



Univerzita Palackého
v Olomouci

ASITIS



Metodologické přístupy analýzy zranitelnosti krajiny

Vilém Pechanec a kolektiv

Souhrnná výzkumná zpráva

Olomouc 2026

Autoři

prof. RNDr. Vilém Pechanec, Ph.D.¹

Mgr. Bc. Roman Bohovic Ph.D.³

doc. RNDr. Pavel Cudlín, Csc.⁴

Mgr. Bc. Matúš Hrnčiar³

RNDr. Jiří Jakubínský, Ph.D.⁴

Ing. Jiří Jedlička, Ph.D.²

Mgr. Petr Klimeš²

RNDr. Tomáš Kuras, Ph.D.¹

doc. Mgr. Michal Lehnert, Ph.D.¹

Mgr. Vít Pászto, Ph.D.¹

Ing. Marcela Prokopová, Ph.D.⁴

doc. RNDr. Martin Rulík, Ph.D.¹

doc. RNDr. Irena Smolová, Ph.D.¹

doc. RNDr. Zdeněk Szczyrba, Ph.D.¹

Mgr. Hana Trávníčková²

doc. RNDr. Tomáš Václavík, Ph.D.¹

Dále spolupracovali: Ing. Marek Bednář, Ph.D.¹, Mgr. Ondřej Biemann¹, Mgr. Zdeněk Janků¹,
Mgr. Veronika Květoňová, Ph.D.¹, Mgr. Tereza Pohanková¹, Ph.D., Mgr.
Lenka Štěrbová⁴, Mgr. Pavel Vyvlečka¹, Mgr. Matěj Wagner¹, RNDr.
Miroslav Zeidler, Ph.D.¹,

¹ Univerzita Palackého v Olomouci

² ASITIS, s.r.o

³ World from Space. s.r.o

⁴ Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i.

Publikace neprošla typografickou ani jazykovou úpravou.

Leden 2026

Tato souhrnná výzkumná zpráva vznikla jako výstup V3 v rámci projektu TAČR SS07020382 „Mapování regionálního rozdělení České republiky z pohledu naléhavosti provedení adaptačních opatření na změnu klimatu (RegAdapt)“, řešeného v období 04/2024 – 03/2026. Projekt byl financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci Programu Prostředí pro život.



Program **Prostředí pro život**



**Financováno
Evropskou unií**
NextGenerationEU

Obsah

1 Úvod.....	7
2 Identifikace relevantních metodických přístupů.....	8
2.1 Zranitelnost území.....	8
2.2 Ekosystémové funkce a služby.....	14
3 Identifikace vhodných datových sad.....	17
3.1 Charakteristika relevantních dostupných klimatických datasetů.....	18
4 Nový metodický přístup – RegAdapt.....	24
4.1 Stanovení matic zranitelnosti (E1).....	24
4.2 Identifikace a příprava odpovídajících prostorových dat (E2).....	25
4.3 Prostorové analýzy a tvorba indikátorů (E3).....	26
4.4 Vlastní stanovení zranitelnosti (E4).....	27
4.5 Prioritizace naléhavosti opatření (E5).....	28
5 Detailní metodický popis stanovení jednotlivých rizik.....	31
5.1 Riziko poškození vegetace v krajině suchem.....	32
5.1.1 Komponenta: Expozice.....	33
5.1.2 Komponenta: Citlivost.....	41
5.1.3 Komponenta: Adaptační kapacita.....	47
5.2 Riziko Zvýšený výskyt požárů.....	53
5.2.1 Komponenta: Expozice.....	55
5.2.2 Komponenta: Citlivost.....	55
5.2.3 Komponenta: Adaptační kapacita.....	57
5.3 Riziko Snížení přírodnosti biotopů v důsledku změn využití území.....	59
5.3.1 Komponenta: Expozice.....	59
5.3.2 Komponenta: Citlivost.....	61
5.3.3 Komponenta: Adaptační kapacita.....	62
5.4 Riziko Snížení přírodnosti biotopů v důsledku fragmentace krajiny.....	64
5.4.1 Komponenta: Expozice.....	64
5.4.2 Komponenta: Citlivost.....	65

5.4.3 Komponenta: Adaptační kapacita.....	66
5.5 Riziko Snížení přírodnosti biotopů v důsledku znečištění prostředí.....	68
5.5.1 Komponenta: Expozice.....	68
5.5.2 Komponenta: Citlivost.....	69
5.5.3 Komponenta: Adaptační kapacita.....	70
5.6 Riziko Teplota - vlna veder.....	71
5.6.1 Komponenta: Expozice.....	72
5.6.2 Komponenta: Citlivosti.....	77
5.6.3 Komponenta: Adaptační kapacita.....	85
5.7 Riziko Teplota – tepelné ostrovy.....	86
5.7.1 Komponenta: Expozice.....	87
5.7.2 Komponenta: Citlivosti.....	90
5.7.3 Komponenta: Adaptační kapacita.....	91
5.8 Riziko nedostupnosti pitné vody pro obyvatelstvo.....	92
5.8.1 Komponenta: Expozice.....	92
5.8.2 Komponenta: Citlivost.....	93
5.8.3 Komponenta: Adaptační kapacita.....	94
5.9 Riziko dopadů extrémní srážek na obyvatele a městské prostředí.....	96
5.9.1 Komponenta: Expozice.....	96
5.9.2 Komponenta: Citlivost.....	98
5.9.3 Komponenta: Adaptační kapacita.....	100
5.10 Riziko dopadů sucha na obyvatele a městské prostředí.....	101
5.10.1 Komponenta: Expozice.....	101
5.10.2 Komponenta: Citlivost.....	102
5.10.3 Komponenta: Adaptační kapacita.....	102
5.11 Riziko Vysychání pramenišť, vodních toků, mokřadů a snižování hladiny vodních nádrží.....	104
5.11.1 Komponenta: Expozice.....	104
5.11.2 Komponenta: Citlivost.....	105
5.11.3 Komponenta: Adaptační kapacita.....	108
5.12 Riziko větrné eroze.....	110

5.13 Riziko posunu areálu indikačních druhů.....	111
6 Závěr.....	118
7 Seznam použité literatury.....	119

1 Úvod

Projevy klimatické změny jsou dnes jednou z nejvýraznějších globálních změn na planetě Zemi. Působí jak na přírodní, tak socioekonomické procesy. Jejich projevy ovlivňují chod společnosti v lokálním, regionálním a celosvětovém měřítku. Jedním z negativních projevů je i ztráta funkčnosti a produktivity krajiny (snížená regulace klimatu, zvýšený výskyt erozních událostí, extrémní hydrologické jevy), již je potřeba čelit realizací vhodných a cílených adaptačních opatření. Celkové náklady klimatické změny pro Českou republiku se do roku 2050 odhadují v řádech stovek miliard korun. Investice do včasných adaptačních opatření jsou přitom prokazatelně levnější než následné odstraňování škod – a tedy nejen ekologickou, ale i ekonomickou nutností. Co lze udělat, aby byly ztráty minimální?

Možným proaktivním přístupem je celoplošné a detailní stanovení zranitelnosti krajiny, jež bude zahrnovat lokalizaci predispozice zranitelnosti a stanovení jejich příčin. Identifikace nejnáchylnějších či nejvíce ovlivněných částí krajiny umožní zacílit právě do těchto míst adaptační opatření, která budou lokalizovaná, typově vhodná a podle závažnosti zranitelnosti území bude stanovena jejich priorita.

2 Identifikace relevantních metodických přístupů

2.1 Zranitelnost území

Koncept **zranitelnosti** (*vulnerability*) lze aplikovat na různé sféry – na krajinu, ekosystémy, na lidskou společnost. Při aplikaci na krajinu či ekosystémy určuje pravděpodobnost zničení nebo nežádoucí přeměny habitatů (Pressey, 2001). Do hodnocení se často zahrnuje nejen potenciální vliv stresoru (např. tlaku globální změny) na ekosystém, ale také adaptační kapacita, tedy schopnost vyrovnat se s tímto tlakem (Metzger et al., 2006). Cílem hodnocení zranitelnosti je často výběr území, kde je nejvíce zapotřebí ochrany či nějakého adaptačního zásahu (Rodrigues et al., 2004). Doporučuje se propojení hodnocení zranitelnosti s hodnocením ekosystémových služeb, aby se snáze určilo, které zásahy je třeba použít pro prevenci či zmírnění negativních dopadů (Metzger et al. 2008).

Zranitelnost krajiny je obecně definována jako kombinace tří hlavních komponent: expozice, která odpovídá pravděpodobnosti a velikosti stresu, kterým systém prochází; citlivost která odkazuje na stupeň stresu, kterým systém prochází (daný vesměs jeho vnitřními charakteristikami), a adaptační kapacita, která popisuje schopnost systému odolat stresu a vyrovnat se s ním (Thiault et al., 2018). Posouzení zranitelnosti lze hodnotit podle vztahu, který používá ve svých strategických dokumentech *Mezivládní panel pro změnu klimatu – IPCC*.

$$\text{Zranitelnost} = \text{Expozice} + \text{Citlivost} - \text{Adaptační kapacita}$$

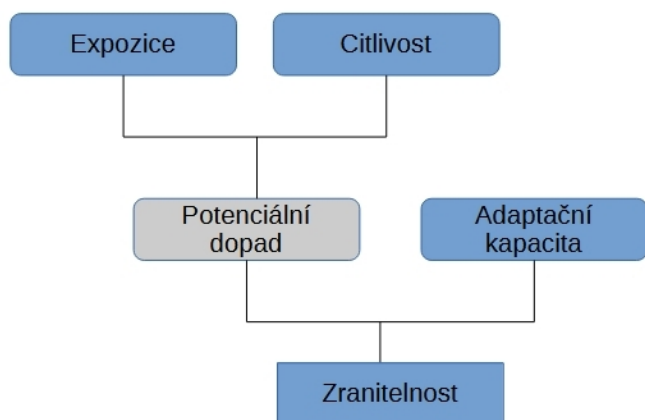
Zranitelnost (*vulnerability*) je definována jako náchylnost systému k negativním dopadům během nějaké nebezpečné události (působení rizika, driverů reprezentujících negativní událost), nebo jako nedostatek schopností na tuto situaci reagovat (Leal et al., 2019). Zranitelnost krajiny kombinuje fyzikální, sociální, ekonomické, environmentální a kulturní struktury a procesy, které definují její schopnost reagovat na klimatickou změnu (Birkmann et al., 2013).

Expozice vyjadřuje, do jaké míry se lidé, příroda nebo materiální statky nacházejí v místech ohrožených klimatickými změnami a jejich důsledky. Např. místa, která se přehřívají, kde hrozí přívalové povodně nebo kde působí sucho. Vystavení krajiny vícenásobným stresorům může představovat riziko pro lidské zdraví a pohodu, biologickou rozmanitost a ekosystémové služby a může komplikovat schopnost lidí reagovat na globální změny (Kerns et al., 2016).

Citlivost určuje, do jaké míry lidé, příroda nebo materiální statky reagují na klimatické změny a jejich účinky. Jedná se tedy např. o citlivost ekosystémů na zmiňované změny, ale také např. o

rozmístění skupin obyvatel, na které má změna klimatu nejhorší dopad, případně rozmístění staveb, infrastruktury a majetku, jež jsou v ohrožení.

Adaptační kapacita je schopnost se s nebezpečnou událostí vypořádat nebo se po poškození rychle vrátit do normálu. Je dána stabilitou, regulační a adaptační schopností krajiny. Jedná se např. o schopnosti krajiny ochlazovat mikroklima, vsakovat či zadržovat vodu, nebo účinně regenerovat a přizpůsobit své druhové složení. Opatřeními ve společnosti pak mohou být technologické plány či technická opatření (hráze, zastínění, centrální vodovod, atd.). Tato komponenta tedy popisuje schopnost zvládnout negativní dopady klimatických změn.



Obr. 1-1: Diagram stanovení zranitelnosti podle IPCC.

V městském prostředí se míra zranitelnosti mění v čase a prostoru a dynamika této změny je často vyšší než dynamika vlastní klimatické změny. Významná změna expozice vyžaduje zpravidla změnu fyzického prostoru města. Toho je možné docílit s pomocí územního plánování, regulačních plánů, popř. úpravy stavebních předpisů. Ke změně ale bude docházet jen velmi pomalu v průběhu let a desetiletí. V poslední době se dostává nejvíce do popředí problematika zvyšování adaptační a regulační kapacity, zejména prostřednictvím realizace projektů modrozelené infrastruktury. Její zvyšování je totiž klíčové, vzhledem k předpokládanému nárůstu expozice (změnou klimatu) i citlivosti (stárnutí populace).

Hodnocení zranitelnosti krajiny, zejména v souvislosti se změnou klimatu, je komplexní proces, který zahrnuje několik postupných kroků a faktorů:

- 1. Identifikace rizik:** Tento krok zahrnuje identifikaci potenciálních rizik spojených se změnou klimatu, jako jsou extrémní teploty, zvýšený výskyt povodní, sucha, atd.
- 2. Kvantifikace rizik:** Po identifikaci rizik je důležité je kvantifikovat. To může zahrnovat hodnocení pravděpodobnosti výskytu rizika a jeho potenciálního dopadu.
- 3. Analýza zranitelnosti sektorů:** Různé sektory, jako je lesní hospodářství, zemědělství, vodní hospodářství, biodiverzita, zdraví nebo urbanizovaná krajina, mohou být různě zranitelné vůči změně klimatu.
- 4. Hodnocení expozice, citlivosti a adaptační kapacity**
- 5. Ekonomické analýzy:** Tyto analýzy mohou zahrnovat hodnocení ekonomických dopadů změny klimatu a nákladů a přínosů adaptačních opatření.

Cílem adaptace na změnu klimatu je snižování zranitelnosti jednotlivých městských a přírodních systémů a zvýšení jejich odolnosti vůči očekávaným hrozbám. Je třeba však zvážit i lidský tlak, který může zvýšit negativní dopad přírodních procesů (eroze, snížená retence, zastavění půdy, ztráta produkční schopnosti).

Tab.1-1: Srovnání metodických přístupů ve studiích s významným prostorovým podílem na území hodnoceného státu

	CR	SR	CR	SR	CR
<i>Jedná se o „celonárodní“ řešení</i>	ANO* - ESAI	ANO – Horúce obce (HO)	Analýza zranitelnost MSK @LIFE COLAE	Akční plán pre udržateľnú energetiku a klímu hlavného mesta SR Bratislavy (SECAP)	MAPOVÁNÍ A ANALÝZA ZRANITELNOSTI - při zpracování Adaptačních strategií měst i regionů @ASITIS
	http://www.imalbes.cz	https://minzp.sk/iep/publikacie/ekonomicke-analyzy/veduci-horia-obce.html	https://miseklima.msk.cz/	https://geoportal.bratislava.sk/pfa/apps/storymaps/stories/0b1c183f6cf74a86884ba250f95a6d69	Ukázka např. zde https://www.adaptace-liberce.cz/dokumentyadokazy/
<i>Původ</i>	Středomoří	OECD	vlastní	SECAP @IPCC	Národní AS ČR, vlastní metodika ASITIS
<i>Účel</i>	Posoudit land degradation s nebezpečím „desertifikace“. Identifikovat stav, umožnit porovnání a identifikaci hlavních problémů.	Posoudit vulnerabilitu (náchyllost) krajiny způsobené CC a její dopady na obyvatelstvo	Analýza zranitelnosti krajiny před dopady CC --maximální využití DPZ	Identifikace rizika a adaptační strategie pro změnu klimatu: horúce letá sprevádzané extrémnymi búrkami a privalovými dažďami kde zdôvodňuje negatívne dôsledky zmeny klímy na zdravie, kvalitu života a životné prostredie.	MAPOVÁNÍ A ANALÝZA ZRANITELNOSTI - při zpracování Adaptačních strategií měst i regionů → Cílem adaptace na změnu klimatu je snižování zranitelnosti jednotlivých městských a přírodních systémů a zvýšení jejich odolnosti vůči očekávaným hrozbám

<i>Rozsah zpracování</i>	celá republika	celá republika	MSK	Bratislava	Město např. Liberec, Havířov, Mělník
<i>Aktualizováno k</i>	2017	2018 - 2022	2022	2024	2023
<i>Nejmenší detail zpracování</i>	Biotop → agregované číslo za obec	číslo za Obec	Rastrová mapa, 100m/ px	2-10m/px - 200m/px	Rastrová mapa, 100m/ px
<i>Upscaling</i>	Jakákoliv územní jednotka (vážený průměr indexů)	Jen vyšší administrativní jednotka	---	--	--
<i>Měřítko zpracování</i>	1:10 000	1x1 km	100m/px	1:10 000	100m/ px
<i>Počet vstupních (geo)dat</i>	15	28	5*	16/18	
<i>Zpracování</i>	Hodnocení každý driver samostatně, škála 1-2, expertní hodnocení --- Geometrický průměr	Příprava kvantitativních dat jednotný vstup do výpočtu 3 indikátorů --- DEA (statistika)	Příprava a hodnocení satelitních data, geometrický průměr	Hodnocení každý driver samostatně*, zařazení jako zranitelnost , expozice, hrozba $Zranitelnost' = (Citlivost' + (1 - Disponibilná kapacita)) \div 2.$ $Riziko = (Zranitelnost' + Expozícia + Hrozba) \div 3.$	Zranitelnost = Expozice + Citlivost – Adaptační kapacita
<i>Skupiny indikátorů</i>	4	3	3	3	3
<i>Výsledek / indexy</i>	1 hlavní + 4 doplňující	3 samostatné indexy (extrémne horúčavy,	1 hlavní hodnota	zranitelnosti a rizika horúčavy pre	a) Zranitelnost vůči vlnám horka

	indexy (celková zranitelnost + zranitelnost klimatická, zr. půdy, zr., Vegetace, zr. Antropickým tlakem	sucho a extrémne zrážky)		obyvatelstvo; zranitelnosti a rizika intenzivných srážek pre budovy; zranitelnosti a rizika intenzivných srážek pre vybranú dopravnú infraštruktúru	b) Zranitelnost vůči suchu c) Zranitelnost vůči přívalovým povodním
<i>Hodnocení / Bodová škála</i>	1-8	1-10	?	0-1; 5 pravidelných tříd: (0-0,2) veľmi nízka hodnota, (0,2 – 0,4) nízka hodnota, (0,4 – 0,6) priemerná hodnota, (0,6 – 0,8) vysoká hodnota, (0,8 – 1) veľmi vysoká hodnota	hodnoty nabývají -1 do 1.; rozdělení do 7 kategorií
<i>Provázáno s funkcemi krajiny</i>	Ano, ke stejné vegetační matici metodika výpočtu ekosystémových funkcí a hodnocení struktury krajiny	NE	NE	omezeně	omezeně
<i>Kvantifikace dopadu na lidskou společnost</i>	NE* - nutno promítnout proti datům CSU	ANO	NE	ANO – vstupují přímo do výpočtu, ohrožené skupiny obyvatel	ANO

2.2 Ekosystémové funkce a služby

Koncept ekosystémových služeb byl vyvinut pro usnadnění začlenění ekosystémů do uvažování, zaměřeného na ekonomiku a lidský blahobyt (MEA, 2005). Možnost peněžního vyjádření přínosů plynoucích z ekosystémů (Costanza et al., 1997) měla významný dopad na vědu i politiku, zejména po vydání *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005), které se zaměřilo na benefity, jež lidé získávají přímo nebo nepřímo z ekosystémů. Od té doby se řada autorů a projektů zabývala klasifikací, kvantifikací, mapováním a oceňováním ekosystémových služeb s cílem integrovat tento koncept do rozhodovacích procesů (de Groot et al., 2010; Rounsevell et al., 2010).

Ekosystémové funkce popisují procesy (operace, reakce) ekosystému a jsou definovány jako komplexní interakce mezi biotickými a abiotickými prvky ekosystému, jež vedou ke konečnému výsledku (Tirri et al., 1998), případně v širším smyslu, jako přenosy energie a materiálu (Lyons et al., 2005), jež mají specifickou funkci v ekosystémech a jsou předpokladem pro poskytování ekosystémových služeb (Costanza et al., 1997; de Groot, 1992).

Ekosystémové služby (ES) lze definovat jako část ekosystémových funkcí, které jsou užitečné pro lidi (Kremen, 2005). Definice v MEA (2005), která byla široce přijata v mezinárodní výzkumné a politické literatuře, zdůrazňuje silnou vazbu mezi ekosystémovými službami a benefity, které lidé získávají přímo nebo nepřímo z ekosystémů.

Hodnocení ekosystémových služeb

Pro kvantifikaci a mapování ekosystémových služeb lze využít různé metody v závislosti na dostupnosti dat a prostorovém a časovém měřítku. Význam ekosystémových služeb je možné vyčíslit pomocí kvantifikace toku posuzovaných služeb v biofyzikálních jednotkách. To je založeno na kvantifikaci či modelování ekosystémových funkcí a procesů, na základě kterých můžeme posoudit schopnost ekosystému poskytovat související ekosystémové služby. Funkcím ekosystémů je potřeba důkladně porozumět, aby bylo možné vytvářet procesní modely, na základě kterých lze odhadovat finální ekosystémové služby za různých scénářů. Dosažené výsledky lze využít v následných rozhodovacích analýzách (Landers a Nahlik, 2013).

Například:

- biomasa stromů, ekosystémová služba (dle kategorizace CICES náleží do oddělení „biomasa“, třídy „materiály z pěstovaných rostlin“ umožňující produkci dřeva jako přínos (benefit), je odvozena od produktivity stromů, což je funkce ekosystému;

- kvalita ovzduší, ekosystémová služba (dle kategorizace CICES náleží do oddělení „přeměna biochemických či fyzikálních vstupů do ekosystému“, třídy „filtrace, zásoba a ukládání pomocí mikroorganismů, řas, rostlin a živočichů“) přispívající k lidskému zdraví (benefit), je výsledkem atmosférické depozice, což je funkce ekosystému;
- zmírňování teploty, ekosystémová služba (dle kategorizace CICES náleží do oddělení „regulace fyzikálních, chemických a biologických podmínek“, třídy „regulace teploty a vlhkosti, včetně ventilace a transpirace na lokální úrovni“) přispívající k lidskému zdraví, pohodlí a ke snížení nákladů na vytápění a chlazení, což jsou všechno benefity této ekosystémové služby, je výsledkem vlivu stínění a evapotranspirace na zahřívání vzduchu, což je funkce ekosystému (Escobedo et al., 2011).

Mezi nejčastěji používané modely pro zjištění toků ES v biofyzikálních jednotkách patří model InVEST (*Integrated Evaluation of Environmental Services and Tradeoffs*), sada modelovacích nástrojů která byla vyvinuta v USA, a je volně dostupná a využitelná např. pro analýzu ukládání uhlíku v ekosystémech apod. Primárním vstupem do modelů jsou prostorová data krajinného pokryvu a využití krajiny, doplněné dalšími tematickými daty a parametry. Výstupy jsou v podobě map úrovně poskytování jednotlivých ekosystémových služeb.

Pro hodnocení na globální úrovni i pro rychlá hodnocení mohou být funkce a služby určeny přímo na základě kategorií land use nebo ekosystémů s využitím obecných poznatků z literatury (např. Naidoo a Ricketts, 2006; Troy a Wilson, 2006; Burkhardt et al. 2009). Nicméně pro přesnější zobrazení ekosystémových funkcí/služeb krajiny je zapotřebí i dalších dat.

Na regionální nebo lokální úrovni lze použít více datově orientovanou metodu. Data o funkcích a službách pocházejí především z terénních pozorování, prostorových dokumentů a biofyzikálních dat.

Willemen et al. (2008) představují metodický rámec pro kvantifikaci funkcí krajiny a pro zobrazení jejich prostorové variability. Rozlišují tři různé metody v závislosti na měřitelné funkci:

- propojení funkcí krajiny s údaji o land use nebo s prostorovými daty,
- empirické predikce s využitím prostorových indikátorů,
- rozhodovací schéma na základě literárních přehledů (Willemen et al., 2008).

Nicméně při provádění analýzy se objevují další problémy, jako např. nalezení vhodných indikátorů souvisejících s konkrétní prostorovou jednotkou poskytující služby, a zkoumání toho, jak jsou funkce a služby korelovány s různými scénáři vývoje krajiny.

Některé ekosystémové služby jsou ve vzájemné synergii a některé si naopak konkurují. Příkladem jsou tzv. trade-offs, kdy si jednotlivé ekosystémové funkce či služby navzájem konkurují; nadměrně vysoké plnění jedné z nich tedy většinou přispívá ke snížení jiné funkce či služby, případně celé skupiny dalších funkcí a služeb (Bennett et al., 2009). Mezi nejtypičtější příklady patří zásobovací služba (produkce potravin); jejich velmi vysoké plnění je často na úkor jiných služeb, zejména regulačních (regulace eroze, povodní, klimatu atd.). Dalším pojmem konceptu ekosystémových služeb jsou *ecosystem disservices*, který byl zaveden pro negativní působení ekosystémů na blahobyt člověka – může to být např. šíření komárů, výskyt klíšťat, šíření alergenů atd.

Multifunkčnost krajiny

Řada studií ukazuje, že multifunkční krajiny nejsou pouze ekologicky udržitelnější a sociokulturně preferované, ale často také ekonomicky výhodnější, než krajiny poskytující pouze několik málo ekosystémových služeb (Balmford et al., 2002; Turner et al., 2003; Naidoo a Adamowicz, 2005). Proto Willemsen et al. (2010) navrhuje hodnotit poskytování ekosystémových služeb krajiny pomocí celkové potenciální poskytované hodnoty ekosystémových služeb v multifunkčních lokalitách. Pro každou krajinu jsou kapacity všech krajinných funkcí normalizovány a sečteny (viz Gómez-Sal et al., 2003; Gimona a Van der Horst, 2007). Nakonec lze každé krajině přiřadit váženou hodnotu.

Ve Spojeném království se zdůrazňují přínosy „přístupu založeného na habitatech“ při hodnocení ekosystémových služeb (Haines-Young a Potschin, 2008). Tento přístup je založen na využití matice habitatů a jejich souvisejících služeb. Výhodou tohoto přístupu je využívání habitatů jakožto jasně vymezené ekologické jednotky a s nimi souvisejících služeb, jež mohou být vnímány z hlediska ucelených „balíčků ES - bundles“, které mohou poskytovat. Obecně je známo, že většina ekosystémů je multifunkčních, protože jejich struktury a procesy jsou schopny generovat širokou škálu různých služeb (de Groot, 2006).

Vztah ekosystémových služeb k degradaci a zranitelnosti krajiny

Koncept ekosystémových služeb je velmi dobře využitelný pro hodnocení zranitelnosti krajiny vůči degradaci, zejména při vyjádření citlivosti a adaptační kapacity (produkční a regulační služby).

Regulační ekosystémové služby a relevantní ekosystémové funkce, které je podmiňují, úzce souvisí se stabilitou krajiny a její odolností vůči degradaci; vysoká míra plnění regulačních funkcí a služeb chrání krajinu před degradací a snižuje její zranitelnost. Některé regulační funkce a služby mohou být tedy považovány za předpoklad, snižující zranitelnost krajiny.

Typickým příkladem je např. „regulace eroze“, která brání vodní a větrné erozi, čímž chrání půdu, udržuje její stabilitu a podmiňuje tím i stabilitu celé krajiny. Současně chrání vodní toky před znečištěním sedimenty (Bazzoffi, 2009). Služba „regulace odtoku“ jednak zmírňuje povodně a současně přispívá k vyrovnanějšímu zásobování půdy vodou. Snižuje tedy zranitelnost vůči povodním a vůči suchu (Bazzoffi, 2009).

Neméně důležitá pro snižování zranitelnosti krajiny je regulace klimatu, resp. regulace atmosféry, která přispívá ke stabilizaci klimatu (Scholes et al., 2016). Na lokální úrovni snižuje tepelné ostrovy měst a udržuje příznivé klima, čímž chrání před riziky způsobenými vlnami veder (zdravotní rizika pro obyvatele, ohrožení biotopů a druhů) nebo suchem (riziko ztráty úrody, usychání lesů – Lindner et al., 2010), nadměrným množením škůdců (Mattson and Haack, 1987), poškození biotopů a biodiverzity (Parmesan et al., 2000), nebo zvýšení incidence požárů (Moritz et al. 2012). Protože degradace krajiny se týká také degradace ekosystémů, snižování biodiverzity na genetické, druhové i krajinné úrovni většinou vede ke snížené rezistenci a resilienci krajiny vůči nepříznivým vlivům klimatické změny, případně vůči jiným disturbancím a činí ji zranitelnější.

3 Identifikace vhodných datových sad

Pro identifikované potenciálně vhodné metodické přístupy námi řešené analýzy zranitelnosti byla zjišťována dostupnost, kvalita a použitelnost odpovídajících datových sad pro vyjádření jednotlivých témat. Snahou bylo zjistit, zda jsou data, uváděná v metodikách, dostupná pro území ČR a pokud ano, zda v odpovídající „technické“ kvalitě. Kromě tohoto přístupu k výběru dat byla analyzována i ta data, která se již dnes nabízejí pro vyjádření témat, která jsou jednoznačně předurčena, aby se v analýzách zranitelnosti použila (klimatická data, vegetační pokryv, půdní vlastnosti, atd.). S ohledem na potřebu analýzy periodicky opakovat je použití distančních obrazových dat možným řešením pro překonání problémů s případným omezeným vstupem na soukromé pozemky a dalšími vlastnickými překážkami. V našem projektu je proto kladen velký důraz na obrazová, zejména satelitní multispektrální a termální data, která nabízejí několik nesporných výhod.

Jedná se o prostorová data, která při pořízení jednoho datasetu mohou konzistentně pokrýt rozsáhlé území (extent), a zároveň poskytují detailní informace na úrovni jednotlivých prostorových jednotek (pixel v rozsahu 10-100 metrů). Tato data jsou opakovatelná, zcela nedestruktivní a lze je použít jak pro běžnou krajinu, tak i pro území s nejvyšším stupněm ochrany. Jejich pořízení a vyhodnocení je objektivní, replikovatelné, snadno automatizovatelné a vhodné pro metody hlubokého učení a GeoAI. Optické senzory pořizují záznamy (snímky) v několika částech elektromagnetického spektra. Zejména informace získané na rozhraní viditelného a infračerveného spektra, stejně jako v oblasti termálního záření, poskytují unikátní poznatky o stavu krajiny.

Po prvotní identifikaci potřebných dat, započala jejich systematická analýza a hodnocení použitelnosti. Posuzovanými kritérii byly způsob reprezentace geometrické složky, tematická vhodnost, měřítko/detail zobrazované geometrické i atributové informace, interpretovatelnost atributů, cyklus opakování, cena a legislativní ukotvení životního cyklu dat. Analýza proběhla dvou-krokově. Nejprve na úrovni studia metadatových informací, v druhé fázi, pokud vyhověl dataset základním kritériím, byla data pořízená (někdy jen vzorek dat) a testoval se jejich skutečný stav a kvalita.

Prověřována byla existující prostorová data o klimatu, krajině a přírodních zdrojích dostupných na celonárodní úrovni a produkována na domácí, evropské nebo globální úrovni. Analogicky byla prověřena (geo)data administrativní, socioekonomická a demografická z různých relevantních zdrojů. Kromě prověření již existujících dat bylo v této etapě řešeno, jakým způsobem specifická data zcela nově vytvořit. Při tvorbě nových dat jsou dále navrženy nové

metodické přístupy vytěžující existující datasety, případně jsou použita aktualizovaná data z vlastních již realizovaných výzkumů. Jak již bylo uvedeno výše, důraz je kladen na využití družicových dat, která poskytují aktuální, nezávislý a měřitelný způsob hodnocení některých (i proměnlivých) charakteristik krajiny. S ohledem na rozsah území (celá ČR) a cenu, jsou primárně využívána multispektrální a radarová data programu Copernicus a přidružených misí.

3.1 Charakteristika relevantních dostupných klimatických datasetů

WorldClim 2.1

Prostorový rozsah dat: Globální

Roční období: Roční průměry, měsíční průměry

Veličiny: Teplota vzduchu (MIN, MEAN, MAX), průměrné srážky, rychlost větru, tlak vodních par, solární radiace; set bioklimatických veličin; referenční nadmořská výška

Časový krok: Průměrné roční proměnné za normál 1970–2000, průměrné měsíční proměnné za roky 1960–1969, 2010–2019, 2020–2021

Časové období: 1970–2000 (historická roční data), 1960–2021 (historická měsíční data), predikce po 20letých průměrech od 2020 do 2100

Prostorové rozlišení: 30 arcsec (v našich zem. šířkách ~600 m/pixel), 2,5 arcmin (~3 km/pixel), 5 arcmin (~6 km/pixel), 10 arcmin (~12 km/pixel)

Aktuální vs. Predikce: historické údaje a predikce podle čtyř emisních scénářů SSP, devět GCM z CMIP6

Producent: WorldClim, data vychází z CRU-TS 4.06 od Climatic Research Unit (*University of East Anglia*) a Met Office

Formát dat: GeoTIFF

Rozhraní/odkaz: <https://www.worldclim.org/data/index.html>

Reference:

Fick, S. E., a R. J. Hijmans 2017. WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302-4315.

CERASOLI, F., P. D'ALESSANDRO a M. BIONDI. 2022. Worldclim 2.1 versus Worldclim 1.4: Climatic niche and grid resolution affect between-version mismatches in habitat suitability models predictions across Europe. *Ecology and evolution*, 12.2: e8430.

BOBROWSKI, M., J. WEIDINGER a U. SCHICKHOFF. 2021. Is new always better? *Frontiers in global climate datasets for modeling treeline species in the Himalayas*. *Atmosphere*, 12.5: 543.

ClimateEU v 4.63 (CRU-TS 4.05)

Prostorový rozsah: Evropa a západní Asie

Roční období: Celoroční historická data, rozlišeno na proměnné v sezónách (jaro–zima) a měsících

Veličiny: Teplota vzduchu (průměrná roční T, nejvyšší T nejteplejšího čtvrtletí, teplotní kontinentalita atd.), srážky (průměrné roční srážky, letní úhrn srážek atd.), vlhkostní indexy, počty dnů s efektivní teplotou (>5°C), mrazových dnů atd., Hargreavesova evaporace, sněhové srážky a mnoho dalších; celkem přes 50 kombinací měsíčních, sezónních a ročních proměnných

Časový krok: 30letý normál, dekáda, rok, měsíc

Časové období: 1901–2020 (historická měsíční, sezónní i roční data), tři predikce po 30letých normálech (2010–2039, 2040–2069, 2070–2099)

Prostorové rozlišení: 1,25 arcmin (v našich zem. šířkách ~1,5 km/pixel), ale s použitím DMR se dá docílit mnohem jemnějšího rozlišení (program dopočítává hodnoty na základě nadmořské výšky)

Aktuální vs. Predikce: historické údaje a predikce podle emisních scénářů RCP4.5 a RCP8.5, 15 GCM z CMIP5

Producent: University of Alberta, data vychází z CRU-TS 4.05 od Climatic Research Unit (University of East Anglia) a Met Office

Formát dat: CSV, ASCII grid

Rozhraní/odkaz: info <https://sites.ualberta.ca/~ahamann/data/climateeu.html>

Reference:

Wang, T., A. Hamann, D. Spittlehouse, a Murdock, T.Q., 2012. ClimateEU– High-resolution spatial climate data for western North America. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 51:16-29.

Weigel, R., J. Gilles, M. Klisz, M. Manthey a J. Kreyling, 2019. Forest understory vegetation is more related to soil than to climate towards the cold distribution margin of European beech. *Journal of vegetation science*, 30(4), 746-755.

Mbogga, M., A. Hamann, a T. Wang, 2009. Historical and projected climate data for natural resource management in western Canada. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149: 881-890.

ECLIPS 2.0

Prostorový rozsah: Evropa

Roční období: Celoroční historická data, rozlišeno na proměnné v sezónách (jaro–zima) a měsících

Veličiny: Teplota vzduchu (průměrná roční T vzduchu, nejvyšší T nejteplejšího čtvrtletí, teplotní kontinentalita, měsíční T vzduchu atd.), srážky (průměrné roční srážky, letní úhrn srážek atd.), vlhkostní indexy, počty dnů s efektivní teplotou (>5°C), mrazových dnů a mnoho dalších; celkem přes 80 kombinací měsíčních, sezónních a ročních proměnných

Časový krok: Roční , sezónní, měsíční,

Časové období: normály 1961–1990, 1991–2010 (historická měsíční, sezónní i roční data), pět predikcí po 20letých normálech (10letý 2011–2020, 2021–2040, 2041–2060, 2061–2080, 2081–2100)

Prostorové rozlišení: 30 arcsec (v našich zem. šířkách ~600 m/pixel)

Aktuální vs. Predikce: historické údaje a predikce podle emisních scénářů RCP4.5 a RCP8.5, 5 RCM z CMIP5

Producent: Austrian Research Centre for Forests (BFW)

Formát dat: GeoTIFF

Rozhraní/odkaz: <https://zenodo.org/records/3952159>

Reference:

CHAKRABORTY, Debojyoti, Laura DOBOR, Anita ZOLLES, Tomáš HLÁSNÝ a Silvio SCHUELER, 2020. High-resolution gridded climate data for Europe based on bias- corrected EURO-CORDEX: The ECLIPS dataset. *Geoscience Data Journal* [online]. 8(2), 121-131 [cit. 2024-08-25]. ISSN 2049-6060. <https://doi:10.1002/gdj3.110>

BIEMANN, Ondřej, 2023. Prostorově založený model pro predikci potenciálního výskytu Sršně asijské v České republice. Olomouc. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

ERA-5

Prostorový rozsah: Globální, data jsou v některých datasetech ERA5 dostupná na několika tlakových hladinách nad povrchem (pressure levels) a v rozlišení na atmosférické, oceánské a povrchové veličiny (single levels)

Roční období: Celoroční data dostupná téměř real-time, aktuální denní data s 5denním zpožděním; měsíční data se zpožděním cca 6 týdnů

Veličiny: kompletní seznam proměnných je popsán v dokumentaci zde:

<https://confluence.ecmwf.int/display/CKB/ERA5%3A+data+documentation#heading-Parameterlistings>

Obsahem se jedná o jednu z nejobsáhlejších databází klimatických dat, která je zároveň prostorově nejpodrobnější ze všech analyzovaných celosvětových datasetů

Časový krok: dle typu dat; 1 hodina, 3 hodiny, 6 hodin, měsíc (měsíční reanalýzy)

Časové období: 1940–současnost (téměř real-time)

Prostorové rozlišení:

Reanalýzy hodinové: 0,25° atmosféra (v našich zem. šířkách ~18 km/pixel), 0,5° oceánské vlny (~36 km/pixel)

Reanalýzy měsíční: 0,1° (~7 km/pixel)

Aktuální vs. Predikce: historická data a aktuální reanalýzy (bez predikcí), není součástí ani CMIP5, ani CMIP6, jde o nezávislou klimatickou reanalýzu, která se od CMIP simulací a projekcí liší – CMIP se zaměřuje na budoucí scénáře klimatu, zatímco ERA5 poskytuje historické klimatické údaje

Producent: Copernicus Climate Change Service při European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)

Formát dat: GRIB, NetCDF-3

Rozhraní/odkaz: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/search?type=dataset&text=era5>

Stažení dat ERA5 vyžaduje práci s příkazovou řádkou a jazykem Python:

Podrobný návod: <https://cds.climate.copernicus.eu/api-how-to>,

Videonávod: <https://www.youtube.com/watch?v=DldgltyoIYg>,

Takto stažená data v NetCDF lze poté nahrát do ArcGIS Pro pomocí nástroje Make NetCDF Raster Layer nebo Make Multidimensional Raster Layer.

Reference:

Hersbach, H., et al. 2020. The ERA5 global reanalysis. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 146(730), 1999-2049.

Muñoz-Sabater, J., Dutra, E., Agustí-Panareda, A., Albergel, C., Arduini, G., Balsamo, G., Boussetta, S., Choulga, M., Harrigan, S., Hersbach, H., Martens, B., Miralles, D. G., Piles, M., Rodríguez-Fernández, N. J., Zsoter, E., Buontempo, C., and Thépaut, J.-N. 2021. ERA5-Land: a state-of-the-art global reanalysis

dataset for land applications, Earth Syst. Sci. Data, 13, 4349–4383, <https://doi.org/10.5194/essd-13-4349-2021>

Wang, Y.-R., Hessen, D.O., Samset, B.H., Stordal, F., 2022. Evaluating global and regional land warming trends in the past decades with both MODIS and ERA5-land land surface temperature data. Remote Sens. Environ. 280, 113181. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113181>

NASA MERRA-2

Prostorový rozsah: Globální, data jsou v některých datasetech NASA MERRA-2 dostupná na několika tlakových hladinách nad povrchem (pressure levels) a v rozlišení na atmosférické, oceánské a povrchové veličiny (single levels); celkem je v NASA MERRA 103 datasetů (k 8/2024)

Roční období: Celoroční data dostupná téměř real-time, aktuální denní data s 3týdenním zpožděním; měsíční data vždy ke konci předcházejícího měsíce

Veličiny: kompletní seznam proměnných je popsán v dokumentaci zde:

<https://disc.gsfc.nasa.gov/information/documents?>

[title=MERRA-2%20Data%20Collection%20Variable%20Tables](https://disc.gsfc.nasa.gov/information/documents?title=MERRA-2%20Data%20Collection%20Variable%20Tables)

Časový krok: dle typu dat; 1 hodina, 3 hodiny, 6 hodin, den, měsíc (měsíční reanalýzy)

Časové období: 1980–současnost (výjimečně např. 2023, 2020)

Prostorové rozlišení: $0.5^\circ \times 0.625^\circ$ (v našich zem. šířkách cca 35×45 km/pixel)

Aktuální vs. Predikce: Historická data a aktuální reanalýzy (bez predikcí), není součástí ani CMIP5, ani CMIP6, jde o nezávislou klimatickou reanalýzu, která se od CMIP simulací a projekcí liší – CMIP se zaměřuje na budoucí scénáře klimatu, zatímco MERRA poskytuje historické klimatické údaje

Producent: NASA Goddard Earth Sciences (GES), Data and Information Services Center (DISC), Global Modeling and Assimilation Office (GMAO)

Formát dat: NetCDF, ASCII grid

Rozhraní/odkaz: <https://disc.gsfc.nasa.gov/datasets?sort=timeRes&page=1&project=MERRA-2>

Reference:

Gelaro, R., et al. 2017. The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2). Journal of Climate, 30(14), 5419-5454.

BOSILOVICH, Michael G. 2013. Regional climate and variability of NASA MERRA and recent reanalyses: US summertime precipitation and temperature. Journal of applied meteorology and climatology, 52.8: 1939-1951. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-12-0291.1>

VALIPOUR, Mohammad, Sayed M. BATENI, Jörg DIETRICH, Essam HEGGY a Mansour ALMAZROUI, 2023. Evaluating the NASA MERRA-2 climate reanalysis and ESA CCI satellite remote sensing soil moisture over the contiguous United States. International Journal of Remote Sensing [online]. 2023-08-03, 44(15), 4639-4665 [cit. 2024-08-25]. ISSN 0143-1161. Dostupné z: [doi:10.1080/01431161.2023.2237665](https://doi.org/10.1080/01431161.2023.2237665)

CLIMRISK

Prostorový rozsah: Česká republika a Střední Evropa

Roční období: Celoroční historická data, rozlišeno na proměnné v sezónách (jaro–zima), půlrocích a měsících

Veličiny: Teplota vzduchu, úhrn srážek, rychlost větru, vlhkost vzduchu, sluneční svit a záření, z nich odvozené např. počet tropických dní, počet dní ve studené/horké vlně, charakteristiky popisující sucho, půdní vlhkost atd.+ celkem 26 ukazatelů

Časový krok: Roční, sezónní, měsíční,

Časové období: 30leté normály 1981–2010, 1991–2020 (historická měsíční, sezónní i roční data), pět predikcí po 30letých normálech (2009–2038, 2011–2040, 2021–2050, 2031–2060, 2041–2070, 2051–2080, 2061–2090)

Prostorové rozlišení: vychází z rozlišení 500 m/pixel pro ČR, cca 10 km/pixel pro Evropu, pro prezentaci na webu jsou data v případě ČR poněkud netradičně vztažena na katastrální území, v případě Evropy na různé úrovně NUTS regionů

Aktuální vs. Predikce: historické údaje a predikce podle čtyř emisních scénářů SSP, 7 GCM z CMIP6

Producent: CzechGlobe, Ústav výzkumu globální změny AV ČR

Formát dat: na vyžádání XLSX, PDF s příslušným katastrálním územím, ten je nutné napojit do ArcGIS Pro pro prostorové zobrazení

Rozhraní/odkaz: <https://www.climrisk.cz/>

Stahování dat po jednotlivých částech regionů, poměrně zdlouhavé při stahování velkého území

Reference:

Meitner, J., Štěpánek, P., Skalák, P., Dubrovský, M., Lhotka, O., Penčevová, R., Zahradníček, P., Farda, A., Trnka, M. (2023): Validation and Selection of a Representative Subset from the Ensemble of EURO-CORDEX EUR11, Regional Climate Model Outputs for the Czech Republic. *Atmosphere* 2023, 14, 1442. <https://doi.org/10.3390/atmos14091442>

PERUN

Prostorový rozsah: Česká republika

Roční období: celoroční historická data i predikce do budoucnosti (klimatické charakteristiky jsou vztaženy k celoročním i sezónním jevům)

Veličiny: široká škála veličin souvisejících s klimatickými extrémy - např. počty mrazových dnů a výskyt dalších mrazových jevů, počty horkých dnů, průměrná denní max. teplota, velikost srážkových úhrnů, extrémní srážkové události, index SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index), délka vegetačního období atd.

Časový krok: různá časová rozlišení – od hodinových až po dlouhodobé měsíční a roční průměry

Časové období: historická klimatická data z období let 1951–2022 a predikce (klimatické scénáře) do roku 2100

Prostorové rozlišení: 500 m/pixel

Aktuální vs. predikce: projekt pracuje s historickými daty (1951–2022) a poskytuje predikce do roku 2100

Producent: Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ)

Formát dat: vybraná data dostupná jako Feature Layer, výstupy jsou prezentované prostřednictvím webových mapových aplikací

Rozhraní/odkaz: <https://www.perun-klima.cz/>

Reference:

Český hydrometeorologický ústav & Ústav globální změny AV ČR. (2025). Hodnocení změny klimatu a adaptačních potřeb ČR 2025. Ministerstvo životního prostředí.

Český hydrometeorologický ústav. (2026). PERUN – Predikce, hodnocení a výzkum citlivosti vybraných systémů, vlivu sucha a změny klimatu v Česku. <https://www.perun-klima.cz/>

Sustková, V., Tolasz, R., Dvoretzka, I., & Řepka, M. (2023). První výsledky odhadu vývoje změny klimatu v ČR – projekt PERUN. Český hydrometeorologický ústav.

4 Nový metodický přístup – RegAdapt

Nově odvozený a aplikovaný metodický přístup RegAdapt vychází z konceptu stanovení zranitelnosti podle *Mezivládního panelu pro změnu klimatu* (IPCC) a byl rozpracován a aplikován v závislosti na podmínkách české krajiny a na dostupných datech a informačních zdrojích.

4.1 Stanovení matic zranitelnosti (E1)

V krajině souběžně působí více vlivů – potenciálních příčin zranitelnosti, které mohou mít vzájemně synergický či antagonistický účinek. Proto byly v tomto řešení zohledněny nejen přímé projevy klimatické změny, ale i další významné příčiny zranitelnosti.

Současně je třeba zohlednit skutečnost, že jedna příčina může mít rozdílný projev v různých tematických doménách (volná krajina, zastavěná krajina, lidská populace) a proto je třeba vyjádřit zranitelnosti rozdílnými indikátory v jednotlivých doménách. Na základě tohoto aspektu byl zvolen vícenásobný analytický přístup a je tudíž definováno vícero matic zranitelnosti pro dosažení výsledné hodnoty.

Matice zranitelnosti je tabelární konceptuální model, který pomáhá identifikovat a vizualizovat zastoupení a naplněnost ukazatelů, které se podílí na hodnocení zranitelnosti systému (krajiny) konkrétním rizikem.

Na základě literární analýzy bylo nadefinováno celkem 13 matic zranitelnosti (Tab. 1) obsahující více než 260 potenciálních indikátorů. Některé indikátory se v maticích opakovaly, nejedná se proto o počet jedinečných indikátorů. Matice byly sestavovány pro dvě tematické domény – nezastavěná (volná) a zastavěná (urbanizovaná) krajina.

Tab. 4-1: Přehled definovaných matic zranitelnosti

Příčina zranitelnosti	Matice zranitelnosti
Klimatická změna	Poškození vegetace v krajině suchem
	Zvýšené riziko požárů
	Projevy vlny veder v sídlech
	Projevy tepelného ostrova v sídlech
	Hydrologické extrémy v důsledku snížené retenční schopnosti krajiny
	Riziko snížení kvality vzduchu v městském prostředí v důsledku sucha
	Změny prostorového rozšíření indikačních druhů
	Riziko silných srážek pro obyvatele a městské prostředí

Antropický tlak	Soil sealing (zastavění půdy) v krajině
	Snížení přírodnosti biotopů v důsledku změn využití území
	Snížení přírodnosti biotopů v důsledku fragmentace krajiny
	Snížení přírodnosti biotopů v důsledku znečištění prostředí
Kombinovaný stresor	Zvýšení erozní ohroženosti půd
	Snížení produkční schopnosti krajiny
	Riziko nedostupnosti pitné vody pro obyvatelstvo

Všechny matice mají jednotnou vnitřní strukturu dělenou do tří komponent zranitelnosti: Expozice – Citlivost – Adaptační kapacita. Každá komponenta je dělena do 3 sloupců: Co hodnotíme – Indikátor – Potenciální data, v konečné fázi označen pojmem Klasifikovaný dataset.

4.2 Identifikace a příprava odpovídajících prostorových dat (E2)

V návaznosti na definici indikátorového rámce bylo nezbytné provést systematickou inventarizaci prostorových datových zdrojů, které umožňují kvantifikovat jednotlivé indikátory v odpovídající úrovni prostorové a věcné přesnosti. Tento proces zahrnoval důsledné prověření dostupnosti dat pro celé území České republiky a posouzení jejich technických parametrů z hlediska kvality geometrické reprezentace, konzistence atributových struktur a kompatibility s navrženým analytickým postupem. Hodnocena byla rovněž míra institucionalizace datových zdrojů, tj. zda existuje zajištěný mechanismus jejich aktualizace a dlouhodobé udržitelnosti, což je nezbytným předpokladem pro opakovatelnost a srovnatelnost budoucích analýz.

V druhé fázi byla provedena detailní rešerše tematických prostorových vrstev pokrývajících klíčové klimatické, krajinné a hydrologické charakteristiky, a to napříč národními, evropskými i globálními datovými platformami. Součástí této analýzy bylo rovněž zohlednění administrativních, socioekonomických a demografických datasetů, které umožňují lépe postihnout komplexní vztahy mezi environmentálními jevy a antropogenními procesy. Paralelně bylo posouzeno, do jaké míry existující datové struktury poskytují adekvátní podklad pro konstrukci zvolených indikátorů, a zda je nezbytné vytvořit specifické nové prostorové vrstvy, vyžadující jak metodické ukotvení, tak integraci dat z vlastních výzkumných šetření či kombinaci vícero heterogenních zdrojů.

Vzhledem k požadavku na dlouhodobou reprodukovatelnost analýz a na schopnost zachytit časovou variabilitu studovaných jevů byla významná pozornost věnována datům dálkového průzkumu Země. Tato data představují unikátní zdroj opakovatelných, spektrálně bohatých a

metodicky standardizovaných informací, které umožňují precizní zobrazení struktur a procesů krajinné matrice. S ohledem na rozsah území a potřebu kontinuálního monitoringu byly jako klíčové identifikovány především multispektrální a radarové datové produkty programu Copernicus, jež poskytují vhodný kompromis mezi prostorovým rozlišením, časovou dostupností a nákladovou efektivitou. Tyto vrstvy tvoří integrální součást navrženého datového rámce a představují zásadní vstup pro konstrukci indikátorů i následných prostorových analýz.

Použití distančních obrazových dat je také vhodným řešením pro překonání problémů s omezeným vstupem na soukromé pozemky a případnými dalšími vlastnickými překážkami. V našem projektu je dáván velký důraz na obrazová, zejména satelitní multispektrální a termální data, která nabízí několik nesporných výhod při svém použití. Jedná se o data primárně prostorového charakteru, která při pořízení jednoho datasetu mohou pokrýt rozsáhlé území (extent), a zároveň poskytují detailní informace na úrovni jednotlivých prostorových jednotek (pixel v rozsahu 10-100 metrů). Tato data jsou opakovatelná, zcela nedestruktivní a lze je použít jak pro běžnou krajinu, tak i pro území s nejvyšším stupněm ochrany. Jejich pořízení a vyhodnocení je objektivní, replikovatelné, snadno automatizovatelné a vhodné pro metody hlubokého učení a GeoAI. Optické senzory pořizují záznamy (snímají) v několika spektrech elektromagnetického záření. Zejména informace získané na rozhraní viditelného a infračerveného spektra, stejně jako v oblasti termálního záření, poskytují unikátní poznatky o stavu krajiny.

4.3 Prostorové analýzy a tvorba indikátorů (E3)

Časově náročnou etapou byla realizace velkého množství prostorových analýz v prostředí GIS a DPZ za účelem tvorby jednotlivých datových zdrojů, které reprezentují dílčí ukazatele a výsledné indikátory zranitelnosti podle připravených matic zranitelnosti.

Byly zpracovány kolekce satelitních dat zejména z projektu Copernicus (družice Sentinel-2 a Sentinel-1) do podoby ročních mozaik a kompozitů a data družice Landsat 8/9 do víceletého kompozitu. Konkrétní výčet použitých datových zdrojů se nachází dále v textu, v popisu jednotlivých analyzovaných rizik. Z těchto pracovních dat bylo následně analyticky odvozeno několik derivátů (např. povrchová teplota, míra nepropustnosti povrchu, ukazatel patrovitosti vegetace LAI, průměrná hodnota množství biomasy NDVI a EVI2, a další) v rozlišení 10m/px. Dále byla využita národní garantovaná data z produkce ČUZK (ZABAGED, DMR-5G), Českého statistického úřadu (SLDB), MZe (LPIS, erozní ohroženost), MŽP (data z HEIS, otevřená data AOPK), CzechGlobe (ClimRisk, detailní biotopová mapa DHL) a řada dalších. Jejich pokročilou

analýzou, vzájemnou kombinací a obohacením expertními znalostmi vznikla zcela nová a unikátní geodata. Každá analýza proběhla v lokálním měřítku podle charakteru vstupních dat (biotop, pixel, produkční blok).

Všechna data byla zpracována v podobě prostorových dat (formát Esri geodatabase) s rozsahem pokrývajícím celou ČR, v národním souřadnicovém systému S-JTSK (epsg: 5514).

Pro vzájemnou kompatibilitu výsledků z jednotlivých analýz byl definován **propojující rámec** pro jednotlivé analýzy:

- stejný koncept hodnocení (dodržení rovnice zranitelnosti, formou nadefinované a odsouhlasené matice zranitelnosti pro každou příčinu/doménu);
- shodná logika výsledné stupnice (stejný počet kategorií a směr odstupňování);
- stejné zájmové území – jednotný rozsah, stejný detail pro výslednou kategorii;
- shodná vstupní prostorová data pro vyjádření „téhož“ jevu v jednotlivých analýzách.

Každý výsledný indikátor, připravený v podobě prostorové datové vrstvy, byl klasifikován pomocí 7členné klasifikační stupnice závazné pro všechny 3 komponenty, přičemž hodnota 7 odpovídá maximální expozici a maximální citlivosti (je nejméně příznivá), hodnota 1 odpovídá minimální expozici a citlivosti (je nejpříznivější). V případě adaptační kapacity odpovídá hodnota 1 minimální a hodnota 7 maximální kapacitě (schopnosti zmírňovat riziko).

4.4 Vlastní stanovení zranitelnosti (E4)

Stanovení zranitelnosti je založeno na matematickém vztahu tří základních komponent ve tvaru: $Zranitelnost = Expozice + Citlivost - Adaptační kapacita$. Všechny relevantní indikátory, reprezentující ucelenou komponentu pro každé riziko (1 matici), byly prostorovými operacemi vzájemně integrovány a pomocí geometrického průměru byla stanovena výsledná hodnota každé komponenty. Tímto způsobem, pro každé analyzované riziko (reprezentované jednou finální maticí zranitelnosti), vznikly unikátní, velmi detailní datové vrstvy. S takto připravenými komponentami lze stanovit míru zranitelnosti pro jakoukoliv prostorovou jednotku (např. administrativní členění, řády povodí). V tomto případě byla zvolena úroveň katastrálních území (k.ú.).

Pro jednotlivá katastrální území byla provedena agregace hodnoty každé komponenty rovnice zranitelnosti na základě váženého průměru podle plochy výskytu v daném k.ú. Následně podle uvedené rovnice byla spočtena míra zranitelnosti pro každé analyzované riziko.

4.5 Prioritizace naléhavosti opatření (E5)

Pokud se zaměříme pouze na jedno riziko, je výsledná míra zranitelnosti konečná informace; čím vyšší hodnota, tím vyšší priorita k zavedení adaptačního opatření.

V této studii je hodnoceno 13 rizik. Získaná sada třinácti zranitelností je *rankována*, tzn. matematicky standardizována, seřazena a ohodnocena od nejvyšších k nejnižším hodnotám zranitelnosti. Tyto výsledné ranky stanovují komplexní míru zranitelnosti každého katastrálního území.

Výsledný rank slouží k **určení priority** zavedení opatření a jednotlivé **hodnoty zranitelnosti**, případně hodnoty jednotlivých **komponent**, k **identifikaci příčiny** a její závažnosti. Čím vyšší hodnota ranku – tím vyšší priorita k zavedení adaptačního opatření.

Nejvíce zranitelná jsou území, kde se projevuje souběh více negativních faktorů (např. suché klima ve spojení se silným antropickým tlakem, intenzivním využitím půdy a výsušnou půdou).

Tato informace je veřejně dostupná ve formě interaktivní webové mapy, kde barva katastrálního území již „na první pohled“ ukazuje stupeň priority pro zavedení adaptačního opatření (hodnotu ranku) a po vyvolání informačního okna (tzv. klikem do mapy) uživatel získá informaci o hodnotách zranitelnosti a jejich komponent pro jednotlivá rizika.

Tato úroveň sdílení informace dovoluje uživateli, aby se (v případě opodstatněné situace) soustředil pouze na několik vybraných rizik, případně aby využil všechny hodnoty zranitelnosti a obohatil je při svém rozhodování o uživatelské váhy.

Tab.4-2: Přehled etap a generovaných výstupů

	Úkony	Výstup
E1	Tvorba matic zranitelnosti	
	Seskupení příčin zranitelnosti do tematických celků podle hlavního driveru a projevů ve volné krajině (dopad na krajinnou složku) a urbanizovaného prostředí (dopad na lidskou populaci)	Matice (tabulka) zranitelnosti obsahující popis driveru, jakými indikátorem ho lze popsat a co by měl vyjadřovat
	Definování potenciálních indikátorů pro jednotlivé komponenty zranitelnosti	
E2	Tvorba jednotlivých indikátorů	

	Definování vhodných datových sad pro vyjádření jednotlivých indikátorů	Matice zranitelnosti doplněná o konkrétní názvy dat, kterými lze indikátor vyjádřit
	Analytické operace vedoucí k tvorbě jednotlivých indikátorů	Datový sklad vstupních a odvozených geodat a připravených indikátorů ve formátu (vektor x rastr), prostorovém detailu (segment, pixel, administrativní jednotka) dle charakteru informace, a nesoucí tematickou (obvykle biofyzikální či statistickou) hodnotu
	Klasifikace výsledných biofyzikálních či statistických hodnot jednotlivých indikátorů do 7 členné semikvantitativní škály	Datový sklad klasifikovaných indikátorů uložených ve struktuře komponent zranitelnosti
E3	Tvorba jednotlivých rizik zranitelnosti	
	Definování konkrétního rizika a jeho připravených indikátorů pro každou komponentu	Matice (tabulka) naplněných komponent pro jednotlivá rizika
	Analytický výpočet finálních komponent: 1) série překryvných prostorových operací 2) kombinace klasifikovaných hodnot indikátorů na základě geometrického průměru	Datový sklad, kdy 1 riziko = 1 GIS vrstva v podobě velmi segmentované vrstvy (dle detailu vstupních indikátorů) obsahující hodnoty Expozice , Citlivosti , Adaptační kapacity , Zranitelnosti s přesností na 2 platná desetinná místa.
E4	Hodnocení zranitelnosti na úrovni k.ú. obce	
	Stanovení hodnot jednotlivých komponent pro každé riziko v každém k.ú: překryvné prostorové operace + kombinace hodnot na základě váženého průměru dle plošného zastoupení biotopů	Datový sklad, kdy pro každé riziko existuje 1 vrstva v geometrii hranic k.ú. obsahující výslednou hodnotu pro každou ze 3 komponent zranitelnosti
	Výpočet zranitelností pro jednotlivá rizika	Data obohacená o hodnotu zranitelnosti podle IPCC rovnice
E5	Prioritizace naléhavosti řešení	
	1) Vzájemná kombinace (<i>rankování</i>) všech spočtených rizik v detailu k.ú.	Jediná/jednotná vrstva v geometrii hranic k.ú. obsahující hodnoty všech rizik a stupně priority + popisné atributy.
	2) Stanovení priority	

5 Detailní metodický popis stanovení jednotlivých rizik

V průběhu řešení bylo analyzováno 13 rizik:

- Riziko poškození vegetace v krajině suchem
- Riziko zvýšeného výskytu požárů
- Riziko snížení přírodnosti biotopů v důsledku změn využití území
- Riziko snížení přírodnosti biotopů v důsledku fragmentace krajiny
- Riziko snížení přírodnosti biotopů v důsledku znečištění prostředí
- Riziko dopadů vlny veder v městském prostředí
- Riziko vzniku městských tepelných ostrovů
- Riziko nedostupnosti pitné vody pro obyvatelstvo
- Riziko dopadů extrémní srážek na obyvatele a městské prostředí
- Riziko dopadů sucha na obyvatele a městské prostředí
- Riziko vysychání pramenišť, vodních toků, mokřadů a snižování hladiny vodních nádrží
- Riziko ohrožení větrnou erozí
- Riziko posunu areálu indikačních druhů

5.1 Riziko poškození vegetace v krajině suchem

Matice zranitelnosti

komponenta							
Expozice		Citlivost		Adaptační kapacita			
Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor		
Parametry klimatu ovlivňující sucho	Klimatický index sucha SPEI	Schopnost vegetace udržovat mikroklima	Souhrnná hodnota počítaná jako geometrický průměr z hodnot formace, diverzity struktur a LAI	Předpoklad vyšší resilience a adaptability při vyšší diverzitě druhů	Parametr „Diverzita druhů“ Metody hodnocení a oceňování biotopů (Seják a kol. 2018)		
	Roční úhrn srážek			Konektivita přírodních biotopů	Metoda „Distance to nature“ (D2N, Rüdisser a kol. 2012)		
	Počet po sobě jdoucích dnů bez srážek			Předpoklad vyšší adaptability a schopnosti obnovy díky životním strategiím	Klasifikované životní strategie C-S-R		
	Průměrná roční teplota			Schopnost porostu regulovat lokální teplotu	Expertně stanovená průměrná roční evapotranspirace (Seják & Pokorný & Seeley 2018) pro funkční typy biotopů		
	Počet tropických dnů	Citlivost vegetace na sucho	Souhrnná hodnota počítaná pro typy biotopů jako geometrický průměr hodnot ohroženosti biotopů vysycháním a nedostatkem srážek (Chytrý 2020) a vlhkosti stanoviště indikované rostlinami dle Ellenberga (Chytrý et al., 2018)				
Parametry klimatické změny, ovlivňující sucho	Rostoucí průměrná teplota vzduchu						
	Rostoucí index sucha						
	Nárůst tropických dnů	Schopnost půdy částečně kompenzovat sucho díky obsahu organických látek	Obsah organických látek v půdě COX	Vliv vodních ploch, vodních toků a zamokřených oblastí v okolí	Podíl vodních a mokřadních biotopů ve čtverci 500x500		
	Nárůst tropických nocí						
Parametry zhoršující přehřívání (půdní, topografické, vlastnosti povrchů)	Topografický index	Infiltrační schopnost půd	ISP (data VUMOP)	Heterogenita krajiny	Krajinné metriky (Shannon index diverzity biotopů), počítáno ve čtverci 500x500 m		
	Procento propustnosti (soil sealing)						
	Teplota povrchů – 5letý průměr LST						

5.1.1 Komponenta: Expozice

Indikátor: Klimatický index sucha SPEI

Charakteristika

Klimatický index SPEI (*Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index*) je bezrozměrný index používaný k hodnocení výskytu a intenzity klimatického sucha na základě srážek a teploty. Vyjadřuje rozdíl mezi srážkami a potenciální evapotranspirací, což umožňuje hodnotit vliv sucha a teploty v různých časových intervalech (1-48 měsíců) přesněji, než starší metody.

Data byla převzata z neveřejné části webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, © Czechglobe).

Index SPEI zohledňuje vliv teploty na dostupnost vody; jeho hodnoty jsou normované:

SPEI > 0: vlhčí podmínky než průměr.

SPEI < 0: sušší podmínky než průměr.

SPEI = 0: průměrné podmínky.

Čím je hodnota nižší, tím vyšší je riziko sucha.

Klasifikace

Klasifikace proběhla metodou přirozených zlomů do 7 tříd v prostředí ArcGIS Pro 3.6x z úplného datasetu.

* * * * *

Indikátor: Roční úhrn srážek

Charakteristika

Srážkový úhrn je suma denních srážek v dané lokalitě. Denní suma je zaznamenána za uplynulých 24 hodin měřená v 7 hodin ráno a vztahující se k předešlému dni. Srážkové úhrny charakterizují vlhkostní poměry dané lokality i s ohledem na roční chod. Jsou důležitým ukazatelem pro nakládání s vodními zdroji.

Klimatický faktor, určující množství srážek za celý rok, bez ohledu na jejich rozložení v průběhu roku. Vstupní data: suma srážek za dané období (část roku), průměr za dané období.

Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, ©Czechglobe).

Klasifikace

Čím je hodnota nižší, tím vyšší je riziko sucha.

Kategorie	Úhrn srážek (mm)
1	1 032,49–1 403,62
2	871,41–1 032,48
3	766,88–871,40
4	688,13–766,87
5	623,84–688,12
6	560,12–623,83
7	449,25–560,11

* * * * *

Indikátor: Počet po sobě jdoucích dnů bez srážek

Charakteristika

Klimatický faktor, určující délku období bez srážek, souvisí tedy s rozložením srážek v průběhu roku. Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, ©Czechglobe).

Klasifikace

Čím vyšší hodnota, tím více je po sobě jdoucích dnů bez srážek, a tedy větší riziko sucha.

Kategorie	Počet dní bez srážek
1	3,90–7,30
2	7,31–9,40
3	9,41–10,80
4	10,81–12,00
5	12,01–13,50
6	13,51–15,30
7	15,31–20,30

* * * * *

Indikátor: Průměrná roční teplota

Charakteristika

Klimatický faktor, určující průměrnou roční teplotu, jež významně ovlivňuje suchu a vlny veder. Nepodává informaci o rozložení teplot v průběhu roku.

Vstupní data: průměrná denní teplota vzduchu (°C), průměr za dané období.

Základní meteorologický ukazatel, který hodnotí komplexně teplotní poměry daného území. Počítá se jako průměr měření v termínu 07, 14 a 21 hodin, kdy večerní termín je počítán do rovnice dvakrát. Slouží hlavně pro porovnání různých lokalit.

Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, ©Czechglobe).

Klasifikace

Čím vyšší hodnota, tím vyšší riziko sucha a vln veder.

Kategorie	Průměrná roční teplota vzduchu (°C)
1	3,72–6,34
2	6,35–7,27
3	7,28–7,89
4	7,90–8,42
5	8,43–8,94
6	8,95–9,51
7	9,52–11,25

* * * * *

Indikátor: Počet tropických dnů

Charakteristika

Tropický den je takový, kdy maximální denní teplota vzduchu je aspoň 30 °C. Klimatická změna se projevuje často v nárůstu těchto dnů s vysokou teplotou. To je rizikem pro lidské zdraví, ale také pro přírodu, jelikož dochází k vyššímu výparu. To má za následek tendenci k suchu či častějším přírodním požárům. Proto tento index lze použít pro hodnocení rizika suchem, požárů a dopadů na lidské zdraví.

Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, ©Czechglobe).

Klasifikace

Čím vyšší hodnota, tím vyšší riziko sucha a vln veder.

Kategorie	Průměrný počet tropických dnů
1	0,03–4,29
2	4,30–6,93
3	6,94–9,37
4	9,38–11,79
5	11,80–14,34
6	14,35–17,32
7	17,33–24,15

* * * * *

Indikátor: Rostoucí průměrná teplota vzduchu

Charakteristika

Klimatický faktor, informující o výši (rychlosti) klimatické změny, konkrétně o nárůstu teplot vzduchu mezi normálem 1991–2020 (2005) a 2031–2060 (2045). Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, ©Czechglobe).

Klasifikace

Čím vyšší hodnota, tím vyšší riziko sucha a vln veder.

Kategorie	Nárůst teploty vzduchu (°C)
1	1,24–1,59
2	1,60–1,65
3	1,66–1,70
4	1,71–1,75
5	1,76–1,80
6	1,81–1,87
7	1,88–2,11

* * * * *

Indikátor: Rostoucí index sucha

Charakteristika

Rostoucí index sucha - poměr SPEI za starý a nový klimatický normál. Klimatický faktor, informující o výši (rychlosti) klimatické změny, konkrétně o nárůstu sucha. Počítá se jako poměr indexu SPEI za starý klimatický normál, SPEI1 (1981–2010), a indexu SPEI za nový klimatický normál, SPEI2 (1991–2020 (2005)), podle vztahu $SPEI1/SPEI2$. Data byla převzata z neveřejné části webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, © Czechglobe).

Samotný index SPEI vyjadřuje vzrůstající sucho s klesající hodnotou. Čím vyšší hodnota poměru, tím vyšší nárůst rizika sucha oproti starému klimatickému normálu.

Klasifikace

Doplnit

* * * * *

Indikátor: Nárůst tropických dnů

Charakteristika

Klimatický faktor, informující o výši (rychlosti) klimatické změny, konkrétně o nárůstu tropických dnů mezi normálem 1991–2020 (2005) a 2031–2060 (2045). Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, © Czechglobe).

Klasifikace

Čím vyšší hodnota, tím více vzrůstá riziko sucha a vln veder.

Kategorie	Nárůst počtu tropických dnů
1	0,80–4,29
2	4,30–6,93
3	6,94–9,37
4	9,38–11,79
5	11,80–14,34
6	14,35–17,32

7	17,33–24,15
---	-------------

* * * * *

Indikátor Nárůst tropických nocí

Charakteristika

Tropická noc nastává, když teplota vzduchu v nočních hodinách neklesne pod 20 °C. V tomto případě se jako výchozí meteorologický prvek uvažuje minimální teplota vzduchu za posledních 24 hodin odečítána ve 21 hodin. V drtivé většině případu spadá tento údaj na noční či ranní hodiny, ale mohou existovat výjimky, kdy minimum nastalo mimo noc. Vzhledem k tomu, že v klimatických modelech jsou většinou k dispozici denní data, tak nelze tropickou noc počítat pouze z nočních hodin. Tropická noc se používá pro hodnocení rizika dopadů na lidské zdraví či v energetice. Horké noci nepřispívají ke zdravému spánku a zvyšují riziko kardiovaskulárních incidentů. Zvýšené riziko výskytu tropické noci je v centru měst, které díky rozehřátému povrchu a horší ventilaci během noci mají vyšší noční teploty. Projevuje se zde tedy navíc efekt tepelného ostrova města. V energetice je to důležitý index pro nastavení velikosti chladících soustav (klimatizace atd.).

Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, ©Czechglobe).

Klasifikace

Čím vyšší hodnota, tím více vzrůstá riziko sucha a vln veder.

Kategorie	Nárůst počtu tropických nocí
1	0,03–0,97
2	0,98–1,81
3	1,82–2,82
4	2,83–3,93
5	3,94–5,33
6	5,34–7,05
7	7,06–11,81

* * * * *

Indikátor: Topografický vlhkostní index

Charakteristika

Topografický vlhkostní index (TWI), známý také jako složený topografický index (CTI), je hydrologický model vyjadřující tendenci území akumulovat vodu na základě sklonu terénu a velikosti přilehlého povodí. Vyšší hodnoty TWI indikují vlhčí oblasti (deprese), zatímco nižší hodnoty značí sušší místa (hřebeny).

$$TWI = \ln(\alpha / \tan(\beta)) \quad (\text{vz.5-1})$$

kde α je specifická plocha povodí, β je sklon svahu.

Používá se pro predikci vlhkosti půdy, modelování odtoku, plánování v zemědělství a studium distribuce vegetace.

Výpočet založen na datech DMR-5G (CUZK) s rozlišením 10m/px.

Klasifikace

Vyšší hodnoty (zpravidla kladné) označují oblasti s potenciálním zamokřením.

Kategorie	Hodnota TWI
1	11,001-30,819
2	9,001 - 11
3	7,001 - 9
4	5,001 - 7
5	3,001 - 5
6	1,001 - 3
7	-2,492 - 1

* * * * *

Indikátor: Procento propustnosti – soil sealing

Charakteristika

Parametr, který ovlivňuje míru zahřívání povrchu a vlhkost. Vychází se z předpokladu, že zpevněné, nepropustné plochy mají omezenou schopnost evapotranspirace a proto se při oslunění zahřívají mnohem více než propustné plochy s vegetací.

Byl stanoven analýzou obrazových dat Sentinel-2A (produkt L2A), Sentinel-2B (produkt L2A) a podpůrných vektorových dat: ZABAGED, CLCplus Backbone 2023, OpenStreetMap, Microsoft GlobalMLBuildingFootprints. Rozlišení výstupu: 10m/px. Teoretický rozsah hodnot je v rozsahu 0% = úplná propustnost až 100% = úplná nepropustnost povrchu. Vyšší procento nepropustných ploch v území zvyšuje teploty, zejména v horkých letních dnech. Vyšší procento tedy znamená vyšší ohrožení suchem a horkem.

Klasifikace

Kategorie	Procento propustnosti
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

* * * * *

Indikátor: Povrchová teplota

Charakteristika

Indikátor je odvozen na základě spočteného indexu *Land Surface Temperature (LST)* a stanoví se analýzou obrazových dat Landsat 8/9, level produktu: T1_TOA, T1_L2. Analýza proběhla pro kompozit složený z následujících období:

1.5.2020 - 30.09.2020

1.5.2021 - 30.09.2021

1.5.2022 - 30.09.2022

1.5.2023 - 30.09.2023

1.5.2024 - 30.09.2024

Další klíčové informace pro analýzu: maximální oblačnost scény: 50%; detektor oblačnosti: CFMask, využití pásma: B10; doplňkové vstupní vrstvy: *ST_ATRAN*, *ST_URAD*, *ST_DRAD*, *ST_TRAD*, *NDVI (B4, B5)*, zpracovaný rozsah Česká republika + 1km obalová zóna; rozlišení výstupu 30m/px.

Klasifikace

Čím vyšší povrchová teplota, tím je povrch více zahříván, zvyšuje se se negativní projev

Doplnit

Kategorie	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

5.1.2 Komponenta: Citlivost

Indikátor: Schopnost vegetace udržovat mikroklima

Charakteristika

Koruny stromů částečně stíní přízemní oblasti před slunečním zářením a korunový zápoj snižuje mísení vzduchu. V důsledku toho se mikroklima pod korunovým zápojem může výrazně lišit od srovnatelných otevřených ploch (Geiger et al. 2009). Uvnitř lesních porostů obvykle teplota vzduchu (T) během noci klesá méně a během dne roste méně, zatímco relativní vlhkost vzduchu (RH), která je s teplotou úzce svázána, je během dne vyšší (Aussenac, 2000; Morecroft et al., 1998; von Arx et al., 2012; Ma et al. 2010).

Tato schopnost porostů udržovat chladnější a vlhčí mikroklima je hodnocena třemi parametry: patrovitostí, formací a LAI. **Patrovitost (A)** má pozitivní vliv na stínění, evapotranspiraci a omezuje

mísení vzduchu (Frey et al. 2016). Podle **Formace (B)** se dělí porosty na bylinné, keřové a lesní a ty se dále dělí podle výšky, neboť stromové porosty mají větší schopnost udržovat mikroklima než bylinné, i když počet pater může být stejný. Třetím parametrem je **LAI (C)**, jenž vyjadřuje pokryvnost a hustotu porostů, jež má na tuto schopnost rovněž velký vliv (Aussenac 2000).

Způsob hodnocení

Patrovitost – Diverzita struktur podle Metody hodnocení biotopů (Seják a kol.2018); mapový podklad: vrstva DHL (Czechglobe, 2025). Kategorie 1-7 vznikly převedením ze škály 0-6 (0 odpovídá 7; 6 odpovídá 1).

Formace – expertně stanoveny dle formací a jejich výšek, mapový podklad: vrstva DHL (Czechglobe, 2025), kategorie 1-7.

LAI - jednotlivé typy biotopů mají spočítaný medián hodnot LAI pro daný typ biotopu v rámci ČR, zjištěný překryvem mapy biotopů ČR (mapový podklad: vrstva DHL, Czechglobe, 2025) a daty zpracovanými daty Sentinel 2A, Sentinel 1A. Celkový rozsah hodnot je pravidelně rozdělený na 7 kategorií, přičemž nejvyšší LAI odpovídá hodnotě 1 a nejnižší LAI hodnotě 7.

Celková hodnota indikátoru "Schopnost vegetace udržovat mikroklima" je spočítána jako geometrický průměr ze tří dílčích indikátorů A, B a C.

Interpretace

Nejnižší hodnoty (kategorie 1) vyjadřují porosty, které mají velkou patrovitost, lesní formaci a vysokou hodnotu LAI – tedy vlastnosti, které zaručují dobré udržení vlhkého a chladnějšího mikroklimatu uvnitř porostu díky stínění, omezení pohybu vzduchu, vyšší intercepci vody rostlinami a vyšší evapotranspiraci. Naopak nejvyšší hodnoty (kategorie 7) náleží plochám chudým na vegetaci, s nízkým porostem a minimální patrovitostí, které nejsou schopny udržovat vlhké a chladnější mikroklima.

Klasifikace

Klasifikace je obsažena v Tabulce I Přílohy.

* * * * *

Indikátor: Citlivost vegetace na sucho

Charakteristika

Citlivost vegetace na sucho odhaduje míru poškození vegetace a biotopů v reakci na epizody sucha. Hodnotí se pomocí dvou indikátorů: Charakter biotopu podle vlhkostní řady (A) a Citlivost biotopů na sucho (B).

Charakter biotopu podle vlhkostní řady (A) vyjadřuje obecnou míru vlhkosti stanoviště, indikovanou rostlinami a jejich nároky. Indikace vlhkosti rostlinami odlišuje tento indikátor od čistě klimatických parametrů, neboť indikuje dostupnost vody pro rostliny, a tudíž zohledňuje i vliv reliéfu, vodního režimu a mikro-stanoviště, včetně celkového vlivu biotopu. Předpokládáme, že čím je stanoviště vlhčí, tím menší bude mít problémy s nedostatkem vody pro rostliny, a to i v epizodách sucha.

Citlivost biotopů na sucho (B) byla pro přírodní a přírodě blízké biotopy stanovena na základě Červeného seznamu biotopů ČR (Chytrý et al. 2020, Chytrý et al. 2019), jenž vychází z metodiky pro *Červený seznam ekosystémů Mezinárodního svazu ochrany přírody* (IUCN) v úpravě použité v Evropském červeném seznamu biotopů. Hodnocenými kritérii je kvantitativní ústup biotopu, jeho omezené geografické rozšíření a zhoršení abiotické a biotické kvality biotopu. Kvantitativní data pro hodnocení byla částečně převzata z podrobného mapování biotopů v terénu na národní úrovni a tam, kde nebyly k dispozici žádné kvantitativní informace, byly hodnoty odhadnuty shrnutím nezávislých posudků 17 expertů. Pro 157 biotopů v ČR (Chytrý et al. 2010) byl stanoven relativní význam jednotlivých ohrožujících faktorů. U nepřírodních biotopů se hodnotilo spíše zhoršení kvality biotopů, jejich poškození a úbytek biomasy. Hodnocení českých biotopů v Červeném seznamu (Chytrý et al. 2020, Chytrý et al. 2019) bylo doplněno o hodnocení ohrožujících faktorů pro jednotlivá stanoviště tak, jak byly identifikovány v regionálním hodnocení provedeném *Mezivládní vědecko-politickou platformou pro biodiverzitu a ekosystémové služby* (IPBES, 2018).

Charakter biotopu podle vlhkostní řady byl určen pro jednotlivé přírodní i nepřírodní biotopy na základě nároků jejich dominantních a diagnostických druhů na vlhkost stanoviště podle Ellenberga et al. (1991) upraveno Chytrým a kol. (2018); údaje byly převzaté z databáze PLADIAS (<https://pladias.cz>; Chytrý et al. 2021). Tyto nároky jsou seřazeny do stupnice od 1 do 12, kde vyšší hodnoty vyjadřují vyšší nároky na vlhkost. Byla vypočítána průměrná hodnota vždy pro skupinu dominantních a diagnostických druhů jednotlivých biotopů, uvedených v Katalogu biotopů ČR, Chytrý et al. (2010), pro přírodní biotopy a dle Sejálka a kol. (2018) pro nepřírodní biotopy. Škála hodnot byla převedena (normalizována) na škálu 1-2, kde 1 vyjadřuje nejvyšší vlhkost stanoviště a 2 nejmenší. Mapový podklad: DHL (Czechglobe, 2025).

Citlivost typu biotopu na sucho byla pro přírodní a přírodě blízké biotopy byla určena podle Červeného seznamu biotopů (Chytrý et al. 2020) a to na základě dvou příčin rizika: vysychání a nedo-

statek srážek. Tato ohroženost je v obou případech hodnocena ve stupnici od 0 do 3 (0 pro nejmenší riziko/citlivost, 3 pro nejvyšší riziko/citlivost). Pro každý typ biotopu byl proveden součet těchto dvou hodnot, jehož výsledek se pohyboval od 0 do 6. Tato stupnice byla (po pravidelných intervalech) převedena na škálu 1-2, kde 1 vyjadřuje nejmenší citlivost a 2 největší. Pro nepřírodní typy biotopů byla citlivost na sucho stanovena expertním odhadem ve škále 1-2. Přihlíželo se k hodnotám “nejbližších” přírodních biotopů, s větší degradací a zjednodušením druhového složení biotopu; směrem k méně komplexnímu biotopu s menší druhovou diverzitou rostlin se citlivost zvyšovala (Lüscher et al., 2022; Wright et al., 2021). Mapový podklad: DHL (Czechglobe, 2025).

Celková hodnota byla počítána jako geometrický průměr obou hodnot A a B, vyjádřených ve škále od 1 do 2; výsledek byl po pravidelných intervalech rozdělen do kategorií 1-7. Viz Příloha Tabulka II: Citlivost vegetace na sucho.

Interpretace

Nejnižší hodnoty (kategorie 1) jsou přiřazeny porostům, které mají velkou odolnost vůči suchu. Sucho u nich nevyvolá příliš velkou reakci a nevede k zániku biotopů. Naopak nejvyšší hodnoty (kategorie 7) náleží plochám citlivým, které mají nízkou odolnost a epizody sucha vedou k jejich značnému poškození; u přírodních a přírodě blízkých biotopů může docházet i k jejich postupnému mizení z důvodu zvyšujícího se sucha.

Klasifikace

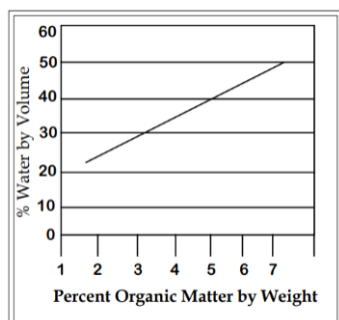
Klasifikace je obsažena v Tabulce II Přílohy.

* * * * *

Indikátor: Schopnost půdy částečně kompenzovat sucho

Charakteristika

Schopnost půdy a) lépe zasakovat a b) déle a více zadržovat vodu (ve formě, jež je přístupná pro rostliny) je závislá na obsahu organických látek (Gregory et al., 2007; Reinisch et al., 2024). Proto tato vlastnost půdy ovlivňuje rezistenci prostředí a biotopů k suchu (Sullivan, 2000; Bot a Benites, 2005), viz Obr. 5-1.



Obr. 5.1: Vztah obsahu vody v půdě, přístupné rostlinám a obsahu organických látek v půdě (převzato ze Sullivan, 2000)

Obsah organických látek v půdě CO_x byl hodnocen na základě databáze SoilGrids, který přímo udává zásoby CO_x v jednotkách t/ha. Z originálního rastrového datasetu byly vymaskovány umělé povrchy podle ZABAGED a dále byly doplněny průměrné hodnoty pro dna vodních ploch.

Čím nižší je obsah organických látek v půdě, tím více je půda náchylná k vysušení, neboť není schopná v sobě vodu déle zadržet.

Klasifikace

Hodnoty jsou rozdělené dle přirozených zlomů do 7 kategorií, přičemž kategorie 1 je přiřazena území s nejvyšším obsahem organických látek a kategorie 7 území s nejnižším obsahem organických látek v půdě.

* * * * *

Indikátor: Infiltrační schopnost půd (ISP)

Charakteristika

Rychlost infiltrace ovlivňuje, jak rychle se srážková voda vsakuje do půdního profilu a jak dlouho zůstane dostupná pro rostliny. Vysoká infiltrační schopnost způsobuje, že se voda rychle dostává do hlubších částí profilu a často tudíž mimo dosah rostlin. Obvykle tedy přispívá k vyššímu deficitu vláhy; typické je to u písčitých půd. Navíc se z písčitých půd voda rychle odpařuje. Ovšem velmi nízká infiltrace může také vést k deficitu vláhy, přestože může mít nejvyšší obsah vody; voda často není dostupná pro kořeny rostlin (viz Tab. 5.1).

Tab. 5.1: Vliv textury půdy na půdní vláhu - převzato ze Sullivan (2000)

Texture Designation	Total Water Inches/foot	Available Water Inches/foot
Sand	1.2	0.9
Sandy loam	1.9	1.3
Fine sandly loam	2.5	1.7
Loam	3.2	2.0
Silt loam	3.5	2.1
Sandy clay loam	3.7	2.1
Clay loam	3.8	2.0
Silky clay loam	3.8	1.7
Clay	3.9	1.5

Stanovení kategorií ISP vychází z převodních tabulek VUMOP pro data BPEJ v případě zemědělské půdy, pro lesní půdy jsou využita data lesnické typologie (LT). Převodní tabulky jsou dostupné např. v Aplikaci e-Katalog BPEJ nebo v práci Dumbrovský a kol. (2022).

Nejlepší rezistenci vůči suchu má půda se střední hodnotou infiltrace (v kombinaci s dostupnou vodou, dobrou půdní strukturou, hlubokými kořeny a vysokým podílem organické hmoty). Extrémní hodnoty, tedy příliš vysoká i příliš nízká hodnota zvyšují riziko sucha.

Klasifikace

Původní 4členná stupnice ISP byla převedená na 7 kategorií (přiřazení hodnot 1-3-5-7); nejpříznivější hodnota 1 byla přiřazena střední infiltrační schopnosti.

Kategorie	ISP třída
1	3
2	-
3	2
4	-
5	4
6	-
7	1,5

* * * * *

5.1.3 Komponenta: Adaptační kapacita

Indikátor: Předpoklad vyšší resilience a adaptability při vyšší diverzitě druhů

Charakteristika

U společenstev s vyšší druhovou diverzitou rostlin se předpokládá nejen jejich vyšší rezistence (odolnost) vůči suchu, (protože s vyšším počtem druhů se zvyšuje také pravděpodobnost tzv. „response diversity“, tedy pestrosti odpovědí na stresové situace), ale také vyšší schopnost adaptability společenstev na suchu. U biotopů s vysokou diverzitou druhů je vyšší pravděpodobnost, že bude obsahovat (i když v menší abundanci) také druhy, které jsou odolné vůči suchu, a které se mohou při suché epizodě rozšířit a převzít část ekosystémových funkcí. Vyšší diverzita rostlinných druhů zajistí tedy vyšší plasticitu (resilienci) a adaptabilitu biotopů.

Hodnota diverzity druhů pro jednotlivé typy biotopů byla převzata z Metody hodnocení biotopů, (Seják a kol., 2018); je to jedno z osmi expertně stanovených hodnotících kritérií kvality biodiverzity pro typy biotopů, nazvané Diverzita druhů. Čím vyšší diverzita druhů, tím vyšší regulační kapacita díky vyšší „response“ diverzitě a adaptabilitě.

Klasifikace

Hodnoty 0-6 metody BVM byly převedeny na hodnoty 1-7, 0 (nejnižší diverzita druhů) odpovídá hodnotě 1; 6 (nejvyšší diverzita druhů) odpovídá hodnotě 7.

* * * * *

Indikátor: Předpoklad vyšší adaptability a schopnosti obnovy díky životním strategiím

Charakteristika

Předpokládáme, že určitá kombinace životních strategií jednotlivých druhů biotopu souvisí s jeho schopností obnovy (její rychlostí a kvalitou) po disturbanci. Zejména kombinace různých strategií, stejně jako zastoupení R-strategů je výhodné pro rychlou a kvalitní obnovu biotopu.

V jednotlivých typech biotopů byly zjištěny dominantní a diagnostické druhy podle Katalogu biotopů (Chytrý a kol., 2010) a Metody hodnocení biotopů (Seják a kol., 2018). Pro tyto dominantní a diagnostické druhy byly stanoveny převládající strategie, tedy ty, které byly zastoupeny více než 15 % podle Pierce et al. (2017); pokud druh nebyl zahrnut v této studii, tak podle Grime (1974, 1979). Všechny seznamy druhů s přiřazenými strategiemi převzaty z veřejně přístupné databáze Pladias, viz Příloha, Tabulka III. Těmto strategiím a jejich

kombinacím byly přiřazeny hodnoty (kategorie 1-7), vyjadřující jejich výhodnost pro rychlost a kvalitu obnovy po disturbancech dle Tab. 5.2.

Tab. 5.2: Strategie, jejich kombinace a jejich expertní ohodnocení kategoriemi 1–7 z hlediska jejich výhodnosti pro obnovu biotopů po disturbancech.

Kategorie	Strategie CSR
1	S
2	C
3	CS
4	R
5	SR
6	CR
7	CSR

Legenda: C – kompetitor, CR – kompetitor/ruderál, CS – kompetitor/stres tolerátor, CSR – kompetitor/stres tolerátor/ruderál, R – ruderál, S – stres tolerátor, SR – stres tolerátor/ruderál

Kombinace více strategií je nejvýhodnější, jelikož zajišťuje nejen rychlou, ale i kvalitní obnovu biotopu. Vyšší zastoupení R-strategií je výhodnější, vyšší (a zejména dominantní) zastoupení S strategií je z krátkodobého hlediska nevýhodné pro obnovu biotopu po disturbancech.

Klasifikace

Byla spočítána průměrná hodnota pro jednotlivé typy biotopů (kategorie 7 vyjadřuje nevýhodnější kombinaci strategií pro obnovu, kategorie 1 nejméně výhodnou). Mapový podklad: DHL (Czechglobe, 2025).

* * * * *

Indikátor: Konektivita přírodních biotopů

Charakteristika

Propojenost neboli konektivita přírodních biotopů je velmi důležitá pro resilienci krajiny, pro obnovu přírodních biotopů po disturbancech, pro udržování zdravých populací živočichů a pro adaptaci krajiny na klimatickou změnu. Pro zjišťování obecné propojenosti přírodních biotopů, která souvisí s ekologickou stabilitou a adaptabilitou krajiny, je vhodná metoda “Distance to Nature” (D2N).

Způsob hodnocení

Byla použita původní metoda hodnocení D2N (Rüdisser et al. 2012), pro hodnocení přírodnosti byla použita kategorizace typů biotopů do pěti kategorií (přírodní, přírodě blízké, přírodě vzdálené, přírodě cizí a degradované) dle metodiky Seják a kol. (2018). Hodnota se počítá pro každý pixel (10 x 10 m) a je kombinací indexu vzdálenosti k nejbližšímu přírodnímu biotopu a indexu přírodnosti biotopu podle metodiky Rüdisser et al. (2012). Mapový podklad: DHL (Czechglobe, 2025).

Nízké hodnoty představují nejvíce přírodní a nejlépe propojenou krajinu, která má dobrou adaptační kapacitu, vysoké hodnoty představují nejméně přírodní a nejhůře propojenou krajinu, která má nízkou adaptační kapacitu.

Klasifikace

Škála byla zvolena podle interpretace původní metodiky (Rüdisser et al. 2012), kde se hodnoty pohybují ve škále 0-100 a hodnota 35 je určena jako zlom k méně propojené krajině; viz Tab. 5.3.

Tab. 5.3: Převod hodnot Metody D2N na kategorie 1-7.

Kategorie	Rozpětí hodnot
1	77-100
2	56-76
3	37-55
4	23-36
5	13-22
6	6-12
7	0-5

* * * * *

Indikátor: Schopnost porostu daného biotopu ochlazovat /regulovat lokální teplotu

Charakteristika

Schopnost porostů ochlazovat mikroklima je (zejména v teplých letních dnech) do značné míry ovlivněna průměrnou mírou evapotranspirace, díky níž se spotřebovává teplo na výpar, čímž se aktivně ochlazuje lokální klima a snižují se maximální denní teploty.

Způsob hodnocení

Hodnoty průměrné roční evapotranspirace (ET) byly expertně stanoveny pro každý typ biotopu, s využitím intervalu hodnot ET pro 24 funkčních skupin biotopů uvedených v publikaci Seják, Pokorný a Seeley (2018). Každý biotop (mapový podklad: DHL, Czechglobe, 2025) byl zařazen do jedné funkční skupiny biotopů a následně expertně stanovena jeho roční ET (Viz Příloha, Tabulka IV: Průměrná roční evapotranspirace pro funkční skupiny typů biotopů).

Nízké hodnoty evapotranspirace představují nízkou schopnost ochlazování, a tedy regulaci lokálního klimatu, naopak biotopy s vysokými hodnotami evapotranspirace mají vysokou schopnost ochlazování, a tedy regulace lokálního klimatu.

Klasifikace

Hodnoty evapotranspirace byly pravidelně rozděleny do kategorií 1-7 (viz Tab. 5.4).

Tab. 5.4: Převod hodnot evapotranspirace na škálu 1-7

Kategorie	ET (l.m ⁻² .rok ⁻¹)
1	≤ 100
2	> 100 ≤200
3	> 200 ≤300
4	> 300 ≤400
5	> 400 ≤500
6	> 500 ≤600
7	> 600

* * * * *

Indikátor: Vliv vodních ploch, vodních toků a zamokřených oblastí v okolí

Charakteristika

Vodní toky a vodní a mokřadní plochy v krajině částečně kompenzují vliv sucha na krajinu a pozitivně působí na přísun a zásobu vody v krajině. Nejen že jsou zdrojem vláhy pro rostliny i živočichy, ale zvyšováním vlhkosti okolní půdy podporují vyšší evapotranspiraci porostů, čímž pomáhají regulovat lokální teplotu v teplých dnech.

Vliv vodních toků a vodních a mokřadních ploch byl počítán v krajinném kontextu, ve čtvercích 500x500 m, jako procento těchto ploch z rozlohy čtverce. Mezi tyto vybrané typy biotopů patří všechny přírodní, přírodě blízké i přírodě vzdálené typy biotopů podle klasifikace Seják a kol. (2018) z kategorie vodních (V, XV), mokřadních (M, XM) a rašelinných (R) biotopů a

podmáčené křoviny (K1) a lesy, konkrétně L1, L9.2 (viz Tab. 5.5). Mapový zdroj: DHL (Czechglobe, 2025).

Tab. 5.5: Vybrané vodní a mokřadní typy biotopů

Kód biotopu	Název biotopu
K1	Mokřadní vrbiny
L1	Mokřadní olšiny
L9.2A	Rašelinné smrčiny
V	Všechny vodní toky a plochy
M	Všechny mokřadní biotopy
R	Všechny rašelinné biotopy
XV1	Přírodě vzdálené vodní nádrže
XV2	Přírodě vzdálené vodní toky
XM	Přírodě vzdálené mokřady a rašeliniště
X14	Nepřírodní vodní plochy a nádrže

Čím vyšší procento vodních a mokřadních ploch, tím vyšší pozitivní působení a vyšší adaptační kapacita.

Klasifikace

Kategorie 1-7; kategorie 7 je přiřazena čtvercům se silně pozitivním působením vodních a mokřadních ploch, kategorie 1 je přiřazena čtvercům bez pozitivního vlivu vodních a mokřadních ploch, přiřazení kategorií - viz Tabulka 5.6.

Tab. 5.6: Klasifikace procentického zastoupení vodních a mokřadních biotopů ve čtverci

Kategorie	Procenta vodních nebo zamokřených biotopů
1	0
2	0-3
3	3-10
4	10-18
5	18-32
6	32-55
7	55-100

* * * * *

Indikátor: Heterogenita krajiny

Charakteristika

Stejně jako má vliv diverzita druhů na celkovou resilienci biotopu, v krajinném kontextu má podobný vliv heterogenita krajiny, vyjádřená např. indexem diverzity biotopů. Vysoká diverzita biotopů zajišťuje, že při nepříznivé epizodě sucha alespoň část krajiny zůstane nepoškozena díky odlišnostem v reakcích jednotlivých biotopů, které mají různě odolnou vegetaci a různé abiotické (mikro) podmínky, případně i různý management. Ty méně poškozené části krajiny pak zastávají důležité ekosystémové funkce, které poškozené biotopy dočasně plní ve snížené míře. Pestrá skladba krajiny navíc podporuje lepší zasakování, intercepci i zadržování vody, než je tomu u unifikované krajiny.

Diverzita typů biotopů (podle metodiky BVM, Seják a kol. 2018 a vrstvy DHL, Czechglobe) byla počítána v krajinném kontextu Shannon indexem pro čtverce o velikosti 500 x 500 m. Čím vyšší je Shannon index, tím vyšší je diverzita biotopů ve čtverci, a tudíž i vyšší regulační kapacita daná heterogenitou prostředí. Naopak nízké hodnoty Shannon indexu značí nízkou diverzitu biotopů, tedy dominanci jednoho typu biotopu, a tudíž i nízkou regulační kapacitu.

Klasifikace

Rozdělení škály hodnot do 7 kategorií bylo provedeno dle přirozených zlomů hodnot.

5.2 Riziko zvýšeného výskytu požárů

Matice zranitelnosti

komponenta					
Expozice		Citlivost		Adaptační kapacita	
Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor
Sucho dané klimaticky (nepříznivá kombinace srážek a teplot)	Klimatický index sucha SPEI	Náchylnost vegetace k požárům	Hodnocení pro typy biotopů s využitím metodik Trnka a kol. 2020, 2025 a Scott 2005	Schopnost porostu regulovat lokální klima	Expertně stanovená průměrná roční evapotranspirace (Seják & Pokorný & Seeley 2018) pro funkční typy biotopů
	Roční úhrn srážek	Citlivost vegetace na sucho	Souhrnná hodnota počítaná pro typy biotopů jako geometrický průměr hodnot ohroženosti biotopů vysycháním a nedostatkem srážek (Chytrý 2020) a vlhkosti stanoviště indikované rostlinami dle Ellenberga (Chytrý et al. 2018)	Předpoklad vyšší resilience a adaptability při vyšší diverzitě druhů	Parametr „Diverzita druhů“ Metody hodnocení a oceňování biotopů (Seják a kol. 2018)
	Počet po sobě jdoucích dnů bez srážek			Heterogenita palivových typů porostů	Shannon index diverzity klasifikovaných palivových typů porostů (typů biotopů)
	Průměrná roční teplota			Vliv vodních ploch, vodních toků a zamokřených oblastí v okolí	Procento vodních a mokřadních biotopů ve čtverci 500x500
	Počet tropických dnů			Předpoklad vyšší adaptability a	Klasifikované životní strategie C-S-R

			schopnosti obnovy díky životním strategiím	
Klimatická změna	Rostoucí průměrná teplota vzduchu			
	Rostoucí index sucha			
	Nárůst tropických dnů			
Parametry zhoršující přehřívání (půdní, topografické, vlastnosti povrchů)	Topografický index			
	Teplota povrchu (vliv land use)			

5.2.1 Komponenta: Expozice

Indikátor: SPEI - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Roční úhrn srážek - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Počet po sobě jdoucích dnů bez srážek - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Průměrná roční teplota - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Počet tropických dnů - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Rostoucí průměrná teplota vzduchu - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Nárůst aridity - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Nárůst tropických dnů - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Topografický vlhkostní index - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Povrchová teplota - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

5.2.2 Komponenta: Citlivost

Indikátor: Náchylnost vegetace k požárům

Charakteristika

Zde se nejedná o celkový model rizika požárů, ale pouze o vlastnosti vegetace, které mohou toto riziko zvyšovat. Parametr proto řeší primárně zásobu a charakter „paliva“ v biotopech a vlhkost biotopů, která ovlivňuje jeho potenciál ke vznícení a hoření. Ostatní parametry, které ovlivňují vznik a šíření požárů se buď vyskytují v rámci klimatických faktorů (např. index sucha), nebo nejsou zohledněny (např. reliéf, převládající směr proudění větru). Parametr tedy nemá nahrazovat předpověď rizika požárů, pouze zohledňuje vliv vegetace na riziko vzniku a šíření ohně.

Hodnota parametru se počítá ze dvou indikátorů. První rozděluje biotopy podle vlhkosti stanoviště, a to na základě zařazení dominantních a diagnostických druhů do vlhkostních řad (A). Druhý indikátor hodnotí rychlost šíření ohně a výšku plamene na základě palivových typů jednotlivých typů biotopů (B). Charakter a množství paliva v dané lokalitě je základním parametrem, který určuje potenciál vegetačního pokryvu pro vytvoření požáru určité intenzity, rychlosti šíření a doby, po kterou bude hořet (Trnka, 2025). Palivové modely podle Scott (2005) určují lineární rychlost šíření fronty požáru, intenzitu hoření a délku plamene na frontě požáru, a další charakteristiky hoření na základě vlastností paliva.

Způsob hodnocení

A) Charakter biotopu dle vlhkostní řady, byl spočítaný na základě hodnot vlhkostních nároků podle Ellenberga (Chytrý et al. 2018, převzato z Pladias.cz) pro soubor dominantních a diagnostických druhů jednotlivých typů biotopu. Jejich škála hodnot byla převedena (normalizovaná) na škálu 1-2, kde hodnota 1 vyjadřuje nejvyšší vlhkost stanoviště a 2 nejmenší.

B) Klasifikace biotopů podle palivových typů a odvození výšky plamene a rychlosti šíření ohně bylo provedeno na základě rozřazení typů biotopů vrstvy DHL (Czechglobe, 2025) do jednotlivých palivových typů podle metodiky Scott (2005), který popsal palivové modely porostů. Zařazení typů biotopů ČR bylo provedeno na základě certifikované metodiky Trnka a kol. (2025), . Pro část biotopů, bylo zařazení převzato z metodiky Trnka a kol. (2020), kde byl zpracován „Přehled klasifikačních jednotek KVES a přiřazených palivových modelů“. Pro zpřesnění byla využita i případová studie z téže metodiky, kde byly určité typy biotopů jmenovitě přiřazeny do palivových typů (zejména pro nelesní biotopy).

U lesních typů biotopů nebylo zařazení podle certifikované metodiky Trnka et al. (2025) možné, jelikož vychází z čtyřmístného kódu, jehož data (např. zápoj porostu, růstové fáze) nejsou kompatibilní s vrstvou biotopů DHL, ze které se vychází. Lesní biotopy byly tudíž zařazeny do palivových typů na základě metodiky Trnka a kol. (2020), “Přehled klasifikačních jednotek KVES a přiřazených palivových modelů”. Toto zařazení bylo dále zpřesněno podle dostupných dat, např. údajů o stáří porostů, odvozeném z vrstvy růstových fází lesa (NLI, 2015), a převládající dřevině z vrstvy zastoupení lesních dřevin (NLI, 2017). Data byla aplikována na vrstvu lesních porostů z detailní vrstvy biotopů (DHL, Czechglobe 2025), aktualizované k roku 2022. U přírodních lesů byly zohledněny údaje o zápoji porostů, uvedené v popisu typů biotopů v Katalogu biotopů ČR (Chytrý et al., 2010) - např. charakteristický přirozeně menší zápoj u horských smrčín.

Každému typu biotopu byl přiřazen palivový typ, ke kterému se vztahují dvě hodnoty (podle metodiky Scott, 2005): rychlost šíření a výška plamene; oba indikátory jsou klasifikovány do 5 kategorií (1-5). Pro jednotlivé typy biotopů byl proveden součet těchto hodnot, hodnoty součtů byly normalizovány do škály 1-2.

Mapové podklady: DHL (Czechglobe, 2025), růstové fáze lesa 2015 (NLI, 2015), zastoupení lesních dřevin 2017 (NLI, 2017).

Klasifikace

Celková hodnota se počítala jako geometrický průměr obou indikátorů (A) a (B), normalizovaných do škály 1-2. Použito se pravidelné rozdělení škály výsledků do kategorií 1-

7. Kategorie 1 vyjadřuje nejnižší náchylnost vegetace ke vzniku a šíření požáru, kategorie 7 její nejvyšší náchylnost (viz Příloha, Tabulka V: Náchylnost vegetace k požárům).

* * * * *

Indikátor: Citlivost vegetace na sucho

Charakteristika

Předpokládáme, že vegetace, která je více citlivá a při epizodách sucha dochází k výraznějšímu poškození a vysychání biomasy, je také náchylnější ke vzniku a šíření ohně.

komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

5.2.3 Komponenta: Adaptační kapacita

Indikátor: Schopnost porostu daného biotopu ochlazovat /regulovat lokální teplotu -

komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Předpoklad vyšší resilience a adaptability při vyšší diverzitě druhů - komplexní popis

indikátoru viz předchozí riziko

* * * * *

Indikátor: Heterogenita krajiny z hlediska náchylnosti k požáru

Charakteristika

Pestrost typů porostů a biotopů je pro regulaci požárů klíčová, neboť různé porosty a biotopy mají různou náchylnost ke vzniku a šíření požáru. Zejména, pokud jsou součástí krajinné mozaiky, i biotopy, které šíření požáru podporují méně, mohou fungovat jako bariéra pro šíření ohně.

Pomocí Shannon indexu ve čtvercích 500 x 500 m byla počítána diverzita hodnot Náchylnosti vegetace k požárům (kategorie 1-7), přiřazených k biotopům vrstvy DHL.

Čím vyšší heterogenita krajiny z hlediska náchylnosti k požárům, tím vyšší šance, že se požár nebude šířit tak rychle, případně se zastaví u méně náchylných ploch. Proto vyšší heterogenita zvyšuje regulační kapacitu.

Klasifikace

Rozdělení škály hodnot výsledků do 7 kategorií bylo provedeno dle přirozených zlomů. Kategorie

7 vyjadřuje nejvyšší krajinnou heterogenitu, jež může zpomalovat šíření požáru, kategorie 1 vyjadřuje nejnižší krajinnou heterogenitu, jež může vést k vyšší intenzitě šíření požáru.

* * * * *

Indikátor: Vliv vodních ploch, vodních toků a zamokřených oblastí v okolí - *komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko*

Indikátor: Předpoklad vyšší adaptability a schopnosti obnovy díky životním strategiím - *komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko*

5.3 Riziko snížení přírodnosti biotopů v důsledku změn využití území

Matice zranitelnosti

komponenta					
Expozice		Citlivost		Adaptační kapacita	
Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor
Riziko změny land use	Šíření zástavby	Citlivost biotopů ke změnám landuse	Parametr „Citlivost“ Metody hodnocení a oceňování biotopů	Míra ochrany krajiny	Expertně stanovené kategorie ochrany
	Vliv dopravní infrastruktury				
	Hustota obyvatel				

5.3.1 Komponenta: Expozice

Indikátor: Vliv dopravní infrastruktury

Charakteristika

Blízkost dopravní infrastruktury má negativní vliv na biotopy; důvodem je zvýšené znečištění, hluk, vyšší přítomnost lidí, vyšší tlak na změny (hlavně zástavbu) a celkově vyšší antropický tlak. Pro stanovení vlivu byl využit pro národní podmínky adaptovaný model GLOBIO 3.6 (Pechanec et al., 2021) a jeho komponenta MSA infrastruktura, aktualizovaná pro rok 2025.

Hodnocení je založeno na analýze i) vzdálenosti od komunikací (D, R, I-III. třída) ve vzdálenostech 0,15 – 0,25 – 0,3 – 0,45 – 0,5 – 0,75 – 0,9 – 1 – 1,35 – 1,5 – 2,25 – 3 – 4,5 – 5 – 7,5 – 10 – 15 km , ii) rozdělení biotopů do 3 skupin citlivosti podle parametru Citlivost, který je součástí metodiky Hodnocení biotopů ČR (Seják a kol., 2018) a iii) hustoty počtu obyvatel.

Menší vzdálenost k dopravní infrastruktuře obecně znamená vyšší tlak na biotopy.

Klasifikace

Tab 5.3-1. Hodnoty MSA pro jednotlivé kombinace citlivosti, hustoty a zóny vlivu

velmi citlivé plochy – Citlivost = 1

buffer [km]	0,5	1,0	1,5	3,0	4,5	5,0	10,0	15,0
hustota 0-10	0,5	0,75	0,75	0,9	0,9	0,9	1	1
hustota 10-50	0,5	0,5	0,75	0,75	0,9	0,9	0,9	1
hustota >50	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,9	0,9	0,9

citlivé plochy – Citlivost = 2

buffer [km]	0,25	0,5	0,75	1,5	2,25	5	7,5
hustota 0-10	0,5	0,75	0,75	0,9	0,9	1	1
hustota 10-50	0,5	0,5	0,75	0,75	0,9	0,9	1
hustota >50	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,9	0,9

méně citlivé plochy – Citlivost = 3

buffer [km]	0,15	0,3	0,45	0,9	1,35	1,5	3	4,5
hustota 0-10	0,5	0,75	0,75	0,9	0,9	0,9	1	1
hustota 10-50	0,5	0,5	0,75	0,75	0,9	0,9	0,9	1
hustota >50	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,9	0,9	0,9

hustota = hustota obyvatel na km²

* * * * *

Indikátor: Hustota obyvatel

Charakteristika

Hustota obyvatel je vhodné proxy pro hodnocení antropického tlaku. Hodnocení je založeno na analýze jednotlivých adresních bodů ČR a počtu osob k ní registrovaných v roce 2024 (data ČSÚ). Bodové záznamy byly agregovány do pravidelné sítě 250m/px.

Čím vyšší hustota obyvatel, tím vyšší antropický tlak a tudíž i riziko ztráty přírodnosti biotopů.

Klasifikace

doplnit

* * * * *

Indikátor: Riziko změny land use (šíření zástavby)

Charakteristika

Předpokládáme, že okolí míst, kde docházelo v minulosti k největším změnám land use směrem k vyšší zastavěnosti, je více ohrožené dalšími změnami (jedná se např. o okraje obcí, které se neustále rozšiřují, místa, kde se zástavba zahušťuje, případně místa, kde vznikly ojedinělé stavby, a kde se velmi pravděpodobně bude v budoucnu zástavba rozšiřovat.

Indikátor vyjadřuje podíl změn kategorií land use (Corine LC) směrem k vyšší zastavěnosti mezi lety 2006 a 2018 ve čtvercích 500x500 m

Byl stanoven analýzou změn kategorie land use na základě map CORINE LC. Kategorie CORINE LC byly rozděleny do tří skupin podle zastavěnosti (nezastavěná, přechodná a zastavěná), V krajině kontextu (ve čtverci 500x500 m) byl stanoven rozdíl mezi stavem v r. 2006 a 2018; počítá se pouze změna v rámci skupin směrem k více zastavěné (změna z nezastavěné skupiny na přechodnou, nebo změna z přechodné na zastavěnou). Mapový podklad: Corine LC 2006 a 2018. Čtverce, obsahující vyšší procento míst, která se v minulosti změnila na více zastavěnou kategorii, jsou považovány za více ohrožené další zástavbou.

Klasifikace

Procento těchto změn je převedeno pomocí exponenciální škály na 7 kategorií (viz Tab. 5.7), hodnota 1 je pro nejmenší riziko, hodnota 7 pro nejvyšší riziko.

Tab. 5.7: Převod procenta změn LU na kategorie 1-7

Kategorie	Procento změn
1	0
2	0-1
3	1-3
4	3-8
5	8-20
6	20-40
7	40-100

5.3.2 Komponenta: Citlivost

Indikátor: Citlivost biotopů ke změnám land use

Charakteristika

Tento parametr určuje, jak jsou biotopy citlivé k antropickému tlaku. Citlivost biotopů byla převzata z Metody hodnocení biotopů, BVM (Seják a kol.2018), kde je jedním z osmi expertně stanovených hodnotících kritérií. Mapový podklad: vrstva DHL (Czechglobe, 2025). Vyšší citlivost biotopu značí vyšší citlivost biotopů k antropickému tlaku.

Klasifikace

Původní hodnoty z metodiky BVM jsou ve škále 0-6; tato škála byla převedena na škálu 1-7. Hodnota 0 v BVM (nejnižší citlivost) odpovídá hodnotě 1 a hodnota 6 v BVM (nejvyšší citlivost) odpovídá hodnotě 7.

5.3.3 Komponenta: Adaptační kapacita

Indikátor: Stupeň ochrana krajiny

Charakteristika

Ztráta biotopů v důsledku jejich zastavění, případně silnému ovlivnění blízkou zástavbou a komunikacemi je většinou trvalá a adaptační ani regulační kapacita původních biotopů nemá na výsledek žádný (u zastavěných) nebo omezený vliv (u biotopů v blízkosti). Účinná regulace je prevence za pomoci efektivní ochrany. Hodnotí se tedy stupeň ochrany v rámci hranic vytyčených zón velkoplošné a maloplošné ochrany.

Stupně ochrany krajiny se určily podle kombinace různých typů a zón velkoplošné a maloplošné ochrany. Mapové zdroje: otevřená data AOPK - zonace VCHU, MZCHU, EVL a Ptačí oblasti. Čím vyšší ochrana krajiny, tím příznivější z hlediska regulační kapacity.

Klasifikace

Stupně ochrany krajiny podle kombinace různých typů a zón velkoplošné a maloplošné ochrany jsou expertně klasifikovány ve škále 1-7, kategorie 7 odpovídá nejvyššímu stupni ochrany a kategorie 1 nejnižšímu (Tab. 5.8).

Tab. 5.8. Stupně ochrany krajiny podle kombinace různých typů a zón velkoplošné a maloplošné ochrany

Kategorie	Typ ZCHU
1	4. zóna CHKO; zóna kulturní krajiny NP, přírodní park
2	ochranné pásmo NP; 3. zóna CHKO, ptačí oblasti mimo VCHÚ
3	PP mimo VCHÚ; ptačí oblasti v CHKO, EVL mimo VCHÚ
4	3. zóna NP; 2. zóna CHKO; NPP, PP, EVL v rámci CHKO; PR a NPP mimo VCHÚ
5	EVL* a ptačí oblasti v NP; NPP a PP v rámci NP, PR v rámci CHKO
6	2. zóna NP (zóna přírodě blízká), 1. zóna CHKO, NPR
7	1. zóna NP (zóna přírodní, klidová území)

5.4 Riziko snížení přírodnosti biotopů v důsledku fragmentace krajiny

Matice zranitelnosti

komponenta					
Expozice		Citlivost		Adaptační kapacita	
Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor
Fragmentace biotopů	Fragmentační síť	Citlivost biotopů k fragmentaci	Hodnota MSA_Fragmentace určující velikost nenarušené plochy přírodních a přírodě blízkých biotopů	Míra ochrany krajiny	Expertně stanovené kategorie ochrany
			Poměr plochy polygonů funkčních skupin biotopů nedosahujících hodnoty minimiareálu	Konektivita	D2N

5.4.1 Komponenta: Expozice

Indikátor: Fragmentační síť

Charakteristika

Stanovení fragmentační sítě (FS) a jejího působení na okolní biotopy zahrnuje , rychlostní komunikace, komunikace I.-III. třídy a elektrifikované dvou a více kolejné železniční tratě, vše v polygonovém vyjádření. Fragmentace se stanovuje pouze pro biotopy přírodní, přírodě blízké a přírodě vzdálené dle klasifikace Seják a kol. (2018).

Počítá se vzdálenost každého místa (pixelu) k nejbližšímu prvku FS. Ve čtverci 500x500 se počítá mediánová hodnota. Mapové zdroje: DHL (Czechglobe, 2025).

Bližší vzdálenost k prvkům fragmentační sítě vyjadřuje vyšší ovlivnění fragmentací a ztrátu jádrových (neovlivněných) území biotopů. Tedy menší vzdálenost indikuje vyšší riziko fragmentace, naopak větší vzdálenost menší riziko.

Klasifikace

Celkový rozsah hodnot se klasifikuje do 7 kategorií podle přirozených zlomů. Kategorie 1 vyjadřuje nejnižší ovlivnění fragmentační sítí, kategorie 7 vyjadřuje nejvyšší ovlivnění.

* * * * *

5.4.2 Komponenta: Citlivost

Indikátor: Citlivost biotopů k fragmentaci

Charakteristika

Tento parametr vyjadřuje celistvost komplexu přírodních a přírodě blízkých biotopů, vyjádřenou velikostí jejich sloučené plochy. Stejně se následně vyjádří i pro biotopy přírodě vzdálené (podle metodiky Seják a kol. 2018), pro ně má však hodnota nižší váhu.

Pro stanovení vlivu fragmentace byl využit pro národní podmínky adaptovaný model GLOBIO 3.6 (Pechanec et al., 2021) a jeho komponenta MSA fragmentace, aktualizovaná pro rok 2025. Hodnota, související s dopady fragmentace se počítá jako velikost nenarušené plochy, která se hodnotí zvlášť pro dvě kategorie: 1) přírodní + přírodě blízké biotopy a 2) přírodě vzdálené biotopy. Tyto kategorie se vztahují k vrstvě biotopů DHL a jsou převzaté z Metodiky hodnocení biotopů, BVM (Seják a kol. 2018), Mapový zdroj: DHL (Czechglobe, 2025). Během analýzy se sloučí všechny biotopy, náležející nejprve do první kategorie (přírodní a přírodě blízké biotopy) a počítá se rozloha jejich souvislé plochy. Následně se to samé provede pro biotopy, náležející do druhé kategorie (přírodě vzdálené biotopy). Ve výpočtu se používá vážený průměr těchto dvou hodnot, přičemž hodnota, vztahující se k přírodním a přírodě blízkým biotopům, má dvojnásobnou váhu oproti hodnotě, vztahující se k přírodě vzdáleným biotopům.

Čím větší plocha sloučených přírodních a přírodě blízkých biotopů a dále biotopů přírodě vzdálených, tím menší citlivost k fragmentaci.

Klasifikace

Celkový rozsah hodnot se klasifikuje do 7 kategorií na základě metody přirozených zlomů.

Kategorie 1 vyjadřuje nejnižší citlivost (největší plochu), kategorie 7 vyjadřuje nejvyšší citlivost (nejmenší plochu).

* * * * *

Indikátor: Poměr plochy polygonů funkčních skupin biotopů nedosahujících hodnoty minimiareálu

Charakteristika

K fragmentaci jsou obzvláště citlivé biotopy, které jsou již nyní fragmentované a vyskytují se v malých rozlohách, které nedostačují k tomu, aby měly jádrové území neovlivněné fragmentační sítí a okrajovým efektem a aby disponovaly dostatečně vysokou genetickou diverzitou. Pro všechny typy biotopů byly stanoveny tzv. minimiareály, což je minimální rozloha, která zajišťuje dlouhodobou existenci těchto biotopů. Rozlohy minimiareálů byly převzaty z Metody hodnocení biotopů BVM (Seják a kol. 2018), viz Příloha, Tabulka VI. Podtypy biotopů označené písmenem za kódem biotopu byly pro tento účel sloučeny do základních typů biotopů. Rozlohy biotopů se poté porovnávají s těmito stanovenými minimálními rozlohami. Nejprve se vytvoří vrstva základních typů biotopů (odpovídá seznamu biotopů v Seják a kol. 2018), bez jejich rozlišení na jednotlivé podtypy. Pro každý polygon se spočítá rozloha daného biotopu, u mozaiek biotopů dílčí rozloha každého biotopu. Mapový zdroj: DHL (Czechglobe, 2025). Počítá se podíl – plocha biotopu/minimareál podle Seják a kol. (2018). Poměr je převeden na procento z minimareálu, proto čím větší číslo (procento), tím menší citlivost biotopů a příznivější stav.

Klasifikace

Procento plochy biotopu z minimareálu se převede na 7člennou škálu podle exponenciálního vztahu, viz tabulka 5-9. Hodnota 1 je nejprůznivější hodnota; značí biotopy s velkou rozlohou, 7 je nejméně příznivá, značí biotopy dosahující jen zlomek minimareálu.

Tab. 5.9: Převod procenta plochy z minimareálu na kategorie 1-7

Kategorie	Procento z plochy minimareálu
1	nad 500
2	180-500
3	130-180
4	90-130
5	50-90
6	20-50
7	0-20

5.4.3 Komponenta: Adaptační kapacita

Indikátor: Konektivita / Konektivita přírodních biotopů

Charakteristika

Konektivita přírodních a přírodě blízkých biotopů je vysoká u nefragmentovaných biotopů, ale může být dostatečná i tam, kde je fragmentace relativně vysoká, jelikož je závislá na vzájemné vzdálenosti fragmentů biotopů. Pokud tato vzdálenost nepřesahuje limitní hodnotu, je zde předpoklad proudění genů a šíření propagulí, což zmírňuje dopad fragmentace na přírodní a přírodě blízké biotopy.

- další popis indikátoru viz předchozí riziko

* * * * *

Indikátor: Stupeň ochrany přírody

Charakteristika

V oblastech, kde již započala fragmentace, je vyšší riziko jejího dalšího nárůstu. Ochrana přírody a krajiny může zmírňovat a zpomalovat další fragmentaci cenných biotopů.

- další popis indikátoru viz předchozí riziko

5.5 Riziko snížení přírodnosti biotopů v důsledku znečištění prostředí

Matice zranitelnosti

komponenta					
Expozice		Citlivost		Adaptační kapacita	
Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor
Znečištění ovzduší spady dusíku	Hodnoty spadu dusíkatých látek	Citlivost biotopů a klíčových druhů ke spadu dusíkatých látek	Hodnoty kritických zátěží pro typy biotopů	Konektivita přírodních biotopů	Distance to nature (D2N)
				Předpoklad vyšší resilience a a daptability při vyšší diverzitě druhů	Parametr „Diverzita druhů“ Metody hodnocení a oceňování biotopů (Seják a kol. 2018)
				Předpoklad vyšší adaptability a schopnosti obnovy díky životním strategiím	Klasifikované životní strategie C-S-R

5.5.1 Komponenta: Expozice

Indikátor: Hodnoty spadu NO_x

Charakteristika

Spady dusíku působí znečištění a eutrofizaci biotopů, působí negativně zejména na přírodní oligotrofní biotopy. Pro analýzu hodnot spadu byla použita data z veřejně databáze EMEP – mezinárodní databáze programu spolupráce pro monitorování a hodnocení dálkového přenosu látek znečišťujících ovzduší v Evropě. Použita byla data pro rok 2024.

Klasifikace

Čím větší množství spadu látek, tím větší tlak na biotopy. Získané hodnoty byly rozděleny do 7 intervalů metodou přirozených zlomů.

Kategorie	
1	
2	
3	

4	
5	
6	
7	

5.5.2 Komponenta: Citlivost

Indikátor: Citlivost biotopů ke spadům NO_x

Charakteristika

Spady dusíku působí znečištění a eutrofizaci biotopů, působí negativně zejména na přírodní oligotrofní biotopy. Na základě empirických a expertních odhadů byly stanoveny hodnoty kritické zátěže dusíku ($\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$) pro jednotlivé biotopy. Hodnoty pro přírodní a příroděblízké biotopy byly stanoveny podle klasifikace EUNIS (Bobbink a Hettelingh, 2011) a pro některé lesní biotopy byly hodnoty stanoveny na základě studie Zapletal et al. (2014).

Biotopy s nejnižší citlivostí snesou velké množství spadu dusíku, aniž by tím byl významně ovlivněny, mají nízkou citlivost a hodnotu 1. Biotopy s nejvyšší citlivostí jsou ovlivněny i malým množstvím spadu dusíku, mají vysokou citlivost a hodnotu 7.

Klasifikace

Klasifikace citlivosti typů biotopů na spady dusíku do sedmi kategorií se řídí hodnotami v Tabulce 5.10.

Tab. 5.10: Citlivost biotopů na zátěž spadu dusíku ($\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$), hodnota 1 je nejlepší, hodnota 7 je nejhorší.

Kategorie	Hodnoty spadu N ($\text{kg N ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$)
1	25–30
2	17–20
3	15–16
4	11–13
5	9–10
6	7–8
7	3–5

5.5.3 Komponenta: Adaptační kapacita

Indikátor: Předpoklad vyšší resilience a adaptability při vyšší diverzitě druhů

Charakteristika

Biotopy s vyšší druhovou diverzitou mají většinou také vyšší funkční diverzitu a „response“ diverzitu (diverzita reakcí na disturbanci). Tyto biotopy mohou lépe regenerovat, protože většinou obsahují alespoň některé druhy, které po poškození dokážou rychle vytvářet novou biomasu. U zátěže dusíkem navíc bývá problém rozšíření několika málo dominantních druhů, ovšem u diverzifikovaných společenstev existuje silnější konkurenční síť; dominance druhů je tlumena přítomností funkčně odlišných konkurentů (Turnbull et al. 2016; Maynard et al. 2017). Diverzifikované rostlinné společenstvo také podporuje pestřejší půdní mikrobiom a vyšší podíl mykorhizních symbióz (Shen et al. 2021), jež může zmírňovat extrémní výkyvy dostupnosti dusíku.

- další popis indikátoru viz předchozí riziko

* * * * *

Indikátor: Předpoklad vyšší adaptability a schopnosti obnovy díky životním strategiím

Charakteristika

Předpokládáme, že určitá kombinace životních strategií jednotlivých druhů biotopu souvisí s jeho schopností obnovy (její rychlostí a kvalitou) po disturbanci.

- další popis indikátoru viz předchozí riziko

* * * * *

Indikátor: Konektivita přírodních biotopů

Charakteristika

Propojenost neboli konektivita přírodních biotopů je velmi důležitá pro resilienci krajiny, pro obnovné procesy rostlin po disturbancích, pro udržování zdravých populací živočichů a pro adaptaci krajiny na klimatickou změnu. Pro obecnou propojenost přírodních biotopů, která souvisí s ekologickou stabilitou a adaptabilitou krajiny, je vhodná metoda “Distance to Nature” (D2N).

- další popis indikátoru viz předchozí riziko

5.6 Riziko dopadů vlny veder v městském prostředí

Matice zranitelnosti

komponenta					
Expozice		Citlivost		Adaptační kapacita	
Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor
Vysoké teploty	Průměrná denní maximální teplota vzduchu JJA 1991–2020	Demografická struktura obyvatelstva	Podíl dětí	Změny krajiny	Koeficient ekologické stability
	Změna průměrné denní maximální teploty vzduchu JJA 1991–2020 a 2021–2050		Podíl seniorů		
	Průměrná denní minimální teplota vzduchu JJA 1991–2020		Index stáří		
	Změna průměrné denní minimální teploty vzduchu JJA 1991–2020 a 2021–2050	Charakter bydlení	Podíl bytů s 1 žijící osobou		
	Počet tropických dní 1991–2020	Dostupnost zdravotní péče	Dostupnost zdravotnických zařízení		
	Změna počtu tropických dní 1991–2020 a 2021–2050	Charakter land cover/land use	Propustnost povrchu		
	Počet dní s tropickou nocí 1991–2020		Pokrytí půdy vegetací		
	Změna počtu dní s tropickou nocí 1991–2020 a 2021–2050	Charakter reliéfu	Expozice a sklon svahu		
	Teplota povrchu během nejteplejších dnů v letních měsících (květen–září) v letech 2020-2024		Nadmořská výška		

5.6.1 Komponenta: Expozice

Indikátor: Průměrná denní maximální teplota vzduchu červen-srpen

Charakteristika

Průměrná denní maximální teplota vzduchu v letním období za klimatický normál posiluje jako indikátor v rámci indexu význam období nejčastějšího výskytu mimořádně vysokých teplot, vln veder. Současně oproti průměrné denní teplotě vzduchu vyjadřuje přímo prostorovou diferenciaci teplotních extrémů v rámci ČR. Pro klasifikaci byly zvoleny septily.

Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, © Czechglobe).

Klasifikace

Kategorie	Průměrná denní maximální teplota vzduchu (°C)
1	≤ 22,650
2	22,651 – 23,360
3	23,361 – 23,870
4	23,871 – 24,300
5	24,301 – 24,720
6	24,721 – 25,210
7	≥ 25,211

* * * * *

Indikátor: Změna průměrné denní maximální teploty vzduchu červen-červenec-srpen 1991–2020 a 2021–2050

Charakteristika

Změna průměrná denní maximální teploty vzduchu v letním období za klimatický normál posiluje jako indikátor v rámci indexu význam období nejčastějšího výskytu mimořádně vysokých teplot, vln veder. Charakteristika poskytuje porovnání rozsahu změn teplotních extrémů mezi jednotlivými oblastmi. V oblastech s větší absolutní změnou maximálních teplot může být větší i velikost hazardu/hrozby vysokých teplot a tepelného ostrova. Pro klasifikaci byly zvoleny septily.

Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, © Czechglobe).

Klasifikace

Kategorie	Změna průměrné denní maximální teploty (°C)
1	≤ 1,270
2	1,271 – 1,320
3	1,321 – 1,360
4	1,361 – 1,400
5	1,401 – 1,440
6	1,441 – 1,510
7	≥ 1,511

* * * * *

Indikátor: Průměrná denní minimální teplota vzduchu červen-červenec-srpen

Charakteristika

Průměrná denní minimální teplota vzduchu v letních měsících za klimatický normál byla zařazena jako faktor, který nepřímo reflektuje tepelnou zátěž v nočních hodinách, kdy vysoké minimální denní teploty mají značné negativní dopady na zdravotní stav ohrožené části populace. Pro klasifikaci byly zvoleny septyly. Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, © Czechglobe).

Klasifikace

Kategorie	Průměrná denní minimální teplota (°C)
1	≤ 11,130
2	11,131 – 11,520
3	11,521 – 11,770
4	11,771 – 12,140
5	12,141 – 12,540
6	12,541 – 12,950
7	≥ 12,951

* * * * *

Indikátor: Změna průměrné denní minimální teploty vzduchu červen-červenec-srpen 1991–2020 a 2021–2050

Charakteristika

Změna průměrné minimální teploty vzduchu v letních měsících za klimatický normál byla zařazena jako faktor, který nepřímo reflektuje tepelnou zátěž v nočních hodinách, kdy vysoké minimální denní teploty mají značné negativní dopady na zdravotní stav ohrožené části populace. Charakteristika poskytuje porovnání rozsahu změn teplotních extrémů mezi jednotlivými oblastmi. V oblastech s větší absolutní změnou minimálních teplot může být větší i velikost hazardu/hrozby vysokých teplot a tepelného ostrova. Pro klasifikaci byly zvoleny septily.

Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, © Czechglobe).

Klasifikace

Kategorie	Změna průměrné denní minimální teploty (°C)
1	≤ 1,220
2	1,221 – 1,260
3	1,261 – 1,290
4	1,291 – 1,320
5	1,321 – 1,360
6	1,361 – 1,430
7	≥ 1,431

* * * * *

Indikátor: Počet tropických dní 1991–2021 a 2021–2050

Charakteristika

Klíčový ukazatel poukazující na denní extremitu klimatu a stres z tepla v teplém půlroce. Tropický den se určuje, když je maximální denní teplota rovna nebo vyšší než 30,0 °C. Pro klasifikaci byly zvoleny septily. Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, © Czechglobe).

Klasifikace

Kategorie	Počet tropických dní
1	≤ 5,260
2	5,261 – 7,470
3	7,471 – 9,330
4	9,331 – 11,120
5	11,121 – 13,120

6	13,121 – 15,520
7	≥ 15,521

* * * * *

Indikátor: Změna počtu tropických dní 1991–2020 a 2021–2050

Charakteristika

Ukazatel poukazující na změny v počtech tropických dní (maximální denní teplota je 30,0 ° nebo více) v teplém půlroce. Zvýšený počet tropických dní vede k četnějším a delším epizodám stresu z tepla. Pro klasifikaci byly zvoleny septily.

Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, © Czechglobe).

Klasifikace

Kategorie	Změna počtu tropických dní
1	≤ 5,710
2	5,711 – 6,850
3	6,851 – 7,620
4	7,621 – 8,310
5	8,311 – 8,930
6	8,931 – 9,760
7	≥ 9,761

* * * * *

Indikátor: Počet dní s tropickou nocí 1991–2020 a 2021–2050

Charakteristika

Klíčový ukazatel poukazující na mimořádně teplé noci v teplém půlroce. Den s tropickou nocí se určuje, když teplota neklesne pod 20,0 °C. Teplé noci představují mimořádnou zátěž pro obyvatele a jsou přímo spojeny se zdravotními problémy a zvýšenou úmrtností.

Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, © Czechglobe).

Klasifikace

Kategorie	Počet dní s tropickou nocí
-----------	----------------------------

1	0,000
2	0,001 – 0,030
3	0,031 – 0,080
4	0,081 – 0,150
5	0,151 – 0,270
6	0,271 – 0,530
7	≥ 0,531

* * * * *

Indikátor: Změna počtu dní s tropickou nocí 1991–2020 a 2021–2050

Charakteristika

Ukazatel poukazující na změny v počtu dní s tropickou nocí (teplota neklesne pod 20,0 °C) v teplém půlroce. Zvýšený počet tropických nocí a jejich výskyt v oblastech, kde se dříve neobjevovaly představují mimořádnou zátěž pro obyvatele a jsou přímo spojeny se zdravotními problémy a zvýšenou úmrtností. Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, © Czechglobe).

Klasifikace

Kategorie	Změna počtu dní s tropickou nocí
1	≤ 0,390
2	0,391 – 0,600
3	0,601 – 0,820
4	0,821 – 1,170
5	1,171 – 1,590
6	1,591 – 2,260
7	≥ 2,261

* * * * *

Indikátor: Teplota povrchu během nejteplejších dnů v měsících květen až září v letech 2020–2024

Charakteristika

Povrchová teplota v nejteplejších dnech je vhodným a dostupným ukazatelem intenzity povrchového tepelného ostrova města (SUHI). Ten se sice liší od samotného tepelného ostrova města (UHI), avšak v kombinaci s výše uvedenými indikátory teploty vzduchu může tento ukazatel zaměřený na nejteplejší dny v roce vhodně doplnit sadu indikátorů ve výsledné matici. Pro klasifikaci byly zvoleny septily.

Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, © Czechglobe).

Klasifikace

Kategorie	Teplota povrchu (°C)
1	≤ 32,81
2	32,82 - 34,10
3	34,11 - 35,04
4	35,05 - 36,02
5	36,03 - 37,18
6	37,19 - 38,87
7	≥ 38,88

* * * * *

5.6.2 Komponenta: Citlivosti

Indikátor: Podíl dětí

Charakteristika

Indikátor podílu dětí (0-14 let) charakterizuje jednu ze dvou základních skupin v populaci zranitelných vlivem vysokých teplot v letních měsících. Děti, zejména ty mladší, mohou hůře snášet vlny veder, proto také je tento ukazatel vhodný pro sadu indikátorů ve výsledné matici. Pro klasifikaci byly zvoleny septily. Data byla převzata z Malý lexikon obcí ČR.

Klasifikace

Kategorie	Podíl dětí
1	≤15,06
2	15,07 - 16,08
3	16,08 - 16,09
4	16,09 - 17,12

5	17,12 - 17,13
6	17,13 - 18,29
7	≥18,30

* * * * *

Indikátor: Podíl seniorů

Charakteristika

Indikátor podílu seniorů (65+ let) charakterizuje jednu ze dvou základních skupin v populaci zranitelných vlivem vysokých teplot v letních měsících. Senioři, zejména ti starší, mohou hůře snášet vlny veder, proto také je tento ukazatel vhodný pro sadu indikátorů ve výsledné matici. Pro klasifikaci byly zvoleny septily. Data byla převzata z Malý lexikon obcí ČR.

Klasifikace

Kategorie	Podíl seniorů
1	≤16,22
2	16,23 - 18,13
3	18,14 - 19,53
4	19,54 - 20,91
5	20,92 - 22,44
6	22,45 - 24,64
7	≥24,65

* * * * *

Indikátor: Index stáří

Charakteristika

Ukazatel indexu stáří (0-14/65+ let) představuje základní demografický ukazatel, který postihuje změny ve věkové struktuře obyvatel. Po roce 1989 se výrazně změnila věková skladba populace, a to směrem k jejímu stárnutí, tj. věková skupina 65+ let místy výrazně převažuje nad dětskou složkou 0-14 let. Vyšší hodnoty ukazatele (nad 100) ukazují vyšší zranitelnost populace vlivem vysokých teplot v letních měsících. Proto je tento ukazatel vhodný pro sadu indikátorů ve výsledné matici. Pro klasifikaci byly zvoleny septily.

Data byla převzata z Malý lexikon obcí ČR a Databáze demografických údajů za obce ČR

Klasifikace

Kategorie	Index stáří
1	≤84,90
2	84,91 - 101,36
3	101,37 - 115,33
4	115,34 - 129,41
5	129,42 - 145,87
6	145,88 - 174,07
7	≥174,07

* * * * *

Indikátor: Podíl bytů s 1 žijící osobou

Charakteristika

Podíl bytů s 1 žijící osobou definuje tu část bytového fondu v obcích, která se stává více náchylnou pro teplotní výkyvy během letních měsíců, a to zejména s ohledem na skutečnost, že v těchto bytech žijí především starší osamělí lidé. Mnohé z bytů nedisponují klimatizací, čímž zranitelnost seniorů vůči vlnám veder je o to větší. Proto je tento ukazatel vhodný pro sadu indikátorů ve výsledné matici. Pro klasifikaci byly zvoleny septily.

Data byla převzata ze SLDB: Obydlené byty podle počtu osob v bytě, druhu domu a podle obcí vybraného SO ORP.

Klasifikace

Kategorie	Podíl bytů s 1 žijící osobou
1	≤20,75
2	20,76 - 23,44
3	23,45 - 25,72
4	25,73 - 28,13
5	28,14 - 30,90
6	30,91 - 35,01
7	≥35,02

* * * * *

Indikátor: Expozice a sklon svahu

Charakteristika

Ukazatel vyjadřující vliv orientace a sklonu terénu na míru dopadajícího slunečního záření. Hodnota 3 představuje normálně osluněné plochy; s klesající hodnotou se míra oslunění snižuje, naopak vyšší hodnoty odpovídají intenzivněji osluněným plochám. Svahy orientované k jihu a se strmějším sklonem jsou vystaveny vyššímu oslunění, což přispívá k nárůstu povrchových teplot a zvyšuje riziko akumulace tepla. Ukazatel doplňuje hodnocení prostorové variability tepelného zatížení území. Pro klasifikaci byly zvoleny septily.

Data byla převzata z ČÚZK: Digitální model reliéfu.

Klasifikace

Kategorie	Expozice a sklon svahu
1	$\leq 2,931$
2	2,932 - 2,978
3	2,979 - 2,998
4	2,999 - 3,011
5	3,012 - 3,041
6	3,042 - 3,102
7	$\geq 3,103$

* * * * *

Indikátor: Nadmořská výška

Charakteristika

Ukazatel reflektující vliv nadmořské výšky na teplotní poměry území, kdy s rostoucí nadmořskou výškou zpravidla dochází k poklesu teploty vzduchu. Níže položené oblasti jsou proto obecně více ohroženy výskytem extrémních teplot, vln veder a zvýšeným tepelným stresem. Pro klasifikaci byly zvoleny septily.

Data byla převzata z ČÚZK: Digitální model reliéfu.

Klasifikace

Kategorie	Nadmořská výška
1	≤245,5
2	245,6 - 302,0
3	302,1 - 376,3
4	376,4 - 436,4
5	436,5 - 486,6
6	486,7 - 556,7
7	≥556,8

* * * * *

Indikátor: Pokrytí půdy vegetací

Charakteristika

Ukazatel vychází z NDVI spočítaného na základě snímků družic Sentinel-2. Vzhledem k převážně ochlazujícímu efektu zeleně lze oblasti s nižší hodnotou NDVI považovat za náchylnější k přehřívání. Pro klasifikaci byly zvoleny septily. Data byla převzata z *Normalised Difference Vegetation Index* Sentinel-2 NDVI připraveného expert z World from Space.

Klasifikace

Kategorie	Pokrytí půdy vegetací
1	≥0,70
2	0,66 - 0,69
3	0,62-0,65
4	0,59-0,61
5	0,56-0,58
6	0,52-0,55
7	≤0,51

* * * * *

Indikátor: Propustnost povrchu

Charakteristika

Ukazatel vychází z analýzy snímků družic Sentinel-2, Sentinel-1 (World from Space). Vyšší zastoupení nepropustných povrchů indikuje větší náchylnost území k přehřívání. Uvedené hodnoty indikují % zastoupení nepropustných povrchů na území obce. Pro klasifikaci byly zvoleny septily.

Data byla zpracována ze vstupních datasetů High Resolution Layer Imperviousness; Sentinel-2 a Sentinel-1 experty z World from Space.

Klasifikace

Kategorie	Propustnost povrchu
1	≤1,31
2	1,32 - 1,75
3	1,76 - 2,18
4	2,19 - 2,72
5	2,73 - 3,62
6	3,63 - 5,40
7	≥5,41

* * * * *

* * * * *

Indikátor: Dostupnost zdravotnických zařízení – Pro praktické lékaře

Charakteristika

Dostupnost vychází z modelování variant E2SFCA. Celkem 5 variant E2SFCA (dle nastavení *distance decay function*), kdy v každé variantě bylo vypočítáno skóre dostupnosti, které bylo následně klasifikováno do kvantilů 1-5 (1-nejnižší dostupnost, 5 nejvyšší). V každé variantě byla obec bodována dle umístění v kvantilu.

Tímto způsobem byly přiřazeny body každé obci pro všech pět nastavení *distance decay* funkce. Skóre dostupnosti pro obec je následně spočítáno jako součet bodů, které obec získala v jednotlivých nastaveních. Skóre může nabývat hodnot od 5 do 25. Čím vyšší je hodnota skóre, tím vyšší je dostupnost zdravotnických služeb. Pokud skóre nabývá hodnoty 5, znamená to, že obec při všech nastaveních náleží do Q1, tedy do kvantilu s nejnižší dostupností. Hodnota 25 znamená, že obec ve všech pěti nastaveních náleží právě do Q5, tedy do kvantilu s nejvyšší dostupností.

Klasifikace

Kategorie	Skóre dostupnosti
1	5-7
2	8-11
3	12-15
4	16-18
5	19-21
6	22-24
7	25

* * * * *

Indikátor: Dostupnost zdravotnických zařízení – Pro nemocnice a polikliniky

Charakteristika

Dostupnost vychází z modelování variant E2SFCA. Celkem 5 variant E2SFCA (dle nastavení *distance decay function*), kdy v každé variantě bylo vypočítáno skóre dostupnosti, které bylo následně bylo klasifikováno do kvantilů 1-5 (1-nejnižší dostupnost, 5 nejvyšší). V každé variantě byla obec bodována dle umístění v kvantilu.

Tímto způsobem byly přiřazeny body každé obci pro všech pět nastavení distance decay funkce. Skóre dostupnosti pro obec je následně spočítáno jako součet bodů, které obec získala v jednotlivých nastaveních. Skóre může nabývat hodnot od 5 do 25. Čím vyšší je hodnota skóre, tím vyšší je dostupnost zdravotnických služeb. Pokud skóre nabývá hodnoty 5, znamená to, že obec při všech nastaveních náleží do Q1, tedy do kvantilu s nejnižší dostupností. Hodnota 25 znamená, že obec ve všech pěti nastaveních náleží právě do Q5, tedy do kvantilu s nejvyšší dostupností.

Klasifikace

Kategorie	Skóre dostupnosti
1	5-6
2	7-10
3	11-14
4	15-17
5	18-20
6	21-24
7	25

* * * * *

Indikátor: Dostupnost zdravotnických zařízení – Dojezd ZZS (záchranné zdravotnické služby)

Charakteristika

Byla modelována dojezdovost do 20 minut. Zákon č. 374/2011 Sb. definuje povinnost vytvořit síť tak, aby bylo území pokryto do 20 minut jízdy, ne že každá sanitka musí přijet do 20 minut za každých okolností. Z dat o ZZS byly pro analýzy vyjmuty 4 stanice mající pouze LZS (leteckou záchrannou službu). Zbýlé stanice disponují alespoň jedním dalším typem ZZS – tedy rychlá zdravotnická pomoc (RZP), rychlá lékařská pomoc (RLP), rychlá lékařská pomoc v systému Rendez-Vous (RV). Nebyl zohledněn počet výjezdových skupin, tzn. byl využit pouze binární charakter (ano/ne) jednoho ze ZZS.

Následně byla modelována síťovou analýzou dojezdovost následovně (20 minut / 3). Poté byly obcím (bodová vrstva definičních bodů obcí) přiřazeny hodnoty dle pásma dojezdovosti, do kterého spadají.

Klasifikace

Kategorie	Dojezd ZZs
1	Více než 20 (více než 20 minut)
3	13,34-20,00 (13 minut a 20 sekund až 20 minut)
5	6,68-13,33 (6 minut a 40 sekund až 13 minut a 20 sekund)
7	0-6,67 (0 až 6 minut a 40 sekund)

5.6.3 Komponenta: Adaptační kapacita

Indikátor: Koeficient ekologické stability

Charakteristika

Interpretace

Klasifikace

5.7 Riziko vzniku městských tepelných ostrovů

Matice zranitelnosti

komponenta							
Expozice		Citlivost		Adaptační kapacita			
Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor		
Vysoké teploty v urbanizované krajině	Průměrná denní teplota vzduchu 1991–2020	Demografická struktura obyvatelstva	podíl dětí	Změny krajiny	Koeficient ekologické stability		
	Změna průměrné denní teploty vzduchu 1991–2020 a 2021–2050		podíl seniorů				
	Průměrná denní maximální teplota vzduchu JJA 1991–2020		index stáří				
	Změna průměrné denní maximální teploty vzduchu JJA 1991–2020 a 2021–2050	Charakter bydlení	Podíl bytů s 1 žijící osobou				
	Průměrná denní maximální teplota vzduchu DJF 1991–2020	Dostupnost zdravotní péče	Dostupnost zdravotnických zařízení				
	Změna průměrné denní maximální teploty vzduchu DJF 1991–2020 a 2021–2050	Charakter land cover/land use	Propustnost povrchu				
	Průměrná denní minimální teplota vzduchu JJA 1991–2020		Pokrytí půdy vegetací				
	Změna průměrné denní minimální teploty vzduchu JJA 1991–2020 a 2021–2050	Charakter reliéfu	Expozice a sklon svahu				
	Počet tropických dní 1991–2020		Nadmořská výška				
	Změna počtu tropických dní 1991–2020 a 2021–2050						
	Počet dní s tropickou nocí 1991–2020						
	Změna počtu dní s tropickou nocí 1991–2020 a 2021–2050						
	Průměrná teplota povrchu v měsících květen–září v letech 2020-2024						

5.7.1 Komponenta: Expozice

Indikátor: Průměrná denní teplota vzduchu

Charakteristika

Průměrná denní teplota vzduchu za klimatický normál je základní klimatologická charakteristika vypovídající o teplotních poměrech zkoumané oblasti. Samotná charakteristika sice nevypovídá o teplotních extrémech a intenzitě UHI, ale spoluurčuje pravděpodobnost výskytu mimořádně vysokých teplot z hlediska prostorové diferenciaci v rámci ČR. Pro klasifikaci byly zvoleny septily. Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, © Czechglobe).

Klasifikace

Kategorie	Průměrná denní teplota (°C)
1	≤ 7,550
2	7,551 – 8,060
3	8,061 – 8,400
4	8,401 – 8,750
5	8,751 – 9,090
6	9,091 – 9,520
7	≥ 9,521

* * * * *

Indikátor: Změna průměrné denní teploty vzduchu 1991–2020 a 2021–2050

Charakteristika

Změna průměrné denní teploty vzduchu za klimatický normál může být považována za základní ukazatel informující o rozsahu teplotních změn v důsledku změny klimatu v dané oblasti. Samotná charakteristika sice nevypovídá o teplotních extrémech a intenzitě tepelného ostrova města, ale poskytuje porovnání rozsahu změn teplotních poměrů mezi jednotlivými oblastmi. V oblastech s větší absolutní změnou teplot může být větší i velikost hazardu/hrozby vysokých teplot. Pro klasifikaci byly zvoleny septily.

Klasifikace

Kategorie	Změna průměrné denní teploty (°C)
1	≤ 1,210
2	1,211 – 1,240
3	1,241 – 1,270
4	1,271 – 1,300
5	1,301 – 1,330
6	1,331 – 1,360
7	≥ 1,361

* * * * *

Indikátor: Průměrná denní maximální teplota vzduchu červen-červenec-srpen - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Změna průměrné denní maximální teploty vzduchu červen-červenec-srpen 1991–2020 a 2021–2050 - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Průměrná denní maximální teplota vzduchu prosinec-leden-únor

Charakteristika

Průměrná denní maximální teplota vzduchu v zimním období za klimatický normál byla zařazena jako faktor, který nepřímo reflektuje tepelné ostrovy v zimním období. Vyjadřuje přímo prostorovou diferenciaci teplotních extrémů v rámci ČR s potenciálními ekologickými dopady. Pro klasifikaci byly zvoleny septily.

Klasifikace

Kategorie	Průměrná denní maximální teplota (°C)
1	≤ 2,670
2	2,671 – 3,140
3	3,141 – 3,490
4	3,491 – 3,770
5	3,771 – 4,010
6	4,011 – 4,310

7	≥ 4,311
---	---------

* * * * *

Indikátor: Změna průměrné denní maximální teploty vzduchu prosinec-leden-únor 1991–2020 a 2021–2050

Charakteristika

Změna průměrné denní maximální teploty vzduchu v zimním období za klimatický normál byla zařazena jako faktor, který nepřímo reflektuje tepelné ostrovy v zimním období. Změna v prostorové diferenciaci teplotních extrémů v rámci ČR může mít potencionálními ekologické dopady. Pro klasifikaci byly zvoleny septily.

Klasifikace

Kategorie	Změna průměrné denní maximální teploty
1	≤ 0,950
2	0,951 – 0,980
3	0,981 – 1,010
4	1,011 – 1,040
5	1,041 – 1,070
6	1,071 – 1,110
7	≥ 1,111

* * * * *

Indikátor: Průměrná denní minimální teplota vzduchu červen-červenec-srpen - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Změna průměrné denní minimální teploty vzduchu červen-červenec-srpen 1991–2020 a 2021–2050 - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Počet tropických dní - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Změna počtu tropických dní 1991–2020 a 2021–2050 - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Počet dní s tropickou nocí - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Změna počtu dní s tropickou nocí 1991–2020 a 2021–2050 - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Průměrná teplota povrchu v měsících květen–září v letech 2020-2024 - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

5.7.2 Komponenta: Citlivosti

Indikátor: Podíl dětí - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Podíl seniorů - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Index stáří - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Podíl bytů s 1 žijící osobou - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Dostupnost zdravotnických zařízení - Pro praktické lékaře - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Dostupnost zdravotnických zařízení - Pro nemocnice a polikliniky - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Dostupnost zdravotnických zařízení - Dojezd ZZS (záchranné zdravotnické služby) - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Expozice a sklon svahu - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Nadmořská výška - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Pokrytí půdy vegetací - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Propustnost povrchu - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

5.7.3 Komponenta: Adaptační kapacita

Indikátor: Koeficient ekologické stability - *komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko*

5.8 Riziko nedostupnosti pitné vody pro obyvatelstvo

Matice zranitelnosti

Expozice		komponenta Citlivost		Adaptační kapacita	
Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor
Dostupnost „veřejného“ zdroje – napojení na vodovodní řad	Podíl bytů v obci zásobovaných vodou z vodovodu	Dostupnost „soukromého“ zdroje	Podíl bytů v obci/ku napojených na soukromý zdroj vody	Kolik vody se zadrží v místě	Průměrná propustnost povrchu v obci
Množství srážek	Úhrn srážek				

5.8.1 Komponenta: Expozice

Indikátor: Podíl bytů v obci zásobovaných vodou z vodovodu

Charakteristika

Vstupní data pochází z datového portálu ČSÚ. Jedná se o datový soubor ze SLDB (byty za obce (2021), ve kterém je údaj o počtu bytů napojených na veřejný vodovod. Tento údaj byl přepočítán do podílu vůči celkovému počtu bytů v obci.

Mediánová hodnota podílu napojených bytů v ČR je 80. Proto byla tato hodnota vzata jako střed a od ní se odvíjí hraniční hodnoty ostatních kategorií.

Klasifikace

Kategorie	Podíl bytů
1	>95
2	90,1 – 95
3	85,1 – 90
4	75,1 – 85
5	50,1 – 75
6	25,1 – 50
7	<25

* * * * *

Indikátor: Úhrn srážek

Charakteristika

ClimRisk – průměr pro období 2009 – 2038 (2023). Vstupní data jsou počítána na katastrální území – přepočet průměrem na obce – v krajských městech zachovány katastrální území. Rozdělení bylo provedeno pomocí přirozených zlomů s následnou mírnou úpravou. Prostřední kategorie vychází z normálu srážek pro ČR (1991-2020 – 684 mm).

Klasifikace

Kategorie	Úhrn srážek
1	>1000
2	850,1 – 1000
3	750,1 – 850
4	650,1 – 750
5	600,1 – 650
6	550,1 – 600
7	<550

5.8.2 Komponenta: Citlivost

Indikátor: Podíl bytů v obci napojených na soukromý zdroj vody

Charakteristika

Vstupní data pochází z datového portálu ČSÚ. Jedná se o datový soubor ze SLDB (byty za obce (2021), ve kterém je údaj o počtu bytů napojených na soukromý zdroj vody. Tento údaj byl přepočítán do podílu vůči celkovému počtu bytů v obci. Mediánová hodnota podílu napojených bytů v ČR je 8. Proto byla tato hodnota vzata jako střed a od ní se odvíjí hraniční hodnoty ostatních kategorií.

Klasifikace

Kategorie	Podíl bytů
1	<3
2	3 - 5

3	5,1 – 7
4	7,1 – 10
5	10,1 - 25
6	25,1 – 50
7	>50

5.8.3 Komponenta: Adaptační kapacita

Indikátor: Průměrná propustnost povrchu

Charakteristika

Pro analýzu byly využity data o nepropustnosti území k roku 2024 zpracovaná experty z World from Space (ukazatel pracuje s propustností, takže menší nepropustnost = větší číslo v klasifikaci). Střední hodnota napříč ČR byla 4 – tato hodnota byla zařazena do střední kategorie. Rozdělení bylo provedeno pomocí přirozených zlomů s následnou mírnou úpravou.

Klasifikace

Kategorie	Propustnost povrchu
1	>10
2	7,1 – 10
3	5,1 – 7
4	3,1 – 5
5	2,1 – 3
6	1–2
7	<1

5.9 Riziko dopadů extrémní srážek na obyvatele a městské prostředí

Matice zranitelnosti

		komponenta			
Expozice		Citlivost		Adaptační kapacita	
Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor
Množství srážek	Plocha záplavového území Q100 v zastavěné části obce	Nepropustnost povrchu	Průměrná nepropustnost v území	Propustnost povrchu	Průměrná propustnost povrchu v obci/k.ú.
	Počet kritických bodů přívalové povodně na plochu obce/k.ú.	Zastoupení zranitelné části obyvatel	Podíl zranitelné části obyvatel (0-15, 65+)		
	Úhrn srážek	Výskyt kritické infrastruktury v záplavovém území	Podíl kritické infrastruktury v záplavovém území		

5.9.1 Komponenta: Expozice

Indikátor: Počet kritických bodů přívalové povodně na plochu obce

Charakteristika

Pro analýzu byla využita vrstva kritických bodů přívalových povodní z HEIS VÚV. Počet kritických bodů byl přepočítán na plochu obce.

Klasifikace

Kategorie	Počet kritických bodů
1	0
2	0 – 0,05
3	0,05 – 0,1
4	0,1 – 0,2
5	0,2 – 0,5
6	0,5 – 1
7	>1

* * * * *

Indikátor: Plocha záplavového území Q100 v zastavěné části obce

Charakteristika

Pro analýzu byly použity data o záplavovém území Q100. Analýza se zaměřuje na lidi, a proto byla plocha Q100 v obci oříznuta zastavěným územím. Indikátor tak ukazuje podíl zastavěné plochy ohrožené povodní.

Některé obce jsou ohroženy rozlivy vícero řek a tyto rozlivy se překrývají. V datech pak tyto obce nabývají hodnotu vyšší než 1.

Klasifikace

Kategorie	Plocha záplavového území
1	<0,5
2	0,5 – 0,15
3	0,16 – 0,25
4	0,25 – 0,4
5	0,4 – 0,6
6	0,6 – 0,8
7	>0,8

* * * * *

Indikátor: Úhrn srážek

Charakteristika

ClimRisk – průměr pro období 2009 – 2038 (2023). Vstupní data jsou počítána na katastrální území – přepočten průměrem na obce – v krajských městech zachovány katastrální území. Rozdělení bylo provedeno pomocí přirozených zlomů s následnou mírnou úpravou. Prostřední kategorie vychází z normálu srážek pro ČR (1991-2020 – 684 mm).

Klasifikace

Kategorie	Úhrn srážek
1	<550
2	550,1 – 600
3	600,1 – 650

4	650,1 – 750
5	750,1 – 850
6	850,1 – 1000
7	>1000

5.9.2 Komponenta: Citlivost

Indikátor: Průměrná nepropustnost území

Charakteristika

Pro analýzu byly využity data o nepropustnosti území zpracovaná experty z World from Space. Střední hodnota napříč ČR byla 4 – tato hodnota byla zařazena do střední kategorie. Rozdělení bylo provedeno pomocí přirozených zlomů s následnou mírnou úpravou.

Klasifikace

Kategorie	Průměrná nepropustnost
1	<1
2	1–2
3	2,1 – 3
4	3,1 – 5
5	5,1 – 7
6	7,1 – 10
7	>10

* * * * *

Indikátor: Podíl zranitelné části obyvatel (0-15, 65+)

Charakteristika

Klasifikace vychází z SLDB 2021 z počtu lidí ve věku do 15 let a 65+. Střední hodnota napříč ČR je 37. Tato hodnota byla použita jako výchozí pro určení prostřední kategorie. Rozdělení bylo provedeno pomocí přirozených zlomů.

Klasifikace

Kategorie	Podíl zranitelné části
1	<17
2	17,1 – 32
3	32,1 – 36
4	36,1 – 38
5	38,1 – 42
6	42,1 – 50
7	>50

* * * * *

Indikátor: Podíl kritické infrastruktury v záplavovém území

Charakteristika

Do analýzy vstupují počty definičních bodů **průmyslových objektů** (dřevozpracující a papírenský průmysl, hlubinná těžba, hutnický průmysl, chemický průmysl, ostatní nerozlišený průmysl, polygrafický průmysl, potravinářský průmysl, průmysl skla keramiky a stavebních hmot, strojírenský průmysl, textilní oděvní a kožedělný průmysl), **nemocnic, škol** (lesní mateřská škola, mateřská škola běžná, mateřská škola při zařízení pro výkon ústavní-ochranné výchovy, mateřská škola při zdravotnickém zařízení, mateřské školy, mateřská škola zřízená podle § 16 odst. 9 školského zákona, základní škola běžná, základní škola při zařízení pro výkon ústavní-ochranné výchovy, základní škola při zdravotnickém zařízení, základní škola zřízená podle § 16 odst. 9 školského zákona, základní školy) a **sociálních zařízení** (domovy pro důchodce, pečovatelská služba) v záplavovém území Q100 v zastavěné části obce.

Pro klasifikaci byl vypočítán podíl „potenciálně“ ohrožených objektů. Do analýzy byly zahrnuty tyto kategorie objektů, jelikož se jedná o místa s vyšší koncentrací zranitelných osob (do 15 let a 65+) a zaplavení průmyslových podniků může výrazně zvýšit riziko dopadu povodně.

Klasifikace

Kategorie	Podíl kritické infrastruktury
1	<0,15
2	0,15 – 0,3
3	0,31 – 0,45

4	0,46 – 0,6
5	0,61 – 0,75
6	0,75 – 0,9
7	0,9 - 1

5.9.3 Komponenta: Adaptační kapacita

Indikátor: Propustné povrchy

Charakteristika

Pro analýzu byly využity data o nepropustnosti území (ukazatel pracuje s propustností, takže menší nepropustnost = větší číslo v klasifikaci). Střední hodnota napříč ČR byla 4 – tato hodnota byla zařazena do střední kategorie. Rozdělení bylo provedeno pomocí přirozených zlomů s následnou mírnou úpravou.

Klasifikace

Kategorie	Propustné povrchy
1	>10
2	7,1 – 10
3	5,1 – 7
4	3,1 – 5
5	2,1 – 3
6	1–2
7	<1

5.10 Riziko dopadů sucha na obyvatele a městské prostředí

Matice zranitelnosti

komponenta					
Expozice		Citlivost		Adaptační kapacita	
Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor
Znečištění ovzduší pevnými částicemi	Roční průměrná hodnota PM10 (5leté průměry)	Nepropustnost povrchu	Průměrná nepropustnost v obci/ku	Propustnost povrchu	Průměrná propustnost povrchu v území
	Roční průměrná hodnota PM2,5 (5leté průměry)	Výskyt zranitelné části obyvatel	Podíl zranitelné části obyvatel (0-15, 65+)		
Množství srážek	Úhrn srážek				

5.10.1 Komponenta: Expozice

Indikátor: Roční průměrná hodnota PM10 (5leté průměry)

Charakteristika

Analýza vychází z veřejně dostupných dat *Oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší (OZKO)*, budované ČHMÚ – konkrétně z 5letých ročních průměru a sleduje průměrnou koncentraci částic PM 10 v obci. Rozdělení bylo provedeno pomocí přirozených zlomů s mírnou úpravou.

Klasifikace

Kategorie	Roční průměrná hodnota PM10
1	<10
2	10,1 – 12
3	12,1 – 14
4	14,1 – 16
5	16,1 – 18
6	18,1 – 20
7	>20

* * * * *

Indikátor: Roční průměrná hodnota PM2,5 (5leté průměry)

Charakteristika

Analýza vychází z veřejně dostupných dat *Oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší (OZKO)*, budované ČHMÚ – konkrétně z 5letých ročních průměru a sleduje průměrnou koncentraci částic PM 2,5 v obci. Rozdělení bylo provedeno pomocí přirozených zlomů s mírnou úpravou.

Klasifikace

Kategorie	Roční průměrná hodnota PM2,5
1	<5
2	5,1 - 7
3	7,1 – 9
4	9,1 – 11
5	11,1 – 13
6	13,1 – 15
7	>15

* * * * *

Indikátor: Úhrn srážek - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko (kap. 5.8.1)

5.10.2 Komponenta: Citlivost

Indikátor: Průměrná nepropustnost v obci/ku - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Podíl zranitelné části obyvatel (0-15, 65+) - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

5.10.3 Komponenta: Adaptační kapacita

Indikátor: Propustné povrchy - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

5.11 Riziko Vysychání pramenišť, vodních toků, mokřadů a snižování hladiny vodních nádrží

Matice zranitelnosti

komponenta					
Expozice		Citlivost		Adaptační kapacita	
Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor
Sucho dané klimaticky (nepříznivá kombinace srážek a teplot)	SPEI	Výskyt vodních nádrží, vodních toků, pramenišť, jezer a mokřadů	Procento vodních, mokřadních biotopů	Retenční kapacita území	Retenční vodní kapacita půdy
	Roční úhrn srážek	Citlivost/odolnost mokřadní a pobřežní vegetace na sucho	Citlivost/odolnost mokřadní a pobřežní vegetace na sucho	Schopnost porostu udržovat mikroklima	Schopnost porostu udržovat mikroklima
	Počet dní s nízkou vlhkostí půdy	Absence zastínění, absence břehových porostů, dřevinné vegetace	Absence dřevinné vegetace v bufferu kolem vodního útvaru	Stabilita příznivé formy využívání krajiny	Podíl ochranných pásem vodních
	Průměrná roční teplota vzduchu	Riziko vysychání drobných toků	Kategorie rizika vysychání		

5.11.1 Komponenta: Expozice

Indikátor: Počet dní s nízkou vlhkostí půdy

Charakteristika

Je charakterizován jako den s nízkou vlhkostí půdy do 40 cm, kdy AWR (relativní vlhkost půdy - vody dostupné pro rostliny) je pod 30%. Tento index slouží pro posouzení rizik spojenými se suchem a přírodními požáry. Lze využít pro různé aspekty v zemědělství, lesnictví i vodního hospodářství. Například vyšší počet dnů s nízkou půdní vláhou do 40 cm znamená vyšší nároky na závlahy. Data byla převzata z webové aplikace ClimRisk (<https://www.climrisk.cz>, ©Czechglobe).

Klasifikace

Kategorie	Počet dní
1	<5
2	5,1 - 7
3	7,1 – 9
4	9,1 – 11
5	11,1 – 13
6	13,1 – 15
7	>15

* * * * *

Indikátor: SPEI - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Roční úhrn srážek - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Průměrná roční teplota - komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

5.11.2 Komponenta: Citlivost

Indikátor: Procento vodních, mokřadních biotopů

Charakteristika

Výskyt vodních nádrží, vodních toků, pramenišť, jezer a mokřadů byl počítán v krajinném kontextu, ve čtvercích 500x500 m, jako procento těchto ploch z rozlohy čtverce. Mezi tyto vybrané typy biotopů patří všechny přírodní, přírodě blízké i přírodě vzdálené typy biotopů podle klasifikace Seják a kol. (2018) z kategorie vodních (V, XV), mokřadních (M, XM) a rašelinných (R) biotopů a podmáčené křoviny (K1) a lesy, konkrétně L1, L9.2 (viz Tab. 5.5). Mapový zdroj: DHL (Czechglobe, 2025).

* * * * *

Indikátor: Citlivost/odolnost mokřadní a pobřežní vegetace na sucho

Charakteristika

Citlivost biotopů na sucho byla stanovena pro přírodní a přírodě blízké biotopy, které náleží do kategorie V (vodní), M (mokřadní), R (rašelinné) a část lesních (různé druhy lužních porostů) a

lučních (nivní louky) na základě Červeného seznamu biotopů ČR (Chytrý et al. 2020, Chytrý et al. 2019), jenž vychází z metodiky pro Červený seznam ekosystémů Mezinárodního svazu ochrany přírody (IUCN) v úpravě použité v Evropském červeném seznamu biotopů. Hodnocenými kritérii je kvantitativní ústup biotopu, jeho omezené geografické rozšíření a zhoršení abiotické a biotické kvality biotopu.

Citlivost typu biotopu na sucho byla pro přírodní a přírodě blízké biotopy odvozena z Červeného seznamu biotopů (Chytrý a kol. 2020), rizika to na základě dvou příčin rizika vysychání a nedostatek srážek. Tato ohroženost je v obou případech hodnocena ve stupnici od 0 do 3 (0 pro nejmenší riziko/citlivost, 3 pro nejvyšší riziko/citlivost).

Klasifikace

Pro každý typ biotopu byl proveden součet těchto dvou hodnot, jehož výsledek se pohyboval od 0 do 6. Tato stupnice byla převedena na stupnici 1-7, kde 1 vyjadřuje nejmenší citlivost a 7 největší.

* * * * *

Indikátor: Absence dřevinné vegetace v bufferu kolem vodního útvaru

Charakteristika

Dřevinná vegetace lemující vodní toky (v rámci tzv. příbřežních zón) představuje ekologicky klíčový prvek, který zásadně ovlivňuje teplotu vody, mikroklima říčních koridorů, retenci vody v údolní nivě a tím i hydrologický režim povodí a celkovou stabilitu ekosystému. Absence vegetace v příbřežní zóně může významně zvyšovat riziko epizodického i dlouhodobého vysychání toků, zejména v oblastech se zemědělskou nebo urbanizovanou krajinou.

Přítomnost dřevinné vegetace podél vodních toků vede k nižším teplotám vody a zvýšeným objemům rozpuštěného kyslíku ve vodě, naopak nezastíněné úseky jsou vystaveny vyšší solární radiaci a rychlejšímu zahřívání koryta, což podporuje rychlejší ztrátu vody výparem a akceleruje vysychání.

Tento indikátor je hodnocen v rámci bufferů podél vodních toků a vodních ploch o poloměru 2,5 m od břehové čáry. Pro identifikaci dřevinné vegetace o výšce 3 a více metrů je využita zpracovaná satelitní data.

Klasifikace

DOPLNIT

* * * * *

Indikátor: Kategorie rizika vysychání

Charakteristika

Hydrologické sucho a vysychání vodních toků je fenomén, kterému je dlouhodobě věnována značná pozornost zejména v aridních oblastech, v Evropě např. ve Středomoří. Střední Evropa a ČR nebyly považovány za území bezprostředně ohrožené suchem, byť v minulosti se různě dlouhá období sucha vyskytovala (Brázdil et al. 2015). Dopady sucha, a především vysychání našich toků, které jsme v ČR zaznamenali v období 2015-2019, však tento pohled zásadně změnily. Nedostatek vody v tocích totiž představuje problém nejen pro vlastní fungování ekosystému toku a narušení hydrologických vazeb na okolní ekosystémy, ale znamená zásadní dopad pro zásobování pitnou vodou, odběry vody pro průmysl a závlahy, v neposlední řadě především pro ředění a dočištění zbytkového znečištění vod odtékajících z čistíren odpadních vod. Z hlediska vysychání patří mezi nejohroženější malé toky 1.-4. řádu podle Strahlera, na které byla zaměřena pozornost projektu TAČR Biosucho (TA02020395). Výstupem toho projektu byla mimo jiné mapová vrstva, ve které je navržena tříbodové kategorizace území České republiky z hlediska vysychání drobných vodních toků (1.-4- řádu podle Strahlera), která zde byla využita.

S ohledem na prohlubování dopadů klimatické změny byla originální vrstva doplněna o dodatečná klimatická data potenciální evapotranspiraci (PET). PET (mm/rok) udává množství vody, které by se mohlo vypařit a transpirovat, pokud by bylo dostupné dostatečné množství vody. Potenciální evapotranspirace vyjadřuje schopnost atmosféry odnímat vodu z rostlinného krytu, popřípadě z půdního povrchu. Data jsou převzata z portálu Climrisk.

Klasifikace

Tab. X. Rozdělení kategorií podle hodnot potenciální evapotranspirace (PET)

Kategorie	Kategorie Biosucho	Hodnoty PET
1	1	<600
2	1	600-650
3	1	>650
4	2	<700
5	2	>700
6	3	<700
7	3	>700

5.11.3 Komponenta: Adaptační kapacita

Indikátor: Retenční vodní kapacita půdy

Charakteristika

Retenční vodní kapacita půdy (RVK) představuje množství vody, které je půda schopna zadržet v kapilárních pórech po odtoku gravitační vody. Jedná se o jeden z nejdůležitějších ukazatelů schopnosti krajiny regulovat extrémní hydrologického režimu, tedy povodně a sucho. Vzhledem ke zvyšující se četnosti klimatických extrémů nabývá RVK na významu jako indikátor ekosystémových regulačních služeb, především regulace odtoku a podpory vodního režimu území. RVK je výrazně závislá na zrnitosti a pórovitosti. Nejvyšší hodnoty vykazují půdy hlinité a jílovitohlinité, jejichž RVK může dosahovat až 350 l/m² (tj. cca 350 mm vodního sloupce) v případě černozemí a hnědozemí. Pro vyjádření tohoto indikátoru na celorepublikové úrovni je využita

Klasifikace

DOPLNIT

Indikátor: Schopnost porostu udržovat mikroklima

- komplexní popis indikátoru viz předchozí riziko

Indikátor: Podíl ochranných pásem vodních

Charakteristika

Ochranná pásma vodních zdrojů (OPVZ) představují území se zvláštním režimem využívání, jejichž cílem je zajistit ochranu jakosti, vydatnosti a zdravotní nezávadnosti povrchových a podzemních zdrojů pitné vody. Jsou stanovována podle § 30 vodního zákona (254/2001 Sb.) a v praxi představují zásadní regulační prvek v území, který omezuje zástavbu, zemědělské hospodaření, průmyslové aktivity či jiné činnosti ohrožující vodní zdroj.

V kontextu klimatické změny mají OPVZ význam přesahující samotnou ochranu vodního zdroje. Zvyšují odolnost krajiny vůči hydrologickým extrémům, podporují infiltraci a retenci vody, stabilizují lokální mikroklima a brání degradaci půdy. OPVZ často zahrnují území s vysokou infiltrační funkcí (typicky štěrkopískové kolektory, pramenné oblasti, nivy). Tato území, vzhledem k omezenému hospodářskému využití, zůstávají méně zatížena antropogenní činností, což podporuje přirozenou infiltrační schopnost půd, stabilizuje úroveň podzemních vod a v obecné rovině tak zmírňuje dopady sucha. V pásmech I. a II. stupně je regulováno hnojení, průmyslové aktivity, intenzita dopravy, aplikace chemikálií či některé hospodářské postupy, čímž vzniká pufrací zóna, která posiluje přirozené samočisticí procesy krajiny. V důsledku legislativních

omezení se v OPVZ méně vyskytují zdroje plošného i bodového znečištění, což zvyšuje ekosystémovou odolnost krajiny vůči klimatickým extrémům.

Tento indikátor využívá databázi ochranných pásem vodních zdrojů (VÚV TGM), obsahující přesné hranice polygonů OPVZ a klíčové atributy (stupeň pásma, zdroj vody, dokumentace opatření obecné povahy). Analyzován je podíl prostorového zastoupení pásem I. stupně (vysoká stabilita) a II. stupně (střední stabilita) z rozlohy příslušného katastrálního území.

Klasifikace

DOPLNIT

5.12 Riziko ohrožení větrnou erozí

V případě tohoto rizika byla převzata vrstva ohrožení větrnou erozí, poskytnuté přímo MZe, s aktualizací k polovině roku 2025 s přesností na jednotlivé LPIS bloky.

5.13 Riziko posunu areálu indikačních druhů

Matice zranitelnosti

komponenta					
Expozice		Citlivost		Adaptační kapacita	
Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor	Co hodnotíme	Indikátor
Změna bioklimatických podmínek (a dalších abiotických faktorů) v čase	Změna bioklimatických proměnných (ClimRisk) (a abiotických prediktorů)	Biologické a ekologické vlastnosti indikačních druhů	Šířka ekologické niky, funkční skupina, migrační schopnost druhů	Schopnost krajiny umožnit migraci druhů a udržet diverzitu v čase	Konektivita přírodních biotopů (D2N), stupeň ochrany území, heterogenita krajiny

Toto riziko se zaměřuje na hodnocení dopadů klimatické změny na druhovou diverzitu fauny prostřednictvím modelování změn vhodnosti stanovišť (habitatů) pro vybraný soubor indikačních druhů. Cílem je kvantifikovat riziko ztráty biodiverzity v důsledku posunu klimatických nik.

Charakteristika

Cílem této analýzy je vytvořit prostorový indikátor změny druhové diverzity fauny, který umožní identifikovat oblasti s nejvyšším rizikem ekologické transformace fauny v důsledku klimatické změny.

Metodický přístup je založen na modelování distribuce druhů (*Species Distribution Modelling, SDM*) – konkrétně na tvorbě habitatových modelů pro vybrané indikační druhy na základě environmentálních a bioklimatických proměnných platných pro současnost a na následné predikci posunu jejich areálu reflektujících změnu bioklimatických proměnných v budoucnosti (rok 2045).

Analýza je koncipována tak, že expozice vyjadřuje míru změny klimatických podmínek v prostoru (tj. jak výrazně se změní abiotické prostředí v daném místě), zatímco citlivost odráží biologické a ekologické vlastnosti jednotlivých indikačních druhů (tj. jak silně a jakým způsobem na tyto změny reagují). Výsledný indikátor posunu areálu druhů integruje oba tyto aspekty prostřednictvím dvou vzájemně doplňujících se výstupů: změny predikované vhodnosti habitatu a změny druhové početnosti.

Nálezová data

Nálezová data o výskytu druhů byla získána z Národní databáze ochrany přírody (NDOP); do analýzy byly zahrnuty výhradně záznamy označené jako garantované nebo validované, čímž byla zajištěna dostatečná kvalita a spolehlivost vstupních dat.

Základní soubor druhů vychází z habitatového modelování realizovaného v rámci projektu DivLand. Z tohoto souboru byl proveden cílený výběr reprezentativních indikačních druhů na základě jejich ekologických vlastností a dostupnosti dostatečného počtu nálezových záznamů v NDOP. Při výběru byla uplatněna následující kritéria: **taxonomická skupina:** měkkýši, motýli, obojživelníci, plazi, ptáci, savci

- **funkční skupina:** les, otevřená krajina (louky/stepi), mokřady atd.
- **spatial coverage:** celá ČR, ne regionální či lokální rozšíření
- **počet nálezů a jejich lokalizace:** alespoň 80 nálezů, filtr blízkých lokalit kvůli oversamplingu (100m rastr)

Environmentální prediktory

Statické prediktory – u těchto proměnných se nepředpokládá zásadní změna mezi současností a rokem 2045, a proto jsou použity jako konstantní vstup pro obě modelovaná období:

- **topografie:** DEM, vertikální heterogenita, radiační index, relativní vlhkost
- **biotopy:** bazicita, hloubka půdy, hladina vody, dominantní veg. skupina, trofie
- **land cover/habitaty:** KVES, ploškovitost, hustota/vzdálenosti k vodním plochám a tokům
- **antropogenní faktory:** vzdálenosti k sídlům, hustota/vzdálenosti od komunikací

Dynamické prediktory – tyto proměnné se mezi oběma modelovanými obdobími mění a tvoří jádro klimatické složky analýzy: **bioklimatické proměnné** z databáze ClimRisk v rastrovém formátu o rozlišení 500 m, reprezentující projektované změny klimatu mezi referenčním obdobím 2005 (1991–2020) a výhledovým horizontem 2045 (2031–2060)

Projekce bioklimatických proměnných reprezentují střednědobý výhled do roku 2045, zvolený s ohledem na aplikační využitelnost výsledků při plánování adaptačních opatření na regionální úrovni – jde o časový horizont dostatečně vzdálený pro zachycení klimatického signálu, zároveň však dostatečně blízký pro relevantní využití v územním a krajinném plánování.

Finální vstupní data habitatových modelů

70 indikačních druhů - soubor indikačních druhů byl koncipován tak, aby pokrýval široké spektrum ekologických nároků, trofických vazeb a disperzních schopností druhů. Tím umožňuje

komplexně zachytit diferenciované funkční odpovědi fauny na změny klimatických podmínek napříč krajinou České republiky - viz. tabulka:

Tab. xxx

Taxonomická skupina			Počet	Funkční skupina		Počet
Bezobratlí	Motýli		23	Les		32
	Měkkýši		12	Otevřená krajina, louky, stepi, skály		22
				Okolí vod, mokřady, rašeliniště		16
Obratlovci	Ptáci		14			
	Obojživelníci		8			
	Plazi		6			
	Savci		5			

10 nekorelovaných prediktorů – finální výběr prediktorů byl proveden na základě analýzy Pearsonova korelačního koeficientu vrstev harmonizovaných na prostorové rozlišení 100 m. Prediktory vykazující vzájemnou korelaci $|r| \geq 0,7$ byly z analýzy vyřazeny, aby se předešlo multikolinearitě a nestabilitě modelů. Výsledných 10 prediktorů pokrývá klíčové abiotické dimenze prostředí relevantní pro distribuci fauny.

Tab.

Typ prediktoru	Název prediktoru	Vysvětlivka
Bioklimatický	tavg_2005	průměrná roční teplota vzduchu
	sra_2005_a_s	úhrn srážek v teplém půlroce
	rh_2005_djf	relativní vlhkost vzduchu v zimním období
	rad_2005_yaer	celoroční globální radiace
	sunh_2005_djf	délka slunečního svitu v zimním období
Topografický	dem	digitální elevační model
	vert_het	vertikální heterogenita reliéfu
Habitatový	kves	konsolidovaná vrstva ekosystémů 2023
	bazifilni	bazifilita biotopů dle Natury 2020
	neutrofilni	neutrofilita biotopů dle Natury 2020

Metodické kroky SDM (Species Distribution Modelling)

Modelování distribuce druhů bylo provedeno metodou Maximum Entropy (MaxEnt), která patří mezi nejrozšířenější a nejlépe validované přístupy v oblasti SDM. Metoda pracuje výhradně s daty o přítomnosti druhu (presence-only data) a odhaduje pravděpodobnostní distribuci výskytu na základě environmentálních proměnných, přičemž hledá distribuci s maximální entropií splňující omezení daná nálezovými daty.

Postup modelování zahrnoval následující kroky:

- **Kalibrace a evaluace modelů** byla automatizována pomocí balíčku ENMeval v prostředí R. Tento nástroj systematicky testuje různé konfigurace modelu – kombinace typů funkcí odezvy (linear, quadratic, product, threshold, hinge) a hodnot regularizačního parametru (β) – a hodnotí je pomocí sady metrik. Jako hlavní kritérium výběru optimálního nastavení bylo použito *Akaikeho informační kritérium (AIC)*, které vyvažuje přesnost modelu a jeho komplexitu, čímž minimalizuje riziko přeučení (*overfitting*).
- **Tvorba výsledných modelů** pro jednotlivé druhy proběhla v programu MaxEnt s nastavením funkcí a regularizačního parametru odpovídajícím nejlepší konfiguraci identifikované v předchozím kroku.
- **Validace modelů** byla provedena pomocí *desetinásobné křížové validace (10-fold cross-validation)*, při níž jsou nálezová data opakovaně rozdělena na trénovací a testovací sadu. Výkonnost modelů byla hodnocena pomocí statistik *AUC (Area Under the ROC Curve)*, chyb opomenutí a komise (*omission/commission errors*) a predikované plochy výskytu. Do finálního hodnocení a výstupů byly zahrnuty pouze modely s uspokojivou diskriminační schopností ($AUC > 0,75$).

Zvolený postup SDM umožňuje prostorově explicitně kvantifikovat potenciální změny vhodnosti habitatu a rozšíření/distribuce druhů při zachování vysoké míry robustnosti a přenositelnosti modelů, což je podstatné pro jejich využití v aplikovaném hodnocení zranitelnosti krajiny a návrhu adaptačních opatření.

Výsledky jsou prezentovány ve dvou základních variantách, které se vzájemně doplňují:

- **Absolutní rozdíl počtu druhů** – z habitatových modelů jsou pro každý druh a každé období (2005 a 2045) odvozeny binární (booleovské) mapy přítomnosti/nepřítomnosti, které jsou agregovány do map druhové početnosti. Výsledná mapa rozdílu zachycuje lokality, kde v důsledku klimatické změny dojde potenciálně k nárůstu nebo poklesu počtu druhů. Kladné

hodnoty signalizují přírůstek počtu druhů, záporné hodnoty úbytek. Hodnota 0 označuje lokality, kde se celkový počet druhů mezi oběma obdobími nemění.

- **Kumulativní rozdíl ve vhodnosti habitatu** (*habitat suitability index, HSI*) - Pro každý druh a každé období jsou agregovány hodnoty relativní vhodnosti habitatu (spojitá škála 0–1) do kumulativního indexu. Výsledná mapa rozdílu na spojitě škále zachycuje lokality, kde dojde ke zlepšení či zhoršení habitatových podmínek pro vybrané indikační druhy. Kladné hodnoty signalizují kumulativní zlepšení habitatových podmínek, záporné hodnoty jejich zhoršení. Hodnota 0 označuje relativně stabilní vhodnost – může ji však dosáhnout i lokalita, kde dojde ke zlepšení podmínek pro některé druhy a současně ke zhoršení pro jiné, přičemž se tyto efekty vzájemně vyruší.

Klasifikace a interpretace výsledků

Pro převod spojitých hodnot na sedmistupňovou škálu byly použity přirozené zlomy (*natural breaks*) v rozdělení hodnot pro celé území ČR. Kategorie 1 odpovídá nejnižším hodnotám (nejnižšímu riziku změny), kategorie 7 nejvyšším hodnotám (nejvyššímu riziku změny druhové diverzity / vhodnosti habitatu). Zároveň lze mapové výstupy agregovat zvláště pro jednotlivé taxonomické skupiny, funkční skupiny apod., což umožňuje cílenou analýzu pro konkrétní složky fauny.

Je důležité zdůraznit, že výsledné mapy nevyjadřují skutečný budoucí výskyt druhů, ale relativní změnu potenciální vhodnosti území a druhové diverzity v důsledku očekávané klimatické změny. Identifikují tak oblasti (katastry) s vyšší pravděpodobností ekologické transformace fauny, které by do budoucna měly z environmentálního hlediska v budoucnu vyžadovat zvýšenou pozornost při návrhu adaptačních a ochranných opatření, zejména při vymezování územní ochrany, plánování ekologických koridorů a prioritizaci managementových intervencí v krajině.

5.13.1 Komponenta: Expozice

Indikátor: Změna bioklimatických a abiotických podmínek

Charakteristika

Expozice vyjadřuje míru změny abiotického prostředí v jednotlivých lokalitách. Hlavním zdrojem dat jsou bioklimatické proměnné (teplota, srážky, indexy sucha) pro referenční období (1991–

2020) a výhledový horizont 2045 (2031–2060) dle agregovaného scénáře ClimRisk. Tyto proměnné vstupují jako prediktory do habitatových modelů jednotlivých druhů.

Klasifikace

Výsledné modelované změny (rozdíl v počtu druhů a kumulativní HSI) jsou agregovány na úroveň katastrálních území a klasifikovány na sedmistupňové škále (1–7) metodou přirozených zlomů (*Natural Breaks*). Kategorie 1 představuje minimální změnu podmínek, kategorie 7 představuje nejvyšší míru expozice (největší predikovanou změnu prostředí).

5.13.2 Komponenta: Citlivost

Indikátor: Biologické a ekologické vlastnosti indikačních druhů

Charakteristika

Citlivost odráží biologické a ekologické vlastnosti jednotlivých indikačních druhů, zejména šířku jejich ekologické amplitudy (toleranci vůči variabilitě podmínek prostředí), příslušnost k funkční skupině (les, otevřená krajina, mokřady aj.) a jejich migrační schopnost. Soubor 70 indikačních druhů byl zvolen tak, aby pokrýval široké spektrum ekologických nároků, trofických vazeb a disperzních schopností a umožnil tak zachytit diferencované funkční odpovědi fauny na změny klimatu napříč krajinou ČR.

Způsob hodnocení

Citlivost je implicitně zahrnuta v parametrech habitatových modelů jednotlivých druhů (tvar odezvy na environmentální prediktory, rozsah vhodných podmínek, pravděpodobnost výskytu) a v jejich výsledných mapách vhodnosti habitatu (HSI). Druhy s úzkou ekologickou nikou a omezenou disperzí vykazují vyšší citlivost vůči změnám klimatu než druhy s širokou amplitudou a dobrou migrační schopností.

Klasifikace

Míra citlivosti se promítá do výsledných map rozdílů druhové početnosti a kumulativní vhodnosti habitatu. Při agregaci na úroveň katastrálních území je citlivost vyjádřena na sedmistupňové škále 1–7, kde vyšší kategorie (5–7) odpovídají vyšší citlivosti druhových společenstev na změnu klimatu (větší úbytek druhů / zhoršení HSI).

5.13.3 Komponenta: Adaptační kapacita

U rizika posunu areálu indikačních druhů není samostatně modelována komponenta adaptační kapacity v podobě samostatného indikátoru. Předpokládáme, že adaptační kapacita je částečně implicitně zahrnuta v prostorové struktuře krajiny (konektivita biotopů, stupeň ochrany území, heterogenita prostředí), které však v této etapě projektu nejsou pro toto riziko hodnoceny jako samostatné indikátory.

6 Závěr

Hlavním výstupem představeného řešení je nová (aktuální pro rok 2025) regionalizace území celé České republiky z pohledu zranitelnosti krajiny a naléhavosti provedení adaptačních opatření v krajině. Hlavním přínosem je realizace uvedeného přístupu k jednomu konzistentnímu časovému období, ze stejných dat, jednotnou metodikou, na stejném detailu a pro kompletní území celého státu.

Skutečnost, že komponenty zranitelnosti byly připraveny v podobě prostorového datasetu, umožňuje provést velmi snadno a rychle hodnocení zranitelnosti a následné rankování pro jakoukoli prostorovou jednotku.

S identifikací území a stupně naléhavosti však využití těchto dat nekončí. Na základě rozboru veřejně dostupných hodnot jednotlivých komponent pro jednotlivá rizika lze relativně snadno identifikovat riziko mající největší vliv na celkovou zranitelnost, stejně jako informaci, která komponenta je kritickou a podle ní vybrat vhodné typové adaptační opatření. Výstupy jsou dostupné na adrese <https://regadapt.upol.cz/> a je podporováno jejich široké využívání v plánování a tvorbě české krajiny.

7 Seznam použité literatury

Aussenac, G. (2000). Interactions between forest stands and microclimate: Ecophysiological aspects and consequences for silviculture. *Annals of Forest Science*, 57, 287–301.

Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R. E., Jenkins, M., Jefferiss, P., Jessamy, V., Madden, J., Munro, K., Myers, N., Naeem, S., Paavola, J., Rayment, M., Rosendo, S., Roughgarden, J., Trumper, K., & Turner, R. K. (2002). Economic reasons for conserving wild nature. *Science*, 297(5583), 950–953.

Bazzoffi, P. (2009). Soil erosion tolerance and water runoff control: Minimum environmental standards. *Regional Environmental Change*, 9(3), 169–179.

Bennett, E. M., Peterson, G. D., & Gordon, L. J. (2009). Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology Letters*, 12(12), 1394–1404.

Birkmann, J., Cardona, O. D., Carreño, M. L., Barbat, A. H., Pelling, M., Schneiderbauer, S., Kienberger, S., Keiler, M., Alexander, D., Zeil, P., & Welle, T. (2013). Framing vulnerability, risk and societal responses: The MOVE framework. *Natural Hazards*, 67(2), 193–211.
<https://doi.org/10.1007/s11069-013-0558-5>

Bobbink, R., & Hettelingh, J. P. (Eds.). (2011). *Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships: Proceedings of an expert workshop (EUNIS), Noordwijkerhout, 23–25 June 2010*.

Bot, A., & Benites, J. (2005). *The importance of soil organic matter: Key to drought-resistant soil and sustained food production* (Vol. 80). Food and Agriculture Organization.

Brázdil, R., Trnka, M., Mikšovský, J., Řezníčková, L., & Dobrovolný, P. (2015). Spring–summer droughts in the Czech Lands in 1805–2012 and their forcings. *International Journal of Climatology*, 35(7).

Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., & Windhorst, W. (2009). Landscapes' capacities to provide ecosystem services: A concept for land-cover based assessments. *Landscape Online*, 15, 1–15.

Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W. & Paulißen D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scr. Geobot. 18: 1–248.

Chytrý, M., Danihelka, J., Kaplan, Z., Wild, J., Holubová, D., Novotný, P., Řezníčková, M., Rohn, M., Dřevojan, P., Grulich, V., Klimešová, J., Lepš, J., Lososová, Z., Pergl, J., Sádlo, J., Šmarda, P., Štěpánková, P., Tichý, L., Axmanová, I., Bartušková, A., ... Pyšek, P. (2021). Pladias database of the Czech flora and vegetation. *Preslia*, 93, 1–87. <https://doi.org/10.23855/preslia.2021.001>

Chytrý, M., Hájek, M., Kočí, M., Pešout, P., Roleček, J., Sádlo, J., Šumberová, K., Sychra, J., Boublík, K., Douda, J., Grulich, V., Härtel, H., Hédli, R., Lustyk, P., Navrátilová, J., Novák, P., Peterka, T., Vydrová, A., & Chobot, K. (2019). Red list of habitats of the Czech Republic. *Ecological Indicators*, 106, 105446.

Chytrý, M., Hájek, M., Kočí, M., Pešout, P., Roleček, J., Sádlo, J., ... Chobot, K. (2020). Červený seznam biotopů České republiky. *Příroda*, 1–172.

Chytrý, M., Kučera, T., Kočí, M., Grulich, V., & Lustyk, P. (Eds.). (2010). *Katalog biotopů České republiky* (2nd ed.). Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.

Chytrý, M., Tichý, L., Dřevojan, P., Sádlo, J., & Zelený, D. (2018). Ellenberg-type indicator values for the Czech flora. *Preslia*, 90, 83–103. <https://doi.org/10.23855/preslia.2018.083>

Chytrý M., Danihelka J., Kaplan Z., Wild J., Holubová D., Novotný P., Řezníčková M., Rohn M., Dřevojan P., Grulich V., Klimešová J., Lepš J., Lososová Z., Pergl J., Sádlo J., Šmarda P., Štěpánková P., Tichý L., Axmanová I., Bartušková A., Blažek P., Chrtek J. Jr., Fischer F. M., Guo W.-Y., Herben T., Janovský Z., Konečná M., Kühn I., Moravcová L., Petřík P., Pierce S., Prach K., Prokešová H., Štech M., Těšitel J., Těšitelová T., Večeřa M., Zelený D., Pyšek P. (2021) Pladias Database of the Czech Flora and Vegetation. – *Preslia* 93: 1–87, <https://doi.org/10.23855/preslia.2021.001>

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253–260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>

De Groot, R. S. (1992). *Functions of nature: Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making*. Wolters-Noordhoff.

De Groot, R. (2006). Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 75(3–4), 175–186.

De Groot, R. S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., & Willemsen, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*, 7(3), 260–272.

Dumbrovský, M., et al. (2022). Vyhodnocení vodního režimu krajiny a revize kritických bodů jako podklad pro návrh adaptačních opatření a zhodnocení jejich účinnosti pomocí srážko-odtokových modelů. Vysoké učení technické v Brně.

Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., & Paulißen, D. (1991). Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*, 18, 1–248.

Escobedo, F. J., Kroeger, T., & Wagner, J. E. (2011). Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution*, 159(8–9), 2078–2087.

Frey, S. J. K., et al. (2016). Spatial models reveal the microclimatic buffering capacity of old-growth forests. *Science Advances*, 2(4).

Geiger, R., Aron, R. H., & Todhunter, P. (2009). *The climate near the ground*. Rowman & Littlefield.

Gimona, A., & van der Horst, D. (2007). Mapping hotspots of multiple landscape functions: A case study on farmland afforestation in Scotland. *Landscape Ecology*, 22(8), 1255–1264.

Gómez-Sal, A., Belmontes, J. A., & Nicolau, J. M. (2003). Assessing landscape values: A proposal for a multidimensional conceptual model. *Ecological Modelling*, 168(3), 319–331.

Gregory, A. S., Watts, C. W., Whalley, W. R., Kuan, H. L., Griffiths, B. S., Hallett, P. D., & Whitmore, A. P. (2007). Physical resilience of soil to field compaction and the interactions with plant growth and microbial community structure. *European Journal of Soil Science*, 58, 1221–1232.

Griffiths, B. S., Hallett, P. D., Daniell, T. J., Hawes, C., Squire, G. S., Mitchell, S. M., Caul, S., Valentine, T. A., Binnie, K., Adeloye, A. J., et al. (2015). Probing soil physical and biological

resilience data from a broad sampling of arable farms in Scotland. *Soil Use and Management*, 31, 491–503.

Grime, J. P. (1974). Vegetation classification by reference to strategies. *Nature*, 250, 26–31.

Grime, J. P. (1979). *Plant strategies and vegetation processes*. Wiley.

Haines-Young, R., & Potschin, M. (2008). *England's terrestrial ecosystem services and the rationale for an ecosystem service approach*. Defra.

IPBES. (2018). *Summary for policymakers of the regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia*. IPBES Secretariat, Bonn.

Kerns, B. K., Kim, J. B., Kline, J. D., Morzillo, A. T., Spies, T. A., & White, E. M. (2016). US exposure to multiple landscape stressors and climate change. *Regional Environmental Change*, 16, 2129–2140. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-0934-2>

Kremen, C. (2005). Managing ecosystem services: What do we need to know about their ecology? *Ecology Letters*, 8(5), 468–479.

Landers, D. H., & Nahlik, A. M. (2013). *Final ecosystem goods and services classification system (FECS-CS)*. U.S. Environmental Protection Agency.

Leal Filho, W., Barbir, J., & Preziosi, R. (2019). *Handbook of climate change and biodiversity*. Springer.

Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., ... Lexer, M. J. (2010). Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259(4), 698–709.

Lüscher, A., Barkaoui, K., Finn, J. A., Suter, D., Suter, M., & Volaire, F. (2022). Using plant diversity to reduce vulnerability and increase drought resilience of permanent and sown productive grasslands. *Grass and Forage Science*, 77(4), 235–246.

Lyons, K. G., Brigham, C. A., Traut, B. H., & Schwartz, M. W. (2005). Rare species and ecosystem functioning. *Conservation Biology*, 19(4), 1019–1024.

- Ma, S. Y., Concilio, A., Oakley, B., North, M., & Chen, J. (2010). Spatial variability in microclimate in a mixed-conifer forest before and after thinning and burning treatments. *Forest Ecology and Management*, 259, 904–915.
- Mattson, W. J., & Haack, R. A. (1987). The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. *BioScience*, 37(2), 110–118.
- Maynard, D. S., Crowther, T. W., & Bradford, M. A. (2017). Competitive network determines the direction of the diversity–function relationship. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(43), 11464–11469.
- Metzger, M. J., Rounsevell, M. D. A., Acosta-Michlik, L., Leemans, R., & Schröter, D. (2006). The vulnerability of ecosystem services to land use change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 114(1), 69–85.
- Metzger, M. J., Schröter, D., Leemans, R., & Cramer, W. (2008). A spatially explicit and quantitative vulnerability assessment of ecosystem service change in Europe. *Regional Environmental Change*, 8(3), 91–107.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: General synthesis*. Island Press.
- Morecroft, M. D., Taylor, M. E., & Oliver, H. R. (1998). Air and soil microclimates of deciduous woodland compared to an open site. *Agricultural and Forest Meteorology*, 90, 141–156.
- Moritz, M. A., Parisien, M. A., Batllori, E., Krawchuk, M. A., Van Dorn, J., Ganz, D. J., & Hayhoe, K. (2012). Climate change and disruptions to global fire activity. *Ecosphere*, 3(6), 1–22.
- Naidoo, R., & Adamowicz, W. L. (2005). Biodiversity and nature-based tourism at forest reserves in Uganda. *Environment and Development Economics*, 10, 159–178.
- Naidoo, R., & Ricketts, T. H. (2006). Mapping the economic costs and benefits of conservation. *PLoS Biology*, 4(11), e360.
- Parmesan, C., Root, T. L., & Willig, M. R. (2000). Impacts of extreme weather and climate on terrestrial biota. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81(3), 443–450.

- Pechanec, V., Cudlín, O., Zapletal, M., Purkyt, J., Štěřbová, L., Chobot, K., ... Cudlín, P. (2021). Assessing habitat vulnerability and loss of naturalness: Applying the GLOBIO3 model in the Czech Republic. *Sustainability*, 13(10), 5355.
- Pierce, S., Negreiros, D., Cerabolini, B. E. L., Kattge, J., Díaz, S., Kleyer, M., ... Tampucci, D. (2017). A global method for calculating plant CSR ecological strategies applied across biomes world-wide. *Functional Ecology*, 31, 444–457.
- Pressey, R. L., & Taffs, K. H. (2001). Scheduling conservation action in production landscapes. *Biological Conservation*, 100(3), 355–376.
- Reinsch, S., Robinson, D. A., van Soest, M. A., Keith, A. M., Parry, S., & Tye, A. M. (2024). Temperate soils exposed to drought—Key processes, impacts, indicators, and unknowns. *Land*, 13(11), 1759.
- Rodrigues, A. S. L., Akçakaya, H. R., Andelman, S. J., Bakarr, M. I., Boitani, L., Brooks, T. M., ... Yan, X. (2004). Global gap analysis: Priority regions for expanding the global protected-area network. *BioScience*, 54(12), 1092–1100.
- Rounsevell, M. D. A., Dawson, T. P., & Harrison, P. A. (2010). A conceptual framework to assess the effects of environmental change on ecosystem services. *Biodiversity and Conservation*, 19(10), 2823–2842.
- Rüdisser, J., Tasser, E., & Tappeiner, U. (2012). Distance to nature—A new biodiversity relevant environmental indicator set at the landscape level. *Ecological Indicators*, 15(1), 208–216. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.09.027>
- Scott, J. H. (2005). *Standard fire behavior fuel models: A comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model*. U.S. Department of Agriculture Forest Service.
- Seják, J., Cudlín, P., Petříček, V., Prokopová, M., Cudlín, O., Holcová, D., Kaprová, K., Melichar, J., Škarková, P., Žákovská, K., & Birklen, P. (2018). *Metodika hodnocení biotopů AOPK ČR (6. verze)*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.
- Seják, J., Pokorný, J., & Seeley, J. (2018). Achieving sustainable valuations of biotopes and ecosystem services. *Sustainability*, 10(11), 4251. <https://doi.org/10.3390/su10114251>

- Shen, C., Wang, J., He, J. Z., Yu, F. H., & Ge, Y. (2021). Plant diversity enhances soil fungal diversity and microbial resistance to plant invasion. *Applied and Environmental Microbiology*, 87(11), e00251-21.
- Scholes, R. J. (2016). Climate change and ecosystem services. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 7(4), 537–550.
- Sullivan, P. (2000). *Drought resistant soils*. ATTRA.
- Thiault, L., Marshall, P., Gelcich, S., Collin, A., Chlous, F., & Claudet, J. (2018). Mapping social–ecological vulnerability to inform local decision making. *Conservation Biology*, 32(2), 447–456. <https://doi.org/10.1111/cobi.12989>
- Tirri, R., Lehtonen, J., Lemmetyinen, R., Pihakaski, S., & Portin, P. (1998). *Elsevier's dictionary of biology*. Elsevier.
- Trnka, M., Čermák, P., Kudláčková, L., Brovkina, O., Štěpánek, P., Bláhová, M., ... Chuchma, F. (2020). *Doporučená adaptační a mitigační opatření v rizikových oblastech výskytu přírodních požárů*. Ministerstvo životního prostředí ČR.
- Trnka, M., Marek, M. V., Kudláčková, L., Křenová, Z., Novotný, J., Poděbradská, M., ... Vystrčil, V. (2025). *Objektivní klasifikace vegetace České republiky do palivových modelů*. Ministerstvo životního prostředí ČR.
- Troy, A., & Wilson, M. A. (2006). Mapping ecosystem services. *Ecological Economics*, 60(2), 435–449.
- Turnbull, L. A., Isbell, F., Purves, D. W., Loreau, M., & Hector, A. (2016). Understanding the value of plant diversity for ecosystem functioning through niche theory. *Proceedings of the Royal Society B*, 283, 20160536.
- Turner, R. K., Georgiou, S., Brouwer, R., Bateman, I. J., & Langford, I. J. (2003). Towards an integrated environmental assessment for wetland and catchment management. *Geographical Journal*, 169(2), 99–116.
- von Arx, G., Dobbertin, M., & Rebetez, M. (2012). Spatio-temporal effects of forest canopy on understory microclimate. *Agricultural and Forest Meteorology*, 166–167, 144–155.

Willemsen, L., Verburg, P. H., Hein, L., & van Mensvoort, M. E. (2008). Spatial characterization of landscape functions. *Landscape and Urban Planning*, 88(1), 34–43.

Willemsen, L., Hein, L., van Mensvoort, M. E., & Verburg, P. H. (2010). Quantifying interactions among multiple landscape functions. *Ecological Indicators*, 10(1), 62–73.

Wright, A. J., Mommer, L., Barry, K., & van Ruijven, J. (2021). Stress gradients and biodiversity. *Ecology*, 102(1), e03193.

Zapletal, M., Skořepová, I., & Buriánek, V. (2014). *Stav lesních půd jako určující faktor vývoje zdravotního stavu, biodiverzity a naplňování produkčních a mimoprodukčních funkcí lesů.*