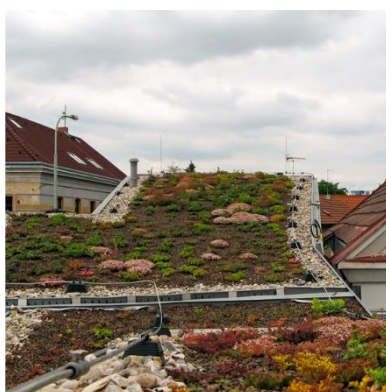


# Metodika pro ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech



**Jan Macháč**  
**Lenka Dubová**  
**Jiří Louda**  
**Marek Hekrle**  
**Lenka Zaňková**  
**Jan Brabec**

---

Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku | V Ústí nad Labem, 2019

---



### **Autoři metodiky**

Ing. Jan Macháč, Ph.D. (podíl 40 %) <sup>1</sup>

Ing. Lenka Dubová (podíl 20 %) <sup>1</sup>

Ing. Jiří Louda, Ph.D. (podíl 10 %) <sup>1</sup>

Ing. Marek Hekrlé (podíl 10 %) <sup>1</sup>

Ing. Lenka Zaňková (podíl 10 %) <sup>1</sup>

Ing. Jan Brabec (podíl 10 %) <sup>1</sup>

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

### **Lektorovali**

Ing. Pavel Dostal, viceprezident Evropské federace svazů pro ozeleňování budov (European Federation of Green Roof Associations, EFB)

RNDr. Kateřina Kujanová, Ph.D., Oddělení péče o vodní ekosystémy, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

PhDr. Jan Vávra, Ph.D., Katedra regionálního managementu, Ekonomická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

### **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 TJ01000109 „Rozvoj metod ekonomického hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech“ s finanční podporou TA ČR. Projekt byl řešen v letech 2017-2019.**

# Obsah

---

---

Seznam zkratk.....	3
Cíl metodiky.....	4
Vlastní popis metodiky .....	6
1. Zelená a modrá infrastruktura .....	6
2. Ekosystémové služby .....	8
3. Postup ekonomického hodnocení .....	16
Výchozí krok: Vymezení předmětu hodnocení.....	17
Krok 1: Kvalitativní analýza nákladů a užitků.....	17
Krok 2: Kvantitativní analýza nákladů a užitků .....	18
Krok 3: Volba a aplikace metod pro ocenění.....	19
Krok 4: Vyjádření nákladů a užitků v peněžní jednotce.....	22
Krok 5: Testování závěrů pomocí citlivostní analýzy .....	24
Navazující krok: Tvorba závěrů a doporučení.....	24
4. Běžné chyby v hodnocení .....	25
Srovnání novosti postupů.....	26
Popis uplatnění metodiky.....	28
Ekonomické aspekty.....	29
Seznam použité literatury .....	30
Přílohy.....	33
Příloha 1. Vzorová aplikace postupu hodnocení.....	33
Příloha 2: Katalog základních biofyzikálních hodnot.....	41
Seznam použité literatury v rámci katalogu základních biofyzikálních hodnot .....	45
Příloha 3: Katalog nákladů na opatření .....	47
Příloha 4. Stručné představení základních metod vhodných pro ocenění .....	53
Příloha 5: Výsledky výběrového experimentu .....	56
Summary .....	61

## Seznam zkratek

---

CBA	Analýza nákladů a přínosů (z anglického Cost-Benefit Analysis)
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý
ČOV	Čistírna odpadních vod
EK	Evropská komise
MEA	Miléniové hodnocení ekosystémů (z anglického Millenium Ecosystem Assessment; jedná se o souhrnnou zprávu hodnotící současný stav ekosystémů a jimi poskytovaných služeb na Zemi; na zprávě se mezi lety 2001 a 2005 podílelo více než 1 360 odborníků z celého světa)
O <sub>3</sub>	Ozon
PM <sub>x</sub>	Prachové částice
TEEB	Ekonomika ekosystémů a biodiverzity (z anglického The Economics of Ecosystems and Biodiversity; TEEB je globální iniciativa zaměřená na rozpoznávání, propagaci a zachycení hodnot poskytovaných přírodou)
SZKT	Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu
SO <sub>2</sub>	Oxid siřičitý
WTP	Ochota platit (Willingness to Pay)

## Cíl metodiky

---

V posledních letech dochází nejen na území České republiky ke stále častějším projevům změny klimatu, jako jsou intenzivnější srážky, vlny veder, extrémní vítr nebo období sucha. Tyto projevy negativně ovlivňují kvalitu našeho života, například bleskovými povodněmi, tepelným ostrovem města nebo problémy s dodávkami elektřiny (např. Turner et al., 2017) či zhoršujícími se podmínkami pro zemědělství (např. Pullens et al., 2019; Wheeler et Von Braun, 2013). Projevy změny klimatu mají i přímý dopad na zdraví obyvatel. Zároveň se mění i lidské chování a trávení volného času. Lidé ve městech stále častěji vyhledávají místa pro tzv. krátkodobou rekreaci (např. Poudyal et al., 2009), roste rovněž význam městského či urbánního zemědělství (blíže viz např. Kiesling et Manning, 2010; Smith et Jehlička, 2013).

Zelená a modrá infrastruktura je schopna celou řadu těchto problémů efektivně řešit nebo jim předcházet. Kromě toho poskytuje širokou škálu synergických efektů, které lze identifikovat jako užitky pro lidskou společnost. V rámci metodiky se zaměřujeme na městské prostředí, příkladem může být městský park, který pomáhá zmírňovat tepelný ostrov města a ochlazuje své bezprostřední okolí, poskytuje prostor pro rekreaci, ale rovněž přispívá k zasakování a zadržení vody v území, zlepšení kvality ovzduší, snižování hladiny hluku nebo plní estetickou funkci.

Cílem této certifikované metodiky je tvorba jednotného komplexního nástroje pro ekonomické hodnocení jednotlivých prvků zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech, podle které bude možné ekonomicky posoudit konkrétní opatření v lidských sídlech využívající zelenou a modrou infrastrukturu. Postup navržený v této metodice je založen na modifikované analýze nákladů a užitků (CBA) aplikované pro zvolený prvek nebo opatření zelené a modré infrastruktury. Navržená modifikovaná CBA obsahuje několik na sebe navazujících kroků. Výstupy metodiky a finanční ocenění prvků zelené a modré infrastruktury může sloužit jednak v případě budování nových veřejných prostor jako jsou náměstí, parky, hřiště, ulice a další, nebo při rozhodování o využití území a budování konkrétních prvků. Rovněž při obnově nebo revitalizační činnosti ve městě, a to včetně budov nebo parkovišť (např. při využití zelených střech nebo zelených fasád). A nakonec i při vyjednávání s developery a dalšími investory vč. soukromých vlastníků a obyvatel, kteří svou činností kvalitu života ve městě ovlivňují.

V koncepčních materiálech, městských, regionálních nebo národních strategických a politických dokumentech, ale i v odborné literatuře se můžeme v tomto kontextu setkat i s jinými odbornými pojmy, než je zelená a modrá infrastruktura, které mají někdy užší nebo naopak širší význam. Jedná se např. o přírodě blízká opatření (*nature based solutions*), adaptační opatření (*adaptation measures*), opatření poskytující ekosystémové služby (*ecosystem services*) nebo městská zeleň (*urban greenery*) (Escobedo et al., 2019). Rovněž pod samotným pojmem zelená a modrá infrastruktura se skrývá několik významů a definic, podle kontextu, ve kterém je používán. Benedict et McMahon (2006) ji např. definuje jako stromy v ulicích, které mají ekologické přínosy, Vítek (2018) jako inženýrské struktury, tedy

např. systémy hospodaření s dešťovou vodou. Evropská komise (2013, str. 13) používá definici: „Strategicky plánovaná síť přírodních a polo-přírodních oblastí s rozdílnými environmentálními rysy“. Běžně tak bývá tento pojem pojímán široce, a to jak z pohledu dílčího opatření, tak ve smyslu systému složeného z jednotlivých opatření.

Pro potřeby této metodiky jsou zelenou a modrou infrastrukturou myšleny **všechny vodní prvky a prvky zeleně v urbánním prostředí, které lidem poskytují širokou škálu užitků v podobě ekosystémových služeb**. Úvod metodiky je věnován vymezení zelené a modré infrastruktury a představení jednotlivých prvků. Následující kapitola hovoří o ekosystémových službách, neboli přispěvcích přírody (ekosystémů) ke kvalitě lidského života. Další kapitola je věnována samotnému postupu ekonomického hodnocení. V příloze se nachází vzorové hodnocení na příkladu zelené střechy, přehled nákladů na vybraná opatření, přehled biofyzikálních ukazatelů přínosů a detailnější popis dílčích oceňovacích metod a výsledky aplikace výběrového experimentu na vyhodnocení kulturních služeb poskytovaných vybranými prvky zelené a modré infrastruktury.

**Obrázek 1: Příklad opatření – extenzivní střecha**



Zdroj: Pavel Dostal (2015)

Metodika je využitelná na úrovni státní správy i samosprávy, dále také pro ostatní zájmové skupiny a občany. Metodika poskytuje relevantní informace potřebné pro rozhodování těchto dotčených skupin o podpoře údržby, obnovy či nové realizace zelené a modré infrastruktury ve městě.

# Vlastní popis metodiky

---

V rámci metodiky je nejdříve stručně představena zelená a modrá infrastruktura a uveden přehled základních prvků členěných do 10 kategorií. Následně je popsán koncept ekosystémových služeb včetně výčtu relevantních služeb poskytovaných zelenou a modrou infrastrukturou v lidských sídlech. V další kapitole je popsán postup ekonomického hodnocení pomocí modifikované analýzy nákladů a užitků (CBA). V přílohách je pak uvedena ukázka postupu hodnocení, tabulky obsahující náklady na realizaci a údržbu vybraných prvků zelené a modré infrastruktury, přehled relevantních biofyzikálních ukazatelů.

## 1. Zelená a modrá infrastruktura

---

V důsledku městského rozvoje a budování dopravní a další šedé infrastruktury<sup>1</sup> dochází ke stále větší konkurenci ve využití veřejného prostoru v urbánním prostředí. Tím, že postupně ubývá zeleně a ekosystémů, dochází v zástavbě k nižšímu poskytování užitků, které člověk z přírody získává ve formě ekosystémových služeb (viz druhá kapitola). Roztříštěné a nespojitě přírodní systémy ve městech nefungují efektivně. Poskytují méně užitků, než je jejich potenciál. Změnou využití půdy a rozšiřováním zástavby dochází ke snižování biodiverzity, zhoršení kvality ovzduší ale i ke snížení zásob podzemních vod, omezení zasakování vody v městském prostředí, zvyšování povodňových rizik a škod nebo k přehřívání center měst.

Tyto problémy lze řešit pomocí budování a podpory tzv. zelené a modré infrastruktury. Evropská komise (2013; str. 3) definuje zelenou (a modrou) infrastrukturu jako „*strategicky plánovanou síť přírodních a polopřírodních oblastí s rozdílnými environmentálními rysy, jež byla navržena a je řízena s cílem poskytovat širokou škálu ekosystémových služeb. Zahrnuje zelené plochy (nebo modré plochy, jde-li o vodní ekosystémy) a jiné fyzické prvky v pevninských (včetně pobřežních) a mořských oblastech. Na pevnině se zelená infrastruktura může nacházet ve venkovských oblastech i v městském prostředí.*“

Zelená a modrá infrastruktura sestává z celé řady prvků, které mohou být přírodní, polopřírodní i umělé povahy. Příklady prvků, respektive opatření obsahuje tabulka 1. Míra přínosů se pak často ve vazbě na původ (přírodní vs. uměle vytvořený prvek) liší (Daniels et al., 2018). Řada prvků zelené a modré infrastruktury je často kombinovaná s prvky šedé infrastruktury. Jedná se zejména o zelené střechy a stěny.

Zvláště v městském prostředí, kde se nachází kolem 70 % české populace (ČSÚ, 2018), soustřeďují se zde významné hospodářské a ekonomické aktivity a většina socioekonomických aktivit, je budování zelené a modré infrastruktury významné a důležité.

---

<sup>1</sup> Pod pojmem šedá infrastruktura rozumíme jednoúčelová technická a technologická řešení jako např. silnice, železnice, vodní stavby atd. Může se jednat i o mechanické protipovodňové zábrany, klimatizace atd.

**Tabulka 1: Příklady prvků (opatření) zelené a modré infrastruktury**

<b>Příklady prvků/opatření</b>
<b>Vodní plochy</b> (např. fontány, rybníky, jezírka, tůně, mokřady, revitalizace a odtrubnění vodních toků, slepá ramena)
<b>Břehové porosty</b> (obnova podél vodních ploch)
<b>Poldry</b> (suché nádrže)
<b>Příkopy</b> (svodné, retenční, zasakovací) a <b>infiltrační pásy</b>
<b>Plochy s propustnými/polopropustnými povrchy</b> (povrch z porézního materiálu, např. zasakovací dlažba, zatravnění pásů tramvajových tratí apod.)
<b>Stromy</b> (např. stromořadí, větrolamy, rozptýlená zeleň)
<b>Zelené střechy a stěny</b> (na budovách)
<b>Městské zemědělství a zahradničení</b> (např. komunitní zahrádky, zahrádkářské kolonie), předzahrádky před domy, zeleň ve vnitroblocích
<b>Parky a lesoparky</b> (v centru města i na jeho okrajích)
<b>Kořenové čistírny</b> (určené k čištění odpadních vod s možností využití vody k zálivce stromů apod.)

Zdroj: Vlastní výčet na základě McCarney (2009)

Na zelené plochy ve městech je často nahlíženo jako na území, které zatím nebylo rozvinuto a zastavěno. Bez kvalitní zelené a modré infrastruktury ve městě však dochází ke stále větší zranitelnosti měst s ohledem na probíhající projevy klimatické změny. Těmi mohou být např. vlny veder, extrémní vítr, intenzivnější srážky, ale i sucho.

V ideálním případě by tedy mělo dojít k rozhodování o životním prostředí v rámci územního plánování tak, aby došlo k identifikaci prvků zelené a modré infrastruktury, jejich budování, obnovování, ochraně, dlouhodobé koncepční správě a především vzájemnému propojení jak chráněných území, tak všech veřejných prostor s prvky zelené a modré infrastruktury. Pomocí takového přístupu lze posílit poskytování ekosystémových služeb a tím zvýšit poskytované užitky a zlepšit blahobyt obyvatel a návštěvníků měst. Vedle zvýšení informovanosti a povědomí o užitcích zelené a modré infrastruktury na všech úrovních společnosti, realizátorů a místní správy lze využít řadu dalších podpůrných nástrojů. Jedním z nich je monetární vyjádření užitků. Peněžní vyjádření hodnot užitků, které prvky zelené a modré infrastruktury poskytují, může v rámci územního plánování pomoci k nalezení (nákladově) efektivního a udržitelného rozvoje území a maximalizaci celkových užitků vzhledem k omezeným prostředkům.



## 2. Ekosystémové služby

---

Příroda ve městech (zeleň a vodní prvky) přináší obyvatelům, pracujícím i návštěvníkům měst celou řadu užitků a přispívá tak ke zvýšení kvality života ve městech. Tyto příspěvky přírody, resp. jednotlivých ekosystémů lidské společnosti jsou označovány jako ekosystémové služby. Koncept ekosystémových služeb je zaměřen na identifikaci užitků, jež plynou lidské společnosti z přírodních systémů a na způsoby, jak tyto užitky zohlednit v rozhodovacích procesech tržního hospodářství. Tento pojem byl zaveden již v 80. letech 20. století (Ehrlich et Ehrlich 1981), ale výrazněji se využití tohoto konceptu rozvíjí od počátku 21. století. Existují desítky různých definic pojmu ekosystémové služby, ale odborníci je nejčastěji vysvětlují jako přínosy, které lidé od ekosystémů získávají a které mají pozitivní vliv na jejich životní úroveň (blahobyt). Ekosystémové služby ovlivňují jednotlivé složky lidského blahobytu, které mohou sloužit jako měřítko k posouzení kvality lidského života. Jedná se např. o provázanost ekosystémových služeb a složek blahobytu jako jsou např. zdraví, přístup k čistému vzduchu a přírodě, bezpečí apod.

Mezi příklady ekosystémových služeb patří ochlazování přehřátých center měst (neboli zmírňování městského tepelného ostrova, resp. obecně regulace mikroklimatu)<sup>2</sup>, regulace vody v krajině (zadržování vody v městské krajině a protipovodňová ochrana), snižování hluchnosti, zlepšování kvality ovzduší (zachytáváním prachových částic zelení). Příroda ve městě vytváří prostor pro relaxaci či krátkodobou rekreaci. Poskytování těchto služeb městskou přírodou má v důsledku pozitivní vliv mj. na zdraví obyvatel, na výkonnost v práci, na komunitní život, ale také na cenu nemovitostí v okolí zeleně. Mnohé studie (např. Tomalty et Komorowski, 2010; Kolbe et Wüstemann, 2015) potvrdily, že ceny nemovitostí v blízkosti zeleně jsou vyšší.

---

<sup>2</sup> Obvykle dochází k situaci, kdy centrum města je vlivem velkého množství zpevněných ploch výrazně teplejší, než je okolí města.

**Obrázek 2: Příklad opatření – park využívající dešťovou vodu ze střech okolních domů**

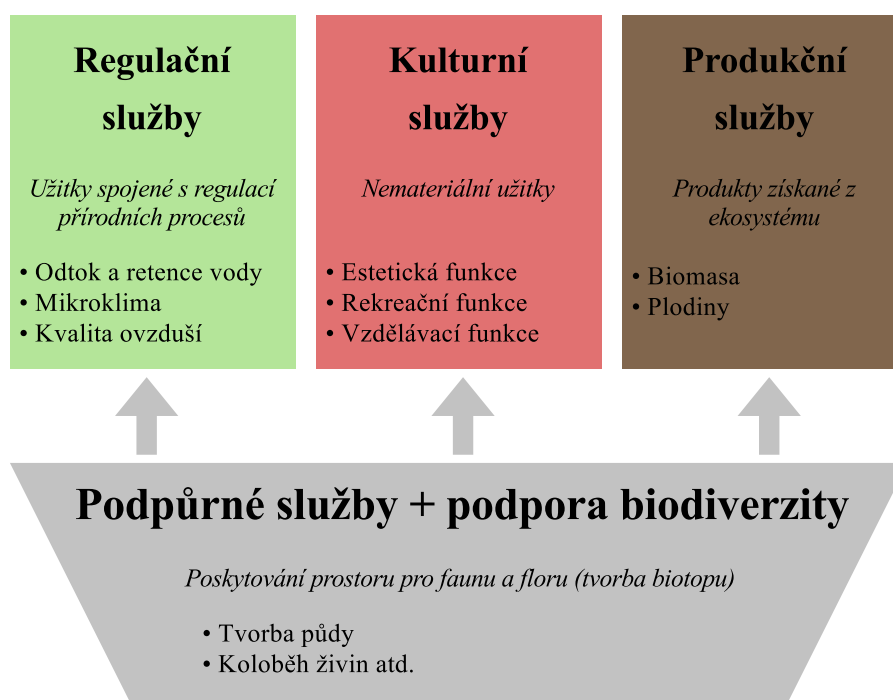


Autor: Petr Förchtgott (2015)

Příspěvky městské přírody ke kvalitě života ve městě nejsou neměnné. Podle Capistrano (2005) je společenský blahobyt ovlivňován změnami ve struktuře i fungování ekosystémů a jimi poskytovanými službami. Balmford et al. (2002) zjistili, že celková (společenská) hodnota nezměněných přírodních stanovišť může překročit soukromé přínosy jejich změny. Protože však ekosystémové služby často nejsou tržně obchodovány, nebo jejich hodnota není stanovena podobně jako u jiných statků a služeb v peněžních jednotkách, v rámci územně-plánovacích rozhodovacích procesů bývá jejich přínos podhodnocován (Bateman et al., 2013). Z tohoto důvodu se ekonomové ve spolupráci s přírodovědci snaží ekosystémové služby hodnotit a přispět tak k tomu, aby tyto přírodou poskytované užitky byly zohledňovány při důležitých strategických a politických rozhodování.

Pro hodnocení užitků přírody lidské společnosti, ale i pro snadnější interpretaci vztahů mezi těmito užitky a společenským blahobytem jsou dle MEA (2005) ekosystémové služby děleny do 4 základních kategorií. Jedná se o regulační, kulturní, produkční a podpůrné služby. Jejich členění je zachyceno na obrázku 3, jednotlivé kategorie jsou dále popsány.

Obrázek 3: Členění ekosystémových služeb do 4 základních kategorií



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

### 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 totiž regulují kvalitu ovzduší, množství i kvalitu vod, erozi půdy, choroby a škůdce nebo lokální i globální podnebí. V důsledku poklesu schopnosti přírody poskytovat vybrané regulační služby tak může např. klesat samočistící schopnost ovzduší i vody, může docházet k degradaci půdy, snižování schopnosti přírody ochlazovat místní klima nebo častějším povodním. Regulační služby jsou charakteristické tím, že klesá-li jejich poskytování přírodou (v důsledku poškozených ekosystémů), rostou společnosti 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 u zásobovacích služeb), díky znalosti výše uvedených potenciálních společenských nákladů lze určit i hodnotu těchto přínosů pro lidskou společnost. V praxi však, a to i v rámci územně plánovacích procesů, k tomu dochází jen velmi zřídka. Do regulačních služeb někdy bývá zařazováno rovněž opylení.

### **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 obyvatele měst, kteří často vyhledávají zeleň ve formě parků, příměstských lesů či zahrad jako místo každodenního odpočinku. 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).

### **Produkční služby**

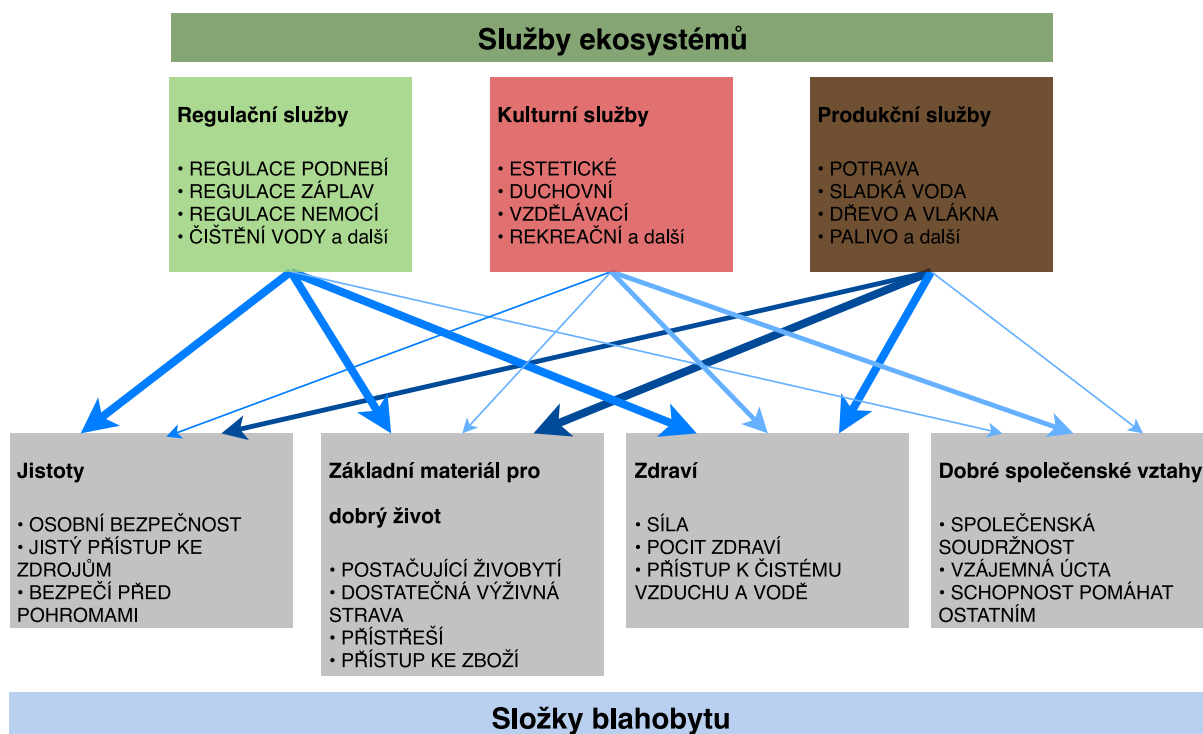
Jedná se např. o produkci potravin, dřeva, další dřevní hmoty, vody atd. Výstupy těchto služeb jsou ve formě různých statků povětšinou obchodovány na trhu, takže není problém s určením jejich hodnoty. Můžeme také říci, že čím více těchto služeb příroda poskytuje, tím více (přírodních) zdrojů má společnost pro své fungování.

### **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 ostatních služeb poskytovaných ekosystémy. Řadíme sem např. tvorbu půdy, koloběh živin a vody přírodě, fotosyntézu či tzv. primární produkci (asimilace akumulace živin a energie v organismech). Tyto služby se neoceňují v peněžních hodnotách, protože už jsou zahrnuty v ocenění předchozích třech typů služeb.

Znázornění **vazeb mezi ekosystémovými službami a lidským blahobytem** přibližuje následující schéma (obrázek 4).

**Obrázek 4: Vazba mezi službami a jejich dopadem na blahobyt**



**Legenda:** šipky ve schéma výše jsou charakterizovány jejich barvou a tloušťkou:

BARVA ŠIPKY

*Potenciál pro zprostředkování socioekonomickými faktory.*

- MALÝ
- STŘEDNÍ
- VYSOKÝ

TLOUŠŤKA ŠIPKY

*Síla vazby mezi službou ekosystému a lidským blahobytem.*

- SLABÁ
- STŘEDNÍ
- SILNÁ

Zdroj: Vlastní zpracování dle MEA (2005)

V rámci ekonomického hodnocení se oceňují produkční, regulační a kulturní ekosystémové služby. Podpůrné ekosystémové služby spolu s podporou biodiverzity podporují schopnost ekosystémů poskytovat regulační, kulturní a zásobovací ekosystémové služby, které společnosti poskytují přínosy. Výčet a stručný popis ekosystémových služeb, které jsou relevantní pro zelenou a modrou infrastrukturu v lidských sídlech, je předmětem tabulky 2.

Tabulka 2: Přehled ekosystémových služeb a dalších přínosů a jejich stručný popis

## Regulační služby

<b>Regulace odtoku</b>	Dochází k retenci vody, případně zpomalení odtoku. Důsledkem toho je snížení odvodu srážkové vody z území. Současně dochází taktéž ke snižování objemu vod odváděných prostřednictvím kanalizace. V případě jednotné kanalizace dochází ke snížení odvodu srážkové vody na čistírnu odpadních vod.
<b>Redukce povodňového rizika</b>	Úzce souvisí s regulací odtoku. Je spojena především s retencí vody, která vede k snížení škod v případě přívalových dešťů nebo říčních povodní.
<b>Kvalita vody</b>	Řada opatření má pozitivní dopad na kvalitu vody prostřednictvím jejího filtrování/samočištění. Dochází k odbourávání řady znečišťujících látek. Spolu s regulací odtoku dochází taktéž k tomu, že nedochází na jednotné kanalizaci k odlehčování vod, tedy přepadu vod z kanalizace při nadměrných objemech přímo do vodoteče.
<b>Redukce hluku</b>	Přispívá k pohlcení, zachycení hluku z okolního prostředí (např. z dopravy), případně přímo jako zvuková izolace na dané budově.
<b>Kvalita ovzduší</b>	Dochází k zachytávání škodlivých látek z ovzduší, jako jsou prachové částice, oxidy dusíku, síry a ozón.
<b>Eroze půdy</b>	Opatření přispívá k eliminaci erozní činnosti prostřednictvím zpevnění půdy kořeny, zatravněním apod. Případně prvek slouží k zachycení sedimentu.
<b>Redukce CO<sub>2</sub></b>	Dochází k ukládání CO <sub>2</sub> z atmosféry.
<b>Regulace mikroklimatu</b>	Regulace teploty, vlhkosti a proudění vzduchu na lokální úrovni.
<b>Opylení</b>	Zvyšuje míru opylení, vytváří prostor pro včely a další opylovače.
<b>Regulace nemocí</b>	Podpora zdravého prostředí, díky kterému dochází k eliminaci řady chorob či jejich zmírňování (astma, civilizační nemoci, srdeční příhody apod.).

Tabulka 2: Přehled ekosystémových služeb a dalších přínosů a jejich stručný popis (pokračování)

### Kulturní služby

<b>Rekreační funkce</b>	Zelená a modrá infrastruktura nabízí prostor pro rekreaci a odpočinek. Má vliv na psychické a mentální zdraví obyvatel.
<b>Estetická hodnota</b>	Přírodě blízké prvky mají často pozitivní vliv na okolí. Zlepšují vizuální vzhled a projevují se i na hodnotách nemovitostí v okolí.
<b>Vzdělávací</b>	Zelená a modrá infrastruktura přispívá k environmentálnímu povědomí a vzdělávání celé společnosti. Lze ji použít i cíleně v kombinaci s informačními tabulemi či jinými nástroji.

### Produkční služby

<b>Produkce biomasy</b>	Údržba zelené infrastruktury je spojena s produkcí odpadní biomasy, kterou je možné využít jako vstupní surovinu nejen pro údržbu městské zeleně, ale také jako např. zdroj energie v bioplynových stanicích.
<b>Produkce dřeva</b>	Stromy vedle dalších funkcí produkují dřevní hmotu, kterou je možné v omezené míře využívat. Jedná se hlavně o případy, kdy dochází k přirozenému nahrazování starých stromů novými.
<b>Produkce plodin</b>	Vedle dřeva a biomasy některé prvky a opatření poskytují i další plodiny. Jedná se v tomto případě především o opatření tzv. městského zemědělství jako jsou např. zahrádkářské kolonie, komunitní zahrady apod. Dochází zde k pěstování zeleniny a ovoce. Plodiny mohou produkovat např. také produkční střešní zahrady.

### Další přínosy

<b>Úspora energií na vytápění/chlazení</b>	Tento přínos je úzce provázán s regulací mikroklimatu, které se mimo jiné může projevit i na tepelném managementu budov, kdy dochází k ochlazením budov v létě a naopak k jejich teplené izolaci v zimě.
<b>Nárůst hodnoty nemovitostí</b>	Tento přínos je úzce navázán na estetickou hodnotu. Nárůst estetické hodnoty se může projevit i v nárůstu cen nemovitostí v okolí prvku/opatření popř. samotné nemovitosti, na které je prvek/opatření realizován (např. zelená střecha, zelená stěna).
<b>Tvorba biotopu</b>	Realizace prvků/opatření zelené a modré infrastruktury přispívá k vytváření habitatu.

Zdroj: Vlastní popis na základě MEA (2005) a TEEB (2010)

Je důležité zmínit, že přínosy jsou v ekonomii chápány jako antropocentrické, tedy přínosy pro jedince (obyvatele, vlastníky, uživatele veřejného prostranství atd.) a jsou odvozeny od konkrétních hodnot vyjádřených lidmi (např. vyjádřenou ochotou platit za danou službu).

Odlišuje se tak od pojetí přínosů 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 neoceněny. Tak tomu je i v této metodice, která se drží striktně antropocentrického vnímání přínosů, respektive užiteků.

Kvalita a množství poskytovaných ekosystémových služeb jsou závislé nejen na velikosti jednotlivých zelených a vodních ploch, ale také na jejich stavu a vzájemné propojenosti. Proto často mluvíme o tzv. **zelené a modré infrastruktuře** – komplexnímu systému vzájemně propojených prvků městských přírodních ploch. Zelená a modrá infrastruktura ve městě dokáže ve větší či menší míře nahradit ztrátu ekosystémových služeb v urbanizovaném území v důsledku stavebního rozvoje, šedé infrastruktury, nárůstu intenzity dopravy apod. Vždy v tomto případě záleží na konkrétních podmínkách.

Jednotlivé prvky zelené a modré infrastruktury však nelze bez výjimek chápat jako protějšek nebo náhradu (substitut) v řadě měst běžně využívané šedé infrastruktury, ale často jako jejich doplněk (komplement). Typickým příkladem mohou být např. zelené střechy či stěny budov, park uprostřed sídliště atd.

V mnohých případech by zelená nebo modrá infrastruktura mohla šedou infrastrukturu nahradit a společnosti by to zároveň přineslo celou řadu pozitivních vedlejších efektů při dosažení obdobných cílů. To je patrné zejména u cílů adaptace měst na projevy klimatické změny, jako jsou např. městský tepelný ostrov, vlny veder, nedostatek vody atd. Typickým znakem prvků šedé infrastruktury je, že obvykle plní pouze jedinou funkci (protipovodňové zábrany pouze zabraňují pronikání vody v době povodní), kdežto prvky zelené a modré infrastruktury mohou plnit několik funkcí najednou (resp. poskytovat celou řadu vedlejších přínosů ve formě ekosystémových služeb). Jako příklad uveďme přírodní mokřady či přírodě blízké retenční nádrže. Nejen že zadržují vodu z přívalových dešťů a snižují tak povodňové škody, ale také následně díky zadržené vodě ochlazují své okolí (odpar), jsou důležitým útočištěm pro mnohé druhy živočichů a rostlin a v neposlední řadě (při vhodné úpravě okolí) mohou sloužit jako atraktivní lokalita pro rekreaci.

Navíc pokud bychom porovnali hodnotu veškerých výše zmíněných užiteků, které toto (původně protipovodňové) opatření přináší, s náklady na jeho realizaci a údržbu, mohli bychom neznějídky kdy dojít k závěru, že hodnota jejich společenských přínosů výrazně převyšuje náklady na jejich realizaci a provoz. Investice do zelené a modré infrastruktury tak může být společensky efektivnější než investice do šedé infrastruktury. K tomuto závěru lze dojít aplikací postupu ekonomického hodnocení, který je předmětem této metodiky.

Obecně lze u zelené a modré infrastruktury identifikovat ve větší či menší míře všechny typy ekosystémových služeb, nejčastěji však regulační a kulturní služby, v menší míře i zásobovací ekosystémové služby spojené především s parky, sady apod. Velký potenciál je spojen s využitím biomasy pro výrobu energie.



Při územně plánovacích a rozhodovacích procesech o zrušení/obnovení/novému založení jednotlivých prvků zelené a modré infrastruktury by měly být zohledňovány všechny užitky, které přírodě blízká opatření společnosti přináší. Tzn. nejen ty, které se projevují v přímých finančních tocích prostřednictvím na trhu obchodovaných statků a služeb. Koncept ekosystémových služeb (v kombinaci s aplikací analýzy nákladů a přínosů) může výrazně pomoci ke stanovení hodnot užitků, kterými jednotlivá přírodě blízká opatření resp. prvky zelené a modré infrastruktury přispívají ke společenskému blahobytu.

### **3. Postup ekonomického hodnocení**

---

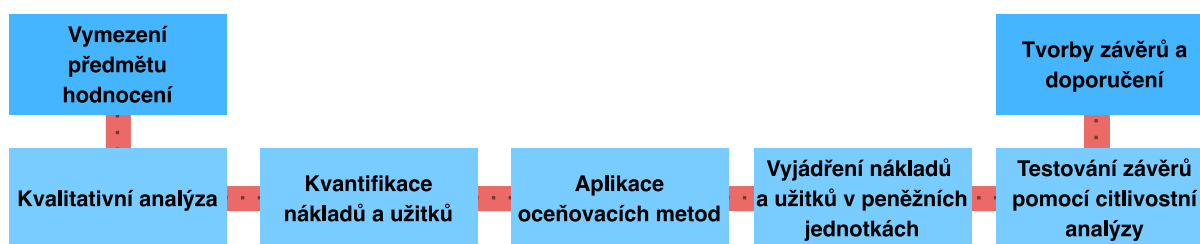
Ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury je na základě rešerše literatury a dosavadních zkušeností autorského týmu (např. Slavíková et al., 2015; Macháč et al., 2017; Macháč et al., 2018a, Macháč et al., 2018b, Dubová et al., 2019) postaveno na analýze nákladů a užitků (CBA), která byla prostřednictvím propojení s konceptem ekosystémových služeb modifikována pro účely hodnocení zelené a modré infrastruktury.

Ekonomické hodnocení je analogické k finanční analýze běžně prováděné ve veřejné i soukromé sféře. Nad rámec čistě soukromých finančních přínosů a nákladů se berou v případě CBA v úvahu i ostatní společenské náklady a užitky. V potaz jsou brány náklady a užitky, které mají vliv na společnost a jednotlivce (veřejnou správu a samosprávu, místní obyvatele, turisty, vlastníky nemovitostí, podnikatele, poskytovatele veřejných služeb jako jsou vodovody a kanalizace apod.). Společenské náklady a užitky často nemají přímou finanční povahu, ale mají značný vliv na kvalitu života v lidských sídlech. Při ekonomickém hodnocení je aplikován antropocentrický přístup. Veškeré hodnoty jsou odvozeny z preferencí lidí, a to buď ve formě tržních cen, pokud pro dané statky a služby existují a jsou obchodovány na trhu, nebo mají podobu ochoty platit (WTP) za daný statek/službu. V tomto ohledu se ekonomické hodnocení liší od ekocentrického pohledu aplikovaného v přírodních vědách, kde může být užitku přisuzována hodnota nezávisle na preferencích lidí. Veškeré čistě ekocentrické hodnoty, které jdou nad úroveň lidského vnímání (vnitřní hodnota přírody), zůstávají tak v rámci našeho přístupu (peněžně) neoceněny.

Vzhledem k tomu, že pouze velmi malé množství užitků prochází trhem, je nutné při hodnocení aplikovat řadu metod, kterými je možné ekonomickou hodnotu vyjádřit. K vymezení a kategorizaci užitků je využíván koncept ekosystémových služeb, který byl představen v předcházející kapitole. Za přínosné se podle CBA považují prvky zelené a modré infrastruktury, u kterých užitky převyšují náklady.

Postup je rozdělen do řady kroků včetně výchozích (definice předmětu hodnocení) a navazujících úkonů (využití výsledků). Základní schéma je zachyceno na obrázku 5. Dále jsou pak jednotlivé kroky detailně popsány.

Obrázek 5: Schéma postupu ekonomického hodnocení



Zdroj: Vlastní zpracování

Dále představený postup je na příkladu zelené střechy ilustrován v příloze 1.

### Výchozí krok: Vymezení předmětu hodnocení

Klíčovým krokem je identifikace a vymezení prvků/opatření zelené a modré infrastruktury, které jsou předmětem hodnocení. Velmi často je nutné zohledňovat jejich součinnost a vazbu na ostatní prvky, jelikož často dochází vzájemnou interakcí různých prvků a opatření k výraznému posílení celkového efektu prvků/opatření. Výsledný efekt dvou opatření obvykle neznamená pouze jejich prostý součet.

Nedílnou součástí je určení územního dosahu dopadu opatření, která má významný vliv na relevantní vymezení užitků spojených s daným prvkem. Mnoho opatření poskytuje jak lokální celospolečenské přínosy (např. regulace mikroklimatu), tak přínosy na úrovni celého lidského sídla (např. prostor pro rekreaci) a globální přínosy (absorpce skleníkových plynů apod.). V případě regulace odtoku může docházet k specifickým dopadům níže po proudu v podobě eliminace povodňové vlny.

Současně je nezbytné vymezit výchozí stav, ke kterému se hodnocení provádí. V rámci prvního kroku je tak často mapováno území. V případě, kdy hodnotíme teprve připravované prvky zelené a modré infrastruktury, je třeba popsat stávající stav, ke kterému je možné plánovaná opatření posuzovat. V případě již realizovaných prvků a opatření je pak nezbytné vymezit, jaký stav bereme za výchozí. Tato část významně souvisí s následujícím krokem, v rámci kterého se identifikují náklady a užitky.

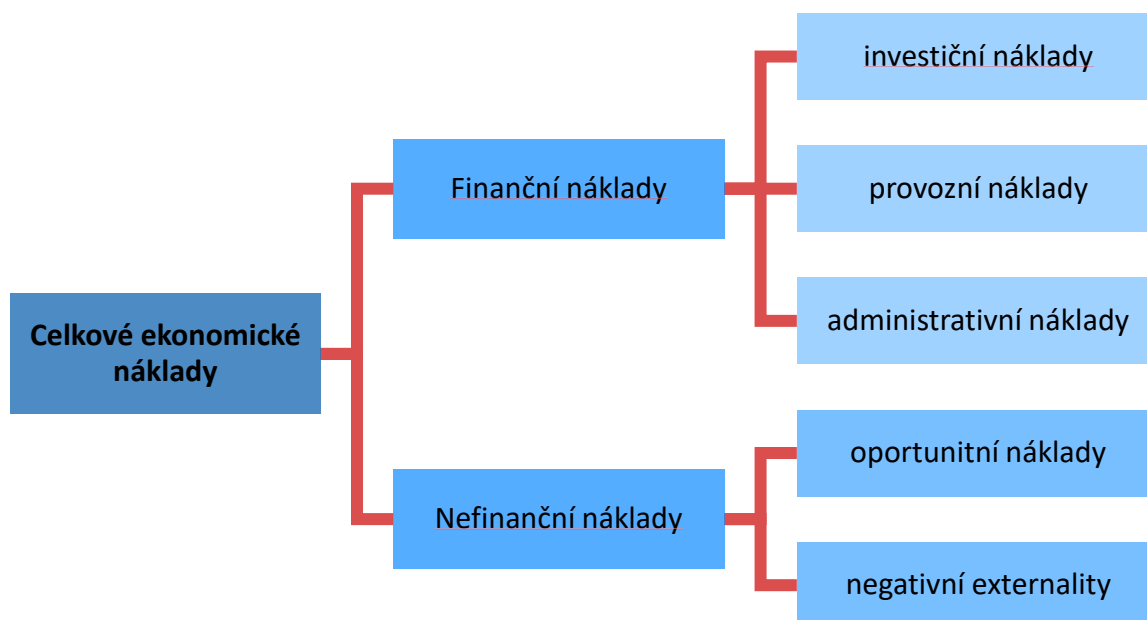
### Krok 1: Kvalitativní analýza nákladů a užitků

V návaznosti na vydefinování předmětu hodnocení se provádí základní identifikace a kvalitativní popis nákladů a užitků. Pod náklady se rozumí veškeré celospolečenské prostředky, které je nutné vynaložit (obrázek 6). **Náklady zahrnují** jak ty, které souvisejí se samotným budováním zelené a modré infrastruktury (investiční náklady), tak následně veškeré náklady související s údržbou (provozní náklady). Mnohdy může docházet při realizaci prvku/opatření ke zmaření jiných možných využití daného území. Tyto náklady obětované příležitosti (oportunitní náklady) je vhodné do hodnocení také zahrnout, stejně jako další případné negativní dopady opatření (negativní externality či omezení produkce

některých ekosystémových služeb v důsledku změny využívání území). Mezi dílčí náklady se pak řadí i administrativní náklady spojené s realizací opatření. Tyto náklady je ale v praxi obtížné vymezit, stejně jako transakční náklady. V rámci identifikace tak vzniká výčet výše uvedených relevantních nákladů. V rámci kvalitativní analýzy se pak provádí jejich bližší popis, který je vstupním krokem pro jejich kvantifikaci.

**Na straně užitků** se jedná o veškeré pozitivní přínosy, které jsou s realizací zelené a modré infrastruktury spjaté. V rámci metodiky byl představen koncept ekosystémových služeb, který má za cíl pomoci identifikovat a vymezit odpovídající služby včetně vlivů na biodiverzitu. V rámci identifikace jsou vybrány ekosystémové služby, které jsou pro daný prvek zelené a modré infrastruktury vzhledem k vymezení předmětu hodnocení relevantní. Pro tyto služby je následně vhodné vymezit také míru jejich poskytování (nízká, střední, vysoká). Míra poskytování je vhodná například v případě porovnání dvou opatření, současně může být vodítkem při dalších krocích, které užitky (služby) je vhodné ocenit.

**Obrázek 6: Struktura ekonomických nákladů**



Zdroj: Macháč et al. (2018b)

## **Krok 2: Kvantitativní analýza nákladů a užitků**

Pro náklady a užitky vydefinované v předchozím kroku se provádí kvantitativní analýza. Dochází tak k vymezení rozsahu vzniklých nákladů (investičních, pravidelných i jednorázových) a poskytovaných ekosystémových služeb a dalších užitků.

Náklady je možné obvykle již v tomto kroku vyjádřit peněžně pro jednotlivé úkony spojené s budováním a údržbou daného prvku/opatření. Případně je možné je vyjádřit v jiných jednotkách, jako jsou např. počty hodin strávených na vybudování a údržbu, množství spotřebovaného materiálu či objem externalit.

Základem kvantitativní analýzy užitků je obvykle vymezení biofyzikálních jednotek, které představují objem poskytovaných ekosystémových služeb, jako je objem zadržené vody, zachycených látek, uložení uhlíku nebo množství uspořené energie apod. Tyto hodnoty je možné získat primárním měřením, které je ale časově a finančně náročné a obvykle přesahuje možnosti týmu, který ekonomické hodnocení provádí. Východiskem je tak obvykle přenos hodnot, a to na základě dostupných údajů, databází, norem nebo rešerše domácí a zahraniční literatury. Přehled vybraných hodnot je obsahem přílohy 2. Tyto hodnoty jsou pouze orientační, v českém prostředí již byly použity při dosavadním hodnocení vybraných opatření. Je možné ale použít své hodnoty, případně hodnoty poskytnuté projektantem opatření nebo jinými odborníky. Hodnoty vztažené k dané lokalitě mohou být výrazně přesnější, než tyto přenesené hodnoty.

### **Krok 3: Volba a aplikace metod pro ocenění**

---

Náklady jsou peněžně oceněny obvykle dle tržních cen buď na základě již vynaložených nákladů, tedy ex-post analýzy v případě již realizovaných opatření. V případě ex-ante analýzy, tedy teprve plánovaných opatření, je nutné provést odhad nákladů na základě návrhů opatření nebo odvozením z realizace obdobných opatření v dané obci nebo v jiných obcích. Nezbytné je přizpůsobit odhady lokálním specifikům jako jsou ceny pozemků v daném místě nebo rozsah prací. V rámci provozních nákladů je nezbytné uvažovat nejen pravidelné každoroční náklady, ale také jednorázové náklady na údržbu, která se provádí buď dle potřeby, nebo vždy po několika letech. Příkladem nepravidelných nákladů, které je nutné započítat, jsou náklady na odbahnění.

Tržní ceny lze využít i k vyjádření nákladů obětovaných příležitosti (obvykle např. hodnota pozemku, pokud by se využil k výstavbě rodinného/bytového domu/administrativního komplexu apod.). V případě ocenění negativních externalit se pak postupuje obdobně, jako v případě užitků za využití dalších oceňovacích metod.

V rámci přílohy 3 je obsažen přehled průměrných investičních a provozních nákladů na vybraná opatření, která slouží pro získání základní představy o náročnosti realizace a údržby daných opatření. Reálné náklady, jak už bylo výše uvedeno, jsou závislé na lokálních podmínkách a konkrétní podobě daného prvku/opatření. Výraznou část nákladů tvoří např. vybavení apod.

Ocenění užitků pomocí tržních cen je možné pouze u části ekosystémových služeb. Tím se postup peněžního vyjádření užitků stává obtížnější, než tomu je u nákladů. Velmi často je nezbytné aplikovat některou z oceňovacích metod statků a služeb životního prostředí. Pro přehled ekosystémových služeb a dalších přínosů (obsažených v tabulce 2) 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 na základě vlastních zkušeností a rešerše literatury. Tento přehled najdete v tabulce 3, jednotlivé metody jsou stručně představeny v příloze 4.

**Tabulka 3: Přiřazení vhodných metod pro ocenění jednotlivých ekosystémových služeb (užitků)**

<b>Ekosystémová služba</b>	<b>Oceňovací metoda založená na:</b>
<b>Regulační služby</b>	
<b>Regulace odtoku</b>	tržní ceně (úspora nákladů na čištění odpadních vod na ČOV, popřípadě úspora nákladů na jiný způsob zadržení/odvod dešťové vody vč. budování oddílné kanalizace)
<b>Redukce povodňového rizika</b>	tržní ceně (dle škod), nákladech na zamezení povodňových škod
<b>Kvalita vody</b>	nákladech na zamezení (tedy nákladech na čištění vod, zvýšení kvality vody, respektive nákladech na alternativní opatření)
<b>Redukce hluku</b>	nákladech na zamezení (tj. nákladech na alternativní opatření, např. odhlučnění bytů)
<b>Kvalita ovzduší</b>	nákladech na zamezení (náklady na alternativní opatření, zadržení škodlivých látek z ovzduší: prachové částice, oxidy dusíku, síry a ozón)
<b>Eroze půdy</b>	nákladech na zamezení a tržní ceně (úspoře nákladů na nákup ztracené zeminy a úsporu nákladů na náhradu živin a odstranění sedimentu z vodních toků)
<b>Redukce CO<sub>2</sub></b>	nákladech na zamezení emisí CO <sub>2</sub> (nákladech na alternativní opatření), případně na tržní ceně povolenek CO <sub>2</sub>
<b>Regulace mikroklimatu</b>	nákladech na zamezení (nákladech na alternativní opatření – klimatizaci či jiné opatření šedé infrastruktury)
<b>Opylení</b>	tržní ceně (změny produkce plodin)
<b>Regulace nemocí</b>	tržní ceně (úspora nákladů na zdravotní péči)
<b>Kulturní služby</b>	
<b>Rekreační funkce</b>	výběrovém experimentu, cestovních nákladech
<b>Estetická hodnota</b>	výběrovém experimentu, cestovních nákladech, nárůstu cen nemovitostí (viz níže). Často bývá oceňována společně s rekreační funkcí
<b>Vzdělávací</b>	cestovních nákladech, nákladech na nahrazení (jiných alternativních způsobů vzdělávání – např. návštěva botanické zahrady apod.)

**Tabulka 3: Přiřazení vhodných metod pro ocenění jednotlivých ekosystémových služeb (užitků) (pokračování)**

<b>Produkční služby</b>	
<b>Produkce biomasy</b>	tržní ceně (výkupní cena biomasy po odečtení nezbytných nákladů na její dopravu apod.)
<b>Produkce plodin</b>	tržní ceně (výkupní cena plodin)
<b>Produkce dřeva</b>	tržní ceně (hodnotě dřeva při samozpracování/výkupní ceně dřeva vyjádřené v běžných metrech pro daný druh)
<b>Další přínosy</b>	
<b>Úspora energií na vytápění/chlazení</b>	tržní ceně (úsporách energie)
<b>Nárůst hodnoty nemovitostí</b>	hedonické ceně, alternativně benefit transferu v kombinaci s tržní cenou (na základě vyjádření procentního nárůstu ceny nemovitosti stanoveném pomocí přenosu hodnot)
<b>Tvorba biotopu</b>	hodnocení biotopů (např. pomocí hesenské metody)

Zdroj: Vlastní zpracování na základě např. Gómez-Baggethun et al. (2013), Dubová et al. (2019)

Volba vhodné metody je závislá na 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 (viz např. Macháč et al., 2018a). 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 podnebních podmínek, podloží apod. V případě přenosu ze zahraničí je vhodnější aplikovat pokročilou metodu meta-analýzy se zahrnutím faktorů, jako je rozdíl cenových hladin apod.

Součástí projektu, v rámci kterého vznikla tato metodika, bylo doplnění některých chybějících hodnot pomocí primárního ohodnocení. Pozornost byla věnována rekreační a estetické funkci prvků zelené infrastruktury (přírodní park, umělý park a městská zahrada), modré infrastruktury (přírodní potok, umělý potok a zatrubněný potok) a vybavení parku (lavičky, koše a toalety) jako podpory rekreačních funkcí parku. Výběrový experiment byl proveden v 5 městech České republiky (Děčíně, Pardubicích, Liberci, Brně a Praze). V Pardubicích došlo k sběru dat až v červnu a červenci roku 2019, kdy zároveň dojde k vyhodnocení. V metodice jsou tak obsaženy výsledky pouze za Děčín, Liberec, Brno a Prahu. Jelikož přímo s postupem ekonomického hodnocení v tomto bodě nesouvisí, jsou předmětem přílohy 5.

## Krok 4: Vyjádření nákladů a užitků v peněžní jednotce

---

Na základě aplikace oceňovacích metod je vyjádřen náklad a užitek v peněžních jednotkách. Tento údaj je nutné následně vyjádřit pro předem daný časový horizont (případně více časových horizontů). V rámci metodiky doporučujeme využít alespoň dva časové horizonty. Vzhledem k předchozím zkušenostem (např. Macháč et al., 2018b) doporučujeme pracovat s horizontem 25 a 50 let, případně je možné zvolit vlastní časový horizont. Ten by měl být vždy realisticky volený vzhledem k životnosti opatření. Pokud zvolená délka období přesahuje životnost, je nezbytné do nákladů zahrnout předpokládané výdaje na postupnou obnovu daného prvku.

Pro vypořádání se s časovým nesouladem<sup>3</sup> nákladů a užitků lze využít buď vyjádření nákladů a užitků pomocí anualizace (např. Slavíková et al., 2015; Macháč et Brabec, 2018), nebo metodu současné hodnoty (present value) (např. Macháč et al., 2018b; Dubová et al., 2019).

V rámci hodnocení zelené a modré infrastruktury **doporučujeme využívat metodu současné hodnoty**. Tato metoda je postavena na převodu budoucích nákladů a užitků na jejich kumulovanou hodnotu vyjádřenou v současné hodnotě peněz. Výpočet současné hodnoty je zachycen v rovnici 1. Při porovnání nákladů a užitků získáváme tzv. čistou současnou hodnotu (rovnice 2).

### Rovnice 1: Vzorec pro výpočet současné hodnoty

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

kde  $PV$  ... současná hodnota,  
 $V_t$  ... hodnota (nákladu nebo užitku) v čase  $t$ ,  
 $r$  ... diskontní míra (dle doporučení EK je vhodné využít diskontní míru 4 %, tedy 0,04),  
 $T$  ... časový horizont pro hodnocení,  
 $t$  ... rok (v rozsahu 1 – horizont  $T$ ).

### Rovnice 2: Vzorec pro výpočet čisté současné hodnoty

$$NPV = PVb - PVc$$

kde  $NPV$  ... čistá současná hodnota,  
 $PVb$  ... celková současná hodnota užitků,  
 $PVc$  ... celková současná hodnota nákladů.

**V případě anualizace** se snažíme převést známou hodnotu současných nákladů a užitků na budoucí tok stejných hodnot na bázi ročních nákladů, které při kumulaci odpovídají známé hodnotě v současnosti (Jacobsen, 2005). Vzorec pro výpočet anualizované hodnoty

---

<sup>3</sup> Časovým nesouladem se myslí situace, kdy náklady na prvky/opatření zelené a modré infrastruktury jsou obvykle nejvýznamnější první rok, kdy dochází k realizaci opatření. Oproti tomu užitky jsou dosahovány průběžně, nelze tedy provést prosté odečtení nákladů od užitků.

investičních a provozních nákladů obsahují rovnice 3 a rovnice 4. Výpočet celkových anualizovaných nákladů je v rovnici 5. Výpočet anualizovaných užitků lze provést obdobným postupem, jako výpočet nákladů. Posledním krokem je výpočet čistého anualizovaného užitku, kdy se od anualizovaných užitků odečtou anualizované náklady.

### Rovnice 3: Anualizace investičních nákladů

$$ACi = \sum_{l=1}^L ACi_l = \sum_{l=1}^L \left( PVi_l \times \frac{r \times (1+r)^l}{(1+r)^l - 1} \right)$$

kde  $ACi$  ... celkové roční investiční náklady v anualizované podobě,  
 $ACi_l$  ... investiční náklady s životností  $l$  daného opatření,  
 $PVi_l$  ... současná hodnota investičních nákladů spojených s určitou životností,  
 $r$  ... diskontní míra (dle doporučení EK je možné použít diskontní míru 4 %, tedy 0,04),  
 $L$  ... maximální očekávaná životnost daného opatření,  
 $l$  ... životnost části opatření.

### Rovnice 4: Anualizace provozních nákladů

$$ACm = \sum_{y=1}^Y ACm_y$$

kde  $ACm$  ... celková hodnota provozních nákladů,  
 $ACm_y$  ... roční provozní náklady v roce  $y$ ,  
 $Y$  ... časový horizont pro hodnocení.

### Rovnice 5: Výpočet celkových anualizovaných nákladů

$$ACtot = ACi + ACm + ACo$$

kde  $ACtot$  ... celkové anualizované náklady,  
 $ACi$  ... investiční náklady v anualizované formě,  
 $ACm$  ... provozní náklady v anualizované formě,  
 $ACo$  ... ostatní náklady<sup>4</sup> v anualizované formě.

Výsledkem tohoto kroku je celkový čistý přínos opatření z pohledu společnosti. Současně lze na základě současné hodnoty nákladů a současné hodnoty užitků **vyjádřit návratnost prvku/opatření z pohledu společnosti**. Jedná se o stanovení doby (roku), kdy kumulovaná hodnota oceněných užitků převyší kumulovanou hodnotu nákladů.

Alternativním ukazatelem pak může být tzv. poměr užitků a nákladů, který vyjadřuje, kolikrát poskytované peněžně vyjádřené užitky převyšují vynaložené náklady v daném časovém horizontu. Vzorec pro výpočet tohoto poměru je zachycen v rovnici 6.

<sup>4</sup> Zahrnuje náklady z ostatních skupin, tedy administrativní a oportunitní náklady a negativní externalitu.



## Rovnice 6: Poměr užitků a nákladů

$$B/C = \frac{B}{C}$$

kde  $B/C$  ... poměr užitků a nákladů,  
 $B$  ... celkové užitky (v současné hodnotě, případně v anualizované hodnotě),  
 $C$  ... celkové náklady (v současné hodnotě, případně v anualizované hodnotě).

## Krok 5: Testování závěrů pomocí citlivostní analýzy

---

Výsledky analýzy nákladů a užitků (kroky 1 – 4) je vhodné testovat, aby byla eliminována možná zkreslení způsobená vstupními daty. K tomu lze využít některou z metod citlivostní analýzy.

Základem by mělo být testování vlivu diskontní míry využitě v rámci kroku 4. V tomto případě se aplikuje tzv. scénářová citlivostní analýza. Vedle výchozí diskontní míry 4 %, která tvoří základní scénář, se vytváří další scénáře, ve kterých se používá jiná míra. V rámci analýzy Macháč et al. (2018b) bylo využito 2% a 6% míry. Někdy se tyto scénáře také označují jako optimistický (2 %) a pesimistický (6 %). Výsledky se pak porovnají s výchozím scénářem. Rozdíl je nejlépe vidět při vyjádření výsledků pomocí ukazatele návratnosti prvku z pohledu společnosti. V ideálním případě by se počet let neměl příliš lišit.

Alternativně lze testovat všechny vstupní parametry způsobem, kdy dojde k úpravě všech hodnot o 1 %. Následně se zkoumá, o kolik procent se změní výsledek, respektive které hodnoty mají na výsledek největší vliv. Na hodnoty, které nejvíce výsledek ovlivňují, je vhodné zaměřit pozornost a případně pro potvrzení závěrů provést opět scénářovou citlivostní analýzu, kdy budou vstupovat do analýzy nižší a vyšší hodnoty, než byly ve výchozím výpočtu.

Dále je doporučeno před formulací závěrů vzít v potaz náklady a užitky, které nebylo možné peněžně vyjádřit. Lze buď provést jejich expertní odhad a zahrnout je. Případně je vybalancovat pomocí kvalitativního zhodnocení a provést diskusi nad mírou podhodnocení nákladů a užitků vlivem nemožnosti ekonomického ohodnocení části hodnot.

## Navazující krok: Tvorba závěrů a doporučení

---

Na základě předchozích kroků je možné formulovat závěry, které se týkají celospolečenské přínosnosti prvku/opatření založeného na zelené a modré infrastruktuře. Na základě vyhodnocení dílčích ekosystémových služeb je dále možné doporučit případná doplňková opatření, která by vedla k vyšší míře užitků.

Postup je také možný použít pro porovnání více prvků nebo různých způsobů realizace daného opatření s cílem vybrat nejefektivnější opatření (např. takové, které dosahuje nejkratší návratnosti, nejlepšího poměru nákladů a užitků apod.).

Vedle výsledků z CBA je vhodné slovně shrnout i hlavní užítky a náklady a vymezit tu část užiteků a nákladů, které nebylo možno ocenit. Vhodné je tuto informaci doplnit i o zhodnocení jejich vlivu na výsledek.

Ze závěrů a doporučení by mělo na základě metodiky být patrné, v jakém období převyšují celkové užítky celkové náklady.

#### **4. Běžné chyby v hodnocení**

---

Ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury pomocí analýzy nákladů a přínosů (CBA) a konceptu ekosystémových služeb je spojeno s řadou výzev, rizik a nejistot. Pro správné posouzení opatření je vodné mít na paměti následující slabé stránky.

Společenská přínosnost jednotlivých opatření se liší případ od případu. Některé užítky se projeví až tehdy, pokud se podaří zrealizovat určitý objem opatření (např. zvýšení estetické a rekreační funkce má reálný dopad až tehdy, když má opatření dostatečnou rozlohu). Od určité rozlohy ale dochází k tomu, že dodatečný m<sup>2</sup> uživatelé již neocení.

U některých opatření naopak trvá několik let, než začnou poskytovat užítky, jako jsou např. zadržování prachu, absorpce CO<sub>2</sub> apod. U prvků zeleně dochází v průběhu času k vývoji míry poskytování jednotlivých ekosystémových služeb. Toto je nezbytné do hodnocení zahrnout.

Mezi časté chyby v ekonomickém hodnocení se řadí především několikanásobné zahrnutí stejného užítku/nákladu. K tomu dochází zejména tehdy, pokud se stejný užítek/náklad ocení pomocí více metod, nebo pomocných ukazatelů. Při kombinaci metod je tak vhodné se dvojitě započtení užítku vyvarovat. Příkladem může být například náklad na pořízení pozemku pro nově budovaný park, který se do jisté míry překrývá s oportunitními náklady. Vykoupením pozemku již nebude původnímu vlastníkovi vznikat škoda – ztráta příjmu (bude kompenzován tím, že pozemek prodal). Ztráta příjmu se nyní přesune na vlastníka nového, který ovšem pořizuje pozemek za účelem vybudování opatření, nikoliv původním účelem. K dvojitě započtení může dojít i tím, že některé metody vedou k ocenění širšího spektra užiteků, čímž může dojít k částečnému překryvu. V tomto ohledu je tedy vhodné volit odpovídající kombinaci metod. Možným řešením je aktualizovat přehled nákladů a užiteků a postupně označovat dané náklady a užítky, které již máme oceněny.

Alternativní chybou je pak zahrnutí druhotných dopadů, které úzce navazují na primární již peněžně vyjádřené dopady. Jedná se např. o započítávání dopadů v rámci navazujících činností, tedy k multiplikování efektu. Tímto způsobem často dochází taktéž zahrnutí stejného dopadu, ale na jiné úrovni.

Řada nejistot se pak pojí s predikcí vývoje, diskontováním nákladů a užiteků (respektive použitím diskontní míry pro vyjádření čisté současné hodnoty), použitím hodnot z jiných oblastí/zemí apod. Při stanovování společenské přínosnosti je tak nutné provést citlivostní analýzu, která ověřuje vliv jednotlivých vstupních parametrů hodnocení na výsledek analýzy.

## Srovnání novosti postupů

---

Vlivem vzrůstajícího zájmu o kvalitu života ve městech, rostoucí pozornosti vůči zelené a modré infrastruktuře a rozšiřování konceptu ekosystémových služeb je ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury předmětem řady odborných článků, studií a metodik. Většina autorů se cíleně věnuje jedné specifické oblasti, prvku, elementu a na něm provádí velmi detailní hodnocení. Existuje i několik zahraničních zpoplatněných nástrojů, které jsou schopny užitky ve vybraných kategoriích pro vybraná opatření ocenit. Jednotlivé nástroje ale obvykle nepokrývají veškeré užitky, popřípadě nezohledňují v analýze náklady, které se s realizací a údržbou opatření pojí. V českém prostředí se toto téma dostává v současné době do popředí. Přestože o užitcích panuje značné povědomí, s kvalitativním vyjádřením se při rozhodování obtížně pracuje a dochází k pomíjení nefinančních užitků. Absence vhodných postupů a metod pro ocenění užitků tak nevede k dostatečné prosaditelnosti přírodě blízkých řešení. Z analýzy dostupných podkladů vyplývá, že vhodné a v praxi preferované metody pro posouzení celospolečenské přínosnosti jsou ukotveny v CBA a dalších ekonomických metodách ocenění. Popis jejich modifikace na oblasti zelené a modré infrastruktury ale chybí.

Stávající metodiky svým zaměřením nelze snadno pro hodnocení prvků využít. Jedná se např. o výstupy z projektu TAČR TD010066 (*Integrované hodnocení ekosystémových služeb v České republice*). V rámci tohoto projektu vznikla metodika na hodnocení ekosystémových služeb na celorepublikové úrovni ve vazbě na konkrétní ekosystémové služby bez zohlednění jednotlivých prvků a specifických podmínek v lidských sídlech. K identifikaci ekosystémových služeb a jejich dopadu na obyvatele je možné využít například výstupů z projektu TD020064 (*Analýza služeb urbánních ekosystémů a jejich vliv na kvalitu života obyvatel měst v ČR*). Metodika vzniklá v tomto projektu ale neobsahuje postup, jak jednotlivé ekosystémové služby vyjádřit ve společné (peněžní) jednotce.

Projekt volně navazuje na projekt TD03000106 (*Podpora rozvoje adaptačních opatření a strategií ve městech*), který systematizuje v českém prostředí adaptační opatření, která často vychází z přírodě blízkých opatření (prvků zelené a modré infrastruktury). Výstupy projektu lze použít k získání přehledu o možných prvcích/opatřeních nebo seznámením se s realizovanými příklady. Součástí popisu jednotlivých opatření jsou i přehledy biofyzikálních ukazatelů, které byly částečně využity pro tvorbu přílohy 2.

Originalita a novost řešení spočívá zejména ve vytvoření komplexního nástroje pro monetární vyjádření užitků plynoucích ze zelené a modré infrastruktury a jejich porovnání s náklady. Tento nástroj je navržen dle podmínek v České republice. Nevyžaduje využívání placených databází, obsahuje popis a vstupní data shrnutá z dosavadních projektů a doplněná o chybějící údaje (jako např. kulturní služby prvků zelené a modré infrastruktury). V rámci tvorby byly využity zkušenosti autorského týmu, který se v minulých letech podílel na hodnocení řady opatření (např. Macháč et al., 2018b) a publikoval k němu několik odborných článků. V České republice doposud nebyla zpracována žádná prakticky využitelná

metodika pro posuzování společenských užitků. Tímto vzniká nástroj, který má pomoci v plánování a prosazování budování a údržby zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech. Výstup vznikl na základě spolupráce s veřejnou správou a řadou dalších subjektů (zástupci měst, SZKT, GreenVille apod.), kteří jsou zároveň potenciálními uživateli této metodiky.

## Popis uplatnění metodiky

---

Předkládaná metodika je určena především jako podklad pro plánování, rozhodování a komunikování budování a údržby prvků zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech. Jak je uvedeno v úvodu metodiky, má sloužit k hodnocení zelené a modré infrastruktury pomocí peněžního vyjádření nákladů a užitků a jejich porovnání. Široké spektrum užitků lze tak vyjádřit pomocí jednoho čísla, které je v mnoha ohledech lépe uchopitelné a taktéž představitelné. Společná jednotka (peněžní vyjádření), taktéž umožňuje mezi sebou porovnávat varianty opatření (v případě, kdy zahrnujeme stejné užitky), případně i různá opatření mezi sebou. Pokud porovnáváme různá opatření mezi sebou, může docházet ke zkreslení způsobeným nejednotným hodnocením užitků a odlišným zahrnutím jednotlivých ekosystémových služeb.

Metodika umožňuje vyhodnotit taktéž dopad již realizovaných opatření, tyto údaje lze pak využít při prosazování realizace obdobných opatření, případně k posouzení účinnosti např. dotací či jiné formy podpory a intervence ze strany veřejné správy, samosprávy či soukromých subjektů. Příkladem dalších intervencí může být implementace akčního plánu adaptačních strategií na změnu klimatu na úrovni jednotlivých obcí.

Vzhledem k výše uvedenému má metodika široké spektrum uplatnění, tomu odpovídá i množství potenciálních uživatelů. **Na úrovni starostů a obcí** mohou výsledky aplikace metodiky sloužit jako **podpůrný nástroj v rukou místní samosprávy** jak při procesu výběru a plánování některého z prvků/opatření, tak i pro případnou komunikaci a prezentaci opatření **směrem k občanům**. Postup a výsledky aplikace metodiky představují **ekonomický argument také pro neziskové iniciativy a soukromé subjekty**, které se zabývají realizací některého z prvků zelené a modré infrastruktury v praxi. Zvolený metodický postup je rovněž široce aplikovatelný pro obdobné ekonomické analýzy, např. analýzy hodnocení dopadů regulace na úrovni státní správy.

Přestože metodika popisuje postup hodnocení krok za krokem, její využití je vhodné svěřit do rukou někomu, kdo již má s obdobnými analýzami nějaké zkušenosti. Aplikace analýzy nákladů a přínosů (CBA) se často pojí s řadou metodologických chyb (viz kapitola 4), jako je např. dvojí započítání užitků, které vede ke značnému zkreslení výsledků. Míra relevance výsledků tak závisí nejen na kvalitě vstupních dat, ale i na přístupu zpracovatele.

## Ekonomické aspekty

---

Hodnocení prvků zelené a modré infrastruktury vyžaduje uplatňování mezioborového přístupu, kdy je nutné shromáždit řadu rozdílných vstupních podkladů. V rámci aplikace předkládané metodiky se počítá s významnou úlohou ekonomů a zapojením dalších odborníků (např. správců zelené a modré infrastruktury, realizátorů opatření). Ke snížení nákladů na zpracování analýzy podle této metodiky je doporučováno v případě neexistence primárních dat pro hodnocení užitků využít metodu přenosu hodnot, která je ze stejného důvodu doporučována i v zahraničních studiích. Se zavedením a aplikací postupů uvedených v metodice jsou spojeny především následující náklady:

- náklady na aplikaci samotné metodiky,
- náklady na sběr vstupních sekundárních dat včetně seznámení se s projektem,
- aplikaci samotné metodiky na daný projekt,
- náklady spojené s případnými doplňkovými analýzami při zajišťování primárních dat,
- stanovení závěrů plynoucích z metodiky.

Celkové náklady na aplikaci metodiky závisí na rozsahu území, respektive na počtu prvků zelené a modré infrastruktury, na které bude hodnocení provedeno. V případě opakované aplikace metodiky lze očekávat významné úspory nákladů na aplikaci, jelikož dochází jak na straně hodnocení nákladů, tak i užitků k významným překryvům opatření a tím časovým úsporám. Metodika je navrhována tak, aby maximálně vycházela z dostupných dat, vybrané údaje jsou obsaženy v přílohách.

Hlavní analytická zátěž je spojena s hodnocením užitků. Dle pilotního testování této metodiky se časová náročnost zpracování pohybuje mezi 1-3 hodinami na seznámení se s metodikou, identifikace nákladů a užitků obvykle zabere 2-16 h (v závislosti na zkušenostech hodnotitele a znalostech lokality), peněžní vyjádření spolu se získáním vhodných vstupních proměnných může zabrat až 3 pracovní dny, vlastní výpočet a stanovení závěrů pak obvykle vyžaduje další pracovní den. Celkově tak aplikace metodiky vyžaduje přibližně 40-50 hodin pro vyhodnocení jednoho prvku/opatření.

Hlavním očekávaným ekonomickým přínosem aplikace metodiky je ospravedlnění realizace opatření jeho údržby na základě jeho celospolečenského přínosu. Dochází tak k tvorbě ekonomického argumentu zahrnujícího v sobě zlepšení kvality života ve městech. Značný potenciál má metodika také v oblasti vzdělávání a v možném přenosu do dalších oblastí, kde se diskutuje míra celospolečenského přínosu, ale chybí zde postup pro jeho vyhodnocení.

Nově získané poznatky plynoucí jak z vývoje metodiky, tak z jejich využití v praxi přinesou odbornou osvětu v problematice ekonomických analýz a hodnocení nákladů a užitků mezi odbornou veřejností. S ohledem na významnost zelené a modré infrastruktury lze předpokládat, že postupy uplatňované v metodice budou zařazeny do přednášek řešitele projektu na UJEP a najdou využití při řešení bakalářských a magisterských prací.

## Seznam použité literatury

---

- Balmford, A., et al. (2002). Economic Reasons for Conserving Wild Nature. *Science* 297(5583), 950-953. <https://doi.org/10.1126/science.1073947>
- Bateman, I., et al. (2013). Bringing Ecosystem Services into Economic Decision-Making: Land Use in the United Kingdom. *Science* 341(6141), 45-50. <https://doi.org/10.1126/science.1234379>
- Benedict, M. A. et McMahon, E. T. (2006) *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Island: Island Press. ISBN-13: 978-1559635585
- Capistrano, D. (Ed.). (2005). *Ecosystems and human well-being: multiscale assessments: findings of the Sub-global Assessments Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment*. Washington: Island Press, ISBN 1-55963-185-6.
- ČSÚ (2018). *Městské obyvatelstvo podle různých kritérií – kraje*. Malý lexikon obcí České republiky – 2018. [Online]. Dostupné na: <https://www.czso.cz/csu/czso/maly-lexikon-obci-ceske-republiky-2018#>
- Daniels, B., Zaunbrecher, B. S., Paas, B., Ottermanns, R., Ziefle, M. et Roß-Nickoll, M. (2018). Assessment of urban green space structures and their quality from a multidimensional perspective. *Science of the Total Environment* 615, 1364-1378. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.167>
- Dubová, L. et 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. <https://doi.org/10.2478/geosc-2019-0005>
- Ehrlich, P. R. et Ehrlich, A. H. (1981). *Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species*. New York: Random House
- Escobedo, F. J., Giannico, V., Jim, C. Y., Sanesi, G. et Laforteza, R. (2019). Urban forests, ecosystem services, green infrastructure and nature-based solutions: Nexus or evolving metaphors? *Urban Forestry & Urban Greening* 37, 3-12. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.02.011>
- Evropská komise, (2013). *Zelený infrastruktura – zlepšování přírodního kapitálu Evropy*. Sdělení komise Evropskému parlamentu, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů, COM(2013) 249 final. Brusel. [Online]. Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX%3A52013DC0249>
- Gómez-Baggethun, E. et Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics* 86, 235-245. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>
- Jacobsen, M. (2005). Project Costing and Financing. In: Lønholdt, J. (ed.) *Water and Wastewater Management in the Tropics*. IWA Publishing, 51-119.
- Kiesling, F. M. et Manning, Ch. M. (2010). How Green is Your Thumb? Environmental Gardening Identity and Ecological Gardening Practices. *Journal of Environmental Psychology* 30(3), 315–327. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.02.004>
- Kolbe, J. et Wüstemann, H. (2015). *Estimating the Value of Urban Green Space: A Hedonic Pricing Analysis of the Housing Market in Cologne, Germany*. SFB 649 Discussion Paper 2015-002. Technische Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin. [Online]. Dostupné na: <http://www.econstor.eu/bitstream/10419/107911/1/815374305.pdf>

- Macháč, J. et 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., Dubová, L. et Louda, J. (2017). Zelené střechy z pohledu ekonomie: investice do zelených střech – zisk pro celou společnost. In Dostal, P., et al. (ed.) *Způsoby systémové podpory výstavby zelených střech*. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně, z.s., 8-10. [Online]. Dostupné na: <http://www.ieep.cz/zpusoby-systemove-podpory-vystavby-zelenych-strech/>
- Macháč, J., Rybová, K., Louda, J. et Dubová, L. (2018a). How to support planning and implementation of climate adaptation measures in urban areas? Case study of Brno-Nový Lískovec. Published in *2018 Smart Cities Symposium Prague (SCSP)*, May 24-25, 2018. Praha, 6 p., <https://doi.org/10.1109/SCSP.2018.8402649>
- Macháč, J., Dubová, L., Louda, J. et Vacková, A. (2018b). *Ekonomické hodnocení přírodě blízkých adaptačních opatření ve městech. Výsledky případových studií realizovaných opatření v ČR*. Ústí nad Labem: Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku (IEEP) 63 str. [Online]. Dostupné na: <http://www.ieep.cz/ekonomicke-hodnoceni-prirode-blizkych-adaptacnich-opatreni-ve-mestech-vysledky-pripadovych-studii-realizovanych-opatreni-v-cr/>
- McCarney, P. (2009). City Indicators on Climate Change: Implications for Policy Leverage and Governance. [Online]. Dostupné na: <http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1256566800920/6505269-1268260567624/McCarney.pdf>
- Millenium Ecosystem Assessment (MEA) (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington DC: Island Press.
- Poudyal, N.vC., Hodges, D. G. et Merrett, Ch. D. (2009). A hedonic analysis of the demand for and benefits of urban recreation parks, *Land Use Policy* 26, 975-983. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.11.008>
- Pullens, J. W. M., Sharif, B., Trnka, M., Balek, J., Semenov, M. A. et Olesen, J.E. (2019). Risk factors for European winter oilseed rape production under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology* 272-273, 30-39. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.03.023>
- Slavíková, L., Vojáček, O., Macháč, J., Hekrle, M. et Ansorge, L. (2015). *Metodika k aplikaci výjimek z důvodu nákladové nepřiměřenosti opatření k dosahování dobrého stavu vodních útvarů*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., ISBN 978-80-87402-42-9.
- Smith, J. et Jehlička, P. (2013). Quiet Sustainability: Fertile Lessons from Europe's Productive Gardeners. *Journal of Rural Studies* 32, 148–157. <https://doi.org/10.1016/j.irurstud.2013.05.002>
- TEEB (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundation*. London and Washington: Earthscan.
- Tomalty, R. et Komorowski, B. (2010). *The Monetary Value of the Soft Benefits of Green Roofs*. Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC). 114 p. [Online]. Dostupné na: <http://www.greenroofs.org/resources/Monetary Value of Soft Benefits of Green Roofs.pdf>



Turner, S. W. D., Yi Ng, J. et Galelli, S. (2017). Examining global electricity supply vulnerability to climate change using a high-fidelity hydropower dam model, *Science of The Total Environment* 590-591, 663-675. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.022>

Vítek, J. (2018). Jak se projevuje úroveň zákonných a technických předpisů na aplikaci modrozelené infrastruktury. *VTEI* 3. [Online]. Dostupné na: <https://www.vtei.cz/wp-content/uploads/2018/06/5898-VTEI-cislo-3-18-Jak-se-projevuje-uroven-zakonnych.pdf>

Wheeler, T. et Von Braun, J. (2013). Climate change impacts on global food security, *Science* 341(6145), 508-513, <https://doi.org/10.1126/science.1239402>

# Přílohy

---

## Příloha 1. Vzorová aplikace postupu hodnocení

---

Postup hodnocení prvků zelené a modré infrastruktury je pro účely této metodiky demonstrován na příkladu zelené střechy. Postup je zde proveden dle jednotlivých dílčích kroků dle kapitoly 3 počínaje vymezením předmětu hodnocení přes samotné hodnocení až po tvorbu závěrů a doporučení.

### **Popis a vymezení předmětu hodnocení:**

Postup hodnocení je aplikován na intenzivní zelenou střechu realizovanou v rámci komplexu administrativních budov. Jedná se o střechu vybudovanou ve středu komplexu v rámci vnitrobloku nad podzemními garážemi. Prostor se nachází mezi dvěma kancelářskými budovami. Celková rozloha střešní zahrady je 1 100 m<sup>2</sup>. Pobytový střešní park zahrnuje vedle záhonů také cesty, 22 stromů (červených javorů) a kavárnu. Cesty jsou ohraničené buxusy. Mocnost substrátu je místy až 1,5 metru. Vegetaci na záhonech tvoří koberec trávník. V rámci realizace byly použity dva druhy střešního substrátu, extenzivní jako základ a intenzivní jako vrchní vrstva pro vegetaci. Vlivem nutnosti závlahy byl instalován automatický závlahový systém. Zelená střecha je přístupná nejen zaměstnancům firem sídlících v prostorách administrativních budov, ale i ostatním návštěvníkům.



Pro účely hodnocení opatření zelené infrastruktury je uvažována zelená střecha jako alternativa k jiným druhům střešní krytiny. Náklady a užitky tak vychází z vrstev navazujících na hydroizolaci. Není tak řešen užitek ze střechy jako takové. Vlivem předpokládané životnosti zelených střech byl stanoven časový horizont na 25 a 50 let.

### **Kvalitativní analýza:**

V rámci kvalitativní analýzy byly identifikovány náklady a užitky spojené s realizací a provozem zelené střechy. Celkové náklady tvoří investiční a provozní náklady. Oportunitní náklady a negativní externality nejsou v tom případě relevantní. Administrativní náklady lze zanedbat, jelikož zelená střecha byla zbudována v rámci projektu výstavby administrativního komplexu. V rámci hodnocení jsou dále detailněji analyzovány investiční a provozní náklady. Investiční jsou spojené s ochrannou vrstvou, drenáží, substrátem, vegetací a automatickým závlahovým systémem. Provozní náklady zahrnují především údržbu zeleně a závlahu.

Užitky jsou vymezeny pomocí ekosystémových služeb. Na základě tabulky 2 obsažené v metodice byly identifikovány jednotlivé služby a další užitky související s realizací

a provozem zelené střechy. Kvalitativní přehled ekosystémových služeb a dalších přínosů relevantních pro hodnocení zelenou střechu jsou předmětem následující tabulky 1.

**Tabulka 1: Přehled relevantních ekosystémových služeb**

Ekosystémová služba	Významnost dané služby/přínosu
<b>Regulační služby</b>	
<b>Regulace odtoku</b>	vysoká (zachycení srážkových vod)
<b>Redukce hluku</b>	nízká (vlivem umístění nad garážemi není redukce hluku přínosná)
<b>Kvalita ovzduší</b>	střední (intenzivní střecha je schopna zachytit škodlivé látky z ovzduší v míře odpovídající množství zeleně)
<b>Redukce CO<sub>2</sub></b>	střední (intenzivní střecha je schopna redukovat CO <sub>2</sub> v míře odpovídající množství zeleně)
<b>Regulace mikroklimatu</b>	střední (intenzivní střecha přispívá ve vnitrobloku k ochlazení okolního klimatu)
<b>Kulturní služby</b>	
<b>Rekreační funkce</b>	střední (vytváří prostor pro pobyt v zeleni, místo pro přestávky, tato služba je posílena kavárnou, která zde má umístěnou svou zahrádku)
<b>Estetická hodnota</b>	střední (zelená střecha dotváří estetický vjem budovy a řeší problém se zakrytím podzemní garáže)
<b>Produkční služby</b>	
<b>Produkce biomasy</b>	nízká (produkce travní hmoty, kterou lze využít pro kompostování, případně ji lze odvést do bioplynové stanice)
<b>Další přínosy</b>	
<b>Úspora energií na vytápění/chlazení</b>	střední (brání odrazu tepla do okolních budov a snižuje tepelný most konstrukce celého komplexu)
<b>Nárůst hodnoty nemovitostí</b>	střední (kompozice zeleně vede k nárůstu atraktivity samotné budovy a tím i její ceny, popř. výše nájemného)
<b>Prodloužení životnosti a úspora za krytinu</b>	vysoká (realizace zelené střechy vede k úsporám za střešní krytinu, prodlužuje životnost izolace)
<b>Tvorba biotopu</b>	střední (vytváří dodatečný životní prostor zejména pro hmyz)

Zdroj: Vlastní analýza

#### **Kvantifikace nákladů a užitků:**

Kvantifikace nákladů byla provedena dle projektu na realizaci zelené střechy a výsledného rozpočtu a na základě údajů o výši provozních nákladů, které byly vynaloženy za první tři roky od realizace zelené střechy. Oproti hodnocení opatření před jeho realizováním tak nebylo nutné kvantifikovat náklady pomocí sestavování odhadovaného rozpočtu a objemu jednotlivých úkonů.

Kvantifikace užitků byla provedena na základě analýzy místních podmínek (roční průměrný úhrn srážek, výše stočného a cen energií, cena za zábor území) obsažených v tabulce 2. Místní podmínky byly zjištěny na základě údajů z dostupných statistik (Český statistický úřad, Český hydrometeorologický ústav, vodárenské společnosti a údajů uvedených na stránkách města Brno).

**Tabulka 2: Analýza místních podmínek**

Místní podmínky	Kvantitativní údaj
<b>Průměrný roční úhrn srážek</b> na území města	500 mm
<b>Stočné</b> v Brně (za rok 2017)	38,66 Kč/m <sup>3</sup>
<b>Cena elektrické energie</b> (průměrná cena pro odběratele v Brně a rok 2017)	4,41 Kč/kWh
<b>Zábor území</b> (údaj pro rok 2017 dle webu města Brno)	10 Kč/m <sup>2</sup> /den

Zdroj: Vlastní analýza dle dostupných zdrojů

Dále byla vyhodnocena kapacita (míra poskytování) jednotlivých ekosystémových služeb a dalších přínosů dle parametrů realizované zelené střechy. Údaje o redukci odtoku vody ze střechy; míře redukce hluku; redukce škodlivých látek NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> a PM<sub>10</sub> a redukce CO<sub>2</sub>, o úsporách energií jako jednoho z projevů zlepšení mikroklimatu uvnitř budov a o úsporách za jinou krytinu jsou obsažené v tabulce 3.

**Tabulka 3: Kvantitativní analýza ekosystémových služeb dle parametrů zelené střechy**

Ekosystémová služba	Kvantifikace dopadu:	
<b>Regulační služby</b>		
<b>Regulace odtoku</b>	snížení odtoku dešťové vody o 80 % (redukce o 400 l/rok/m <sup>2</sup> střechy)	
<b>Redukce hluku</b>	snížení hluku uvnitř budovy o 6 dB	
<b>vývoj redukce odvozený z údajů obsažených v příloze 2:</b>		
<b>Kvalita ovzduší</b>	Stromy	Záhony
	NO <sub>2</sub> : 0,18 - 0,22 kg/rok/1 strom	NO <sub>2</sub> : 16 - 23 kg/ha/rok
	SO <sub>2</sub> : 0,1 - 0,15 kg/rok/1 strom	SO <sub>2</sub> : 4 - 6 kg/ha/rok
	O <sub>3</sub> : 0,07 - 0,08 kg/rok/1 strom	O <sub>3</sub> : 30 - 44 kg/ha/rok
	PM <sub>x</sub> : 0,08 - 0,10kg/rok/1 strom	PM <sub>x</sub> : 8 - 12 kg/ha/rok
<b>vývoj redukce odvozený z údajů obsažených v příloze 2:</b>		
<b>Redukce CO<sub>2</sub></b>	Stromy	Záhony
	150 - 200 kg CO <sub>2</sub> /rok/ 1 strom	700 - 900 kg CO <sub>2</sub> /rok
<b>Kulturní služby</b>		
<b>Rekreační funkce</b>	75 m <sup>2</sup> střechy využíváno pro kavárenské účely	

## Další přínosy

<b>Úspora energií na vytápění/chlazení</b>	úspora energie o 12 kWh na 1 m <sup>2</sup> střechy
<b>Prodloužení životnosti a úspora za krytinu</b>	prodloužení životnosti izolací o 50 %, úspora za krytinu ve výši 360 Kč/m <sup>2</sup>

Zdroj: Vlastní analýza dle údajů obsažených v metodice

### Aplikace oceňovacích metod:

V rámci peněžního vyjádření nákladů a užitků bylo využito široké spektrum oceňovacích metod. Náklady byly stanoveny dle reálných tržních cen na základě vynaložených investičních nákladů. Roční provozní náklady byly odvozeny jako průměrné náklady na údržbu a závlahu se zahrnutím případných vícenákladů. Průměr byl stanoven na základě reálných provozních nákladů za tři roky dosavadní existence zelené střechy.

Pro peněžní ocenění užitků byly vzhledem k jejich významnosti a dostupnosti dat vybrány následující ekosystémové služby a další přínosy: regulace odtoku, redukce hluku, kvalita ovzduší, redukce CO<sub>2</sub>, rekreační funkce, úspora energií a prodloužení životnosti izolace. K ocenění jednotlivých užitků byly zvoleny vhodné metody, které jsou předmětem tabulky 4.

**Tabulka 4: Přiřazení vhodných metod pro ocenění jednotlivých ekosystémových služeb (užitků)**

Ekosystémová služba	Oceňovací metoda založená na:
<b>Regulační služby</b>	
<b>Regulace odtoku</b>	tržní ceně (úspora nákladů na čištění odpadních vod na ČOV)
<b>Redukce hluku</b>	nákladech na alternativní opatření (odhlučnění). Přestože zelená střecha přispívá ke snížení hluku, v případě realizace na střeše garáží je tento užitek zanedbatelný a je hodnocen 0 Kč (tento užitek je uveden pro komplexnost a je s ním pracováno dále ve variantě 2).
<b>Kvalita ovzduší</b>	nákladech na alternativní opatření vedoucí k zadržení stejného množství škodlivých látek z ovzduší: prachové částice, oxidy dusíku, síry a ozón)
<b>Redukce CO<sub>2</sub></b>	průměru získaném z metod založených na nákladech na zamezení stejného množství emisí CO <sub>2</sub> , nákladech na alternativní opatření a tržní ceně povolenek CO <sub>2</sub>
<b>Kulturní služby</b>	
<b>Rekreační funkce</b>	tržní ceně (záboru území na kavárnu)
<b>Další přínosy</b>	
<b>Úspora energií</b>	tržní ceně (úsporách energie na chlazení a vytápění)
<b>Prodloužení životnosti a úspora za krytinu</b>	nákladů na zamezení a tržní ceně odvozené z nákladů na pořízení střešní krytiny a na výměnu izolace vč. souvisejících činností

Zdroj: Vlastní analýza

### Vyjádření nákladů a užitků v peněžních jednotkách:

Na základě aplikace výše uvedených metod byly stanoveny náklady a užitky v peněžních jednotkách, došlo k výpočtu čisté současné hodnoty pro horizont 25 a 50 let.

Celkové peněžně vyjádřené náklady se skládají z investičních nákladů ve výši 3 392 400 Kč bez DPH a ročních průměrných provozních nákladů ve výši 85 946 Kč. Provozní náklady zahrnují náklady na údržbu zeleně a závlahu (náklady na odběr pitné vody).

Peněžní vyjádření jednotlivých užitků je zobrazeno v tabulce 5.

**Tabulka 5: Přehled jednotlivých užitků vyjádřených v peněžních jednotkách**

Ekosystémová služba	Peněžní vyjádření:
<b>Regulační služby</b>	
Regulace odtoku	17 010 Kč (ročně)
Redukce hluku	0 Kč
Kvalita ovzduší	2 946 Kč (ročně)
Redukce CO <sub>2</sub>	15 806 Kč (ročně)
<b>Kulturní služby</b>	
Rekreační funkce	157 500 Kč (ročně)
<b>Další přínosy</b>	
Úspora energií	58 212 Kč (ročně)
Prodloužení životnosti	726 000 Kč (jednorázově)

Zdroj: Vlastní analýza

Převedením veškerých dílčích nákladů a užitků na současnou hodnotu podle rovnice 1 jsou získány výsledky ekonomického hodnocení. Současná hodnota nákladů, užitků a jejich porovnání a stanovení čistého společenského užítku pro oba časové horizonty jsou zachyceny v tabulce 6. Z výsledků vyplývá, že oceněné náklady převyšují v horizontu 25 let peněžně vyjádřené užitky. V 50 letém horizontu už užitky převyšují náklady. Návratnost investice z celospolečenského pohledu, tedy doba, kdy oceněné užitky převýší oceněné náklady, je 30 let.

**Tabulka 6: Přehled výsledků hodnoceného opatření**

<b>25 LET</b>	<b>ČASOVÝ HORIZONT</b>	<b>50 LET</b>
4 604 572 Kč	Kumulativní současná hodnota NÁKLADŮ	5 108 223 Kč
4 309 316 Kč	Kumulativní současná hodnota společenských UŽITKŮ	5 884 725 Kč
<b>-295 256 Kč</b>	<b>Čistá současná hodnota společenských užitků v daném horizontu</b>	<b>776 503 Kč</b>

Zdroj: Vlastní analýza

Výsledky z tabulky 6 lze dále vyjádřit pomocí poměru užitků a nákladů. Pro horizont 25 let je poměr 0,94, tedy náklady převyšují užitky o 6 %. Respektive náklady ve výši 1 Kč vedou k poskytování užitků ve výši 0,94 Kč. Pro delší období již užitky převyšují náklady, 1 Kč nákladů vede k 1,15 Kč užitků. Čím vyšší poměr užitků a nákladů, tím je opatření společensky přínosnější.

**Testování závěrů pomocí citlivostní analýzy:**

Citlivostní analýza byla použita pro zjištění citlivosti změny vstupních parametrů na výsledky ekonomického hodnocení, v tomto případě peněžně vyjádřených nákladů a přínosů na návratnosti opatření z pohledu společnosti. Citlivostní analýza se zaměřila na testování vlivu diskontní míry a byla provedena pomocí scénářů (2% a 6% diskontní míra). V tabulce 7 jsou zachyceny výsledky v podobě návratnosti opatření z pohledu společnosti a její změna v závislosti na použité diskontní míře. Pro hodnocenou zelenou střechu se výsledky (návratnost) liší v závislosti na zvolené diskontní míře v řádu 7 let mezi optimistickým a základním scénářem, ve větší míře pak v případě pesimistického scénáře. To indikuje, že diskontní míra má při hodnocení významný vliv na výsledek. Volba diskontní míry tak ovlivní výsledek. Obdobně by bylo možné testovat i další vstupní proměnné.

**Tabulka 7: Citlivostní analýza**

<b>NÁVRATNOST V LETECH PRO SCÉNÁŘ</b>		
<b>OPTIMISTICKÝ (2 %)</b>	<b>ZÁKLADNÍ (4 %)</b>	<b>PESIMISTICKÝ (6 %)</b>
23	30	>50

Zdroj: Vlastní analýza

**Tvorba závěrů a doporučení:**

Z výsledků vyplývá, že v delším časovém horizontu je opatření celospolečensky přínosné. Pokud zahrneme kvalitativně užitky, které jsme nebyli schopni ocenit, pak i v kratším období

do 25 let bude bilance přinejmenším vyrovnaná. Výsledky jsou zejména v kratším uvažovaném horizontu ovlivněny především zvoleným typem zelené střechy, a jejím umístěním na garážích. Jak vyplývá z citlivostní analýzy, významnou roli hraje také použitá diskontní míra.

V návaznosti na výsledky proto byla ekonomická analýza provedena v dalších variantách na upraveném projektu. Vedle základní varianty, kdy je uvažovaná zelená střecha v realizované podobě, která je předmětem hodnocení výše (tj. užitky ze snížení hluku a úspor energie jsou omezeny tím, že pod střechou se nachází parkoviště), bylo hodnocení provedeno také pro alternativní variantu, kdy by byla tato zelená střecha umístěna na střechu části komplexu, ve které se nachází kanceláře. Tím by oproti realizované základní variantě byl dosažen i vyšší užitek z úspory energie na chlazení kancelářských prostor a redukce hluku uvnitř budovy, který by pozitivně vstupoval do výsledků hodnocení a návratnosti z pohledu společnosti.

Návratnost z pohledu společnosti se snižuje z 30 v základní realizované variantě na 12 let v alternativní variantě realizace zelené střechy nad kanceláři. Výsledky analýzy pro horizont 25 a 50 let v alternativní variantě jsou v tabulce 8, citlivostní analýza je v následující tabulce 9. Poměr užitků a nákladů vychází v 25 letech na 1,4 a v 50 letech na 1,7. Z toho plyne, že náklady ve výši 1 Kč jsou tak kompenzovány užitky ve výši 1,40 a 1,70 Kč. Toto rozšíření základního scénáře hodnocení tak demonstruje možnost použití metodického postupu hodnocení k výběru z možných scénářů realizace a přínosnosti opatření využívající zelenou a modrou infrastrukturu.

**Tabulka 8: Hodnocení upraveného projektu**

<b>25 LET</b>	<b>ČASOVÝ HORIZONT</b>	<b>50 LET</b>
4 604 572 Kč	Kumulativní současná hodnota NÁKLADŮ	5 108 223 Kč
6 466 563 Kč	Kumulativní současná hodnota společenských UŽITKŮ	8 724 229 Kč
<b>1 861 990 Kč</b>	<b>Čistá současná hodnota společenských užitků v daném horizontu</b>	<b>3 616 006 Kč</b>

Zdroj: Vlastní analýza

**Tabulka 9: Citlivostní analýza upraveného projektu**

<b>NÁVRATNOST V LETECH PRO SCÉNÁŘ</b>		
<b>OPTIMISTICKÝ (2 %)</b>	<b>ZÁKLADNÍ (4 %)</b>	<b>PESIMISTICKÝ (6 %)</b>
11	12	13

Zdroj: Vlastní analýza



V rámci závěrů a doporučení je tak možné konstatovat, že obě hodnocené varianty realizace zelené střechy jsou v dlouhodobém horizontu přínosné. S cílem optimalizovat dopad na celou společnost by bylo vhodné realizovat střechu na střеше nad kanceláři. V obou případech realizace zelené střechy nad garážemi i kanceláři však nedošlo k ocenění všech užitků, z tohoto důvodu lze považovat výši čistých současných užitků za spíše podhodnocenou, respektive délku návratnosti za nadhodnocenou.

## Příloha 2: Katalog základních biofyzikálních hodnot

Název opatření	Způsob vyjádření užítku/přínosu	Biofyzikální vyjádření
<b>Regulační služby</b>		
<b>Regulace odtoku</b>		
<b>Obnova břehových porostů</b>	Podíl objemu zadržené srážkové vody (retence) na celkovém objemu srážek	až 60 %
<b>Poldr</b>	Podíl objemu zadržené srážkové vody (retence) na celkovém objemu srážek	až 50 %
<b>Zasakovací pásy</b>	Podíl objemu zadržené srážkové vody (retence) na celkovém objemu srážek	až 90 %
<b>Plochy s propustným povrchem</b>	Podíl objemu zadržené srážkové vody (retence) na celkovém objemu srážek	v závislosti na druhu povrchu a podloží o 57–80 %
<b>Stromy ve městě</b>	Maximální zadržení objemu vody připadající na 1 strom	Malý strom (v. 6,7 m x š. 6,4 m): 1 105 l/rok
		Střední strom (12,2 m x 8,2 m): 4 273 l/rok
		Velký strom (14,3 m x 11,3 m): 8 183 l/rok
<b>Extenzivní zelená střecha</b>	Podíl objemu zadržené srážkové vody (retence) na celkovém objemu srážek	30–70 %
<b>Intenzivní zelená střecha</b>	Podíl objemu zadržené srážkové vody (retence) na celkovém objemu srážek	70–95 %
<b>Zahrádkářské kolonie</b>	Podíl objemu zadržené srážkové vody (retence) na celkovém objemu srážek	až 90 %
<b>Městské parky</b>	Podíl objemu zadržené srážkové vody (retence) na celkovém objemu srážek	až 90 %
<b>Kvalita vody</b>		
<b>Vodní plochy ve městě</b>	Průměrné procentuální odstraňování celkového fosforu	až 50 %
	Průměrné procentuální odstraňování celkového dusíku	až 75 %

<b>Poldr</b>	Průměrné procentuální odstraňování polutantů – fosfáty, nitráty a sulfáty	70-80 %
<b>Plochy s propustným povrchem</b>	Průměrné procentuální zachycování celkových suspendovaných sedimentů	cca 90 %
	Průměrné procentuální zachycování zinku	až 85 %
<b>Redukce hluku</b>		
<b>Extenzivní zelená střecha</b>	Snížení hluku v budově (decibely)	až o 5 dB
<b>Intenzivní zelená střecha</b>	Snížení hluku v budově (decibely)	až o 6 dB
<b>Zelená zeď</b>	Snížení hluku v budově (decibely)	až o 5–40 dB v závislosti na typu stěny
<b>Kvalita ovzduší</b>		
<b>Stromy ve městě</b>	Množství zachycených polutantů	Malý strom (6,7 m x 6,4 m): NO <sub>2</sub> : 0,18 kg/rok SO <sub>2</sub> : 0,1 kg/rok O <sub>3</sub> : 0,07 kg/rok PM <sub>x</sub> : 0,08 kg/rok
		Střední strom (12,2 m x 8,2 m): NO <sub>2</sub> : 0,29 kg/rok SO <sub>2</sub> : 0,19 kg/rok O <sub>3</sub> : 0,09 kg/rok PM <sub>x</sub> : 0,12 kg/rok
		Velký strom (14,3 m x 11,3 m): NO <sub>2</sub> : 0,50 kg/rok SO <sub>2</sub> : 0,31 kg/rok O <sub>3</sub> : 0,13 kg/rok PM <sub>x</sub> : 0,16 kg/rok
<b>Extenzivní zelená střecha</b>	Množství zachycených polutantů	NO <sub>2</sub> : až 16 kg/ha/rok SO <sub>2</sub> : až 4 kg/ha/rok O <sub>3</sub> : až 30 kg/ha/rok PM <sub>x</sub> : až 8 kg/ha/rok
<b>Intenzivní zelená střecha</b>	Množství zachycených polutantů	NO <sub>2</sub> : až 23 kg/ha SO <sub>2</sub> : až 6 kg/ha O <sub>3</sub> : až 44 kg/ha PM <sub>x</sub> : až 12 kg/ha
<b>Zelená zeď</b>	Množství zachycených polutantů	NO <sub>2</sub> : až 40 % PM <sub>x</sub> : až 60 %

Redukce CO <sub>2</sub>		
Stromy ve městě	Redukce skleníkových plynů (CO <sub>2</sub> ) na 1 strom	Malý strom (6,7 m x 6,4 m): 150 kg CO <sub>2</sub> /rok
	Redukce skleníkových plynů (CO <sub>2</sub> ) na 1 strom	Střední strom (12,2 m x 8,2 m): 200 kg CO <sub>2</sub> /rok
	Redukce skleníkových plynů (CO <sub>2</sub> ) na 1 strom	Velký strom (14,3 m x 11,3 m): 330 kg CO <sub>2</sub> /rok
Extenzivní zelená střecha	Redukce skleníkových plynů (CO <sub>2</sub> )	až 700 kg CO <sub>2</sub> /ha
Intenzivní zelená střecha	Redukce skleníkových plynů (CO <sub>2</sub> )	až 900 kg CO <sub>2</sub> /ha
Regulace mikroklimatu		
Samostatně stojící stromy, stromořadí	Snížení teploty vzduchu v okolí stromu	0,35–5 °C dle aktuální teploty a objemu zeleně
	Snížení fyziologicky ekvivalentní teploty	0,5–27 °C dle aktuální teploty a objemu zeleně
Extenzivní zelená střecha	Pokles teploty střechy (obálky budovy)	až o 25 °C dle typu zelené střechy (záleží také na krytině, se kterou je srovnáváno)
Intenzivní zelená střecha	Pokles teploty střechy (obálky budovy)	až o 50 °C dle typu zelené střechy (záleží také na krytině, se kterou je srovnáváno)
Extenzivní zelená zeď	Pokles teploty uvnitř budovy	až o 2 °C
Intenzivní zelená zeď	Pokles teploty uvnitř budovy	až o 5 °C
Městské parky	Snížení teploty vzduchu	až o 2,5 °C
Kulturní služby		
Elementy zelené a modré infrastruktury	Nárůst cen nemovitosti (v závislosti na prvku, jeho rozsahu a výchozím stavu)	5–15 % z hodnoty nemovitosti a přilehlých bytů s výhledem na stromy (jednorázový užitek)

## Produkční služby (produkce plodin)

<b>Zahrádkářské kolonie</b>	Průměrná produkce ovoce a zeleniny	80 kg/100 m <sup>2</sup>
-----------------------------	------------------------------------	--------------------------

### Další služby

#### Úspora energií

<b>Intenzivní zelená střecha</b>	Procentní úspora na vytápění a chlazení	10–50 %
----------------------------------	---	---------

<b>Extenzivní zelená střecha</b>	Procentní úspora na vytápění a chlazení	až 10 %
----------------------------------	---	---------

<b>Zelená zeď</b>	Procentní úspora na vytápění a chlazení	až 50 %
-------------------	---	---------

#### Prodloužení životnosti

<b>Zelené střechy</b>	Prodloužení životnosti izolace/střechy	až o 20 let
-----------------------	--	-------------

## Seznam použité literatury v rámci katalogu základních biofyzikálních hodnot

---

Architectural Services Department (2007). *Study on Green Roof Application in Hong Kong*. 157 p. [Online]. Dostupné na: [http://www.archsd.gov.hk/media/11630/green\\_roof\\_study\\_final\\_report.pdf](http://www.archsd.gov.hk/media/11630/green_roof_study_final_report.pdf)

Bass, B. et Baskaran, B. (2003). Evaluating Rooftop and Vertical Gardens as an Adaptation Strategy for Urban Areas. *National Research Council Canada*, Report No. NRCC-46737, Toronto, Canada.

Bean, E. Z. (2005). *A Field Study to Evaluate Permeable Pavement Surface Infiltration Rates, Runoff Quantity, Runoff Quality, and Exfiltrate Quality*. Thesis for the Degree of Master of Science. North Carolina State University, 215 p. [Online]. Dostupné na: [http://nacto.org/docs/usdg/permeable\\_pavement\\_surface\\_infiltration\\_rates\\_bean.pdf](http://nacto.org/docs/usdg/permeable_pavement_surface_infiltration_rates_bean.pdf)

Carbon Pulse (2016). *EU Market: Carbon dips closer towards €8 as power prices plunge*. Website Carbon pulse - News and intelligence on carbon markets, greenhouse gas pricing and climate policy. [Online]. Dostupné na: <http://carbon-pulse.com/13913/>

Center For Neighborhood Technology (2010). *The Value of Green Infrastructure. A Guide to Recognizing Its Economic, Environmental and Social Benefits*. 80 p. [Online]. Dostupné na: <http://www.americanrivers.org/wp-content/uploads/2013/09/Value-of-Green-Infrastructure.pdf?0658fa>

Grant, J., et al. (2010). *The Value of Green Infrastructure. A Guide to Recognizing its Economic, Environmental, and Social Benefits*. Chicago: Center for Neighborhood Technology (CNT) & American Rivers. [Online]. Dostupné na: <http://www.cnt.org/publications/the-value-of-green-infrastructure-a-guide-to-recognizing-its-economic-environmental-and>

Kolbe, J. et Wüstemann, H. (2015). *Estimating the Value of Urban Green Space: A Hedonic Pricing Analysis of the Housing Market in Cologne, Germany*. SFB 649 Discussion Paper 2015-002. Technische Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin. [Online]. Dostupné na: <http://www.econstor.eu/bitstream/10419/107911/1/815374305.pdf>

Liu, K. K. Y. et Baskaran, B. A. (2004). *Green Roof Infrastructure - Technology Demonstration, Monitoring and Market Expansion Project*. NRC Institute for Research in Construction; National Research Council Canada, 121 p.

Mcperson, G., et al. (2006). *Midwest Community Tree Guide. Benefits, Costs and Strategic Planting*. United States Department of Agriculture. Technical Report. [Online]. Dostupné na: <http://www.treesearch.fs.fed.us/pubs/25927>

Milwaukee Metropolitan Sewerage District (2007). *The Application of Stormwater Runoff Reduction Best Management Practices in Metropolitan Milwaukee*. Stormwater runoff reduction program – final report. [Online]. Dostupné na: <http://www.mmsd.com/-/media/MMSD/Documents/Water%20Quality/Reports/StormwaterRunoffReductionProgramFinalReport2007.pdf>

Moore, F. et Diaz, D. (2015). Temperature impacts on economic growth warrant stringent mitigation policy. *Nature Climate Change* 5, 127-131. <https://doi.org/10.1038/nclimate248>

Nowak, D., Crane, D. et Stevens, J. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening* 42006, 115-123.

- Nurmi, V., et al. (2013). *Cost-benefit analysis of green roofs in urban areas: case study in Helsinki*. Finnish Meteorological Institute, 71 p. ISBN 978-951-697-788-4
- Ústav výzkumu globální změny (2017). *Přírodě blízká adaptační opatření ve městech – Opatření adaptace*. [Online]. Dostupné na: <http://www.opatreni-adaptace.cz/opatreni/>
- Porsche, U. et Köhler, M. (2003). *Life cycle costs of green roofs: A comparison of Germany, USA, and Brazil*. Proceedings of the World Climate and Energy Event. [Online]. Dostupné na: [http://www.rio12.com/rio3/proceedings/RIO3\\_461\\_U\\_Porsche.pdf](http://www.rio12.com/rio3/proceedings/RIO3_461_U_Porsche.pdf)
- SAINT-GOBAIN (2016). Konference FÓRUM 2016: Ticho, prosím! Únor 2016.
- Scharf, B., Pitha, U., Trimmel, H. (2012). *Thermal performance of green roofs*. Copenhagen: World Green Roof Congress.
- Stern, N., et al. (2006). *Ekonomické aspekty změny klimatu*. Webové stránky Národní archiv britské vlády. [Online]. Dostupné na: [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130129110402/http://www.hm-treasury.gov.uk/d/stern\\_longsummary\\_czech.pdf](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130129110402/http://www.hm-treasury.gov.uk/d/stern_longsummary_czech.pdf)
- Tervonen, J. et Ristikartano, J. (2010). *Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2010*. Liikennevirasto. Liikenneviraston ohjeita 21/2010, 20 p. ISBN 978-952-255-041-5.
- Tomalty, R. et Komorowski, B. (2010). *The Monetary Value of the Soft Benefits of Green Roofs*. Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC). 114 p. [online]. Dostupné na: [http://www.greenroofs.org/resources/Monetary\\_Value\\_of\\_Soft\\_Benefits\\_of\\_Green\\_Roofs.pdf](http://www.greenroofs.org/resources/Monetary_Value_of_Soft_Benefits_of_Green_Roofs.pdf)
- US EPA et Low-Impact Development Center (2000). *Low Impact Development (LID): A Literature Review*. Washington, DC. 2000, 41 p. [online]. Dostupné na: <http://water.epa.gov/polwaste/green/upload/lid.pdf>
- Wise, S., et al. (2010). *Integrating Valuation Methods to Recognize Green Infrastructure's Multiple Benefits*. Low Impact Development 2010. 1123-1143. [https://doi.org/10.1061/41099\(367\)98](https://doi.org/10.1061/41099(367)98)
- Wolf, K. (2007). *City Trees and Property Values*. *Arborist News* 8. [online]. Dostupné na: [http://www.naturewithin.info/Policy/Hedonics\\_Citations.pdf](http://www.naturewithin.info/Policy/Hedonics_Citations.pdf)
- Wong, E., et al. (2008). *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*. Climate Protection Partnership Division in the U.S. EPA, 29 p. [online]. Dostupné na: <http://www.epa.gov/heatislands/resources/pdf/GreenRoofsCompendium.pdf>
- World Bank (2015). *Putting a price on carbon by tax*. [online]. Dostupné na: [http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Climate/background-note\\_carbon-tax.pdf](http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Climate/background-note_carbon-tax.pdf)

### Příloha 3: Katalog nákladů na opatření

V rámci přípravy metodiky byl proveden sběr dat – nákladů na realizaci pro vybraný set opatření. Každý typ opatření/prvků byl zastoupen minimálně 10 realizovanými opatřeními.

INVESTIČNÍ NÁKLADY		PROVOZNÍ NÁKLADY	
<b>Fontány</b>			
Investiční náklady na umělecko-stavebně-technologického řešení	Dle lokálních podmínek	Provozní náklady na údržbu a spotřebu pitné vody a elektřiny (pro čerpadlo, večerní osvětlení apod.)	Dle lokálních podmínek
<b>Obnova a zřizování postranních ramen (tůň a mokřady)</b>			
Investiční náklady na materiál a stavební práce	Mokřad, mokřadní jezírko, tůň do 1 000 m <sup>3</sup> (bez nákladů na výkup pozemku): od 1 600 Kč/m <sup>3</sup>	Provozní náklady zahrnují údržbu zeleně na břehu/hrázi, údržbu případných objektů (vpust', výpust', přepad apod.), technicko-bezpečnostní dohled nad vodním dílem a odbahňování a odstraňování sedimentu	Sekání trávy: od 10 Kč/m <sup>2</sup>  Náklady na odbahnění: 200–350 Kč/m <sup>3</sup> sedimentu



**INVESTIČNÍ NÁKLADY**
**PROVOZNÍ NÁKLADY**
**Otevřené vodní plochy ve městě**

Investiční náklady na materiál a stavební práce	Malá vodní nádrž do 1 000 m <sup>3</sup> (bez nákladů na výkup pozemku): od 1 900 Kč/m <sup>3</sup>	Provozní náklady na sekání trávy a náletů na břehu/hrázi, údržbu objektů (vpust', výpust', přepad apod.), technicko-bezpečnostní dohled nad vodním dílem a odbahňování a odstraňování sedimentu	Sekání trávy: od 10 Kč/m <sup>2</sup>
			Náklady na odbahnění: 200–350 Kč/m <sup>3</sup> sedimentu

**Obnova břehových porostů**

Investiční náklady na obnovu - kácení a výsadba nových dřevin	Kácení vzrostlých stromů: tisíce Kč/ks	Provozní náklady na udržovací práce a obnovu porostu	Seč travních porostů: 3–10 Kč/m <sup>2</sup>
	Odstranění keřových porostů vč. odvozu vegetace: 20–550 Kč/m <sup>2</sup>		Ozdravný prořez keřů a stromů při drobném pořezu průklestem: 40–60 Kč/ks
	Výsadba stromů a keřů: stovky Kč/ks		

**Budování poldrů**

Investiční náklady na materiál a stavební práce	od 500 Kč/m <sup>3</sup> (v závislosti na velikosti, bez nákladů na výkup pozemku)	Provozní náklady na sekání trávy a náletů na břehu a hrázi i v záplavové části poldru (2–3krát/rok), údržbu objektů (hráz, výpustné zařízení, bezpečnostní přeliv apod.), technicko-bezpečnostní dohled nad vodním dílem a odbahňování a odstraňování sedimentu	Sekání trávy: od 10 Kč/m <sup>2</sup>
			Náklady na odbahnění: 200–350 Kč/m <sup>3</sup> sedimentu

INVESTIČNÍ NÁKLADY		PROVOZNÍ NÁKLADY	
<b>Vsakovací/záchytný příkop</b>			
Všechny investiční náklady (zejména zemní práce a zpevnění průlehu) bez nákladů na vykoupení pozemků a administrativních nákladů.	Od 1 300 Kč/běžný metr (3x1 m)	Provozní náklady na sekání trávy a náletů (2–3krát/rok), čištění a odstraňování sedimentu	Sekání trávy: od 40 Kč/běžný metr Čištění: od 20 Kč/běžný metr
<b>Plochy s propustným povrchem</b>			
Investiční náklady na materiál a stavební práce dle zvoleného druhu propustného povrchu, stávajícího využití daného území, skladby a sklonu podloží	Štěrkový trávník: 300–900 Kč/m <sup>2</sup>	Provozní náklady na údržbu	Štěrkový trávník: 0–25 Kč/m <sup>2</sup>
	Povrch ze štěrku nebo kamenné drti: 290–800 Kč/m <sup>2</sup>		Povrch ze štěrku nebo kamenné drti: 0–25 Kč/m <sup>2</sup>
	Vegetační tvárnice: 650–1 800 Kč/m <sup>2</sup>		Vegetační tvárnice: 0–25 Kč/m <sup>2</sup>
	Dlažba se zatravněnými spárami: 750–1 850 Kč/m <sup>2</sup>		Dlažba se zatravněnými spárami: 0–25 Kč/m <sup>2</sup>
	Porézní dlažba: 750–1 900 Kč/m <sup>2</sup>		Porézní dlažba: 0–25 Kč/m <sup>2</sup>
	Plastové zatravněvací tvárnice: 700–1 350 Kč/m <sup>2</sup>		Plastové zatravněvací tvárnice: 0–25 Kč/m <sup>2</sup>
	Travnaté zasakovací pásy: 7 500–85 000 Kč/ha		Travnaté zasakovací pásy: od 10 Kč/m <sup>2</sup>

**INVESTIČNÍ NÁKLADY**
**PROVOZNÍ NÁKLADY**
**Samostatně stojící stromy, stromořadí**

Výsadba do jamek včetně substrátu (počítáno se 100% výměnou půdy, vč. náhradního substrátu. Tj. zahrnuje položky: přípravu, vykopání, vlastní výsadbu, zakotvení a ochranu sazenic)	750 Kč/ks bez DPH (prostokořený strom do velikosti odrostek) až 5 000 Kč/ks bez DPH (nadstandardní parkový strom)	Ořezy (v závislosti na kategorii pracnosti)	5 300–26 200 Kč/ks bez DPH
Náklady na sazenici stromu	od 320 Kč/ks bez DPH (neovocný strom poloodrostek) až po 8 400 Kč/ks bez DPH (alejový strom, obvod kmene 16–18 cm, s balem)	Vazba v korunách včetně instalace	2 650 Kč/ks bez DPH
Následná péče o výsadby	Od 150 Kč/ks	Kácení dle průměru kmene (v případě nutnosti obměny stromu, dle průměru kmene na řezné ploše pařezu)	1 300 Kč/ks bez DPH (obvod kmene 20–30 cm) až 28 000 Kč/ks bez DPH (obvod kmene 90–100 cm)

**Extenzivní zelená střecha**

Investiční náklady na materiál (izolační vrstva, folie, textilie, substrát, vegetace) a provedení	Běžný standard (běžná střecha): od 700 Kč/m <sup>2</sup>	Provozní náklady na kontrolu hydroizolace a zeleně (1–2krát za rok)	Běžný standard: 15–50 Kč/m <sup>2</sup>
	Vyšší standard (šikmá střecha, > 15°): 2 250 Kč/m <sup>2</sup>		

**INVESTIČNÍ NÁKLADY**
**PROVOZNÍ NÁKLADY**
**Intenzivní zelená střecha**

Investiční náklady na materiál (izolační vrstva, folie, textilie, substrát, vegetace) a provedení	Běžný standard: 1 500 Kč/m <sup>2</sup>	Náklady na zavlažování a pravidelnou zahradnickou péči (frekvence dle náročnosti vegetace)	40–800 Kč/m <sup>2</sup>
	Vyšší standard (střešní zahrada): 2 500 Kč/m <sup>2</sup> a více		

**Intenzivní zelená zeď**

Investiční náklady na pěstební nádoby či konstrukci, substrát, závlahový a hnojící systém a samotné rostliny včetně instalace na budovu	12 000–21 000 Kč/m <sup>2</sup>	Provozní náklady spojené se závlahou a hnojením a dále náklady na údržbu zeleně (prostřihání, výměna rostlin apod.)	V závislosti na dostupnosti zelené stěny: 100–250 Kč/m <sup>2</sup> /rok
---	---------------------------------	---	--

**Extenzivní a semi-intenzivní zelená zeď**

Investiční náklady na sazenice	Břečťan (10-15 cm): 25–35 Kč/ks	Provozní náklady na zahradnickou péči a čištění okapů	Dle rozsahu a výšky zdi: 530–4 400 Kč/rok
	Břečťan (40-60 cm): 170–210 Kč/ks		
	Břečťan – předpěstovaný plot (180x100x40 cm): 5 800 Kč/ks		
	Vinná réva (kontejner o objemu 2 l): 230–370 Kč/ks		
Investiční náklady na vytvoření jam pro výsadbu, náklady na pořízení zeminy	Dle lokálních podmínek		
Investiční náklady na podpůrnou konstrukci vč. práce	Kovový špalír zavrtávaný do fasády, popř. konstrukce z latí: 370–530 Kč/m <sup>2</sup>		

**INVESTIČNÍ NÁKLADY****PROVOZNÍ NÁKLADY****Zahrádkářská kolonie**

Investiční náklady na oplocení území a jednotlivých zahrádek, terénní úpravy, úpravu stávající zeleně, vybudování zázemí, přívodu energií, pořízení zahradního náčiní apod.

Dle lokálních podmínek

Provozní náklady sestávají z nájmu pozemku, nákladů na vodu (pitnou a užitkovou vodu), energii, sadbu, administrativní náklady spojené s účetnictvím, koordinací prací na zahradě apod.

Dle lokálních podmínek

**Městské parky**

Investiční náklady na realizaci parku bez nákladů na vykoupení pozemků

Dle lokálních podmínek

Náklady na údržbu

od 10 Kč/m<sup>2</sup>

## **Příloha 4. Stručné představení základních metod vhodných pro ocenění**

---

K určení (antropocentrické) monetární hodnoty nákladů a užitků zelené a modré infrastruktury v městském prostředí lze využít některou z celé řady kvantitativních valuačních metod. Výrazně se liší v tom, zda jsou postavené na primárních či sekundárních datech. Zcela nejpřesnější je vyjádření v peněžní jednotce na základě tržní hodnoty, takto lze ocenit většinu nákladů, ale pouze část užitků. V řadě případů je pak nutné využít jinou metodu, případně ji kombinovat s metodou tržní ceny. Dále se užívá primární průzkum projevů jednání lidí na existujících trzích nebo hypotetického jednání lidí v modelových situacích (dotazováním). Pomocí takových metod se zjišťují lidské preference, respektive užitky ze zelené a modré infrastruktury v podobě jejich ochoty platit nebo ochoty přijímat kompenzaci (za poskytnutí ekosystémové služby, respektive za neposkytnutí ekosystémové služby).

Produkuje-li zelená a modrá infrastruktura ekosystémové služby, které se nakupují a prodávají na trhu, lze užitky těchto opatření a prvků ocenit pomocí **metody tržní ceny** (Market Price Method). Aplikaci této metody si lze představit např. v případě zahrádkářských kolonií, kde lze produkci plodin jako je ovoce, zelenina a případně další biomasa jednoduše ocenit. Pro tyto statky jsou dostupné statistiky tržních cen, pomocí kterých pak následně lze vyčíslit hodnotu této produkční ekosystémové služby.

Tržní ceny můžeme využít i u prvků a opatření modré infrastruktury. Víme-li např., že realizace prvků či opatření přispěje k regulaci odtoku srážkové vody do kanalizace nebo se předpokládá zvýšení kvality vody, můžeme užitek daného opatření vyjádřit jako úsporu nákladů na čištění odpadních vod na ČOV, případně jako úsporu budování kanalizační sítě či údržby oddílné kanalizace.

Existující tržní cenu emisní povolenky pro CO<sub>2</sub> lze využít v případě, kdy víme, že realizací zeleného opatření, jako je např. stromořadí či zelená střecha, dojde k redukci CO<sub>2</sub>. 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 metody, které umožňují ocenit užitky ekosystémových služeb modré a zelené infrastruktury na základě známých nákladů. Vlivem jejich příbuznosti dochází v praxi často k záměně jednotlivých metod.

**Metoda ocenění pomocí nákladů na zamezení** umožňuje ocenit užitek zelené nebo modré infrastruktury pomocí nákladů na vyhnutí se škodám, které by vznikly v případě nerealizace daného opatření. Jinými slovy užitek daného opatření či prvku je vyčíslen pomocí potenciálních nákladů, kterým se lze vyhnout v případě, že dojde k realizaci zelené či modré infrastruktury.

U infrastruktury snižující odtok vody z území (např. realizace mokřadu, propustné povrchy apod.) je tak možné vyčíslit užitek těchto opatření pomocí vyčíslení předpokládaných škod, které by vznikly na přilehlých nemovitostech v případě (bleskových) povodní, nákladů vlastníků na protipovodňová opatření, nákladů na pojištění nemovitostí apod.

**Metoda nákladů na nahrazení** oceňuje užitky zelené a modré infrastruktury podle potenciálních nákladů na nahrazení jejich ekosystémových služeb jinými prostředky a způsoby.

U zelené a modré infrastruktury snižující erozi půdy si lze užitek těchto opatření představit 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 nedocházelo ke snížení půdní eroze např. díky realizovanému ochrannému zatravnění.

**Metoda nákladů na alternativní opatření** vyčísluje užitky zelené a modré infrastruktury pomocí nákladů na jiný typ opatření, které by poskytovalo stejné ekosystémové služby.

U zelené infrastruktury např. typu zelená střecha či stěna lze stejného výsledku ve vztahu k eliminaci škodlivých látek, dosáhnout jiným technickým či investičním řešením.

Obdobně v případě např. vybudování propustných povrchů či mokřadů snižující riziko (bleskových) povodní lze stejného efektu docílit pomocí technických řešení typu protipovodňová zábrana apod. Náklady na alternativní řešení se stejným účinkem je v rámci využití této metody možné považovat jako odhad užitek, které poskytuje zelená či modrá infrastruktura. Není ale vhodné pro toto ocenění využívat jiné prvky zelené a modré infrastruktury, jelikož ty obvykle poskytují také širší spektrum užitek.

K ocenění kulturních ekosystémových služeb lze využít **Metody 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 prvků zelené a modré infrastruktury. Jak vyplývá z řady studií (např. Wolf, 2007; Tomalty et Komorowski, 2010; Kolbe et Wüstemann, 2015), hodnota nemovitosti je výrazně ovlivněna dostupností zelené infrastruktury v okolí.

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 jednotlivých prvků.

Příkladem aplikace je situace, kdy zkoumáte, jak se mění výše cestovních nákladů v případě budování nových prvků apod.

Pro ocenění rekreačních užitek, estetické hodnoty a změny biodiverzity je vhodné využít **Metodu ocenění pomocí 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 městské zeleně či rekreační užitky modré infrastruktury. V rámci projektu byl v roce 2018 realizován výběrový experiment zaměřený na městské parky, jehož cílem bylo stanovit rekreační a estetickou funkci parků a ohodnotit vybrané atributy parků. Popis aplikace této metody a její výsledky jsou uvedeny v příloze 5.

Pokud pro daný prvek a opatření existuje dostatečný počet studií, které se zabývají oceněním jejich přínosů některou z výše uvedených metod, je možné z časových a finančních důvodů přistoupit k využití **metody přenosu hodnot** (Benefit Transfer).

Metoda přenosu hodnot umožňuje ocenit prvky zelené a modré infrastruktury jako např. jezírka, mokřady či parky v urbánních prostředích České republiky za specifikování místních podmínek (jako jsou např. průměrné srážky, teploty, rozloha, počet obyvatel ale i velikost HDP atd.). Typicky se tato metoda využívá např. pro přenos rekreačních ekosystémových služeb pro typy opatření a prvků, které jsou v praxi často využívány. V případě přenosu sekundárních dat ze zahraničí a přenos 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 5: Výsledky výběrového experimentu

---

Vedle zpracování této metodiky bylo součástí projektu i ohodnocení chybějících hodnot pomocí primárního ohodnocení. Pozornost byla zaměřena na rekreační a estetickou funkci prvků zelené a modré infrastruktury.

V průběhu let 2017 až 2019 byl vyvinut a zrealizován výběrový experiment (choice experiment) v pěti městech (**Děčíně**, Pardubicích, **Liberci**, **Brně** a **Praze**). V návaznosti na literární rešerši a testování byly stanoveny 4 atributy, každý s třemi úrovněmi. Jednalo se o:

- **výše ročního dobrovolného příspěvku** (tři úrovně příspěvku, vždy specifické pro konkrétní město),
- **typ zeleně** (přírodní park, umělý park a městská zahrada),
- **typ potoka** (přírodní potok, umělý potok a zatrubněný potok),
- **vybavení** (lavičky, koše a toalety).

Pro každý atribut a jeho úroveň byly vybrány ilustrativní fotografie, došlo k vytvoření grafické podoby výběrových karet, sestavení dotazníku a jeho převedení do elektronické podoby. Sběr byl prováděn s pomocí tabletů, kam byly zaznamenávány odpovědi. V každém městě došlo k zaškolení tazatelů a dopředu byla identifikována místa pro sběr dat tak, aby se jednalo o různé typy zelené a modré infrastruktury. Sběr probíhal v různé dny a časy tak, aby nedošlo k vyloučení určité kategorie respondentů.

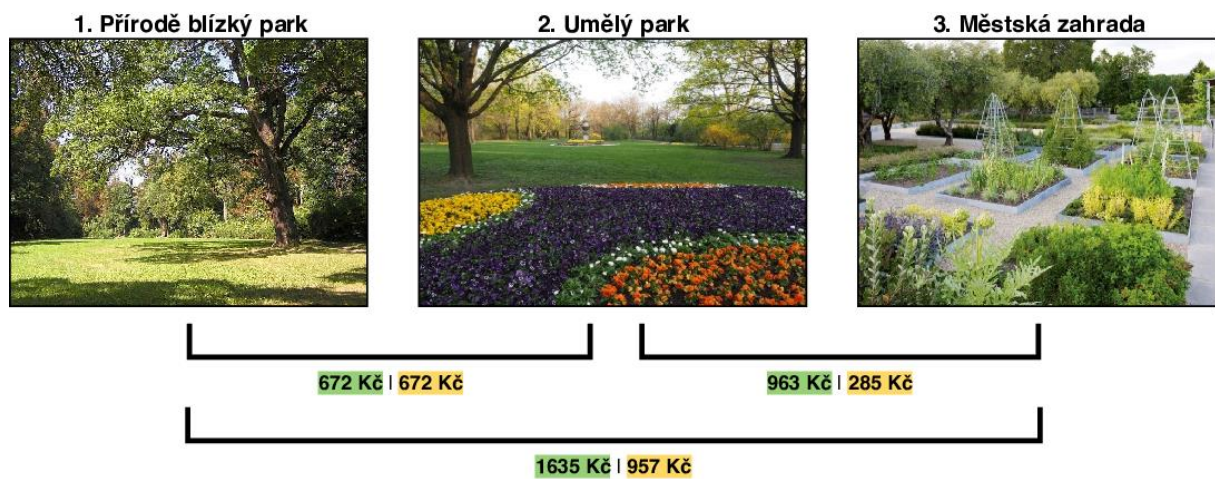
Níže představené výsledky jsou založeny na téměř 900 rozhovorech realizovaných v Děčíně, Liberci, Brně a Praze. Výsledky z Pardubic vzhledem k načasování sběru dat nebylo možné do metodiky zařadit.

### Výsledky výběrového experimentu

Výsledky pro jednotlivá města ukazují na určité rozdíly v preferencích místních obyvatel. Z modelu pro Děčín například vyplývá, že značná část respondentů nebrala při rozhodování v potaz cenu. Oproti tomu v ostatních městech (kde byly kvůli kupní síle použity vyšší částky příspěvku) vycházejí koeficienty ceny negativní, což značí, že vyšší cena je ceteris paribus spojena s nižší pravděpodobností výběru dané varianty a s nižším užitekem.

Obecně lze říci, že lidé silně preferují přírodní podobu městských parků i potoků. Koeficienty vycházejí pozitivní a statisticky významné. Lidé tedy častěji vybírali možnosti, které obsahovaly přírodní prvky a jsou tak pro občany spojeny s vyšším užitekem. Umělý park a městská zahrada nejsou příliš preferovány. V Děčíně jsou lidé ochotni připlatit si ročně 1 809 Kč za přírodní park oproti umělému parku. Pro Brno vychází naopak preference pro přírodní park téměř identicky jako pro umělý park. V Liberci a v Praze koeficient pro umělý park není statisticky významný a není vhodné provádět porovnání, nicméně silná preference pro přírodní park zůstala zachována i v těchto městech. Výsledky pro typ zeleně pro jednotlivá města jsou zachyceny na obrázku 1 pro Liberec a Prahu, na obrázku 2 pro Děčín a na obrázku 3 pro Brno. Tři obrázky jsou zvoleny záměrně vzhledem k odlišnému pořadí preferencí.

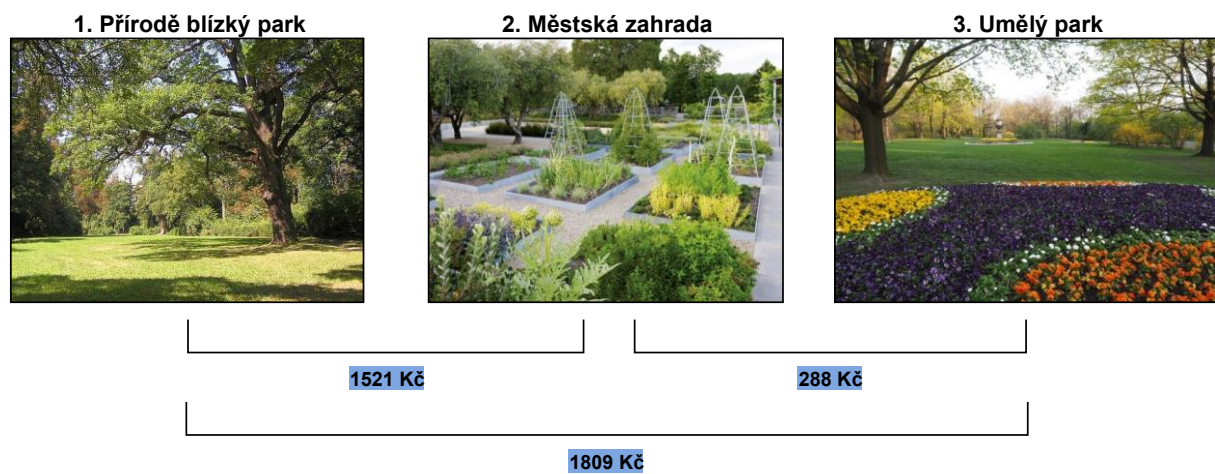
Obrázek 1: Relativní ochota platit za zelenou infrastrukturu v Liberci a Praze



Legenda: hodnoty jsou znázorněny postupně pro **Liberec** a **Prahu**.

Zdroj: vlastní zpracování

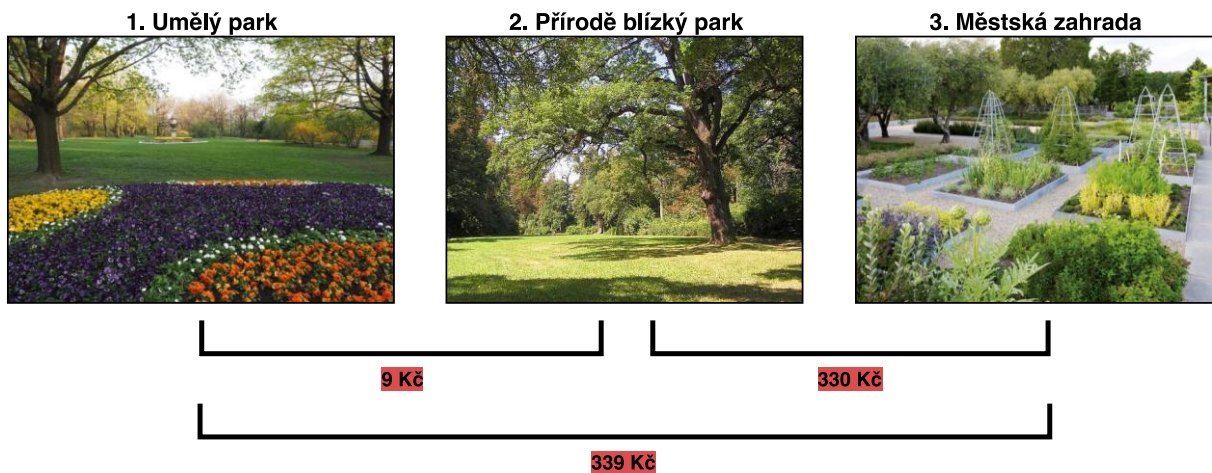
Obrázek 2: Relativní ochota platit za zelenou infrastrukturu v Děčíně



Legenda: hodnoty jsou znázorněny pro **Děčín**.

Zdroj: vlastní zpracování

**Obrázek 3: Relativní ochota platit za zelenou infrastrukturu v Brně**

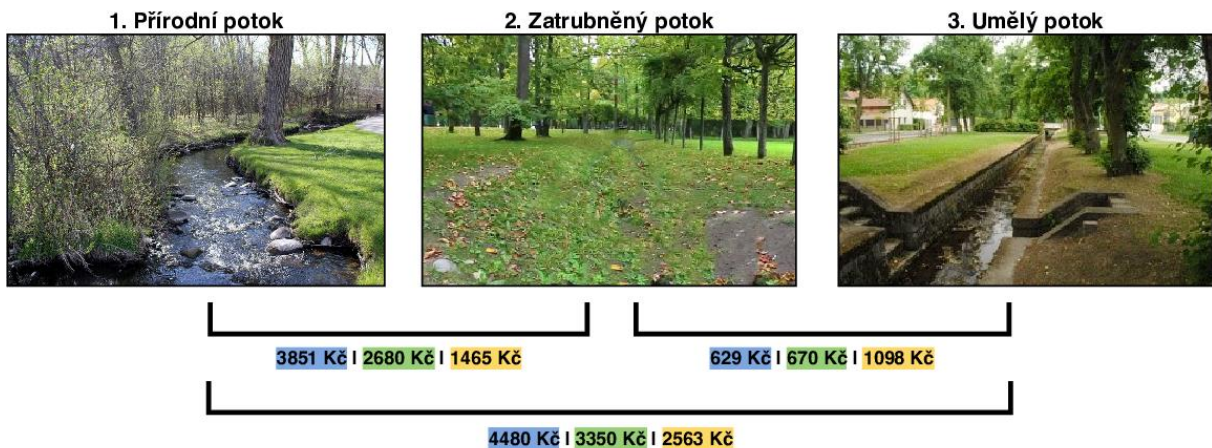


*Legenda: hodnoty jsou znázorněny pro **Brno**.*

Zdroj: vlastní zpracování

Ještě silnější kladné preference byly odhaleny pro přírodní potok, který si respondenti v Děčíně cení o 4 480 Kč více než umělý potok, v Liberci o 3 350 Kč, v Brně o 395 Kč a v Praze o 2 563 Kč a více než umělý potok. Zatrubněný potok je až na Brno překvapivě preferován o něco více než umělý potok. Výsledky jsou zachyceny na obrázku 4 pro Děčín, Liberec a Prahu a na obrázku 5 pro Brno. Dva obrázky jsou zvoleny záměrně vzhledem k odlišnému pořadí preferencí v Brně vůči ostatním městům.

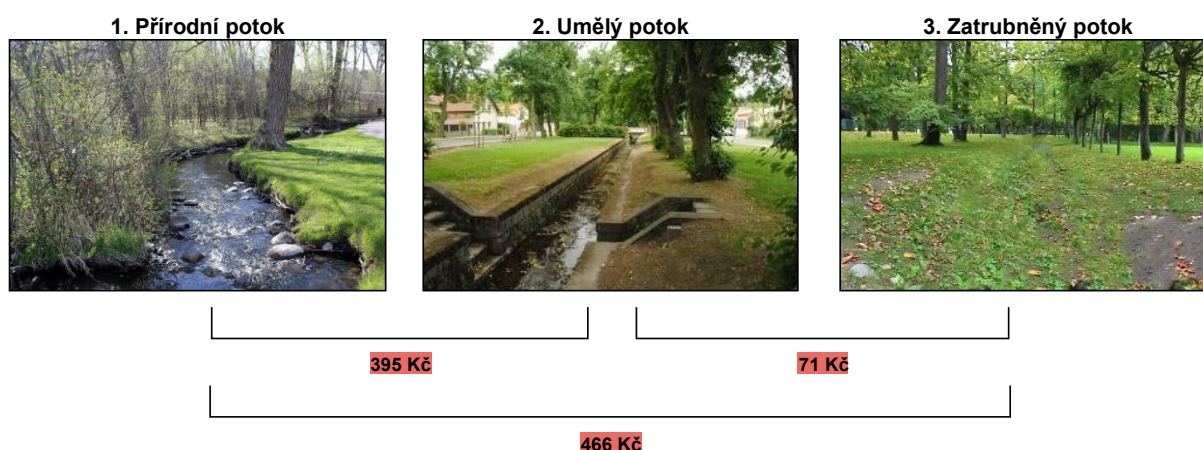
**Obrázek 4: Relativní ochota platit za modrou infrastrukturu v Děčíně, Liberci a Praze**



*Legenda: hodnoty jsou znázorněny postupně pro **Děčín**, **Liberec** a **Prahu**.*

Zdroj: vlastní zpracování

**Obrázek 5: Relativní ochota platit za modrou infrastrukturu v Brně**

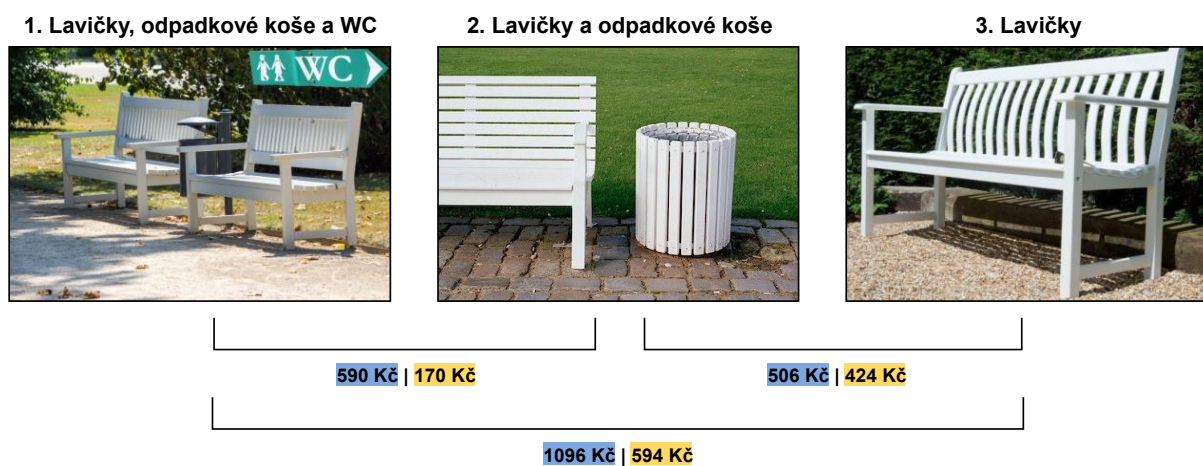


*Legenda: hodnoty jsou znázorněny pro **Brno**.*

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledky pro vybavení parků nejsou zcela jednoznačné. Zatímco v Děčíně a v Praze lidé vykazali preference pro větší množství vybavení (lavičky, koše i toalety), v Liberci a v Brně je mírně preferována varianta bez WC. Nicméně rozdíly v koeficientech nejsou tak výrazné jako v předchozích případech, a ne vždy jsou statisticky odlišné od nuly. Výsledky jsou zachyceny na obrázcích 6 a 7.

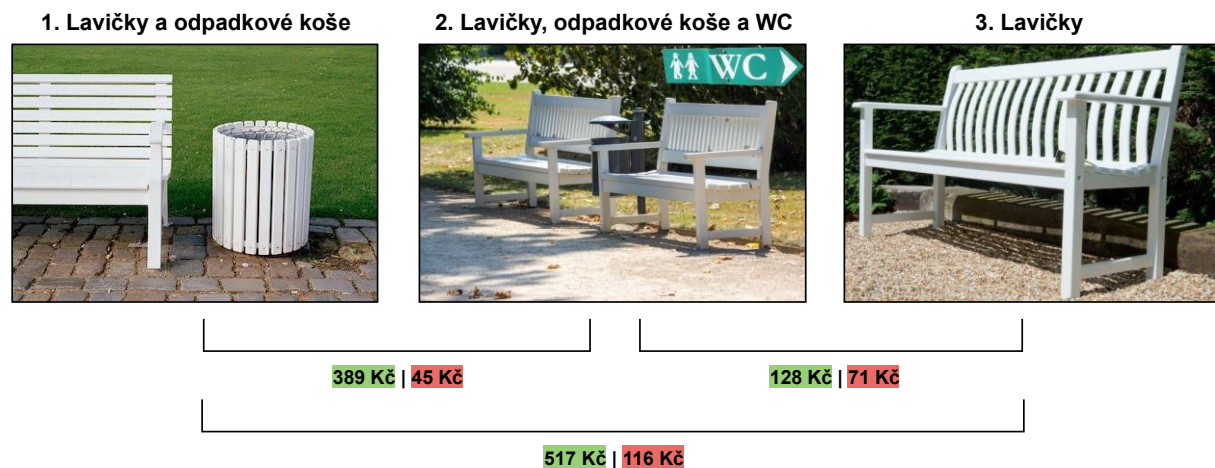
**Obrázek 6: Relativní ochota platit za vybavení v městském parku pro Děčín a Prahu**



*Legenda: hodnoty jsou znázorněny postupně pro **Děčín** a **Prahu**.*

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 7: Relativní ochota platit za vybavení v městském parku pro Liberec a Brno



Legenda: hodnoty jsou znázorněny postupně pro **Liberec** a **Brno**.

Zdroj: vlastní zpracování

V rámci výběrového experimentu byl zkoumán také vliv několika sociodemografických proměnných na preference ohledně modré a zelené infrastruktury ve městech. Ukazuje se, že ochota platit za tyto prvky ve městech s věkem klesá, konkrétně o 15 až 73 Kč za rok v závislosti na městu. Ochotu platit naopak zvyšuje dosažené vzdělání, a to i v řádu několika tisíc korun ročně. Tento atribut je však pravděpodobně korelovaný s příjmy respondentů, které nebyly v modelu zahrnuty, protože řada obyvatel odmítla během dotazování sdělit výši svých příjmů. Vyšší vzdělání je zpravidla spojeno i s vyšší mzdou, tudíž jsou vzdělanější lidé ochotni platit za zelenou a modrou infrastrukturu vyšší částky. Pohlaví pak má na ochotu platit vliv pouze v modelech pro Brno a Prahu, a to v každém případě opačný. Zatímco v Brně jsou ženy ochotny platit za přírodní prvky řádově o stovky korun více než muži, v Praze je tomu naopak.

Obecně lze říci, že lidé mají poměrně silnou preferenci pro přírodní prvky ve městech. Ať už se jedná o přírodní podobu parku či přírodně vypadající potok, lidé jsou ochotni si za tyto prvky připlatit. V tomto ohledu se výsledky mezi jednotlivými městy příliš neliší. Rozdílné je vnímání infrastruktury parku, kdy nejsou vždy vyžadovány toalety. Mladší lidé s vyšším vzděláním jsou ochotni platit za zvolené varianty vyšší částky.

## Summary

---

The methodology for economic assessment of green and blue infrastructure (GBI) in human settlements is a unified comprehensive tool for assessing GBI elements. It is designed primarily as a basis for planning, decision-making and communication concerning construction and maintenance of GBI elements and nature-based measures. In addition, it can be used for raising awareness of benefits of natural spaces in cities. GBI elements provide a wide range of utilities in the form of ecosystem services, on the monetary valuation of which the methodology focuses.

First of all, the methodology defines GBI and its elements. Then, it introduces the concept of ecosystem services, aimed at identification and specific definition of adequate regulatory, provisioning, cultural and supporting services of GBI in the urban environment.

The main part of the methodology deals with the assessment procedure itself. The assessment is based on modified cost-benefit analysis (CBA). The procedure consists of several consecutive steps, described in detail in the methodology.

The starting step of the assessment is identification and definition of green and blue infrastructure elements or measures that are subject to the assessment. This is followed by a basic identification and qualitative description of costs and benefits. On the cost side, the methodology analyses costs related to construction of green and blue infrastructure (investment costs) as well as all costs related to maintenance (operating costs). The methodology also describes potential costs of sacrificed opportunity and any other negative impacts of measures (negative externalities, administrative costs). On the benefit side, the methodology applies the concept of ecosystem services in order to help identify adequate services.

The next step is a quantitative analysis, closely linked to the choice of a suitable method of monetary valuation of costs and benefits. The costs (investment, operating – periodic and one-off) are valued in monetary terms typically based on market prices. In the case of negative externalities, the procedure is usually identical to that for benefits. The methodology contains an approximate overview of average investment and operating costs of selected elements/measures.

The basis of the quantitative analysis of benefits is usually a definition of biophysical units representing the amount of ecosystem services provided. An annex contains an overview of selected values for individual ecosystem services, which can be used for value transfer. In case using existing market prices for the valuation is not appropriate or possible, the methodology describes options for pricing the individual ecosystem services (benefits) using specific methods.

The methodology recommends expressing the overall benefit of measures in the form of net present value of the benefits for two time horizons, namely 25 and 50 years. The methodology recommends testing the cost-benefit analysis results using a scenario

sensitivity analysis. In addition, there is a recommendation to consider costs and benefits that could not be priced in monetary terms before formulating any conclusions. Furthermore, the results can be displayed as a benefit-to-cost ratio and the indicator of return on investment in measures from a society point of view. The procedure can also be used for comparison of multiple elements or various methods of implementation of a measure in order to choose the most effective measure (e.g., one that has the fastest return on investment, best benefit-to-cost ratio, etc.).

In its conclusion, the methodology points out the most common mistakes, risks and uncertainties associated with economic assessment. In addition to the above, an annex to the methodology contains a template assessment application using the example of a green roof and results of application of the choice experiment to an assessment of cultural services provided by selected green and blue infrastructure elements.

**Kontrolní list / Protokol o schválení (certifikaci) metodiky  
na Ministerstvu životního prostředí**

<b>Číslo jednací</b>	MZP/2019/250/449
<b>Identifikace výzkumné aktivity</b> (projekt, výzkumný záměr apod.), <b>poskytovatel dotace</b>	Projekt TJ01000109 Rozvoj metod ekonomického hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech, <b>Technologická agentura ČR</b>
<b>Číslo nebo jiné označení udělené certifikace</b> přidělené vnějším certifikačním / akreditačním orgánem (maximální délka 254 znaků) <b>Nevyplňovat u metodik, které schválila sekce MŽP</b>	
<b>Název metodiky</b> (maximální délka 254 znaků)	<b>Metodika pro ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech</b>
<b>Interní identifikační označení metodiky</b> (maximální délka 32 znaků)	
<b>Místo uložení metodiky</b> (maximální délka 254 znaků)	
<b>Ekonomické parametry metodiky</b> (ekonomické parametry charakterizující metodiku - např. roční zvýšení objemu výroby, zisku, export atd., resp. komentář k ekonomickým aspektům metodiky – maximální délka 254 znaků);	Metodika je založená na modifikované analýze nákladů a přínosů (CBA). Hlavním očekávaným ekonomickým přínosem je argument ekonomického charakteru pro realizaci opatření a jeho údržby. Metodika má také přesah do jiných ekonomických analýz typu RIA.
<b>Sekce MŽP, která metodiku schválila a doporučila pro využití v praxi</b>	Sekce úřadu ministerstva
<b>Certifikační / akreditační orgán, který metodiku schválil a doporučil pro využití v praxi</b> - úplný název a sídlo (případně stát) certifikačního / akreditačního orgánu, který metodiku certifikoval / akreditoval – (maximální délka 254 znaků) <b>Nevyplňovat u metodik, které schválila sekce MŽP</b>	
<b>Datum schválení (certifikace / akreditace) metodiky</b> (datum, kdy bylo příslušnou sekci MŽP, resp. vnějším certifikačním / akreditačním orgánem, vydáno osvědčení o schválení metodiky resp. rozhodnutí o certifikaci / akreditaci metodiky)	



<p><b>Identifikace nejméně třech nezávislých oponentních posudků</b> (název, datum zpracování, zpracovatel)</p>	<p>Oponentní posudek č. 1 Datum: 9. 7. 2019 Zpracovatel: PhDr. Jan Vávra, Ph.D.</p> <p>Oponentní posudek č. 2 Datum: 8. 7. 2019 Zpracovatel: Ing. Pavel Dostal</p> <p>Oponentní posudek č. 3 Datum: 10. 7. 2019 Zpracovatel: RNDr. Kateřina Kujanová, Ph.D.</p>
<p><b>Popis metodiky v českém jazyce včetně popisu novosti postupů</b> (minimální délka 64 znaků, maximální délka 1016 znaků)</p>	<p>Metodika transparentně popisuje postup ekonomického hodnocení opatření využívající zelenou a modrou infrastrukturu. Metodika navrhuje využití tzv. modifikované analýzy nákladů a užitků, jejímž výsledkem je stanovení čistého celospolečenského přínosu posuzovaného opatření a jeho návratnosti z pohledu společnosti. Součástí metodiky je také katalog nákladů a biofyzikálních přínosů pro jednotlivá opatření využívající zelenou a modrou infrastrukturu a příklady aplikace metodiky na konkrétních příkladech v praxi.</p> <p>Novost řešení spočívá zejména ve vytvoření komplexního nástroje pro monetární vyjádření užitků plynoucích ze zelené a modré infrastruktury a jejich porovnání s náklady. V této podobě pro tuto oblast doposud nebyla v ČR žádná metodika pro zelenou a modrou infrastrukturu v takovémto rozsahu zpracována.</p> <p>Z výše uvedených důvodů lze předpokládat praktické uplatnění metodiky zejména pro obce, veřejnou správu v rámci strategií a opatření na adaptaci na změny klimatu i soukromém sektoru zabývajícím se realizací předmětných opatření v praxi.</p>

<p><b>Popis metodiky v anglickém jazyce včetně popisu novosti postupů</b> (minimální délka 64 znaků, maximální délka 1016 znaků)</p>	<p>The methodology transparently describes the process of economic evaluation of green and blue infrastructure measures in cities. The methodology proposes the use of the modified cost-benefit analysis, which results in the formulation of the net present value of the measure. The methodology also includes a Summary of costs and benefits for many green and blue infrastructures measures and examples of application of the methodology on specific measures in cities.</p> <p>The methodology innovatively focuses on evaluation of the ecosystem services that individual blue and green infrastructure measures provide to the society. Methodology for evaluation of green and blue infrastructure has not been developed in the Czech Republic so far. The methodology is usable especially for municipalities, public administration within the framework of strategies and measures for adaptation to climate change and private sector dealing with implementation of the measures in real life.</p>
<p><b>Uživatel metodiky</b> (název, adresa, jméno pracovníka, e-mail, telefon)</p>	<p>Ministerstvo životního prostředí, Odbor ekonomiky životního prostředí, Oddělení ekonomických analýz</p>
<p><b>Datum uzavření smlouvy o využití výsledku s uživatelem metodiky</b></p>	<p>9. 5. 2017</p>
<p><b>Odborný garant</b> – jméno / podpis / datum</p>	
<p><b>Vedoucí oddělení</b> – jméno / podpis / datum</p>	<p>Ing. Alena Krejčová 22.7.2019 <i>Krejčová</i></p>
<p><b>Ředitel odboru</b> – jméno / podpis / datum</p>	<p>Mgr. Radka Švábová 21.7.2019 <i>Švábová</i></p>
<p><b>Státní tajemník</b> – jméno / podpis / datum</p>	<p>Ing. Jan Landa 24.7.2019 <i>Landa</i></p>

**Vydal Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku, v roce 2019**

Fakulta sociálně ekonomická, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem

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

## **Metodika pro ekonomické hodnocení zelené a modré infrastruktury v lidských sídlech**

Jan Macháč, Lenka Dubová, Jiří Louda, Marek Hekrlé, Lenka Zaňková, Jan Brabec

Vydání první – Počet stran 67