, často na makroekonomické úrovni. Vzhledem k omezené dostupnosti dat je pak často prováděno pouze kvalitativně, případně kvantitativně dle různých modelů. Případně je voleno multikriteriální rozhodování. Metoda EIA analyzuje a porovnává pozitivní a negativní dopady spojené především s výstavbou. Ani v jednom případě se tak nejedná primárně o nástroj, který by se aplikoval v zemědělství na posuzování externalit a vedl k jejich peněžnímu vyjádření. V praxi se pak postup ekonomického hodnocení v oblasti zemědělství omezeně využívá především tehdy, pokud je aplikace cost-benefit analýzy součástí podmínek získání některých dotací z operačních programů.

Výsledkem rozsáhlé rešerše literatury bylo zjištění, že v současné době není v České republice dostupný žádný nástroj, který by bylo možné pro vyčíslení externalit využít. Většina zdrojů se omezuje pouze na základní kvalitativní identifikaci dopadů. Navržený postup vychází z cost-benefit analýzy a modifikuje ji pro účely hodnocení externalit v zemědělství. Oproti do jisté míry univerzálním dostupným příručkám pro zpracování CBA (např. Sieber, 2004; Evropská komise, 2015) nebo metodikám zaměřeným na jiné oblasti (Slavíková et al., 2015; Macháč et al, 2019) obsahuje postup upravený přímo na míru hodnocení externalit v zemědělství včetně postupu pro odvození dílčích hodnot.

V zahraničí pak existuje řada článků, které se zabývají metodickou stránkou hodnocení externalit (např. Martino et Muenzel, 2018; Ghaley et al., 2014; Teague et al., 2016). Předkládaná metodika z těchto dokumentů vychází a aplikuje taktéž koncept ekosystémových služeb. Jejím cílem je poskytnout uživateli veškeré potřebné informace pro zpracování ekonomického hodnocení od identifikace daných dopadů, přes aplikaci vhodných metod ocenění až po vyjádření celkového dopadu v podobě externality.

## Popis uplatnění metodiky

Předkládaná metodika je využitelná nejen pro hodnocení externalit spojených s pěstováním biomasy, ale očekává se její širší využití v případech, kdy je nutné kalkulovat dodatečné přínosy nebo náklady spojené se změnami v zemědělství ve vazbě na projekty klimatické změny, např. v případě realizace adaptačních opatření. Obecné uplatnění tak najde např. při zpracování analýzy nákladů a užitků (CBA), kde výrazně usnadní ocenění přínosů a nákladů, které mají často podobu externalit.

Metodika je využitelná na všech úrovních národního hospodářství. Počínaje hodnocením externalit spojených s půdními bloky pro účely odůvodnění dotace, přes strategické rozhodování na lokální úrovni související např. s minimalizací dopadů nebo sestavování energetické koncepce, po celonárodní stanovování dopadů a navrhování plošných opatření a legislativních změn. Potenciálním uživatelem tak může být jednak vlastník půdy nebo zemědělec půdy obhospodařující, zástupci místních samospráv, investoři a dodavatelé OZE, místní obyvatelé, lokální nevládní neziskové organizace, místní akční skupiny, zástupci vyšších územních samosprávných celků i zástupci ministerstev.

V rámci praktického využití metodiky je nutné brát v potaz, že řada externalit se projeví až po určité době od změny, případně realizaci určitého opatření. V praxi je tedy třeba počítat s predikcí, kterou je ovšem obtížné do samotné metodiky zapracovat. Jedná se především o kvalitu vstupních dat – biofyzikálních hodnot. Pro dosažení relevantních výsledků je vhodné zohlednit v rámci modelů také prohlubování míry dopadu vlivem měnícího se klimatu. Hodnocení externalit by také mělo zohledňovat různé synergické efekty.

Mezi časté chyby v ekonomickém hodnocení se řadí především několikanásobné zahrnutí stejného užitku/nákladu. V tomto ohledu je tedy nutné na úvod při aplikaci metodiky vymezit jednotlivé externality tak, aby nedocházelo k jejich překryvům a tím pak k vícenásobnému započítání části/celého jevu. Důsledná aplikace konceptu ekosystémových služeb spolu s volbou vhodných metod ocenění by dvojímu započítání měla zabránit.

S ohledem na řadu nejistot (vstupní data, predikce vývoje apod.) je vhodné aplikovat pro ocenění externalit citlivostní analýzu, případně pracovat s rozpětím ekonomického hodnocení. Alternativním řešením je tvorba scénářů, které jsou využity pro hodnocení externalit například v případě studie Trantinová et al. (2016) a článku Macháč et al. (2021).

## Ekonomické aspekty

Hodnocení externalit spojených s pěstováním biomasy, případně externalit v oblasti zemědělství obecně, vyžaduje uplatňování mezioborového přístupu. Východiskem je zajištění nezbytné datové základny o rozsahu a míře dopadů samotných externalit. Pro účely peněžního vyjádření těchto dopadů je nezbytné kvantifikovat v tzv. biofyzikálních jednotkách např. množství škodlivých látek, množství ztráty půdy vlivem eroze, objem vypuštěných škodlivých látek apod. V rámci aplikace předkládané metodiky se proto počítá s významnou úlohou ekonomů, kteří jsou schopni provést peněžní ocenění, a se zapojením dalších odborníků (např. hydrologů, pedologů, agronomů, ekologů apod.), kteří poskytnou nezbytné biofyzikální hodnoty. Ke snížení nákladů na zpracování analýzy podle této metodiky je doporučováno v případě nedostupnosti či neexistence primárních dat pro ocenění externalit využít metodu přenosu hodnot z obdobných studií v rámci České republiky, která je ze stejného důvodu doporučována i v zahraničních studiích. Naopak není doporučováno v této oblasti přebírat hodnoty ze zahraničí, kdy může docházet k významným zkreslením. Při přenosu hodnot je ale nutné počítat se snížením přenosnosti a vypovídající hodnoty. Postup hodnocení by měl být přiměřený účelu využití výsledků.

Se zavedením a aplikací postupů uvedených v metodice jsou spojeny především následující náklady:

- náklady na seznámení se samotnou metodikou,
- náklady na sběr vstupních primárních a sekundárních dat včetně seznámení se s projektem,
- aplikace samotné metodiky na daný projekt,
- náklady spojené s případnými doplňkovými analýzami při zajišťování dat,
- náklady na provedení ekonomického hodnocení výše externalit daného projektu
- stanovení závěrů plynoucích z metodiky.

Celkové náklady na aplikaci metodiky závisí na velikosti území, datové základně, technickém vybavení pracoviště a zkušenostech uživatele metodiky. Opakované využití metodiky významně snižuje náklady na její aplikaci. Metodika je navrhována tak, aby maximálně vycházela z dostupných dat, vybrané údaje a vzorová aplikace jsou obsaženy v [přílohách 1-3](#).

Hlavní analytická zátěž je spojena s oceněním jednotlivých relevantních ekosystémových služeb, respektive aplikací metod. Z tohoto důvodu je v [příloze 2](#) této metodiky obsažen přehled základních hodnot, které mají náklady na ocenění výrazně snížit.

Dle pilotního testování této metodiky se časová náročnost pohybuje mezi 2-4 hodinami na seznámení se s metodikou. Výraznou roli hrají dosavadní zkušenosti uživatele. Pro zkušenější uživatele, kteří mají s hodnocením již nějaké zkušenosti, se jedná pouze o selektivní seznámení se s relevantními částmi. Naopak u uživatelů, kteří se s hodnocením setkávají poprvé, mohou být některé kapitoly obtížněji srozumitelné, v tomto případě je pak prostudování metodiky časově náročnější. V krajních případech se neobejde bez studia další literatury nebo konzultací s odborníkem (často vystudovaným ekonomem,

který aplikuje metodu CBA). Identifikace relevantních dopadů (externalit) obvykle zabere 2-8 h, peněžní vyjádření spolu se získáním vhodných vstupních proměnných může zabrat 1 až 3 pracovní dny, pokud se vychází z již dostupných dat. V případě provádění primárního sběru dat je nutné počítat s řádově vyšší časovou náročností (v případě měření hodnot v území s více než roční dobou). Vlastní výpočet, vyjádření současné hodnoty externalit pro zvolený horizont a stanovení závěrů pak obvykle vyžaduje další pracovní den. Celkově tak aplikace metodiky vyžaduje přibližně 30-50 hodin v případě existence nebo přenosu biofyzikálních hodnot. V případě vlastních měření, které by hodnocení předcházely, se jedná o komplexní přístup, který bude vyžadovat stovky hodin. Náročnost významně závisí i na rozsahu území. Pro účely hodnocení externalit souvisejících s produkcí biomasy bude tato metodika začleněna do IS RESTEP – modulu ekonomika, pro tyto účely se aplikace metodiky výrazně zjednoduší.

Hlavním očekávaným ekonomickým přínosem aplikace metodiky je peněžní vyjádření externalit, zejména pak negativní externality, kterou lze využít jako argument pro realizaci/prosazení nezbytných opatření ke snížení negativních dopadů souvisejících s pěstováním biomasy. Dále je pak významným zdrojem informací při rozhodování o změně využití půdy nebo rozhodování o způsobu hospodaření na zemědělském pozemku. Značný potenciál má metodika také v oblasti vzdělávání a v možném přenosu do dalších oblastí, kde se diskutuje dopad externalit a kde chybí metody jejich vyjádření a zahrnutí pro rozhodování.

Vzhledem ke komplexnímu pojetí metodiky a samotného postupu hodnocení je poskytnutím výčtu jednotlivých externalit minimalizované riziko spojené s (ne)vědomým opomenutím některých dopadů a externalit. Nezahrnutí části externalit nebo naopak jejich vícenásobné započítání může jinak významně ovlivnit celkový postoj k projektu.

Nově získané poznatky plynoucí jak z vývoje metodiky, tak z jejich využití v praxi přinesou odbornou osvětu v problematice ekonomických analýz. Lze je aplikovat i při zpracování RIA na celostátní úrovni. S ohledem na celospolečenskou diskusi ohledně dopadů klimatické změny lze předpokládat, že postupy uplatňované v metodice budou zařazeny mimo jiné i do přednášek řešitelů projektu na Univerzitě J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, případně i na České zemědělské univerzitě v Praze, a najdou využití při řešení bakalářských a magisterských prací.

## Seznam použité související literatury

- Abbasi, T., et Abbasi, S. A. (2010). Biomass energy and the environmental impacts associated with its production and utilization. *Renewable and sustainable energy reviews*, 14(3), 919-937. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.006>
- Bartczak, A., Chilton, S., Czajkowski, M., Meyerhoff, J. (2017). Gain and loss of money in a choice experiment. The impact of financial loss aversion and risk preferences on willingness to pay to avoid renewably energy externalities. *Energy Economics*, 65, 326-334. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.04.020>
- Bártů, L. (2015). *Zemědělské provozy a jejich vliv na životní prostředí*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Diplomová práce. Dostupné online: [https://theses.cz/id/lu3s8e/Diplomova\\_prace\\_Bartu\\_Lukas.pdf?lang=en](https://theses.cz/id/lu3s8e/Diplomova_prace_Bartu_Lukas.pdf?lang=en)
- Blanco-Canqui, H. (2016). Growing dedicated energy crops on marginal lands and ecosystem services. *Soil Science Society of America Journal*, 80(4), 845-858. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2016.03.0080>
- Costanza, R., et al. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260. DOI: <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Costanza, R., et al. (2017). Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem services*, 28, 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>
- Dubová, L., Macháč, J. (2019). Improving the quality of life in cities using community gardens: from benefits for members to benefits for all local residents. *GeoScape*, 13(1), 16-26. DOI: <https://doi.org/10.2478/geosc-2019-0005>
- Ehrlich, P. R., Ehrlich, A. H. (1981). *Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species*. New York: Random House
- Evropská komise (2015a). *Bezpečnost a ochrana zdraví pracovníků v oblasti zemědělství, chovu hospodářských zvířat, zahradnictví a lesnictví*.
- Evropská komise (2015b). *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020*
- Evropský parlament a Rada EU (2018). *Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 ze dne 11. prosince 2018 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů*. Dostupné online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=CS>
- Ferry, N., et Gatehouse, A. M. (Eds.). (2009). *Environmental impact of genetically modified crops*. CABI. ISBN: 978 84593 409 5
- Fezzi, C., et al. (2014). Valuing provisioning ecosystem services in agriculture: the impact of climate change on food production in the United Kingdom. *Environmental and Resource Economics*, 57(2), 197-214. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10640-013-9663-x>
- Ghaley, B. B., Vesterdal, L., Porter, J. R. (2014). Quantification and valuation of ecosystem services in diverse production systems for informed decision-making. *Environmental Science & Policy*, 39, 139-149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.08.004>
- Glibert, P.M., S. Seitzinger, C.A. Heil, J.M. Burkholder, M.W. Parrow, L.A. Codispoti, Kelly, V. (2005). The role of eutrophication in the global proliferation of harmful algal blooms. *Oceanography* 18(2), 198-209. DOI: <https://doi.org/10.5670/oceanog.2005.54>
- Gómez-Baggethun, E. et Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235-245. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>
- Häfner, K., et al. (2018). Assessing landscape preferences: a visual choice experiment in the agricultural region of Märkische Schweiz, Germany. *Landscape Research*, 43(6), 846-861. DOI: <https://doi.org/10.1080/01426397.2017.1386289>

- Haughton, A. J., et al. (2016). Dedicated biomass crops can enhance biodiversity in the arable landscape. *Global Change Biology Bioenergy*, 8(6), 1071-1081. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12312>
- Havlíčková, K., Knápek, J., Vašíček, J. (2009). *Faktory ovlivňující konkurenceschopnost cíleně pěstované biomasy*. Biom.cz. Dostupné online: <https://biom.cz/cz/knihovna/faktory-ovlivnujici-konkurenceschopnost-cilene-pestovane-biomasy>
- Heimbach, U., et Müller, A. (2013). Incidence of pyrethroid-resistant oilseed rape pests in Germany. *Pest management science*, 69(2), 209-216. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.3351>
- Holland, R. A., Eigenbrod, F., Muggeridge, A., Brown, G., Clarke, D., Taylor, G. (2015). A synthesis of the ecosystem services impact of second generation bioenergy crop production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 46, 30-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.02.003>
- Hůla, J., Novák, P., Petrásek, S., Kovaříček, P., Procházka, P. (2010). Povrchový odtok vody a smyv zeminy při pěstování kukuřice a ovsa setého. *Agritechscience*, 10, 1-5. ISSN: 1802-8942
- Jónsson, J. Ö. G., Davíðsdóttir, B. (2016). Classification and valuation of soil ecosystem services. *Agricultural Systems*, 145, 24-38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agry.2016.02.010>
- Kathage, J., Castañera, P., Alonso-Prados, J. L., Gómez-Barbero, M., & Rodríguez-Cerezo, E. (2018). The impact of restrictions on neonicotinoid and fipronil insecticides on pest management in maize, oilseed rape and sunflower in eight European Union regions. *Pest management science*, 74(1), 88-99. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.4715>
- Kvítek, T., et Tippl, M. (2003). *Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací.
- Landis, D. A., et al. (2018). Biomass and biofuel crop effects on biodiversity and ecosystem services in the North Central US. *Biomass and bioenergy*, 114, 18-29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.02.003>
- Longato, D., Gaglio, M., Boschetti, M., Gissi, E. (2019). Bioenergy and ecosystem services trade-offs and synergies in marginal agricultural lands: A remote-sensing-based assessment method. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117672. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117672>
- López-Pintor, A., Sanz-Cañada, J., Salas, E., Rescia, A. J. (2018). Assessment of Agri-Environmental Externalities in Spanish Socio-Ecological Landscapes of Olive Groves. *Sustainability*, 10(8), 2640, 1-25. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10082640>
- Lovett, A. A., Dockerty, T. L., Papanthanasopoulou, E., Beaumont, N. J., Smith, P. (2015). A framework for assessing the impacts on ecosystem services of energy provision in the UK: an example relating to the production and combustion life cycle of UK produced biomass crops (short rotation coppice and Miscanthus). *Biomass and Bioenergy*, 83, 311-321. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.10.001>
- Macháč, J., Brabec, J. (2018). Assessment of Disproportionate Costs According to the WFD: Comparison of Applications of two Approaches in the Catchment of the Stanovice Reservoir (Czech Republic). *Water Resource Management*. 32(4), 1453-1466. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1879-z>
- Macháč, J., Brabec, J., Hekrlé, M., Vacková, A. (in press). What nature-based flood protection solutions are best perceived by people? Lessons from field research in the Czechia Republic. In: Ferreira, C., Kalantari, Z., Hartmann, T., Pereira, P. (ed.) *Nature Based Solutions for Flood Mitigation: environmental and socio-economic aspects*. Springer (očekávané vydání, 2021)
- Macháč, J., Brabec, J., Vojáček, O. (2020b). Development and implementation of the concept of disproportionate costs in water management in Central Europe in the light of the EU WFD. *Water Alternatives*, 13(3), 618-633.
- Macháč, J., Dubová, L., Louda, J., Hekrlé, M., Zaňková, L., Brabec, J. (2019). *Metodika pro ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech*. Ústí nad Labem: Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku (IEEP).



- Macháč, J., Slavíková, L. (2016). Appropriateness of Cost-Effectiveness Analysis in Water Management: A Comparison of Cost Evaluations in Small and Large Catchment Areas. In Špalková, D., Matějová, L. (ed.) *Proceedings of the 20th International Conference Current Trends in Public Sector Research 2016 / Current Trends in Public Sector Research*, January 21-22, 2016. Šlapanice u Brna: Masaryk University, 302-309, ISSN 2336-1239.
- Macháč, J., Trantinová, M., Zaňková, L. (2021). Externalities in agriculture: How to include their monetary value in decision-making. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18, 3–20. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02752-7>
- Macháč, J., Zaňková, L. (2020a). Renewables – To Build or Not? Czech Approach to Impact Assessment of Renewable Energy Sources with an Emphasis on Municipality Perspective. *Land*, 9(12), 497. DOI: <https://doi.org/10.3390/land9120497>
- Machacova, K., Borak, L., Agyei, T., Schindler, T., Soosaar, K., Mander, Ü., Ah-Peng, C. (2020). Trees as net sinks for methane (CH<sub>4</sub>) and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) in the lowland tropical rain forest on volcanic Réunion Island. *New Phytologist*. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.17002>
- Mann, L., Tolbert, V., Cushman, J. (2002). Potential environmental effects of corn (*Zea mays* L.) stover removal with emphasis on soil organic matter and erosion. *Agriculture, ecosystems & environment*, 89(3), 149-166. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00166-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00166-9)
- Martino, S., Muenzel, D. (2018). The economic value of high nature value farming and the importance of the Common Agricultural Policy in sustaining income: The case study of the Natura 2000 Zarandul de Est (Romania). *Journal of Rural Studies*, 60, 176-187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.04.002>
- MEA, Millenium ecosystem assessment, (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. Washington DC: Island Press.
- Milner, S., et al. (2016). Potential impacts on ecosystem services of land use transitions to second-generation bioenergy crops in GB. *Global Change Biology Bioenergy*, 8(2), 317-333. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12263>
- Moretti, M., Vanschoenwinkel, J., Van Passel, S. (2020). Accounting for externalities in cross-sectional economic models of climate change impacts. 94th Annual Conference, April 15-17 2020, K U Leuven, Belgium. DOI: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.303704>
- MPO (2019). *Obnovitelné zdroje energie v roce 2018*. Dostupné online: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2019/9/Obnovitelne-zdroje-energie-2018.pdf>
- Paracchini, M. L., et al. (2014). Mapping cultural ecosystem services: A framework to assess the potential for outdoor recreation across the EU. *Ecological Indicators*, 45, 371-385. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.04.018>
- Pretty, J., et al. (2001). Policy challenges and priorities for internalizing the externalities of modern agriculture. *Journal of environmental planning and management*, 44(2), 263-283. DOI: <https://doi.org/10.1080/09640560123782>
- Rezai, A., Foley, D. K., Taylor, L. (2012). Global warming and economic externalities. *Economic Theory*, 49 (2), 329-351. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00199-010-0592-4>
- Rogers, A. A., Dempster, F. L., Hawkins, J. I., Johnston, R. J., Boxall, P. C., Rolfe, J., Kragt, M. E., Burton, M. P., Pannell, D. (2019). Valuing non-market economic impacts from natural hazards. *Natural Hazards*, 99, 1131-1161. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03761-7>
- Sauerbeck, D. (2001) CO<sub>2</sub> emissions and C sequestration by agriculture – perspectives and limitations. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 60, 253–266. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1012617516477>
- Sieber, P. (2004). Analýza nákladů a přínosů – metodická příručka. Ministerstvo pro místní rozvoj: Společný regionální operační program.

- Sheehan, J., Aden, A., Paustian, K., Killian, K., Brenner, J., Walsh, M., & Nelson, R. (2003). Energy and environmental aspects of using corn stover for fuel ethanol. *Journal of Industrial Ecology*, 7(3-4), 117-146. DOI: <https://doi.org/10.1162/108819803323059433>
- Slavíková L. et al. (2015). *Metodika k aplikaci výjimek z důvodu nákladové nepřiměřenosti opatření k dosahování dobrého stavu vodních útvarů*. VÚV T. G. M. ISBN 978-80-87402-42-9.
- Swinton, S. M., Lupi, F., Robertson, G. P., Hamilton, S. K. (2007). Ecosystem services and agriculture: cultivating agricultural ecosystems for diverse benefits. *Ecological Economics*, 64(2), 242-252. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.09.020>
- Teague, A., Russell, M., Harvey, J., Dantin, D., Nestlerode, J., & Alvarez, F. (2016). A spatially-explicit technique for evaluation of alternative scenarios in the context of ecosystem goods and services. *Ecosystem Services*, 20, 15-29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.06.001>
- TEEB (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundation*. London and Washington: Earthscan.
- Valentová, M., Knápek, J., Mikeska, M., Vašíček, J. (2020). *Investiční potřeba pro naplnění klimatickoenergetických cílů k roku 2030 v ČR. Budovy a obnovitelné zdroje energie*. České vysoké učení technické v Praze. Dostupné online: <https://ekonom.feld.cvut.cz/cs/katedra/lide/valenmi7/cic2030/reports/valentova-et-al-investment-need-analysis-in-czechia-final-shortened.pdf>
- Van Dingenen, R., Dentener, F. J., Raes, F., Krol, M. C., Emberson, L., & Cofala, J. (2009). The global impact of ozone on agricultural crop yields under current and future air quality legislation. *Atmospheric Environment*, 43(3), 604-618. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.10.033>
- Vandyck, T., Keramidis, K., Kitous, A., Spadaro, J. V., Van Dingenen, R., Holland, M., & Saveyn, B. (2018). Air quality co-benefits for human health and agriculture counterbalance costs to meet Paris Agreement pledges. *Nature communications*, 9(1), 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06885-9>
- van Kooten, G. C. (2019). *Policy Instruments for Addressing Externality in Agriculture*. Ottawa: The Canadian Agri-Food Policy Institute
- Verhagen, W., van der Zanden, E. H., Strauch, M., van Teeffelen, A. J., & Verburg, P. H. (2018). Optimizing the allocation of agri-environment measures to navigate the trade-offs between ecosystem services, biodiversity and agricultural production. *Environmental Science & Policy*, 84, 186-196. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.03.013>
- Vojáček, O. et al. (2013). Cost-effectiveness analysis report for the Vltava catchment, Czech Republic, including analysis of disproportionality. Refresh WP6, dostupné online: <http://www.ieep.cz/cz/veda-a-vyzkum/params/6/72.html>
- Vojáček, O., Louda, J. (2017). Economic value of ecosystem services in the Eastern Ore Mountains. *Economics and Management*, XX(3): 4-18. DOI: <https://dx.doi.org/10.15240/tul/001/2017-3-001>
- Weyland, F., Larterra, P. (2014). Recreation potential assessment at large spatial scales: A method based in the ecosystem services approach and landscape metrics. *Ecological indicators*, 39, 34-43. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.11.023>
- Winter, M., de Mol, F., von Tiedemann, A. (2014). Cropping systems with maize and oilseed rape for energy production may reduce the risk of stem base diseases in wheat. *Field Crops Research*, 156, 249-257. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.10.009>

## Seznam publikací, které předcházely metodice

Při zpracování této metodiky předkladatelé vycházeli z v České republice dostupných a využívaných metodik a nástrojů (např. Sieber, 2004; Evropská komise, 2015b; Slavíková et al., 2015), které využívají obdobné ekonomické metody. Dosavadní nástroje byly rozšířeny o koncept ekosystémových služeb (MEA, 2005; Ghaley et al., 2014; Jónsson et al., 2016; Macháč et al., 2021). Rozšířením a propojením nástrojů pak vzniká komplexní přístup, který umožňuje jednoduše dopady identifikovat, kategorizovat, přiřazovat vhodné metody ocenění, toto hodnocení provádět a poskytovat nezbytné závěry pro rozhodování (Holland et al., 2015; Milner, et al., 2016; Teague et al., 2016; Martino, et al., 2018; Macháč et al., 2021). Inspirací pro českou metodiku byly především následující české a zahraniční metodiky, články a studie:

Evropská komise (2015b). Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020

Ghaley, B. B., Vesterdal, L., & Porter, J. R. (2014). Quantification and valuation of ecosystem services in diverse production systems for informed decision-making. *Environmental Science & Policy*, 39, 139-149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.08.004>

Holland, R. A., Eigenbrod, F., Muggeridge, A., Brown, G., Clarke, D., & Taylor, G. (2015). A synthesis of the ecosystem services impact of second generation bioenergy crop production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 46, 30-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.02.003>

Jónsson, J. Ö. G., & Davíðsdóttir, B. (2016). Classification and valuation of soil ecosystem services. *Agricultural Systems*, 145, 24-38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.02.010>

Martino, S., & Muenzel, D. (2018). The economic value of high nature value farming and the importance of the Common Agricultural Policy in sustaining income: The case study of the Natura 2000 Zarandul de Est (Romania). *Journal of Rural Studies*, 60, 176-187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.04.002>

Macháč, J., Dubová, L., Louda, J., Hekrlé, M., Zaňková, L., Brabec, J. (2019). *Metodika pro ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech*. Ústí nad Labem: Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku (IEEP).

Macháč, J., Trantinová, M., & Zaňková, L. (2021) Externalities in agriculture: How to include their monetary value in decision making? *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18, 3–20. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02752-7>

MEA, Millenium ecosystem assessment, (2005). Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Washington DC: Island Press.

Milner, S., et al. (2016). Potential impacts on ecosystem services of land use transitions to second-generation bioenergy crops in GB. *Global Change Biology Bioenergy*, 8(2), 317-333. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12263>

Slavíková L. et al. (2015). Metodika k aplikaci výjimek z důvodu nákladové nepřiměřenosti opatření k dosahování dobrého stavu vodních útvarů. VÚV T. G. M. ISBN 978-80-87402-42-9.

Sieber, P. (2004). Analýza nákladů a přínosů - metodická příručka. Ministerstvo pro místní rozvoj: Společný regionální operační program.

Teague, A., Russell, M., Harvey, J., Dantin, D., Nestlerode, J., & Alvarez, F. (2016). A spatially-explicit technique for evaluation of alternative scenarios in the context of ecosystem goods and services. *Ecosystem Services*, 20, 15-29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.06.001>

Trantinová, M., & Peterková, J. (2016). Ekonomické souvislosti dopadů klimatické změny na zemědělské hospodářství). UZEI: Technická zpráva z projektu AdaptaN. Dostupné: [https://www.adaptan.net/uploads/vystupy/5\\_Ekonomicke\\_analyzy/Ekonomicke\\_souvislosti\\_dopadu\\_n\\_a\\_zem\\_hospodareni.pdf](https://www.adaptan.net/uploads/vystupy/5_Ekonomicke_analyzy/Ekonomicke_souvislosti_dopadu_n_a_zem_hospodareni.pdf)

# Přílohy

## Příloha 1. Přehled základních metod oceňování

---

K určení peněžní hodnoty externalit (změn v poskytování ekosystémových služeb) lze využít některou z celé řady kvantitativních valuačních metod. Výrazně se liší v tom, zda jsou postavené na primárních nebo sekundárních datech. Zcela nejpřesnější je vyjádření peněžní výše externality na základě tržní hodnoty, pokud pro danou externalitu tržní hodnota existuje. Ve většině případů ale externality tržní ceny nemají, je proto nutné využít jinou metodu případně ji kombinovat s metodou tržní ceny. Vedle metody ocenění založené na tržní ceně se využívá metod vycházejících z průzkumů skutečného chování lidí na existujících trzích nebo hypotetického jednání lidí v modelových situacích (dotazováním). Pomocí takovýchto metod se zjišťují lidské preference, respektive ochota platit/přijímat kompenzaci (za poskytnutí ekosystémové služby, respektive za neposkytnutí ekosystémové služby).

Je-li externalita spojena s poskytováním ekosystémové služby, která se prodává na trhu, lze užítky těchto dopadů ocenit pomocí **metody tržní ceny** (Market Price Method). Aplikaci této metody si lze nejjednodušeji představit na samotné produkční ekosystémové službě, kdy jednotlivé produkované plodiny lze ocenit dle tržních cen v dané oblasti. Pro plodiny jsou dostupné statistiky tržních cen, pomocí kterých pak následně lze vyčíslit hodnotu této produkční ekosystémové služby.

Existující tržní cenu emisní povolenky pro CO<sub>2</sub> lze využít pro vyčíslení externality spojené s produkcí skleníkových plynů. Součin ceny povolenky a daného sníženého množství CO<sub>2</sub> poté představuje peněžně vyjádřený užitek opatření ve vztahu k redukci CO<sub>2</sub>.

**Metoda nákladů na zamezení** (Damage Cost Avoided Method), **Metoda nákladů na nahrazení** (Replacement Cost Method) a **Metoda nákladů na alternativní opatření** (Substitute Cost Method) jsou další příbuzné metody, které umožňují ocenit dopady změn poskytování ekosystémových služeb na základě známých nákladů. V praxi dochází často k jejich záměně.

**Metoda ocenění pomocí nákladů na zamezení** umožňuje ocenit dopad pomocí nákladů na vyhnutí se škodám, které jsou jinak vyvolané danou externalitou (změnou využívání půdy, způsobu hospodaření atp.). Jinými slovy externalita je vyčíslena pomocí potenciálních nákladů, kterým se lze vyhnout v případě, že (ne)dojde k uvažované změně. Např. v případě zvýšení povodňového rizika vlivem změny plodin by došlo v případě přívalových dešťů k zaplavení nemovitostí. Tuto externalitu je možné vyčíslit jako škody, ke kterým (by) na majetku došlo.

**Metoda nákladů na nahrazení** oceňuje externality (změny v poskytování ekosystémových služeb) podle potenciálních nákladů na jejich nahrazení jinými prostředky a způsoby se stejným efektem. V rámci zemědělství se tradičně jedná např. o zvýšení eroze půdy, kde lze tento negativní dopad kvantifikovat jako náklady, které by bylo nutné vynaložit na praktické nahrazení ztráty půdy (pořízení

zeminy, doprava...) a nahrazení ztráty půdních živin (cena hnojiva) v případě, že by ke změně využívání pozemku a tím zvýšení eroze došlo.

**Metoda nákladů na alternativní opatření** vyčísluje externality pomocí nákladů na jiný typ opatření, které by poskytovalo stejné ekosystémové služby. Např. v případě již dříve uvedeného snížení schopnosti zadržet vodu na pozemku vlivem změny plodin by došlo v případě přívalových dešťů k zaplavení nemovitostí. Tuto externalitu je možné vyčíslit jako náklad na realizaci záchytných průlehlů/příkopů/poldrů, které by vedly k eliminaci škod. Alternativou by mohly být také náklady na pojištění daného majetku.

K ocenění kulturních ekosystémových služeb lze využít **Metodu hedonické ceny** (Hedonic Price Method), u které je opět východiskem cena jiných statků obchodovaných na trhu (nejčastěji ceny nemovitostí). Pomocí ní lze odvodit estetickou hodnotu zemědělských pozemků v přílehlém okolí nemovitostí. Tato metoda se ale v českém prostředí pro vyjádření estetické hodnoty zemědělské půdy nepoužívá, jelikož vyžaduje velkou datovou základnu.

Dalším typem metody, kterou lze ocenit užitky modré a zelené infrastruktury je **Metoda cestovních nákladů** (Travel Cost Method). Tato metoda vychází z předpokladu, že náklady, které jsou lidé ochotni vynaložit na cestu do přírody, jsou odhadem ochoty platit za přírodní statky. Lze ji využít na ocenění rekreační funkce.

Pro ocenění rekreačních užitků, estetické hodnoty a změny biodiverzity je vhodné využít **metodu Výběrového experimentu** (Choice experiment). Tato metoda je založena na provedení dotazníkového šetření, kdy je respondentovi nabízena sada alternativních voleb/produktů, ze kterých vybírá variantu, kterou nejvíce preferuje. Pomocí této metody lze ocenit např. estetickou hodnotu spojenou s vybranými plodinami, úroveň biodiverzity nebo mírou zadržení vody v krajině. V rámci projektu byl v roce 2019 realizován výběrový experiment, který sloužil k ověření této metody pro účely stanovení výše externalit v zemědělství.

Pokud pro danou externalitu existuje dostatečný počet studií, které se zabývají jejím oceněním, je možné z časových a finančních důvodů přistoupit k využití **metody Přenosu hodnot** (Benefit Transfer). Metoda přenosu hodnot umožňuje ocenit externality za specifikování místních podmínek (jako jsou např. průměrné srážky, teploty, rozloha, vzdálenost od vodoteče atd.). Typicky se tato metoda využívá např. pro přenos rekreačních ekosystémových služeb, kdy realizace primárních šetření je spojena s vysokými náklady. V případě přenosu sekundárních dat ze zahraničí a přenosu hodnot do českého prostředí je nezbytné zohlednit lokální podmínky. Jako zcela nevhodné lze označit přenášení hodnot z odlišných vegetačních pásem bez jakýchkoliv zohlednění lokálních aspektů. V tomto případě je sice dosaženo největší časové úspory při hodnocení, ale výsledkem jsou pak zkreslující údaje s nulovou vypovídající hodnotou.

## Příloha 2. Přehled vybraných hodnot pro peněžní vyjádření externalit

Cílem této přílohy je poskytnout uživatelům metodiky základní databázi dostupných hodnot pro ocenění externalit a tím ulehčit proces jejich peněžního vyčíslení. Na základě provedených terénních šetření v rámci projektu QK1710307 a detailní analýzy dostupných hodnot a cen v České republice byl sestaven následující přehled vstupních hodnot, které lze pro ocenění externalit využít. Jedná se o hodnoty, které jsou buď tržními cenami nebo jsou z nich odvozené, popřípadě pochází z primárních šetření realizovaných v České republice. Do přehledu nejsou naopak z důvodu možného zkreslení zařazeny hodnoty, které jsou do českého prostředí přebírané pomocí metody přenosu hodnot (benefit transferu). Z tohoto důvodu tak není např. uvedena žádná konkrétní hodnota pro opylení.

Veškeré níže uvedené hodnoty byly vyjádřeny v cenách roku 2020. U studií vzniklých před tímto rokem došlo buď k přepočtu hodnot podle současných dílčích hodnot (tam, kde to bylo možné a dílčí položky byly známy), popřípadě byly původní hodnoty upraveny o inflaci a vyjádřeny v současných cenách. V případě budoucího použití je buď možné ceny opětovně dle původních zdrojů přepočítat nebo upravit o aktuální kumulativní inflaci od roku 2020. Míru inflace lze najít na stránkách Českého statistického úřadu.

Veškeré níže uvedené hodnoty jsou buď průměrnými hodnotami nebo představují rozpětí vystihující obvyklé hodnoty pro ČR. Pokud existují obdobné hodnoty pro dané území, je vhodné použít regionální údaje, které budou lépe vystihovat lokální podmínky.

**Tabulka 1: Přehled možných vstupních hodnot pro ocenění externalit**

Ekosystémová služba	Popis hodnoty	Hodnota v cenách roku 2020 a jednotka	Výchozí zdroj
<b>Regulační služby</b>			
<b>Regulace odtoku</b>	Náklady na zavlažování/náklady na odběr podzemní vody/povrchové vody		
	- náklady na zavlažování se zdrojem podzemní vody včetně dopravy	4-8 Kč/m <sup>3</sup>	Macháč et al., 2020
	- náklady na zavlažování se zdrojem povrchové vody včetně dopravy dle povodí	5-9 Kč/m <sup>3</sup>	MZE, 2016
<b>Redukce povodňového rizika</b>	Náklady na vybudování suchého poldru (v m <sup>3</sup> zadržené vody, v závislosti na objemu)	260-780 Kč/m <sup>3</sup>	ČVUT, 2019

<b>Kvalita vody</b>	Úspory na úpravy vod pro pitné účely při odběru povrchové vody, jejíž kvalita byla ovlivněna ve vazbě na posuzované území	0-10 %	Macháč et Brabec, 2018
	Náklady na dílčí dopady:		
	- náklady na nákup ztracené zeminy	200-230 Kč/t	MZE, 2014
	- náklady na náhradu živin	5200-5620 Kč/t	Trantinová et al., 2016
<b>Eroze půdy a koloběh živin</b>	- náklady na odstranění sedimentu z vodních toků	515-665 Kč/t	Macháč et al., 2020; MŽP, 2020
	- náklady na odstranění ornice z jiných pozemků a infrastruktury a jejich návrat zpět na půdní bloky (včetně splavené ornice)	180-240 Kč/t	Polešáková et al., 2008
	- náklady na zatravnění	7 700-10 000 Kč/ha	ČVUT, 2019
<b>Redukce hluku</b>	Např. vícenásobné související s mechanizací – specifické, nelze zobecnit	-	
	Náklady na snížení znečištění ovzduší ze stacionárních zdrojů – lokálních topenišť a dopravy:		
	- NO <sub>x</sub>	21,5-137 Kč/kg	
<b>Kvalita ovzduší</b>	- SO <sub>x</sub>	85-260 Kč/kg	UrbanAdapt, 2016
	- O <sub>3</sub>	123-200 Kč/kg	
	Náklady na omezení větrné eroze pomocí zatravnění	7 700-10 000 Kč/ha	ČVUT, 2019
<b>Redukce CO<sub>2</sub></b>	Aktuální cena emisních povolenek CO <sub>2</sub> .	487-796 Kč/t	Ember, 2020
<b>Nemoci a škůdci</b>	Specifické dle pěstovaných plodin, uveden příklad pro aplikaci herbicidu a insekticidu pro pěstební technologii kukuřice na siláž (aplikace + pořízení látky)	4015-4410 Kč/ha	Smutný et al., 2016
<b>Opylení</b>	Specifické dle pěstovaných plodin, nelze zobecnit. Lze odvodit z cen plodin	-	ČSÚ, 2020a



## Kulturní služby

<b>Rekreační a estetická funkce</b>	Cestovní náklady – ochota platit za víkendový výlet, liší se v závislosti na vzhledu krajiny včetně pěstovaných plodin	0-615 Kč/osoba/víkend	Vojáček et Louda, 2017
<b>Estetická hodnota (samostatně)</b>	Výběrový experiment – estetická hodnota pozemku dle plodin – orientační rozpětí	750-2275 Kč/osoba/rok	Macháč et al, in press
<b>Vzdělávací</b>	Vstupné do botanické zahrady pro školy (bez ceny programu/komentované prohlídky)	30-50 Kč/osoba	např. Botanická zahrada Praha (2020)

## Produkční služby

<b>Produkce plodin</b>	Specifické, nelze zobecnit, mění se vlivem řady dalších aspektů, průměrné ceny plodin dostupné viz např. ČSÚ	Viz odkaz	ČSÚ, 2020a
<b>Produkce biomasy</b>	Specifické, nelze zobecnit, mění se vlivem řady dalších aspektů	-	-
<b>Produkce dřeva</b>	Průměrné ceny surového dříví	445-1354 Kč/m <sup>3</sup>	ČSÚ, 2020b
<b>Živočišná produkce</b>	Specifické, nelze zobecnit, mění se vlivem řady dalších aspektů, průměrné ceny produkce dostupné viz např. ČSÚ	Viz odkaz	ČSÚ, 2020a

## Biodiverzita

<b>Biodiverzita obecně</b>	Ochota veřejnosti platit za podporu zachování či zlepšení druhové rozmanitosti (obecně, bez vazby na konkrétní výchozí stav)	0-535 Kč/obyvatel	IREAS et UZEI, 2013
----------------------------	--	-------------------	---------------------

Zdroj: Vlastní tvorba na základě uvedených zdrojů

### Seznam použité literatury

Botanická zahrada Praha (2020). Vstupné. Dostupné online: <https://www.botanicka.cz/pro-navstevniky/zakladni-informace/vstupne.html>

ČSÚ (2020a). Průměrné ceny zemědělských výrobků - časové řady. Dostupné online: <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=statistiky#katalog=31785>

ČSÚ (2020b). Průměrné ceny surového dříví pro tuzemsko za ČR v roce 2020. Dostupné online: <https://www.czso.cz/csu/czso/indexy-cen-v-lesnictvi-surove-drivi-3-ctvrtleti-2020>

ČVUT (2019). Katalog přírodě blízkých protipovodňových opatření). Výstup z projektu STRIMA II. Dostupné online: <http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/STRIMAII/katalogPBPO.pdf>

- EMBER (202). Daily EU ETS carbon market price (Euros). Dostupné online: <https://ember-climate.org/data/carbon-price-viewer/>
- IREAS, ÚZEI, (2013). Analýza výsledků šetření hodnocení biodiverzity jako veřejného statku poskytovaného zemědělstvím. Závěrečná zpráva
- Macháč, J., Brabec, J. (2018). Assessment of Disproportionate Costs According to the WFD: Comparison of Applications of two Approaches in the Catchment of the Stanovice Reservoir (Czech Republic). *Water Resorce Management*. 32(4), 1453-1466. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1879-z>
- Macháč, J., Brabec, J., Hekrlé, M., Vacková, A. (in press). What nature-based flood protection solutions are best perceived by people? Lessons from field research in the Czechia Republic. In: Ferreira, C., Kalantari, Z., Hartmann, T., Pereira, P. (ed.) *Nature Based Solutions for Flood Mitigation: environmental and socio-economic aspects*. Springer (očekávané vydání, 2021)
- Macháč, J., Trantinová, M., Zaňková, L. (2020). Externalities in agriculture: How to include their monetary value in decision-making. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1-18. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02752-7>
- MZE (2014). Program rozvoje venkova ČR na období 2007 – 2013, Osa II. Dostupné online: <http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/program-rozvoje-venkova-na-obdobi-2007/opatreni-osy-ii/>
- MZE (2016). Plány dílčích povodí. Dostupné online: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-vody/vodni-ramcova-smernice/planovani-v-oblasti-vod/priprava-planu-povodi-pro-2-obdobi/plany-dilcich-povodi/>
- MŽP (2020). Náklady obvyklých opatření MŽP. Dostupné online: [https://www.mzp.cz/cz/naklady\\_obvyklych\\_opatreni\\_mzp](https://www.mzp.cz/cz/naklady_obvyklych_opatreni_mzp)
- Polešáková et al. (2008). Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury – aktualizace 2008. Brno: Ústav územního rozvoje. Dostupné online: <http://www.uur.cz/images/publikace/metodickeprirucky/plnezneni/vesnice-11-ceny-ti-2008/vesnice-11-ceny-ti-2008.pdf>
- Smutný, V., Lukas, V., Neudert, L., Šedek, A. (2016). Úzkořádková technologie pěstování kukuřice na siláž a zrno. Mendelova univerzita v Brně: Výstup z projektu NAZV QJ1210008 „Inovace systémů pěstování obilnin v různých agroekologických podmínkách ČR“
- Slavíková, L. (2016). Podklady pro cost-benefit analýzu z výstupů projektu AdaptaN. Příprava „technické stránky“ - systém propočtů, postavených na příslušných teoriích a návodech z literatury. ÚZEI – Výstup z projektu AdaptaN.
- Trantinová, M. et al. (2016). Ekonomické souvislosti dopadů klimatické změny na zemědělské hospodaření. ÚZEI: Technická zpráva z projektu AdaptaN. Dostupné online: [https://www.adaptan.net/uploads/vystupy/5\\_Ekonomicke\\_analyzy/Ekonomicke\\_souvislosti\\_dopadu\\_n\\_a\\_zem\\_hospodareni.pdf](https://www.adaptan.net/uploads/vystupy/5_Ekonomicke_analyzy/Ekonomicke_souvislosti_dopadu_n_a_zem_hospodareni.pdf)
- UrbanAdapt (2016). Zásady pro rozvoj adaptací na změnu klimatu ve městě Brně s využitím ekosystémově založených přístupů. Dostupné online: <https://priprav.brno.cz/media/2020/06/P%C5%99%C3%ADloha-B--brno-adaptacni-strategie-fin.pdf>
- Vojáček, O., Louda, J. (2017). Economic value of ecosystem services in the Eastern Ore Mountains. *Economics and Management*, XX(3): 4-18. DOI: <https://dx.doi.org/10.15240/tul/001/2017-3-001>

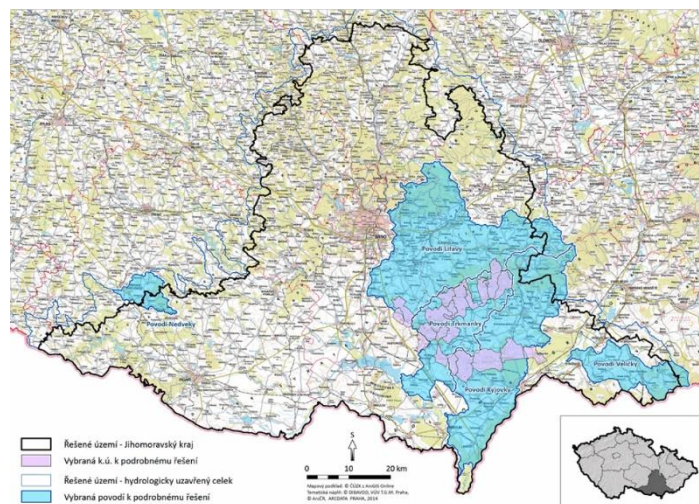
## Příloha 3. Vzorová aplikace postupu hodnocení

Cílem této přílohy je pomocí konkrétní případové studie demonstrovat navrhovaný metodický postup hodnocení externalit spojených se zemědělským hospodařením. Hodnocení je provedeno pro vybrané území Jihomoravského kraje na příkladu negativních externalit způsobených půdní erozí a suchem. Pro účely ocenění negativních externalit byla využita dostupná data z projektu AdaptaN (AdaptaN, 2015), který posuzoval možnosti adaptace zemědělství v této oblasti na predikovanou klimatickou změnu pro období 2016-2040. Tato případová studie byla taktéž publikovaná ve formě vědeckého článku v impaktovaném časopise viz Macháč et al. (2021), v kterém jsou dále diskutovány a hodnoceny i externality ve vazbě na klimatickou změnu.

### **Krok 1: Vymezení území a jeho využívání**

Pro ukázkou hodnocení bylo zvoleno 36 katastrálních území situovaných v jižní části Jihomoravského kraje (viz obrázek 1). Hodnocená oblast Jihomoravského kraje je charakteristická vysokým podílem zemědělsky využívané půdy. Celková velikost hodnocené oblasti měří 537 km<sup>2</sup>, z toho činí orná půda 252,3 km<sup>2</sup> (47 % rozlohy) (Macháč et al., 2021). Na orné půdě je nejčastěji pěstována pšenice, poté píce, řepka a kukuřice (ČSÚ, 2020). V rámci České republiky je Jihomoravský kraj největším producentem kukuřice, osevní plochy řepky jsou v mezikrajském porovnání čtvrté největší.

**Obrázek 1: Mapa zájmového území Jihomoravského kraje**



Zdroj: Pavka (2016)

S ohledem na hydrometeorologické podmínky patří tato zemědělská oblast k nejvíce zranitelným oblastem v rámci České republiky (např. Pretel, 2011). Výnosy zemědělsky hospodařících subjektů dlouhodobě negativně ovlivňuje zemědělské sucho, půdní eroze a přívalové deště. Na základě modelů predikujících další vývoj klimatické změny v dané oblasti (Pretel et al., 2011) se předpokládá, že do budoucna budou tyto negativní projevy klimatické změny ještě intenzivnější.

Pro zkoumané území byly určeny plochy orné půdy, trvalých travních porostů a úhory pro jednotlivé katastrální území dle LPIS. Tyto údaje byly doplněny o podíl jednotlivých plodin.

## **Krok 2: Identifikace externalit**

Vlivem současného zemědělského hospodaření dochází na hodnoceném území ke vzniku externích nákladů, které mají negativní dopad na širší okolí. Na základě vyhodnocení ekosystémových služeb (tabulka 1), byly vymezeny klíčové dopady stávajícího způsobu využívání území. Významný dopad je zde spojený především s pěstováním kukuřice a dalších širokořádkých plodin bez realizace doprovodných opatření (např. pěstování kukuřice do krycí plodiny apod.). Důsledkem půdní eroze dochází na erozně ohrožených pozemcích ke splavování ornice na jiné části pozemku nebo do vodních toků a nádrží, kde se ukládá v podobě sedimentů, a zvyšuje náklady jejich správců na jejich odstranění. Ztráta půdy rovněž způsobuje splavování živin, které se projevuje jednak na nižší úrodnosti půdy pro zemědělce, ale také na dosahované kvalitě vody v povodí např. formou eutrofizace vodních toků nebo zvýšených nákladů na úpravu vod při výrobě vody pitné. Nízká retenční schopnost půdy zachytávat přívalové deště a zpomalovat jejich odtok také zvyšuje riziko škod způsobených bleskovými povodněmi. Tato případová studie se zaměřuje na negativní externality, které jsou ve vztahu k hodnocenému území klíčové, tedy vymezeny jako externality s velkým dopadem. Další výše popsané negativní externality nebyly peněžně hodnoceny.

**Tabulka 1: Kvalitativní analýza významu jednotlivých dopadů/míry poskytování ekosystémových služeb**

<b>Ekosystémová služba</b>	<b>Významnost dané služby/dopadu</b>
<b>Regulační služby</b>	
<b>Regulace odtoku</b>	velký dopad
<b>Redukce povodňového rizika</b>	střední dopad
<b>Kvalita vody</b>	střední dopad
<b>Eroze půdy a koloběh živin</b>	velký dopad
<b>Redukce hluku</b>	není relevantní – omezený
<b>Kvalita ovzduší</b>	omezený dopad
<b>Redukce CO<sub>2</sub></b>	omezený dopad
<b>Nemoci a škůdci</b>	omezený – střední dopad
<b>Opylení</b>	není relevantní – omezený dopad

---

## Kulturní služby

Rekreační funkce	střední dopad
Estetická hodnota	střední dopad
Vzdělávací	není relevantní

## Produkční služby

Produkce plodin	omezený – střední dopad, velký dopad v delším horizontu
Produkce biomasy	omezený – střední dopad
Produkce dřeva	není relevantní
Živočišná produkce	není relevantní – omezený dopad

## Biodiverzita

Druhová rozmanitost fauny	omezený dopad
Druhová rozmanitost flóry	není relevantní – omezený dopad
Tvorba biotopu obecně	omezený dopad

Zdroj: Vlastní analýza dle AdaptaN (2015), Trantinová et al. (2016), Macháč et al. (2021)

### Krok 3: Kvantifikace dopadu

Pro externality s vysokou mírou dopadu byla provedena v rámci pilotní studie kvantitativní analýza sloužící k určení biofyzikálních jednotek. Projekt AdaptaN se zaměřoval na hodnocení dopadů ve formě cost-benefit analýzy pro různé scénáře vývoje klimatické změny s ohledem na možnou realizaci opatření. Pro účely demonstrace procesu vycházíme z hodnocení dopadů zachování stávajícího stavu hospodaření, který neuvažuje zhoršení situace vlivem klimatické změny ani realizaci opatření nad rámec dosavadních. Vedle tohoto základního scénáře bylo hodnocení provedeno pro další tři scénáře, které je možné najít v článku Macháč et al. (2021) nebo původní studii Trantinová et al. (2016).

Na základě modelů zhutnění půdy (eroze) a retence vody, které vznikly v rámci projektu AdaptaN, byly určeny dopady externalit souvisejících s erozí půdy a regulací odtoku. Pro všech 36 katastrálních území činilo současné množství odnosu zeminy celkem 436 783 tun za rok (Trantinová, 2016). Model na retenci vody přinesl údaje o objemu zadržené vody v kraji za období relevantní pro produkci plodin (období března až listopad). Model dále poskytl údaje o podílu odnosu splavenin, tedy informace o množství půdy, která je z pozemku odnesena do vodních toků/nádrží. Tyto údaje pak byly ještě rozšířeny o nezbytnou míru náhrady živin ve výši 14,7 %. Přehled biofyzikálních hodnot vycházejících z modelů je obsažen v tabulce 2.

**Tabulka 2: Biofyzikální hodnoty pro monetárně oceňované externality**

<b>Dopad</b>	<b>Roční hodnota dopadů vyjádřených v biofyzikálních jednotkách</b>
<b>Ztráta potenciálního zadržetí vody (regulace odtoku)</b>	1,5 mil. m <sup>3</sup> v období březen-listopad
<b>Navrácení splavené ornice zpět na půdní bloky (eroze půdy a koloběh živin)</b>	336 764 t
<b>Odstranění splavené ornice z vodních toků a nádrží (eroze půdy a koloběh živin)</b>	100 019 t
<b>Náhrada ztracené zeminy (eroze půdy a koloběh živin)</b>	100 019 t
<b>Náhrada živin (eroze půdy a koloběh živin)</b>	14,7 % z 336 764 t splavené půdy

Zdroj: Vlastní analýza dle AdaptaN (2016), Trantinová et al. (2016)

#### **Krok 4: Volba a aplikace metod pro ocenění**

Pro peněžní vyjádření negativních externalit souvisejících s půdní erozí a retenční schopností půdy bylo nejprve nutné identifikovat vhodné ekonomické metody. S ohledem na povahu negativních externalit a dostupnost dat byla ve všech případech zvolena kombinace metod nákladů na nahrazení s tržními cenami. Ta umožňuje ocenit negativní externality pomocí vyvolaných nákladů, které by bylo nutné vynaložit na odstranění negativních externalit vznikajících za současného stavu. V případě externalit souvisejících s půdní erozí jsou to zejména náklady na zemní práce a nákup zeminy a hnojiv, v případě retenční schopnosti půdy poté náklady na zavlažování. Peněžní ocenění negativních externalit pomocí vyvolaných nákladů je uvedeno v tabulce 3. Data o tržních nákladech na tunu (popř. m<sup>3</sup>) vychází z přílohy 2 a z katalogu nákladů a opatření dle Trantinová et al. (2016) a Slavíková (2016). Vzhledem k časovému horizontu, který byl pro hodnocení zvolen (2016-2040), jsou externality, respektive náklady vyjádřeny v cenách roku 2015.

**Tabulka 3: Přiřazení vhodných metod pro ocenění, jednotková výše ocenění a celková roční výše externality**

Dopad	Oceňovací metoda založená na:	Cena za jednotku (v cenách roku 2015)	Peněžní vyjádření externality pro rok 2016
<b>Ztráta potenciálního zadržetí vody (regulace odtoku)</b>	kombinaci nákladů na nahrazení a tržní ceny (úspora nákladů na závlahu – cena odběru vody pro účely zavlažování)	7 Kč/m <sup>3</sup>	10 660 566 Kč
<b>Navrácení splavené ornice zpět na půdní bloky (eroze půdy a koloběh živin)</b>	kombinaci nákladů na nahrazení a tržní ceny (úspora nákladů na odstranění splavené ornice – nakládka, doprava, rozmístění)	204 Kč/t	68 699 854 Kč
<b>Odstranění splavené ornice z vodních toků a nádrží (eroze půdy a koloběh živin)</b>	kombinaci nákladů na nahrazení a tržní ceny (úspora nákladů na odstranění splavené ornice – odbahnění, doprava a likvidace)	650 Kč/t	65 012 031 Kč
<b>Náhrada ztracené zeminy (eroze půdy a koloběh živin)</b>	kombinaci nákladů na nahrazení a tržní ceny (úspora nákladů na nákup ztracené zeminy – nákup, doprava a rozmístění na pozemku)	205 Kč/t	20 503 795 Kč
<b>Náhrada živin (eroze půdy a koloběh živin)</b>	kombinaci nákladů na nahrazení a tržní ceny (úsporu nákladů na náhradu živin – nákup, doprava a aplikace hnojiv)	5 188 Kč/t	256 828 342 Kč

Zdroj: Vlastní analýza dle AdaptaN (2015), Slavíková (2016), Trantinová (2016)

### **Krok 5: Celková výše externalit v peněžním vyjádření**

Pro lepší ilustraci je níže celková výše negativní externality vyjádřena jak v podobě současné hodnoty pro období 2017-2040, tak v podobě anualizované výše. Pro výpočet bylo využito obou rovnic uvedených v kapitole 6 s využitím doporučené 5% úrokové míry.

Současná hodnota externality za období 25 let (2016-2040) je ve výši 5 943 481 087 Kč. V anualizované výši se pak jedná o roční částku 421 704 588 Kč, která odpovídá nominální hodnotě externality vyjádřené v cenách z roku 2015. Anualizovaná hodnota se shoduje s nominální díky tomu, že externalita je zde vyjádřena čistě na základě každoročních nákladů, do výpočtu nevstupují žádné jednorázové náklady.

## **Závěrečné shrnutí případové studie a její potenciální využití**

Z provedeného výpočtu pro hodnocené území 36 katastrálních území Jihomoravského kraje vyplývá, že v souvislosti s půdní erozí a nízkou retenční schopností půdy dochází ke vzniku negativních externalit, jejichž peněžní výši lze ocenit v hodnotě cca 421 mil. Kč ročně, respektive ve výši 5,9 mld. Kč pro období 2016-2040. S ohledem na predikce budoucího vývoje klimatické změny (např. delší období sucha, vyšší intenzita a nerovnoměrné rozložení srážek) lze předpokládat, že bez implementace adaptačních opatření na zemědělských opatřeních se bude velikost negativních externalit zvyšovat. Výše uvedené hodnoty obsahují pouze část identifikovaných externalit, a to pouze ty, které byly vyhodnoceny jako externality s nejvýznamnějším dopadem. Při zahrnutí dalších externalit lze předpokládat, že celková výše externalit by se zvýšila. Hodnotu tak lze považovat za vyjádření minimální výše externalit spojených se stávajícím způsobem hospodaření na orné půdy ve sledovaném území.

Výpočet externalit by bylo vhodné porovnat s náklady na jejich eliminaci a posoudit tak ekonomický význam realizace možných opatření. K tomu lze využít cost-benefit analýzu. Tento postup byl v pilotním území předmětem studie Trantinová et al. (2016) a článku Macháč et al. (2021). Samotné výsledky peněžního vyjádření negativních externalit není možné bez dalších úprav aplikovat na jiné oblasti mimo hodnocené území.

## **Seznam použité literatury**

AdaptaN (2015). O projektu. Dostupné online: <https://www.adaptan.net/o-projektu> .

AdaptaN (2016). Projektové dokumentace pro 21 katastrálních území včetně rozpracovaných prioritních opatření. Dostupné online: <https://www.adaptan.net/vystupy-projektu>

ČSÚ. (2020). Osevní plochy zemědělských plodin k 31.5. Dostupné online: [https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZEM03A&z=T&f=TABULKA&skupId=346&katalog=30840&pvo=ZEM03A&c=v853~2\\_RP2020MP05DP31](https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZEM03A&z=T&f=TABULKA&skupId=346&katalog=30840&pvo=ZEM03A&c=v853~2_RP2020MP05DP31)

Macháč, J., Trantinová, M., Zaňková, L. (2021). Externalities in agriculture: How to include their monetary value in decision-making. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18, 3–20. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02752-7>

Pavka, P. (2016). Návrhy organizačních, agrotechnických a biotechnických adaptačních opatření na území Jihomoravského kraje). Dostupné online: [https://www.adaptan.net/uploads/vystupy/2\\_Navrhy/Navrhy\\_adaptacnich\\_opatreni\\_na\\_uzemi\\_JMK](https://www.adaptan.net/uploads/vystupy/2_Navrhy/Navrhy_adaptacnich_opatreni_na_uzemi_JMK)

Pretel, J. et al. (2011). Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření. Technické Shrnutí Výsledků Projektu v letech 2007–2011). ČHMÚ, dostupné online: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/vav\\_TECHNICKE\\_SHRNUTI\\_2011.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/vav_TECHNICKE_SHRNUTI_2011.pdf)

Slavíková, L. (2016). Podklady pro cost-benefit analýzu z výstupů projektu AdaptaN. Příprava „technické stránky“ - systém propočtů, postavených na příslušných teoriích a návodech z literatury. ÚZEI – Výstup z projektu AdaptaN.

Trantinová, M. et al. (2016). Ekonomické souvislosti dopadů klimatické změny na zemědělské hospodaření. ÚZEI: Technická zpráva z projektu AdaptaN. Dostupné online: [https://www.adaptan.net/uploads/vystupy/5\\_Ekonomicke\\_analyzy/Ekonomicke\\_souvislosti\\_dopadu\\_na\\_zem\\_hospodareni.pdf](https://www.adaptan.net/uploads/vystupy/5_Ekonomicke_analyzy/Ekonomicke_souvislosti_dopadu_na_zem_hospodareni.pdf)



## Summary

Metodika ocenění externalit produkce biomasy a zahrnutí jejich vlivů do regulace rozvoje OZE představuje komplexní metodický nástroj pro peněžní vyjádření výše externalit spojených s produkcí biomasy a se zemědělskou produkcí obecně. Cílem metodiky je možnost tyto externality zahrnout do rozhodování o volbě pěstovaných plodin a o způsobech hospodaření na zemědělsky využívané půdě. Metodika ve vztahu k ocenění externalit aplikuje koncept ekosystémových služeb, vymezuje hlavní metody a popisuje jednotlivé kroky pro peněžní vyjádření dílčích externalit. Současně obsahuje ukázkový příklad a přehled relevantních cen a nákladů využitelných pro ocenění externalit.

V úvodní kapitole 1 se metodika zaměřuje na definování externalit v ekonomické teorii, blíže specifikuje externality v oblasti zemědělství, důvody jejich vzniku a motivace pro jejich započítání do rozhodovacích procesů.

Kapitola 2 metodiky dále definuje ekosystémové služby, které společnosti poskytuje zemědělsky využívaná krajina a jejichž míra poskytování je výrazně ovlivněna pěstovanou plodinou a způsobem hospodaření na zemědělské půdě. Míra poskytování ekosystémových služeb tak s výší externalit úzce souvisí.

Koncept ekosystémových služeb je pro zkoumanou oblast aplikován v kapitole 3, která identifikuje a popisuje jednotlivé externality ve vazbě na pěstování biomasy, respektive zemědělství obecně.

Hlavní část metodiky lze nalézt v kapitole 4 a je zaměřena na samotný proces ocenění externalit ve vazbě na pěstování biomasy. Proces ocenění je v této kapitole popsán pomocí 5 na sebe navazujících kroků: 1) popis území; 2) identifikace externalit; 3) kvantifikaci dopadu; 4) ocenění externalit; 5) celková výše externalit v peněžním vyjádření.

V kapitole 5 je uveden přehled dostupných metod, pomocí kterých lze jednotlivé ekosystémové služby ve vazbě na hodnocení externalit peněžně ocenit. U každé ekosystémové služby je zároveň uvedena relativní náročnost jejího ocenění vzhledem k všeobecné dostupnosti dat na škále snadné, středně náročné, náročné.

Kapitola 6 se zaměřuje na představení vhodných metod pro peněžní vyjádření celkové výše externalit. Jsou zde představeny metoda současné hodnoty a metody anualizované hodnoty.

Kromě bližšího popisu metod vhodných pro oceňování externalit v příloze 1 obsahuje metodika dvě další přílohy, které mají potenciál snižovat nejistoty spojené s peněžním vyjádřením externalit souvisejících s pěstováním biomasy. V příloze 2 lze nalézt tabulku, která obsahuje přehled peněžních hodnot pro dílčí ekosystémové služby. Tyto vstupní hodnoty lze použít pro možnost ocenění konkrétních externalit na vymezeném území. V příloha 3 je pak ocenění externalit za pomoci navrženého metodického postupu demonstrováno pomocí konkrétní případové studie peněžního vyjádření hodnoty negativních externalit spojených s erozí a retencí vody.

Prostor pro osvědčení o Certifikaci

Vydal Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku, v roce 2020

Ředitelka: doc. Ing. Lenka Slavíková, Ph.D.

## **Metodika ocenění externalit produkce biomasy a zahrnutí jejich vlivů do regulace rozvoje OZE**

Jan Macháč, Luboš Nobilis, Lenka Zaňková, Jan Matějka, Lenka Dubová, Marek Hekrlé, Jan Maňhal

Vydání první – Počet stran 51