

MEMORANDUM O JEDNOTNÉM POSTUPU PRO STANOVENÍ OFICIÁLNÍCH SCÉNÁŘŮ VÝVOJE KLIMATU ČESKÉ REPUBLIKY

uzavřené mezi organizacemi

Český hydrometeorologický ústav

Sídlem Na Šabatce 2050/17, 143 00 Praha 12

IČ 00020699

DIČ

CZ00020699

zastoupen Mgr. Markem Riederem, ředitelem

(dále také „ČHMÚ“)

a

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

Sídlem Bělidla 986/4a, 603 00 Brno

IČ 86652079

DIČ

CZ86652079

zapsaná v Rejstříku veřejných výzkumných institucí

zastoupena prof. RNDr. Ing. Michalem V. Markem, DrSc., dr. h. c., ředitelem

(dále také „CzechGlobe“)

a

Ministerstvo životního prostředí

Sídlem Vršovická 65, 100 10, Praha 10

IČ 00164801

DIČ

CZ00164801

zastoupena Mgr. Petrem Hladíkem., ministrem životního prostředí

(dále také „MŽP“)

Preambule

Vzhledem k rostoucí naléhavosti globální změny klimatu je nezbytné, abychom plně pochopili a reagovali na současné i budoucí dopady tohoto jevu. Toto memorandum zdůrazňuje klíčovou roli, kterou hrají projekce změny klimatu, jejich praktické využití a adaptace na dopady změny klimatu při zajišťování udržitelné a odolné budoucnosti.

Důležitost projekcí změny klimatu

Projekce změny klimatu poskytují zásadní informace o potenciálních budoucích scénářích vývoje klimatu na základě různých emisních trajektorií skleníkových plynů. Tyto projekce nám umožňují:

- **Pochopit rozsah problému:** Projekce nám pomáhají pochopit potenciální důsledky změny klimatu vyjádřením předpokládaných změn hydrometeorologických veličin na územní České republiky, jako jsou množství a rozložení srážek, teploty, výskyt extrémních projevů počasí a další související jevy.

- **Přijímat informovaná politická rozhodnutí:** Vláda a samosprávy potřebují využívat projekce klimatu k vytváření informovaných politik a strategií pro zmírňování škod a zajištění bezpečnosti obyvatel, odolnosti kritické infrastruktury a k přípravě dat pro ESG.
- **Plánovat budoucnost:** Projekce umožňují podnikům, zemědělcům, finančnímu sektoru a dalším zúčastněným stranám plánovat a přizpůsobovat se potenciálním změnám ve svém prostředí a činnostech.

Praktické využití projekcí změny klimatu

Projekce změny klimatu mají praktické využití v různých oblastech:

- **Hodnocení rizik a zranitelnosti:** Projekce klimatu pomáhají identifikovat rizika a oblasti nejvíce ohrožené dopady změny klimatu.
- **Rozhodování o infrastruktuře:** Projekce jsou zásadní pro návrhy a konstrukci infrastruktury odolné vůči klimatu, jako jsou zejména kritická infrastruktura, infrastruktura pro hospodářské činnosti, hráže, komunikace a budovy.
- **Plánování zemědělství a vodního hospodářství:** Projekce pomáhají zemědělcům a vodohospodářům přizpůsobit se měnícím se srážkovým vzorcům a teplotám.
- **Veřejné zdraví:** Projekce klimatu pomáhají připravit se na zdravotní dopady extrémních veder, infekčních chorob a dalších souvisejících zdravotních rizik.

Projekce změny klimatu jsou nepostradatelné pro pochopení a řešení výzev, které představuje globální změna klimatu. Jejich praktické využití v kombinaci s účinnými strategiemi adaptace a mitigace nám umožní minimalizovat škody, využít příležitosti a budovat odolnější a udržitelnější budoucnost pro všechny.

Strany tohoto memoranda si jsou vědomy nezbytnosti spolupráce mezi odbornou sférou a státní administrativou ve světle výzev spojených se změnou klimatu. Tímto memorandumem deklarují, že je zapotřebí sjednocený přístup při modelování a predikci klimatických změn v českém prostředí a jejich dopadů na společnost a ekosystémy, jakož i vyjasnění současné roztržitosti klimatických dat, přebírání z různých zdrojů či modelování v různých institucích. Strany uznávají potřebu společné platformy, která ujednotí a zpřístupní projekce změny klimatu založené na nejnovějších vědeckých poznatcích široké veřejnosti. Toto memorandum formalizuje spolupráci dvou nejrelevantnějších organizací zabývajících se klimatickou změnou v České republice, jejich metodickou koordinaci a podporuje využití výsledků modelování změny klimatu v rozhodovacích procesech státní správy a vlády i v hospodářské praxi.

Článek 1 - Předmět dohody

Strany se dohodly na následujícím jednotném postupu pro stanovení nejpravděpodobnějších klimatických scénářů. Ten vychází z kombinace více klimatických modelů s cílem, aby zajistil maximální robustnost a reprezentativnost výstupů pro Českou republiku.

Základním předpokladem je, že lokálně používané klimatické projekce jsou dostatečně robustní, s vysokým prostorovým rozlišením, vycházejí z nejnovějších vědeckých poznatků a z ansámbly pro dané území nejvhodnějších globálních a regionálních modelů.

Relevantní klimatické modely vycházejí z nejnovějších výstupů společného rámce pro vzájemné porovnávání modelů (Coupled Model Intercomparison Project – CMIP), přičemž emisní scénáře jsou definovány Mezivládním panelem pro klimatickou změnu (IPCC), konkrétně expertními skupinami a modelovací komunitou spolupracujícími na přípravě zpráv IPCC.

Globální klimatické modely (GCM) poskytují simulace pro celou Zemi v rozlišení většinou v řádu okolo 100 km (případně vyšším), regionální klimatické modely RCM na ně navazují ve vyšším prostorovém rozlišení a mohou poskytovat i vyšší časové rozlišení. Výběr modelů je prováděn, jak spolehlivě simulují klimatické charakteristiky daného území. Je volen přístup (ansámbl vhodných modelů), který odpovídá principům odborného řešení i předběžné opatrnosti a současně také požadavku na používání “scientifically sound and robust climatic data”.

Aktuální oficiální klimatické projekce pro klimatické prověřování na území ČR jsou kombinací ansámbly globálních klimatických modelů a regionálního modelu s rozlišenou konvekcí (ALADIN).

Podrobnější výčet konkrétních použitých globálních klimatických modelů včetně popisu dalších technických detailů zpracované simulace vývoje klimatu pro území ČR je uveden na stránkách www.climateproofing.cz v části technického popisu aplikace.

Postup pro vytvoření detailních klimatických scénářů je:

Výstupy jsou založeny na scénářích SSP popisujících předpokládaný budoucí vývoj světa (na základě 6. hodnotící zprávy IPCC z roku 2021) a na vybraných CMIP6 globálních klimatických modelech dobře reprezentujících původní podstatně větší soubor několika desítek testovaných modelů pro území České republiky. Výběr je proveden z nejnovějších podkladů IPCC na základě verifikace modelových výstupů (tj. porovnání vůči oficiálním zdrojům dat, jako jsou především staniční data ČHMÚ), přičemž je zároveň zohledněna validace modelů, tedy posouzení jejich vhodnosti pro daný účel – například schopnosti věrně zachytit extrémní klimatické události, relevantní trendy nebo prostorové charakteristiky pro území České republiky. Tento výběr bude průběžně aktualizován (např. po vydání 7. hodnotící zprávy IPCC).

Použité globální klimatické modely poskytují výstupy v prostorovém rozlišení 50-100 km, a zpravidla v denním časovém kroku. Použitá metodika¹ poskytuje výstupy v prostorovém rozlišení 500 m, kdy jsou k tomuto účelu rovněž využity transparentní a oficiální zdroje dat, zejména data ČHMÚ.

Soubor globálních klimatických modelů doplňuje regionální klimatický model ALADIN-CLIMATE/CZ² s explicitně rozlišenou konvekcí (Convection-Permitting Model, CPM). Díky vysokému prostorovému rozlišení 2,3 km lépe zachycuje konvektivní srážky a extrémní srážkové události, což je klíčové vzhledem ke komplexní orografii České republiky.

¹ Whitepaper: ClimRisk - A new platform with climate data regarding future development in Central Europe. CzechGlobe, 2024.

² [Scénáře ALADIN-CLIMATE/CZ](#), Projekt TA ČR [PERUN](#) (SS02030040)

Na základě takto připravených meteorologických prvků jsou následně vypočteny potřebné charakteristiky a klimatické indexy jako podklady pro posouzení klimatických rizik.

Postup pro vytvoření nejpravděpodobnějšího klimatického scénáře je:

Výběr vhodných modelů je prováděn ze všech dostupných globálních a regionálních modelů se zaměřením na území České republiky s požadavkem, aby spolehlivě simulovaly klimatické charakteristiky ČR. Výběr je dále zúžen na přijatelný ansámbl modelů, které dobře reprezentuje původní široký výběr. Při stanovení jednotného klimatického scénáře se zohledňují aktuální dostupnost dat a metodická doporučení. Jsou zpracovávány dlouhodobé časové řady denních dat, které umožňují kvantitativní vyhodnocení četnosti a intenzity klimatických extrémů – například počtu dní s vysokou teplotou nebo srážkovým úhrnem překračujícím definovaný práh. Zvolený přístup odpovídá požadavku na použití vědecky podložených a robustních dat a současně zajišťuje možnost aktualizace do budoucna, jakmile budou dostupné nové scénáře a modelové výstupy. Zvolený přístup je dostatečně flexibilní, takže umožní případné využití metody „klimatické obálky“³, která zohledňuje širší spektrum scénářů a robustněji podchycuje míru nejistoty – zejména pro strategické a dlouhodobé projekty.

V současnosti použité emisní scénáře odpovídají systému SSP (Shared Socioeconomic Pathways) používanému v 6. hodnotící zprávě IPCC, které navazují na scénáře RCP používané v 5. hodnotící zprávě IPCC. Pro účely projekcí do poloviny 21. století a s ohledem na současnou dostupnost regionálních modelových výstupů (zejména ALADIN-CLIMATE/CZ) byly zvoleny scénáře SSP2-4.5 a SSP5-8.5, které nejlépe odpovídají původně používaným RCP4.5 a RCP8.5.

Článek 2 - Cíle spolupráce

- Zajištění větší konzistence a efektivity rozhodování vlády a samospráv při nastavení koncepcí pro jejichž úspěšnost implementace je zásadní budoucí vývoj klimatu.
- Poskytování podkladů pro rozhodovací procesy na úrovni státní správy a samospráv.
- Zefektivnění strategické práce a správních a reportingových procesů.
- Využití podkladů pro povinný evropský a mezinárodní reporting v oblasti ochrany klimatu.
- Otevřená, přístupná a srozumitelná komunikace vědeckých výsledků veřejnosti a odborné sféře.
- Poskytnutí dat pro posuzování rizik spojených se změnou klimatu ve všech možných oblastech a přispění k odolnosti budoucí infrastruktury a společnosti jako celku.
- Eliminace roztříštěnosti klimatických dat a zavedení jednotného postupu pro jejich interpretaci a využití.

³ Whitepaper: ClimRisk - A new platform with climate data regarding future development in Central Europe. CzechGlobe, 2024.

Článek 3 – Využití klimatického scénáře

Tvorba a aktualizace strategických dokumentů, stanovení cílů, výběr opatření a nastavení jejich parametrů, v relevanci ke změně klimatu a souvisejícím rizikům patří zejm. tyto strategie vlády:

- Státní politika životního prostředí ČR
- Strategický rámec ČR 2030
- Vnitrostátní plán ČR v oblasti energetiky a klimatu
- Politika ochrany klimatu v ČR
- Bezpečnostní strategie ČR
- Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR a Národní akční plán adaptace na změnu klimatu

Ostatní

- Implementace Směrnice EU o odolnosti kritické infrastruktury⁴
- Důležitá je taktéž územní dimenze, a tedy využití ze strany samosprávných celků (Pakt starostů a primátorů, SECAP, Adaptační strategie, klimatické plány apod.)
- Relevantní oborové normy (stavebnictví, vodní hospodářství atd.)

Financování udržitelnosti a řízení rizik ve finančních i nefinančních podnicích

Rámec EU pro financování udržitelnosti (EU Sustainable Finance Framework) zahrnuje politiky a iniciativy EU zaměřené na financování udržitelnosti, včetně zohledňování ESG faktorů (Environmental, Social, Governance), které mají zásadní vliv na možnosti financování a rozvoj investic jak ve veřejném, tak i soukromém sektoru. Rámec poskytuje vodítka a nástroje pro směřování soukromých finančních toků k udržitelným investicím. Klíčovou roli při plnění cílů v oblasti klimatu a životního prostředí hraje nejen sjednocení pravidel, ale také využívání důvěryhodných scénářů změny klimatu, které jsou nezbytné pro posuzování rizik a přípravu projektů. Bez důvěryhodných scénářů vývoje změny klimatu nelze efektivně využívat nástroje financování zaměřené na udržitelnost, což je zásadní pro rozvoj dlouhodobě životaschopných investic.

Projekce změny klimatu jsou zejm. relevantní k následujícím legislativám:

- **Nařízení o taxonomii EU pro udržitelné investice**⁵ vytváří jednotný klasifikační systém, který určuje definice environmentálně udržitelných hospodářských činností prostřednictvím technických kritérií. Přizpůsobování se změně klimatu je jedním ze šesti environmentálních cílů taxonomie, kdy je nutné provádět posouzení rizik a ověřit dlouhodobou udržitelnost investic.
- **Směrnice o podávání zpráv o udržitelnosti (CSRD)**⁶ vyžaduje, aby vybrané společnosti poskytovaly standardizované informace o udržitelnosti, včetně hodnocení klimatických rizik a adaptace na dopady změny klimatu.

⁴ SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2022/2557 ze dne 14. prosince 2022 o odolnosti kritických subjektů a o zrušení směrnice Rady 2008/114/ES

⁵ Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/852

⁶ Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2022/2464

- **Nařízení o zveřejňování informací o udržitelném financování (SFDR)**⁷ zavádí povinnost zveřejňování informací o environmentálních aspektech investičních produktů.
- **Směrnice o trzích finančních nástrojů (MiFID II)**⁸ a **Směrnice o distribuci pojištění (IDD)**⁹ byly doplněny o požadavky na zohlednění preferencí zákazníků týkajících se udržitelnosti v rámci investičního a pojišťovacího poradenství.
- **Směrnice o udržitelné správě společností (CS3D)**¹⁰ stanoví povinnosti pro velké společnosti týkající se skutečných a potenciálních nepříznivých dopadů jejich činností na životní prostředí a lidská práva.
- **Nařízení o evropských zelených dluhopisech EU**¹¹ stanoví harmonizovaná pravidla a poskytuje šablony pro zveřejňování standardizovaných informací pro emitenty, kteří chtějí vydávat dluhopisy označené jako evropské zelené dluhopisy (EuGB) v EU.
- **Nařízení o činnostech v oblasti environmentálního, sociálního a správního (ESG) ratingu**¹² - stanoví požadavky na charakteristiky ESG ratingů a transparentnost činností poskytovatelů těchto ratingů.
- **Capital Requirements Regulation III (CRR III, Basel III)**¹³ – Tento regulační rámec stanoví požadavky na kapitálovou přiměřenost finančních institucí a jejich schopnost čelit rizikům, včetně klimatických rizik.
- **Transformační plány podniků** – součástí mechanismu podpory financování udržitelnosti je vytváření transformačních plánů podniků, které jsou základem pro financování budoucích investic jako „zelených“ ze strany finančního sektoru a jsou upraveny v řadě legislativ EU.

Environmentální podmínky při poskytování veřejné podpory

- **Zásada významně nepoškozovat životní prostředí** (Do No Significant Harm, DNSH) je ukotvena v legislativě EU pro EU fondy, v zastřešující podobě jde o součást víceletého finančního rámce EU. Cílem zásady je, aby byly podporovány pouze investice, které nenarušují plnění budoucích environmentálních cílů EU a národních závazků. Ministerstvo životního prostředí vydalo [Rámcová vodítka pro implementaci zásady DNSH a prověřování infrastruktury z hlediska klimatického dopadu v EU fondech v ČR](#). Prověřování z hlediska klimatického dopadu (tzv. climate proofing) je proces, který do infrastrukturních projektů začleňuje opatření pro zmírňování změny klimatu a pro přizpůsobení se této změně. Vizí je poskytnout veřejně dostupnou aplikaci pro klimatické prověřování investic pro přípravu projektů, která bude mimo jiné poskytovat data a metodické postupy ohledně klimatických rizik dle aktuálních měření a projekcí v ČR a na to navázané doporučující postupy pro přípravu projektů v souladu s potřebami odolnosti vůči dopadům změny klimatu.

⁷ Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/2088

⁸ Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/65/EU

⁹ Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/97

¹⁰ Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/1760

¹¹ Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2023/2631

¹² Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/3005

¹³ Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/1623

Článek 4 - Povinnosti smluvních stran

1. Strany se zavazují k vývoji klimatických scénářů dle této dohody, jejich pravidelné aktualizaci a k zpřístupnění dat
2. Strany se zavazují k spolupráci a sdílení vědeckých dat a modelů v rámci společného vývoje klimatického scénáře.
3. Strany budou koordinovat své vědecké aktivity s cílem eliminace duplicit a optimalizace zdrojů.
4. Konsolidované scénáře vývoje klimatu a související rizika budou veřejně publikované a dostupné na stránkách www.climateproofing.cz v souladu s cílem komunikovat výsledky veřejnosti.
5. MŽP se zavazuje využívat vytvořené klimatické scénáře při tvorbě, aktualizaci a evaluaci politik a strategií a v relevantních správních a reportingových procesech jako směrodatný podklad o budoucím vývoji klimatu v České republice pro tvorbu politik a regulace

Článek 5 - Závěrečná ustanovení

1. Memorandum lze měnit pouze písemnými dodatky podepsanými všemi stranami.
2. Memorandum je sepsáno v jednom elektronicky podepsaném originále.

V Praze dne

Mgr. Mark Rieder
ředitel
Český hydrometeorologický ústav

V Brně dne

prof. RNDr. Ing. Michal V. Marek, DrSc., dr. h. c.
ředitel
Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i.

V Praze dne

Mgr. Petr Hladík
ministr
Ministerstvo životního prostředí

Příloha 1

Databáze klimatických projekcí a další data použita pro aplikaci klimatického prověřování

Databáze poskytuje data níže uvedených klimatických charakteristik pro uplynulé, současné i budoucí roky (1981 až 2090), a to ve formě průměru pro období celého roku, dále teplého a studeného půlroku, ročních období a jednotlivých měsíců. Prostorové rozlišení je na úrovni jednotlivých katastrů.

V případě potřeby jiného časového nebo prostorového rozlišení nebo i speciálních klimatických charakteristik jsou data k dispozici za manipulační poplatek na přípravu konkrétních dat.

Meteorologické prvky a z nich počítané klimatické indexy

Průměrná denní teplota vzduchu

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. Průměrná teplota resp. překročení tzv. biologické nuly je zásadní pro spuštění fenologického vývoje, ovlivňuje mj. relativní vlhkost vzduchu a tím i výsušnou schopnost atmosféry a ovlivňuje tak jak průběh sucha, tak míru požárního rizika.

Průměrná maximální denní teplota vzduchu

Denní maximální teplota vzduchu je nejvyšší denní teplota vzduchu zaznamenaná za uplynulých 24 hodin měřená ve 21 hodin. Ve většině případů se jedná o údaj zaznamenaný po poledni. Slouží k charakterizování extremity území s ohledem na vysoké teploty. Za daný časový úsek (měsíc, sezóna, rok) je brán průměr těchto hodnot.

Průměrná minimální denní teplota vzduchu

Minimální teplota vzduchu je nejnižší denní teplota vzduchu zaznamenaná za uplynulých 24 hodin měřená ve 21 hodin. Ve většině případů se jedná o údaj zaznamenaný v nočních či brzkých ranních hodinách. Slouží k charakterizování extremity území s ohledem na nízké teploty. Za daný časový úsek (měsíc, sezóna, rok) je brán průměr těchto hodnot.

Denní úhrn srážek

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

Průměrná rychlost větru

Počítá se jako průměr měření v termínu 07, 14 a 21 hodin. Tento údaj je vhodný hlavně k porovnání větrných podmínek v rámci různých lokalit a zjištění, jestli se na daném území vítr dlouhodobě bude zvyšovat či naopak. Tato charakteristika je také důležitá pro výpočet rizika sucha či vzniku a šíření přírodních požárů.

Průměrný maximální denní náraz větru

Náraz větru je prudké krátkodobé zvýšení rychlosti větru oproti jejímu desetiminutovému průměru, přičemž může dojít i k náhlému, často přechodnému stočení větru. Délka nárazu větru je zpravidla uvažována mezi 1 a 20 s (srov. pulzace větru, resp. hůlava). Tento údaj je důležitý například ve stavebnictví, energetice nebo lesnictví. Při vysokých nárazech rychlosti větru dochází k častým škodám na budovách. Též jsou škody způsobeny polomy či přímo vývrátí stromů na elektrické vedení. Nárazy větru jsou zásadním faktorem způsobujícím obtížně kontrolovatelné až nekontrolovatelné šíření přírodních požárů.

Globální záření

Globální záření je součet přímého slunečního záření (insolace) a rozptýleného slunečního záření dopadajícího na vodorovnou plochu z celé oblohy. Jedná se o sumu globální radiace za daný časový interval (část roku). Je to veličina důležitá pro výpočet rizika sucha či vzniku a šíření přírodních požárů. Tento prvek je důležitý v oblasti energetiky, a to pro výpočet výroby elektrické energie z fotovoltaických elektráren nebo se také často používá v teplárenství dohromady s teplotou vzduchu pro stanovení spotřeby tepla a také ve stavebnictví pro výpočty energetické náročnosti budov.

Délka slunečního svitu

Sluneční svit je měřen jako délka (v hodinách) přímého slunečního svitu a vychází se zde z denních sum za 24 hodin (00-24 hod). Je to opět veličina důležitá pro výpočet rizika sucha či vzniku a šíření přírodních požárů.

Denostupně pro vegetační, topnou sezónu a sezónu chlazení

Denostupeň je jednotka sloužící k určení spotřeby energie především při vytápění, případně chlazení vnitřních prostor, ale také k určení tempa fenologického vývoje poikilotermních organismů.

Počet tropických nocí

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 odečítaná ve 21 hodin. V drtivé většině případu spadá tento údaj na noční či ranní hodiny, ale mohou se vyskytnout 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, kde se vyskytují vyšší noční teploty díky rozezhřátému povrchu a horší ventilaci během noci. Projevuje se zde tedy navíc efekt tepelného ostrova města. Tropické noci jsou rizikové v kombinaci s tropickými dny. V energetice je to důležitý index pro nastavení velikosti chladících soustav (klimatizace atd.).

Počet tropických dnů

Tropický den je takový, kdy maximální denní teplota vzduchu je alespoň 30 °C. Klimatická změna se projevuje výrazně v nárůstu počtu 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.

Počet dnů s extrémně vysokými teplotami

Je charakterizován jako počet dní s maximální denní teplotou vzduchu > 35 °C (průměr za dané období). Tyto dny jsou rizikem pro lidské zdraví (výrazně narůstá riziko kardiovaskulárních incidentů), 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.

Počet dní v horké vlně

Horká vlna je definovaná jako minimálně 3 po sobě jdoucí dny s maximální denní teplotou $\geq 30^{\circ}\text{C}$, kdy alespoň jednou je překročeno 35°C a minimální teplota neklesne i pod 20°C . Tyto dny jsou rizikem pro lidské zdraví (výrazně narůstá riziko kardiovaskulárních incidentů), 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. Využit lze tohoto indexu i v energetice při plánování dimenzování chladicích soustav a také stability distribuční sítě s ohledem na vyšší nároky na spotřebu.

Počet dní s UTCI nad limitem

UTCI charakterizuje míru zátěže lidského organismu teplem, resp. chladem. Tento index kombinuje současný vliv teploty vzduchu, vlhkosti vzduchu, rychlosti větru a krátkovlnného i dlouhovlnného záření na povrch lidského těla.

Počet dní s pocitovou teplotou nad limitem

Pocitová teplota je v biometeorologii obecné označení pro teplotní charakteristiku, která kromě teploty vzduchu zahrnuje účinky i dalších faktorů, které ovlivňují tepelnou bilanci povrchu lidského těla (případně v zoobioklimatologii těl určitých živočichů). Pro vyjádření pocitové teploty se využívá celá řada indexů, které různým způsobem zohledňují vlhkost vzduchu, rychlost větru a toky krátkovlnného i dlouhovlnného záření, častěji však jen některé z těchto prvků.

Počet dní v horké vlně na základě pocitové teploty

Dopady vysoké pocitové teploty se znásobují v případě, že se takových dnů opakuje více po sobě. Organismus poté nemá čas na správnou regeneraci a zvyšuje se významně riziko zdravotních komplikací.

Počet mrazových dní

Mrazový den nastane, když minimální teplota vzduchu klesne pod 0°C . Tento prvek charakterizuje hlavně délku chladného půlroku. Je důležitým ukazatelem i pro množství sněhové pokrývky. Za teplot pod bodem mrazu, alespoň během části dne, je větší šance, že se sníh udrží nebo bude odtávat pomaleji. Během jarních měsíců je tento počet mrazových dnů důležitý pro riziko škod způsobených mrazem na plodinách, převážně na ovoci. Dále lze tento index využít i v oborech jako je doprava (údržba komunikací), energetika (náklady na spotřebu elektrické energie a plynu) či stavebnictví (délka technologických přestávek).

Maximální X denní úhrn srážek

Tento index reprezentuje maximální denní úhrn srážek za dané období (měsíc, sezóna, rok) či maximální celkový úhrn za 3, 5 a 10 dnů. Takový údaj je důležitý pro stanovení extremity srážek v dané lokalitě. Lze využít hlavně v oblasti stavebnictví, vodohospodářství nebo zemědělství.

Počet srážkových dní

Je charakterizován jako počet dní s denním úhrnem srážek ≥ 0.1 mm. Počet dnů, kdy padají srážky, poukazuje na vlhkostní poměry dané lokality i s ohledem na roční chod či charakter srážek. Změny ve vlhkostních poměrech je nutné zkoumat nejen na základě srážkových úhrnů, ale také na základě toho, jak často a jak intenzivně prší. Proto je nutné využití více srážkových indexů. Klimatický index lze využít pro rizika spjatá se suchem (např. závlahy) a přírodními požáry. Je důležitý pro různé aspekty vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví.

Počet dní s denním úhrnem srážek ≥ 10 mm

Změny ve vlhkostních poměrech je nutné zkoumat nejen na základě srážkových úhrnů, ale také na základě toho jak často a jak intenzivně prší. Proto je nutné využití více srážkových indexů. Tento poukazuje na počet dnů, kdy se vyskytuje vyšší intenzita či úhrn srážek. To může sloužit na posuzování rizik spjatých s povodněmi. Dále lze charakteristiku využívat pro výpočty související s dimenzováním kanalizačních sítí, retenčních nádrží na zadržování dešťové vody či problémy s erozí půdy.

Počet dní s denním úhrnem srážek ≥ 20 mm

Změny ve vlhkostrních poměrech je nutné zkoumat nejen na základě srážkových úhrnů, ale také na základě toho jak často a jak intenzivně prší. Proto je nutné využití více srážkových indexů. Tento poukazuje na počet dnů, kdy se vyskytuje vysoká intenzita či úhrn srážek. To může sloužit na posuzování rizika spjatými s povodněmi, včetně přívalových povodní z konvektivních srážek. Dále lze charakteristiku využívat pro výpočty související s dimenzováním kanalizačních sítí, retenčních nádrží na zadržování dešťové vody či problémy s erozí půdy.

Počet dní s nízkou vlhkostí půdy do 40 cm

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 spjatých se suchem a přírodními požáry. Lze využít pro různé aspekty v zemědělství, lesnictví i vodním hospodářství. Například vyšší počet dnů s nízkou půdní vláhou do 40 cm znamená vyšší nároky na závlahy.

Počet dní s extrémně nízkou vlhkostí půdy do 40 cm

Je charakterizován jako den s nízkou vlhkostí půdy do 40 cm, kdy AWR (relativní vlhkost půdy - vody dostupné pro rostliny) je pod 15 %. Tento index slouží pro posouzení rizik spjatých se suchem, povodněmi a přírodními požáry. Lze využít pro různé aspekty v zemědělství, lesnictví i vodním hospodářství. Například vyšší počet dnů s velmi nízkou půdní vláhou do 40 cm znamená mnohonásobně vyšší nároky na závlahy a i na vhodně zvolené odrůdy na pěstování, které jsou vůči suchu více odolné.

Počet dní s nízkou vlhkostí půdy do 100 cm

Je charakterizován jako den s nízkou vlhkostí půdy do 100 cm, kdy AWR (relativní vlhkost půdy - vody dostupné pro rostliny) je pod 30 %. Tento index slouží pro posouzení rizik spjatých se suchem. Lze využít pro různé aspekty v zemědělství, lesnictví i vodním hospodářství. Vyšší počet těchto dnů poukazuje na dlouhodobější problém se suchem v dané oblasti a může se odrážet až do zásob podzemních vod a samozřejmě i míry povrchového odtoku.

Počet dní s extrémně nízkou vlhkostí půdy do 100 cm

Je charakterizován jako den s nízkou vlhkostí půdy do 100 cm, kdy AWR (relativní vlhkost půdy - vody dostupné pro rostliny) je pod 15 %. Tento index slouží pro posouzení rizik spjatých se suchem, povodněmi a přírodními požáry. Lze využít pro různé aspekty v zemědělství, lesnictví i vodním hospodářství. Vyšší počet těchto dnů poukazuje na dlouhodobější problém se suchem v dané oblasti a může se odrážet až do zásob podzemních vod a hydrologického sucha obecně.

Počet dní s nebezpečím požáru

Počet dní, kdy požární riziko vystoupá nad stanovenou hranici. Lze určit na základě více požárních indexů (FWI, FFDi) a míra rizika vychází ze vztahu mezi hodnotou indexu požárního počasí a reálného počtu vzniklých a řešených požárů z databáze HZS.

Počet dní se sněhovou pokrývkou ≥ 3 cm

Data o výšce sněhové pokrývky jsou získána výpočtem pomocí modelu SnowMAUS. Ten na základě dat o maximální a minimální teplotě, denním úhrnu srážek a slunečním záření odhaduje podíl pevné, smíšené a kapalné podoby srážek a výslednou sněhovou pokrývkou. Model byl testován na více než 100 lokalitách ve střední Evropě s nadmořskou výškou 100–3300 m n.m. Sněhová pokrýвка je velmi důležitá pro krajinu v České republice. Pomáhá vegetaci lépe přežít velmi nízké teploty vzduchu a také slouží jako zdroj půdní vláhy hlavně během začátku jara. Skrz sněhovou pokrývkou dochází také k doplňování zásob podzemních vod. Tento index najde využití jak v aplikacích spojených s vodním hospodářstvím, tak i dopravou (údržba komunikací), energetikou (bezpečnost distribuční soustavy), stavebnictvím (zatížení sněhem) či turistikou.

Vzhledem k stanovenému limitu sněhové pokrývky 3 cm a více je index vhodný hlavně pro nižší a střední nadmořské výšky.

Počet dní se sněhovou pokrývkou ≥ 10 cm

Data o výšce sněhové pokrývky jsou získána výpočtem pomocí modelu SnowMAUS. Ten na základě dat o maximální a minimální teplotě, denním úhrnu srážek a slunečním záření odhaduje podíl pevné, smíšené a kapalné podoby srážek a výslednou sněhovou pokrývkou. Model byl testován na více než 100 lokalitách ve střední Evropě s nadmořskou výškou 100–3300 m n.m. Sněhová pokrývky je velmi důležitá pro krajinu v České republice. Pomáhá vegetaci lépe přežít velmi nízké teploty vzduchu a také slouží jako zdroj půdní vláhy hlavně během začátku jara. Skrz sněhovou pokrývkou dochází také k doplňování zásob podzemních vod. Tento index najde využití jak v aplikacích spojených s vodním hospodářstvím, tak i dopravou (údržba komunikací), energetikou (bezpečnost distribuční soustavy), stavebnictvím (zatížení sněhem) či turistikou. Vzhledem k stanovenému limitu sněhové pokrývky 10 cm a více je index vhodný pro všechny nadmořské výšky.

Počet dní se sněhovou pokrývkou ≥ 30 cm

Data o výšce sněhové pokrývky jsou získána výpočtem pomocí modelu SnowMAUS. Ten na základě dat o maximální a minimální teplotě, denním úhrnu srážek a slunečním záření odhaduje podíl pevné, smíšené a kapalné podoby srážek a výslednou sněhovou pokrývkou. Model byl testován na více než 100 lokalitách ve střední Evropě s nadmořskou výškou 100–3300 m. n.m. Sněhová pokrývky je velmi důležitá pro krajinu v České republice. Pomáhá vegetaci lépe přežít velmi nízké teploty vzduchu a také slouží jako zdroj půdní vláhy hlavně během začátku jara. Skrz sněhovou pokrývkou dochází také k doplňování zásob podzemních vod. Tento index najde využití jak v aplikacích spojených s vodním hospodářstvím, tak i dopravou (údržba komunikací), energetikou (bezpečnost distribuční soustavy), stavebnictvím (zatížení sněhem) či turistikou. Vzhledem k stanovenému limitu sněhové pokrývky 30 cm a více je index vhodný hlavně pro vyšší nadmořské výšky.

Vstupní údaje

Klimatické charakteristiky jsou odvozeny z ansámblu dat sedmi vybraných globálních klimatických modelů (GCM) a regionálního klimatického modelu ALADIN-CLIMATE/CZ, přičemž byly zohledněny všechny scénáře SSP. Z vybraných modelů je kromě nejpravděpodobnějšího vývoje klimatu vyhodnoceno i rozpětí možných budoucích změn. Výpočty byly provedeny v rozlišení 0,5 km a výsledky agregovány na úroveň katastrů.

Pro Českou republiku existuje více klimatických projekcí, avšak k optimálnímu nastavení adaptačních a mitigačních opatření je nezbytné zvolit modely, které prokáží svoji kvalitu tím, že dokáží věrně reprodukovat minulé a současné klima.

K dispozici jsou nejnovější data o současném a budoucím vývoji klimatu na území České republiky vzniklé na základě vědeckých projektů SustES, PERUN a AdAgrif. Tato aplikace využívá nejnovější výstupy globálních klimatických modelů (GCM) CMIP6 a regionálního klimatického modelu ALADIN-CLIMATE/CZ.

Výstupy vycházejí z rozlišení 500 m, vycházející ze statistického zpřesnění z hrubšího rozlišení globálních klimatických modelů 50-100 km. Jsou založeny na čtyřech scénářích SSP popisujících předpokládaný budoucí vývoj světa (na základě IPCC) a na sedmi CMIP6 globálních klimatických modelech dobře reprezentujících původní podstatně větší soubor více než 30 testovaných modelů. Tento výběr byl proveden v rámci projektů SustES a AdAgrif. Uživatel získá dosti robustní výsledek popisující nejpravděpodobnější vývoj klimatu i s danou nejistotou. Model ALADIN-CLIMATE/CZ byl

přízpusoben v rámci projektu PERUN a představuje nejmodernější regionální klimatické modelování s explicitně rozlišenou konvekcí (Convection-Permitting Model, CPM). Díky vysokému prostorovému rozlišení 2,3 km lépe zachycuje konvektivní srážky a extrémní srážkové události, což je klíčové vzhledem ke komplexní orografii České republiky. V současnosti jsou dostupné výstupy pro scénáře SSP2-4.5 a SSP5-8.5.

Emisní scénáře klimatické změny podle 6. hodnotící zprávy IPCC

Scénáře klimatické změny slouží jako vstupní okrajové podmínky pro klimatické modely a reflektují různé možné varianty budoucího vývoje světa nejen z hlediska emisí skleníkových plynů, ale i socioekonomických faktorů. Nejnovější 6. hodnotící zpráva IPCC (AR6) pracuje se scénáři **Shared Socioeconomic Pathways (SSP)**, které zohledňují různé strategie hospodářského a environmentálního vývoje.

Hlavní scénáře používané v GCM simulacích lze interpretovat následovně:

Scénáře vysokých a velmi vysokých emisí GHG (SSP3-7.0 a SSP5-8.5) popisují emise CO₂, které se do roku 2100 oproti současným úrovním zhruba zdvojnásobí. Střední scénář emisí GHG (SSP2-4.5) bere v úvahu emise CO₂ až do poloviny století na současnou úroveň. Scénáře s velmi nízkými a nízkými emisemi GHG (SSP1-1.9 a SSP1-2.6) předpokládají pokles emisí CO₂ na čistou nulu kolem roku 2050, popř. 2070, po nichž následují různé úrovně čistých negativních emisí CO₂.

➤ SSP1–2.6: udržitelná cesta vývoje, jsou realizována úspěšná opatření na ochranu klimatu, koncentrace CO₂ v roce 2100 je očekávána na mírně vyšší než současná úroveň, a to na 446 ppm (parts per million), nárůst globální (světové) teploty je na úrovni 1,6 °C.

➤ SSP2–4.5: střední cesta, probíhá degradace environmentálních systémů, ale jsou některá zlepšení týkající se využívání zdrojů energie, jsou realizována částečně úspěšná opatření na ochranu klimatu, koncentrace CO₂ v roce 2100 by měla být 603 ppm, nárůst globální (světové) teploty je na úrovni 2,8 °C.

➤ SSP3–7.0: regionální rivalita a konflikty umožňující jen malý ekonomický rozvoj, velmi nízká ochrana klimatu, koncentrace CO₂ v roce 2100 je předpokládána na úrovni 867 ppm, nárůst globální (světové) teploty je na úrovni 4,4 °C.

➤ SSP5–8.5: vývoj založený na fosilních palivech, žádná ochrana klimatu, koncentrace CO₂ v roce 2100 je předpokládána na úrovni 1135 ppm, nárůst globální (světové) teploty je na úrovni 5,8 °C.

Označení SSP5–8.5 a SSP3–7.0 signalizují, že na konci století bude radiční působení větší než 8,5 W/m², respektive 7,0 W/m². V SSP1–2.6 a SSP2–4.5 je však radiční působení sníženo na 2,6 W/m², resp. 4,5 W/m² prostřednictvím dodatečných opatření na ochranu klimatu.

Tyto scénáře umožňují modelovat širokou škálu možných budoucích stavů klimatu a jejich dopady na regionální úrovni.

Výběr klimatických modelů

Nejnovější soubor klimatických simulací **CMIP6** zahrnuje globální klimatické modely (**GCM**) s různým prostorovým rozlišením a odlišnou mírou detailu v popisu klimatického systému. Většina

GCM simulací pokrývajících 21. století pracuje s horizontálním rozlišením přibližně **100–250 km**. Existuje i menší podmnožina modelů s jemnějším rozlišením okolo **50 km**, ale jejich simulace bohužel končí už v polovině 21. století. Modely se liší nejen rozlišením, ale i různým způsobem parametrizace procesů v atmosféře, formulací základních fyzikálních rovnic a numerickým řešením. V důsledku těchto rozdílů se jejich simulované klima může od reality lišit a tyto rozdíly se mohou měnit v prostoru, čase i mezi různými meteorologickými veličinami.

Pro simulace budoucího klimatu **střední Evropy** byla upřednostněna sada těch GCM, které nejvěrněji reprezentují zdejší regionální klimatické charakteristiky. Současně bylo nutné zajistit, aby vybraná podmnožina modelů zachycovala nejistoty v projekcích obdobně jako celý soubor CMIP6 GCM. Jinými slovy, aby výběr nebyl zkreslený například směrem k modelům s vyšším nárůstem teplot nebo specifickými změnami srážek, větru či slunečního svitu.

K výběru reprezentativní podmnožiny modelů byla využita metodika popsaná v publikaci Meitner et al., 2023. V souladu s touto metodikou byly z přibližně **30 dostupných CMIP6 GCM** vyloučeny ty modely, které nedokázaly věrohodně simulovat klima střední Evropy v minulosti. Ze zbývajících modelů bylo vybráno **sedm GCM**, jejichž statistické vlastnosti odpovídají celé původní množině modelů, ale umožňují efektivnější práci s menším počtem simulací.

Použití celé množiny CMIP6 GCM by vedlo k enormním výpočetním nárokům a v mnoha případech by bylo prakticky neproveditelné. Výběr byl proto proveden s ohledem na všechny základní meteorologické prvky, které jsou analyzovány v této aplikaci a využívány například pro výpočet **referenční evapotranspirace a půdní vlhkosti** v modelu **SoilClim**.

Vybrané modely CMIP6 a jejich dostupné scénáře klimatické změny jsou uvedeny v tabulce níže. Byly preferovány modely s jemnějším prostorovým rozlišením (**≤100 km** oproti modelům s rozlišením **250 km**).

Model **ALADIN-CLIMATE/CZ** provádí simulace na superpočítači ČHMÚ pro oblast České republiky a střední Evropy ve vysokém rozlišení 2,3 x 2,3 km a je k dispozici aktuálně pro SSP2-4.5 a SSP2-8.5 (výpočet pro scénář SSP1-2.6 je před dokončením, scénář SSP3-7.0 bude počítán až v dalších letech).

Ve všech výpočtech je využit nehydrostatický kernel systému ALADIN (Termonia et al., 2018), popisující plně stlačitelnou atmosféru. V horizontále jsou dynamické proměnné reprezentovány spektrálním rozvojem (Coiffier, 2011) a ve vertikále jsou rovnice odvozeny v souřadnicích založených na hydrostatickém tlaku. Praktická implementace rovnic v modelu vychází z Bénard et al., 2010. Adaptace modelu ALADIN-CLIMATE/CZ probíhala tak, abychom získali numericky stabilní a výpočetně efektivní integraci modelu. Časové schéma je semi-implicitní se dvěma časovými hladinami a s jednou iterací adiabatických výpočtů. Spolu se semi-Lagrangeovskou formulací advekce tento dynamický kernel umožňuje využít komfortní délku časového kroku v poměru k horizontálnímu rozlišení. Důležitou součástí dynamického jádra modelu ALADIN je schéma horizontální difuze, které kontroluje správnou kaskádu spektra kinetické energie v závislosti na měřítkách atmosférické cirkulace. Také zajišťuje hladkou disipaci energie nerozlišené části spektra a numerického šumu. V modelu využíváme kombinaci lokální nelineární difuze SLHD (Semi-Lagrangian Horizontal Diffusion, Váňa et al., 2008) s lineární spektrální difuzí, jejíž aktivita postupně roste od tropopauzy ke stropu modelu.

Regionální klimatické modely, zde ALADIN-CLIMATE/CZ jsou nepostradatelné hlavně pro posuzování přívalových srážek či povodní, kde je značnou výhodou vysoké rozlišení těchto modelů a výstupy v časovém rozlišení pro subdenní data.

Přehled použitých klimatických modelů:

Model	Dostupné scénáře SSP	Prostorové rozlišení (km)
CNRM-CM6-1-HR	SSP1-2.6, SSP5-8.5	50
CMCC-ESM2	SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5	100
EC-EARTH3	SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5	100
GFDL-ESM4	SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5	100
MPI-ESM1-2-HR	SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5	100
MRI-ESM2-0	SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5	100
TAIESM1	SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5	100
ALADIN-CLIMATE/CZ	SSP2-4.5, SSP5-8.5	2.3

Tento výběr modelů poskytuje **vyváženou reprezentaci klimatických projekcí**, která umožňuje spolehlivější analýzu budoucích změn klimatu v České republice a střední Evropě.

Výběr nejpravděpodobnějšího emisního scénáře:

Pro aplikaci jsou zvoleny dva scénáře SSP2-4.5 a SSP5-8.5, pro něž je zpracována kombinace uvedeného souboru klimatických modelů. Scénář SSP5-8.5 může být z dnešního pohledu brán jako příliš pesimistický, je však vhodné ho brát v úvahu jako možný horní odhad dalšího vývoje, neboť nejlépe odpovídá skutečným globálním kumulativním emisím v letech 2005 až 2020. Výraznější odchylky od ostatních scénářů se nicméně začínají projevovat až od cca poloviny století, kdy zároveň roste nejistota jednotlivých odhadů. Volba tedy reflektuje princip předběžné opatrnosti. Dalším důvodem volby scénářů SSP2-4.5 a SSP5-8.5 je jejich aktuální dostupnost v regionálním klimatickém modelu ALADIN-CLIMATE/CZ. U aplikace se předpokládá dlouhodobý provoz a průběžná aktualizace klimatických dat v souladu s aktuální úrovní poznání.

Výběr scénářů SSP2-4.5 a SSP5-8.5 zároveň reflektuje požadavky na metodickou kompatibilitu a praktickou využitelnost. Evropská komise ve svých technických pokynech pro tzv. climate proofing doporučuje pro hodnocení zranitelnosti využívat scénáře odpovídající RCP6.0 nebo RCP8.5. Scénář SSP3-7.0, který je nejbližším ekvivalentem RCP6.0, však zatím není dostupný v regionálním měřítku. Proto byl jako realistický zástupce vyšší emisní trajektorie zvolen SSP5-8.5, jenž je dostupný ve formě modelových výstupů a zároveň zachycuje horní hranici možného vývoje a je v plně v souladu s technickými požadavky Evropské komise.

Volba těchto scénářů odpovídá i požadavkům uživatelů na přehlednost a srozumitelnost – v praxi je žádoucí pracovat s omezeným počtem variant, které reprezentují střední a pesimistický vývoj.

Klimatický model ALADIN-CLIMATE/CZ, použitý v rámci národního projektu PERUN, poskytuje výstupy právě pro tyto dvě trajektorie, což umožňuje jejich okamžité zapojení do aplikací bez potřeby dalších úprav. Celkově tak výběr scénářů splňuje podmínky odborné relevance, datové dostupnosti i metodického souladu na evropské úrovni.

Zpracování výstupů klimatických modelů

Výstupy klimatických modelů, pokud se nezabýváme pouze relativní změnou meteorologických prvků, nelze použít přímo. Jsou zatíženy systematickou chybou (např. podhodnocení teploty o 1 °C nebo nadhodnocení srážek o 25 % apod. pro určitý region), kterou je nutné nejprve odstranit. Alternativně lze pracovat s klimatickou změnou plynoucí ze simulací klimatických modelů, která je dána do souvislosti přímo s pozorovanými daty. Druhý uvedený přístup se označuje jako “přírůstková metoda” nebo “přímá modifikace” a je v ČR tradičně používán pro modelování dopadů změny klimatu např. na hydrologickou bilanci, neboť ta vykazuje při použití této metody větší robustnost než při využití simulací klimatických modelů s opravou systematické chyby (tzv. bias korekce). Pro využití “přírůstkové metody” v denním kroku je vhodné aplikovat transformace, které uvažují nejen změny průměrů ale i variability. To umožňuje například pokročilá přírůstková (“Advanced Delta Change” – ADC) metoda. ADC metoda umožňuje zahrnout do transformace i změnu variability. To zjednodušeně znamená, že extrémny se mohou měnit jinak než pouhou změnou svých průměrných hodnot, což správně reflektuje situaci, jak ji zaznamenáváme ve skutečném světě. Při odvození změn srážkových charakteristik z klimatických modelů ADC metoda zohledňuje i ty systematické chyby simulace, které nemusí být lineární. Další podrobnosti lze nalézt v práci van Pelt et al. (2012).

Další datové sady využitě v aplikaci

Pro posouzení některých rizik aplikace využívá kromě dat klimatických projekcí i další datové podklady.

Mapy záplavových území

Záplavová území jsou podle vodního zákona administrativně určená území, která mohou být při výskytu přirozené povodně zaplavena vodou. Jejich rozsah je povinen stanovit na návrh správce vodního toku vodoprávní úřad. V současně zastavěných územích obcí, v územích určených k zástavbě podle územně plánovací dokumentace, případně podle potřeby v dalších územích, vymezí vodoprávní úřad na návrh správce vodního toku aktivní zónu záplavového území podle nebezpečnosti povodňových průtoků. Způsob a rozsah zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území a jejich dokumentace stanovuje Ministerstvo životního prostředí vyhláškou. Vymezení záplavových území vychází z doby opakování povodně a obsahují vrstvy:

- Záplavová území Q5
- Záplavová území Q20
- Záplavová území Q100
- Aktivní zóny záplavových území

V rámci procesu implementace směrnice 2007/60/ES o zvládání povodňových rizik jsou navíc vyčleněna území tzv. oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem pokrývající zejména obydlená území významně exponovaná povodňovému nebezpečí. V těchto nespojitých úsecích jsou poté zpracovány mapy povodňového nebezpečí, ohrožení a rizika. Mapy jsou zpracovány oproti záplavovým územím včetně rozlivu Q500.

Náchylnost svahů k sesouvání

Pro posouzení rizika svahových sesuvů je základní datovou sadou mapa náchylnosti svahů k sesouvání vytvořená a spravovaná Českou geologickou službou (https://mapy.geology.cz/svahove_deformace/#) a mapa důlních děl a poddolování (https://mapy.geology.cz/svahove_deformace/#), které mohou způsobit sesedání povrchu.

Katastr lavinových svahů

Riziko lavin je v ČR relevantní pouze na několika horských lokalitách, ale i tak je v aplikaci řešeno. Základním datovým podkladem je katastr lavinových svahů zpracovaný Horskou službou pro Krkonoše a Jeseníky.

Mapa rizika přírodních požárů

Mapa obsahuje indexy nebezpečí požárů a je vytvořena dle metodiky „Doporučená adaptační a mitigační opatření v rizikových oblastech výskytu přírodních požárů s přihlédnutím k měnícímu se klimatu“ zveřejněné ve Věstníku MŽP v září 2022 a v současné době prochází ve spolupráci s GŘ HZS a MŽP revizí. Aktuálně je připravována aktualizace, která bude odrážet dosažený pokrok v reprezentativnosti klíčových polí meteorologických parametrů zejména rychlosti větru.

Specifické datové sady

Do aplikace budou přidávány specifické charakteristiky dle konkrétních potřeb projekční praxe, které vyplynou z testovacího i ostrého provozu aplikace. Může se jednat o charakteristiky, se kterými pracují projektanti ve specializovaných softwarech (entalpie vzduchu). Jejich přidání bude podmíněno tím, zda je bude možné určit pomocí stávajících charakteristik obsažených v klimatických modelech.

Literatura

- Bénard, P., Vivoda, J., Mašek, J., Smolíková, P., Yessad, K., Smith, C., Brožková, R., and Geleyn, J.-F., 2010. Dynamical kernel of the Aladin-NH spectral limited-area model: Revised formulation and sensitivity experiments., Q. J. Roy. Meteor. Soc., 136, 155–169.
- Coiffier, J., 2011. Fundamentals of Numerical Weather Prediction, Cambridge University Press, Cambridge, UK. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511734458>
- 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, 14, 1442. <https://doi.org/10.3390/atmos14091442>
- van Pelt, S.C., Beersma, J.J., Buishand, T.A., van den Hurk, B.J.J.M., Kabat, P., 2012. Future changes in extreme precipitation in the Rhine basin based on global and regional climate model simulations. Hydrol. Earth Syst. Sci., 16, 4517–4530
- Termonia, P., Fischer, C., Bazile, E., Bouyssel, F., Brožková, R., Bénard, P., Bochenek, B., Degrauwe, D., Derková, M., El Khatib, R., Hamdi, R., Mašek, J., Pottier, P., Pristov, N., Seity, Y., Smolíková, P., Španiel, O., Tudor, M., Wang, Y., Wittmann, C., and Joly, A., 2018. The ALADIN

System and its canonical model configurations AROME CY41T1 and ALARO CY40T1, Geosci. Model Dev., 11, 257–281. <https://doi.org/10.5194/gmd-11-257-2018>

Váňa, F., Bénard, P., Geleyn, J.-F., Simon, A., and Seity, Y., 2008. Semi-Lagrangian advection scheme with controlled damping: An alternative to nonlinear horizontal diffusion in a numerical weather prediction model, Q. J. Roy. Meteor. Soc., 134, 523–537. <https://doi.org/10.1002/qj.220>