
Tvorba a uplatnění (klimatických) scénářů na regionální úrovni

Building and Applying (Climate Change) Scenarios at a Regional Level

Vojtěch Svoboda¹, Lukáš Kalecký²

Abstract:

The issue of climate change and its potential impacts on various sectors of human activity are currently being studied at the regional level with regard to applying adaptation measures to mitigate these impacts. This paper examines (climate change) scenarios, regional climate models and their potential application in strategic and spatial planning. In addition, the paper attempts to examine the indications and effects of possible climate changes on the area of the Hradec Králové region.

Key words: climate change, regional climate model, prognostic scenarios, strategic and spatial planning, Hradec Králové region

Úvod

Příspěvek se věnuje problematice scénářů možných budoucích změn klimatu, představuje jejich sestavování a nedostatky a následně nastiňuje jejich možnou aplikaci ve strategickém plánování na regionální úrovni. Cílem textu je podnítit k uvažování o budoucnosti a naznačit, co by za určitých okolností mohlo nastat. Podstatná část je věnována modelování a možnému vývoji klimatu na našem území, kterou doplňuje krátká studie na příkladu Královéhradeckého kraje s cílem posouzení projevů možných klimatických změn a jejich dopadů.

Klima je charakteristický dlouhodobý režim počasí v dané oblasti podmíněný bilancí energie, atmosférickou a oceánskou cirkulací, vlastnostmi zemského povrchu a činností člověka. Klimatický systém je

¹ Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování, Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita v Praze.

² Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování, Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita v Praze.

velmi složitý nelineární systém, mezi jehož složkami probíhá neustálá výměna hmoty a energie; podrobněji ho popisuje např. Neelin (2011). Nejvýznamnější organizací zabývající se globální změnou klimatu je mezivládní panel změny klimatu (IPCC³), který pravidelně vydává hodnotící zprávy o klimatických změnách⁴. Podle studií IPCC je jednoznačný trend nárůstu teploty a redistribuce srážkových úhrnů v posledních desetiletích⁵. Z hodnotících zpráv IPCC vychází i zpráva zpracovaná v rámci programu bezpečnostního výzkumu České republiky v letech 2010-2015, věnovaná změně klimatu (Stejskal 2012), podle níž jsou projevy klimatické změny jednou z nejvážnějších hrozeb, které budeme v příštím období s vysokou pravděpodobností čelit. Zvyšuje se tak i význam strategického plánování⁶, které lze chápat jako nikdy nekončící - dynamický - proces, jehož úkolem je se co možná nejlépe připravit na budoucnost. Právě při tomto procesu nalézá uplatnění prognostická metoda sestavování scénářů⁷.

Modelování klimatu a klimatické scénáře

Odhad budoucího vývoje klimatu je obecně nazýván klimatickým scénářem a jedná se o popis klimatu při zahrnutí předpokládaných důsledků antropogenních vlivů. K odhadům vývoje klimatu v budoucnosti, ale i k rekonstrukci vývoje minulého jsou nejčastěji využívány klimatické modely⁸. Odezva klimatického systému na určitý scénář emisí skleníkových plynů a aerosolů simulovaná klimatickými modely se poté nazývá projekce klimatu. Scénáře změn klimatu jsou založeny na těchto projekcích, které představují rozdíl mezi tzv. referenčním obdobím (často

³ Zkratka IPCC z anglického Intergovernmental Panel on Climate Change.

⁴ Prozatím poslední zpráva AR4 (Fourth Assessment Report, Pachauri a Reisinger 2007), následující pátá zpráva by měla vycházet v několika částech od září 2013 do září 2014. Tyto zprávy přináší aktualizované mezinárodně akceptované vědecké výsledky o změně klimatu, orientované na vědeckou podstatu problému, dopady a možnosti snižování emisí a přizpůsobení nebo zmírnění dopadů těchto změn.

⁵ Podrobnosti např. ve studiích Trenberth et al. (2007) nebo Hegerl et al. (2007).

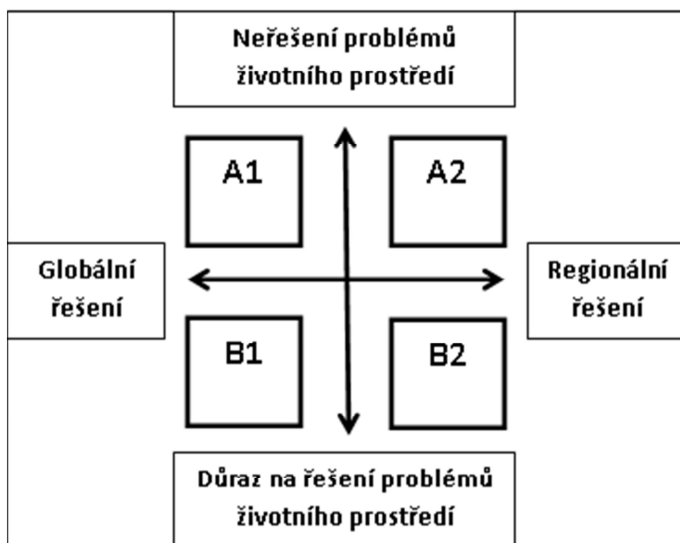
⁶ Strategickým plánováním uvažujeme např. uplatňování strategických a územních plánů, dlouhodobých koncepcí, politik a vizí.

⁷ Účelem tvorby scénářů je systematicky prozkoumávat, vytvářet a prověřovat možné a/nebo žádoucí stavy budoucnosti, jejich cílem není přesná predikce budoucího vývoje, ale uspořádání mnoha různých tvrzení o budoucnosti (více např. Frič a Veselý 2010).

⁸ Je možné využít i jiné postupy, které uvádí Kalvová et al. (2002), jako přírůstkové scénáře nebo časové a prostorové analogy.

je bráno 1961-1990⁹) a budoucím modelovým klimatem pro určitý časový horizont a které mohou za určitých předpokládaných okolností nastat.

Nárůst globálních průměrných teplot a změny v klimatickém systému pozorované od poloviny 20. století mají velmi pravděpodobně souvislost s pozorovaným nárůstem koncentrací skleníkových plynů. Nejistota v budoucím vývoji emisí skleníkových plynů vedla IPCC k vytvoření scénářů emisí skleníkových plynů (tzv. SRES scénáře¹⁰) v závislosti na předpokladech vývoje světa. Tyto emisní scénáře jsou tvořeny čtyřmi základními skupinami¹¹ (obr. 1).



Obr. 1: Základní rozdělení SRES scénářů

Zdroj: Pachauri a Reisinger 2007, upraveno

⁹ Normálové období podle Světové meteorologické organizace.

¹⁰ Zkratka SRES z anglického Special Report on Emissions Scenarios.

¹¹ Scénář A1 popisuje svět s velmi rychlým růstem ekonomiky, vývojem nových technologií a růstem populace do roku 2050. Tato skupina se dělí na 3 podskupiny dle převažujícího zdroje energie: A1FI - fosilní paliva, A1T - bez fosilních paliv a A1B - rovnováha ve využívání všech paliv. Ve scénáři A2 jsou veškerá opatření činěna na úrovni regionů, ekonomika roste pomaleji v porovnání se scénářem A1 a populace roste až do roku 2100. Scénář B1 popisuje svět s širokou spoluprací, rychlým rozvojem informatiky, služeb a nových technologií, růst ekonomiky je středně rychlý a populace roste do roku 2050, kdy následně klesá. Scénář B2 popisuje budoucnost s orientací na regionální řešení a trvale udržitelný rozvoj. Ekonomický pokrok je pomalejší než v A1 a B1 a nárůst populace nižší než v A2.

Klimatické modely by měly prostřednictvím řešení pohybových a termodynamických rovnic metodami numerické matematiky dostatečně přesně popsat základní fyzikální i chemické procesy probíhající v klimatickém systému. Základním nástrojem modelování klimatu jsou globální klimatické modely¹² (GCM¹³). Samotné numerické řešení probíhá v síti buněk, reprezentovaných gridovými body¹⁴, v několika vertikálních hladinách. GCM jsou schopny úspěšně simulovat jevy velkých měřítek, zejména ve volné atmosféře, ale úspěšnost při simulování přízemních proměnných v menších měřítkách, kterých je požadováno jako vstupních informací pro studie dopadů změn klimatu, není dostatečná. Existuje několik metod, jak přenést informace z GCM do menších měřítek, souhrnně se tyto metody nazývají downscaling. Vedle statistických metod¹⁵ je tu dynamický downscaling v podobě regionálních klimatických modelů (RCM¹⁶).

U RCM probíhá výpočet pouze na omezených oblastech¹⁷, jejichž rozlišení se u současných modelů pohybuje od 50 do 10 km. Jedná se o modely vnořené do GCM, který je v této souvislosti nazýván jako řídicí model a který udává okrajové podmínky. RCM má nejen fyzikálně konzistentním způsobem interpolovat data z řídicího modelu do své podrobnější sítě, ale i vytvářet své vlastní cirkulace menších měřítek a zpětné vazby, vyvolané např. lokální orografií.

Nejistoty klimatických modelů jsou spojeny zejména s počátečními¹⁸ a okrajovými¹⁹ podmínkami, s jejich strukturou a parametry. Současný trend zpřesňování scénářů změn klimatu spočívá především v analýze fyzikálně realističtějších klimatických modelů, které mají zpravidla vyšší rozlišení, jež umožňuje lepší zachycení orografie a jejího vlivu. Samo

¹² Podrobný popis těchto modelů lze nalézt např. v McGuffie a Henderson-Sellers (2005).

¹³ Zkratka GCM z anglického Global Climate Model nebo též General Circulation Model.

¹⁴ Běžné horizontální rozlišení GCM, tedy vzdálenost mezi gridovými body je 2-5° zeměpisné šířky a délky.

¹⁵ Příkladem statistických metod jsou statistický downscaling (Huth 2002) nebo stochastický generátor (Dubrovský 1997).

¹⁶ Zkratka RCM z anglického Regional Climate Model.

¹⁷ Jedná se o tzv. LAM model z anglického Limited Area Model.

¹⁸ Pro inicializaci klimatického modelu nejsou k dispozici pozorování stavových veličin v dostatečném časovém a prostorovém rozlišení.

¹⁹ Okrajovými podmínkami GCM jsou zejména množství dopadajícího slunečního záření a koncentrace skleníkových plynů, u RCM se pak jedná o termodynamické parametry přebírané ze simulací GCM.

o sobě zpravidla nevede k zužování rozpětí projekcí klimatických modelů, ale spíše k lepšímu popisu nejistot. Kendon et al. (2012) se zaměřují na klimatické modelování s velmi vysokým rozlišením (1,5 km). Jejich výzkum prokazuje, že pro zachycení konvektivních událostí je nezbytný přesnější popis lokální dynamiky oblačnosti, která je u současných modelů parametrizována.

Příkladem rozvoje regionálního klimatického modelování po roce 2000 jsou projekty, v jejichž rámci vznikla řada simulací RCM pro Evropu do roku 2100, jmenovitě ENSEMBLES²⁰, kdy simulace v rozlišení 25 km vycházely ze SRES scénáře A1B, PRUDENCE²¹, v rozlišení 50 a 25 km, dle SRES scénářů A2 a B2, či projekt CECILIA²² zaměřený až na lokální měřítko 10 km při emisních scénářích A1B nebo A2 a B2.

V rámci klimatického modelování v ČR byly první scénáře změny klimatu vycházející z GCM vytvořeny v devadesátých letech (Kalvová 1995). Další klimatické scénáře vychází z novějších GCM (Kalvová et al. 2002) a simulací RCM z projektu PRUDENCE (Kalvová et al. 2005). Nejnovější studie vychází z projektu ENSEMBLES (např. Vlnas et al. 2010; Kyselý et al. 2011; Hanel et al. 2012) a také simulací RCM ALADIN-Climate/CZ²³ (např. Štěpánek et al. 2008 nebo Rožnovský et al. 2010). Za nejkompaktnější lze označit projekt z let 2007-2011²⁴, jehož cílem bylo analyzovat vývoj klimatu v letech 1961-2010 a následně zpřesnit a aktualizovat regionální scénáře pravděpodobného vývoje klimatu na území ČR pro časové horizonty 2010-2039, 2040-2069 a 2070-2099²⁵.

Závěry studie v podstatě potvrzují závěry studií IPCC. Velmi zjednodušeně lze říci, že jsou v ČR prakticky jisté výskyty teplejších a častějších horkých dnů a nocí, velmi pravděpodobné jsou častější vlny extrémních teplot a epizody silných srážek, vedle přívalových dešťů²⁶ je území ČR

²⁰ Výsledky projektu obsahuje zpráva van der Linden a Mitchell (2009).

²¹ Výsledky projektu obsahuje zpráva Christensen a Christensen (2007).

²² Výsledky projektu obsahuje zpráva Halenka (2010).

²³ Popis modelu vyvíjeného v ČHMÚ lze nalézt v Huth et al. (2003).

²⁴ Technické shrnutí projektu VaV 2007-2011 je obsahem Pretel et al. (2011).

²⁵ Základ těchto scénářů tvoří výstupy RCM ALADIN-Climate/CZ, řízeného globálním modelem Arpege-climat, v rozlišení 25 km, podle scénáře emisí SRES A1B. Další části tohoto projektu pak analyzují dopady předpokládaných změn na vodní hospodářství, zemědělství a lesnictví a formulují vhodná adaptační opatření v těchto sektorech.

²⁶ Již v současnosti zvyšující se prostorová proměnlivost srážek s redistribucí měsíčních úhrnů během roku bude podle simulací nadále narůstat. V krátkodobém výhledu (2010-2039) je navíc očekáváno celkové mírné zvýšení srážkových úhrnů v některých oblastech.

ohroženo zejména čtenějšími a intenzivnějšími výskyty sucha²⁷. Již v současné době se na našem území vyskytují povodí chudá na srážky, která v některých letech pocítují nedostatek vodních zdrojů. Pokud se naplní projekce klimatických modelů, je tento problém možno očekávat i na dalších povodích a ve větším měřítku.

Z dosavadních projekcí RCM nelze jednoznačně na úrovni regionu/mikroregionu vymezit oblasti (menší než 10 × 10 km) s větší pravděpodobností zvýšení intenzity nebo výskytu extrémních srážek ani přívalových povodní. Přímá využitelnost RCM se při plánování opatření na úrovni regionálních měřítek i proto snižuje, návrhy adaptačních opatření jsou aplikovatelné zvláště na úrovni celého státu, pro lokální úroveň dostatečně RCM dostatečně nezohledňuje orografické podmínky a přesnější popis lokální dynamiky oblačnosti. Nicméně rizika jsou podstatnou měrou určena zranitelností jednotlivých povodí. Podle současného stavu zranitelnosti povodí a pravděpodobnosti změny podle modelové projekce lze vytipovat povodí a oblasti, ve kterých můžeme projevy negativních jevů nejvíce očekávat. Hypoteticky lze na základě regionální diverzifikace předpokládaných dopadů klimatických změn zvolit pro dané oblasti vhodná adaptační opatření. Z dosavadních klimatických scénářů a studií lze vycházet, doplnit o lokální měřítko, přesněji specifikovat mikroregionální adaptační opatření; z toho vychází i dále přiblížený projekt a jeho prvotní výsledky.

Studie možných projevů klimatických změn na území Královéhradeckého kraje

Studie má za cíl posoudit projevy možných klimatických změn a jejich dopady na území Královéhradeckého kraje, kde je díky pestrosti georeliéfu patrná značná variabilita klimatických poměrů. Vzhledem k počáteční fázi řešení projektu má kapitola charakter spíše představení projektu nežli prezentaci samotných výsledků, které jsou zastoupeny pouze popisem možného vývoje srážkových a teplotních charakteristik.

Metodika

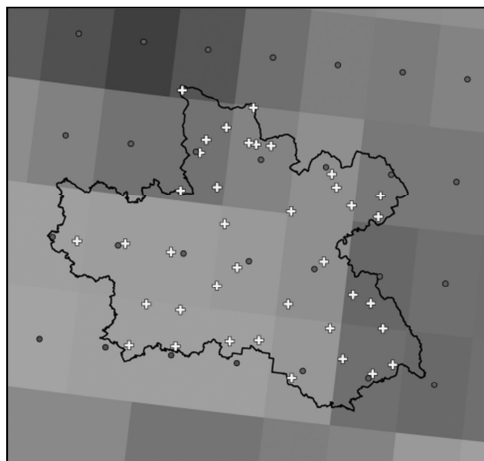
V první fázi řešení byly vybrány tři základní oblasti charakterizující rozmanitost kraje, a to oblastí Krkonoš²⁸, Orlických hor²⁹ a Hradce

²⁷ Obzvláště ve střednědobém (2040-2069) a dlouhodobém výhledu (2070-2099), kdy je simulován výraznější nárůst teploty a postupný pokles srážkových úhrnů.

²⁸ Oblast Krkonoš je omezena stanicemi Labská Bouda, Pec pod Sněžkou, Rýchorská Bouda, Pomezní Boudy, Dolní Dvůr a Horní Maršov, ze kterých byly dostupné naměřené hodnoty zprůměrovány.

²⁹ Pro oblast Orlických hor ze stanic Deštné, Rokytnice, Dobřany a Zdobnice.

Králové s okolím³⁰, na nichž byl proveden základní rozbor naměřených dat a trendů v období 1981-2011. Jedná se o předběžné zobrazení, na obr. 2 je zobrazen grid dostupných simulací RCM z projektu ENSEMBLES, do kterého budou následně naměřené hodnoty interpolovány a bude tak řešeno celkem 15 oblastí. Teplotní a srážkové charakteristiky představují dvě skupiny nejvýznamnějších indikátorů vývoje regionálního klimatu a jeho změn (Pretel 2012). Proto byly pro analýzu klimatických podmínek v kraji vybrány průměrné teploty a srážkové úhrny, které v měsíčním měření pro roky 1981-2011 poskytl ČHMÚ. Tato data vyplňují mezidobí mezi referenčním obdobím (1961-1990) a prvními klimatickými scénáři pro území ČR (2010-2039). Pro studii je využito celkem 10 datových řad průměrných měsíčních teplot a 38 řad měsíčních srážkových úhrnů naměřených na meteorologických nebo srážkoměrných stanicích v kraji. Datové řady nebyly vždy kompletní a vzhledem k dalšímu zpracování bylo nutné chybějící hodnoty dopočítat. K tomu byla v případě teplotních řad využita lineární regrese, jelikož teplota vzduchu má vysokou korelaci s nadmořskou výškou, a v případě srážkových úhrnů interpolace IDW³¹ z nejbližších pěti stanic při nastavení vyššího vlivu nejbližších hodnot (zvoleno kvůli vysoké variabilitě terénu i srážkových úhrnů v řešeném území).



Obr. 2: Zobrazení stanic (světlé křížky) a gridu simulací RCM z projektu ENSEMBLES (tmavé body)

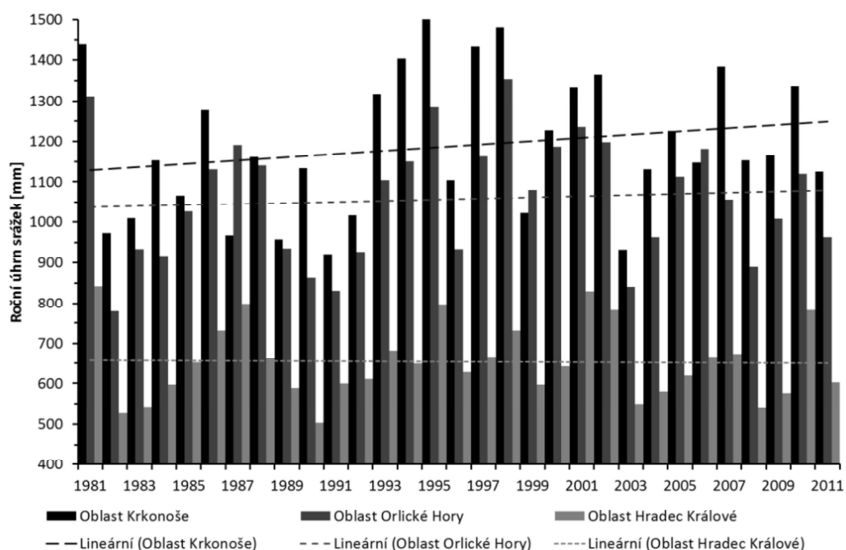
Zdroj: vlastní zpracování

³⁰ Pro oblast Hradce Králové ze stanic Hradec Králové, Běleč nad Orlicí, Borohrádek, Hoříněves, Dobřenice a Nechanice.

³¹ Metoda Inverse Distance Weighting je popsána např. v Tabios a Salas (1985).

Dílčí výsledky

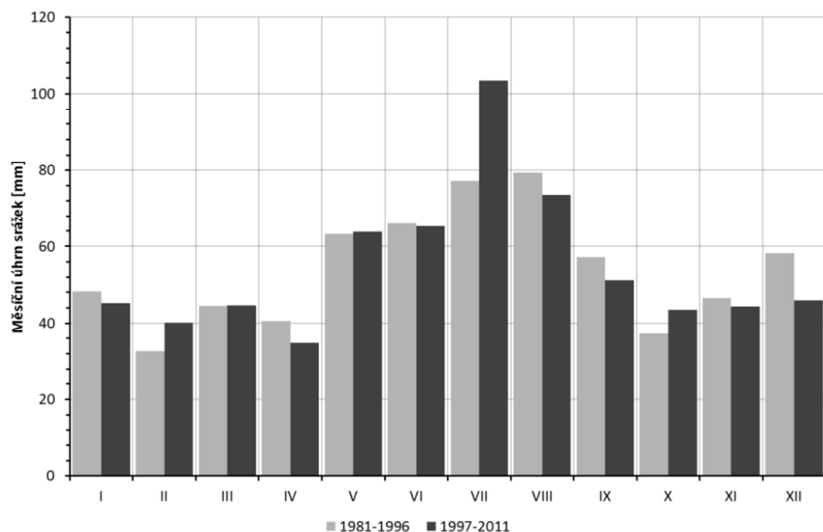
Z grafu průběhu ročních úhrnů srážek za sledované období (obr. 3) je čitelná vysoká meziroční proměnlivost (směrodatná odchylka pro oblast Krkonoš tvoří až 171 mm, pro Hradec Králové 92 mm). Zřetelný je trend nárůstu ročních srážkových úhrnů v oblasti Orlických Hor (o 1,3 % za desetiletí) a obzvláště Krkonoš (o 3,4 % za desetiletí), naopak pro oblast Hradce Králové je trend mírného poklesu (o 1 % za desetiletí). Pokles srážek v zimě je společný ve všech oblastech, obdobně jako zvýšení v létě, na jaře a na podzim se již projevují mezi oblastmi rozdíly, všeobecně je možno konstatovat, že v horských oblastech dochází ke zřetelnějším změnám trendů v jednotlivých měsících než v oblasti Hradce Králové.



Obr. 3: Průběh průměrných ročních srážkových úhrnů ve zvolených oblastech se zobrazením lineárního trendu

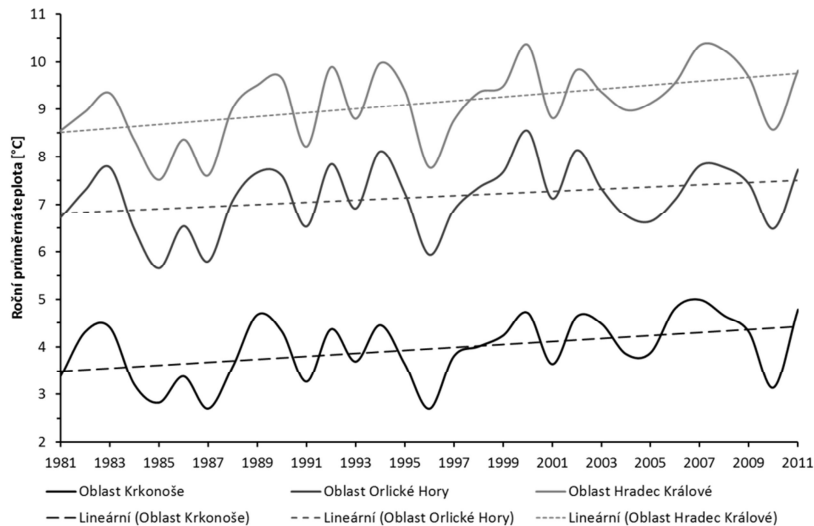
Zdroj: vlastní zpracování

Na příkladu oblasti Hradce Králové je porovnán roční chod srážek v obdobích 1981-1996 a 1997-2011 (obr. 4), z obrázku je patrné, že roční chod srážek zůstává zachován, nejvíce srážek se vyskytuje v létě, nejméně od poloviny podzimu do poloviny jara; příznačné je, že úbytek v prosinci a v lednu je kompenzován nárůstem v červenci.



Obr. 4: Změny měsíčních srážkových úhrnů mezi obdobími 1981-1996 a 1997-2011 v oblasti Hradce Králové

Zdroj: vlastní zpracování



Obr. 5: Průběh průměrných ročních teplot ve zvolených oblastech se zobrazením lineárního trendu

Zdroj: vlastní zpracování

Roční průměrná teplota (obr. 5) má ve všech oblastech trend nárůstu (nejzřetelnější je nárůst v oblasti Hradce Králové $0,4\text{ }^{\circ}\text{C} / 10\text{ let}$ a v Krkonoších $0,3\text{ }^{\circ}\text{C} / 10\text{ let}$, naopak v Orlických Horách jen $0,22\text{ }^{\circ}\text{C} / 10\text{ let}$). V porovnání se srážkovými úhrny se mezi sledovanými oblastmi nevyskytují ani v měsíčních trendech tak významné rozdíly. Nejvýraznější nárůst teplot je pozorován v létě. V některých měsících je pozorováno dokonce ochlazování (říjen, prosinec).

Závěry

Dosavadní výsledky prokazují nutnost zabývat se rozbořem území v podrobnějším měřítku, kdy sledované jevy budou následně pečlivěji studovány v jednotlivých gridových bodech. Dalším krokem je tedy naměřená data interpolovat do sítě gridu v rozlišení 25 a 10 km, podle gridových bodů, ve kterých jsou již provedeny simulace RCM. Předpokládá se využití projekcí z projektu ENSEMBLES³² pro 25km rozlišení a RCM ALADIN-Climate/CZ pro 10km rozlišení. K interpolaci srážkových dat bude využita metoda IDW a pro teplotní data lineární regrese mezi průměrnými teplotami a nadmořskou výškou. Dostaneme tak síť bodů interpolovaných teplot a srážek přesně v bodech, pro které byly prováděny simulace RCM, na základě modelovaných hodnot bude poté možné stanovit v budoucích třicetiletých obdobích do roku 2100 možné změny těchto veličin a přesněji analyzovat jejich současný vývoj právě díky naměřeným interpolovaným datům.

Pro budoucí výzkum bude použito dalších interpolačních technik pro vytvoření podrobnějšího a zároveň přesnějšího rozložení srážkových úhrnů. Rozložení a hustota pokrytí měřicích stanic však neslibují příliš optimistické vyhlídky i přes použití pokročilejších interpolačních technik. Toto je základní problém pro zpracování některých meteorologických veličin z minulých let v dlouhodobějším horizontu. Pro zpřesnění výsledků tak bude nutno využít dalších údajů a studií mapujících záplavové území, lokality s výskytem abnormálního počasí atd.

Výsledky této dílčí studie jsou v souladu a potvrzují závěry klimatických scénářů zpracovaných pro větší územní celky. Článek poukazuje na skutečnost, že klimatické změny, ať způsobené jakkoliv, tvoří riziko, kterému budeme nuceni v dalším období čelit. Podle dosavadního globálního vývoje je vysoce nepravděpodobné, že dokážeme klimatickým změnám předcházet (ať už budou snahy EU sebevětší), nezbývá tak nic jiného, než se na tyto změny připravit.

³² Zahrnující simulace modelů HIRHAM, HadRM3, RCA a dalších, více např. v Hanel a Buishand (2011).

Celkově práce přináší jen základní pohled na možnost využití scénářů klimatické změny v praxi. V hlubší analýze praktické aplikace modelových výstupů v některých sektorech ekonomiky vidíme potenciál pro další rozvoj této studie. Na základě výsledků této studie a doplněním o závěry studií zpracovaných pro území ČR bude Královéhradecký kraj s vysokou pravděpodobností čelit vyššímu výskytu intenzivních srážek s proměnlivou lokalizací a teplotním extrémům, stejně jako častým výskytům období sucha.

V oblasti krajského města dochází v rámci kraje k nejvyššímu nárůstu teplot a zároveň úbytku srážkových úhrnů. Právě to je kombinace, která pravděpodobně povede k výskytům období sucha. Zřejmě tomu nezabrání ani vyšší srážkové úhrny v horských oblastech, jelikož i tam se tyto úhrny budou vyskytovat v nerovnoměrnějším rozložení během roku, zdá se, že v zimním období i na jaře bude docházet k úbytku srážek; o to více sice bude pršet v letních měsících, ale značně nerovnoměrně, tzn. že většina srážek může napršet pouze v jediném měsíci³³. Navíc v delším časovém horizontu bude podle scénářů docházet k úbytku srážek postupně na většině území.

V Královéhradeckém kraji je nedostatkem vody nejvíce ohroženo území nejhustěji obydlené a zároveň nejkvalitnější zemědělské oblasti. Prioritní se tak zdá zabezpečit dostatek kvalitní a pitné vody³⁴. Oblasti založené na zimní turistice by se pravděpodobně stále více potýkaly s nedostatkem

³³ Jednotné vedení dešťové a splaškové kanalizace, které v Královéhradeckém kraji převažuje, může v důsledku rozrůstajících se zpevněných ploch v sídelních systémech způsobovat problémy při přívalových srážkách. Taktéž výskyt oblastí s nízkým koeficientem ekologické stability, vysokým stupněm zornění a svažitých orných pozemků snižuje retenční schopnost krajiny a může zapříčinit vznik lokálních povodní při rychlém odtoku srážek.

³⁴ Rozhodujícími vodními zdroji Královéhradeckého kraje jsou podzemní zdroje. Na těchto zdrojích je založeno zásobení vodou celého Jičínska, Náchodska a v podstatě i Rychnovska (mimo Rokytnici v Orlických horách). Povrchové vody jsou využívány na Trutnovsku, a to přímým odběrem z toků Úpy, Labe a Sněžného potoka (Žacléř). Významné přebytky kvalitní pitné vody jsou zejména na Náchodsku (Polická křídová pánev) a Rychnovsku (Litá), které dotují potřeby Východočeské vodárenské soustavy. Nejhuře je zdroji zabezpečeno území Královéhradecka, které přebírá převážnou část potřebné pitné vody z Náchodska a Rychnovska. Jičínsko a Trutnovsko jsou kapacitou vodních zdrojů soběstačné. Vysoké procento povrchových vod je klasifikováno jako rizikové z hlediska chemického (48 %) nebo ekologického stavu (73 %) a 50 % podzemních vod z hlediska chemického stavu. Se zvýšením teploty lze očekávat další zhoršení stavu.

sněhové pokrývky. Vyšší teplota by také vedla k šíření nových biologických druhů (včetně např. škůdců zemědělských plodin, bakteriálních nemocí...) atd. Zdá se, že v 21. století „plánování katastrof“ (viz Maier 2003) skutečně nabývá na významu a možná ve víru celosvětových, a to nejen klimatických, problémů můžeme nakonec zjistit, že úrodná půda a vcelku vhodné středoevropské klima je tím naším největším bohatstvím.

Příspěvek vznikl za podpory grantové agentury FŽP ČZU v rámci projektů „Studie možných projevů klimatických změn na území Královéhradeckého kraje“ a „Možnosti uplatnění principu střediskovosti v sídelních systémech ČR“.

Použitá literatura

- DUBROVSKÝ, M., 1997. Creating Daily Weather Series with Use of the Weather Generator. *Environmetrics*. Vol. 8, s. 409-424. ISSN 1180-4009.
- FRIČ, P. a A. VESELÝ, eds., 2010. *Riziková budoucnost: Devět scénářů vývoje české společnosti*. Praha: MATFYZPRESS. 109 s. ISBN 978-80-7378-110-1.
- HALENKA, T., ed., 2010. *Central and Eastern Europe Climate Change Impact and Vulnerability Assessment. Project No. 037005 CECILIA. Periodic activity report* [online]. Praha: Katedra Meteorologie Univerzity Karlovy [cit. 2012-08-08]. Dostupné z: http://www.cecilia-eu.org/Y3_PAR.pdf
- HANEL, M. a T. A. BUIHAND, 2011. Analysis of precipitation extremes in an ensemble of transient regional climate model simulations for the Rhine basin. *Climate Dynamics*. Vol 36, iss. 5-6, s. 1135-1153. ISSN 0930-7575.
- HANEL, M., L. KAŠPÁREK, M. MRKVIČKOVÁ, S. HORÁČEK, A. VIZINA, O. NOVICKÝ a R. FRIDRICHOVÁ, 2012. *Odhad dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci v ČR a možná adaptační opatření*. Praha: VÚV T. G. Masaryka, v. v. i. 108 s. ISBN 978-80-87402-22-1.
- HEGERL, G. C., F. W. ZWIERS, P. BRACONNOT, N. P. GILLETT, Y. LUO, J. A. MARENGO ORSINI, N. NICHOLLS, J. E. PENNER a P. A. STOTT, 2007. Understanding and Attributing Climate Change. In: SOLOMON, S. et al., eds. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA: Cambridge University Press, s. 663-745.

HUTH, R., 2002. Statistical Downscaling of Daily Temperature in Central Europe. *Journal of Climate*. Vol. 15, s. 1731-1742. ISSN 0894-8755.

HUTH, R., L. METELKA, T. HALENKA, R. MLÁDEK, Z. HUTHOVÁ, M. JANOUŠEK, J. KALVOVÁ, S. KLIEGROVÁ, J. KYSELÝ, L. POKORNÁ a P. SEDLÁK, 2003. Regionální klimatické modelování v České republice - projekt ALADIN-Climate. *Meteorologické zprávy*. Roč. 56, s. 97-103. ISSN 0026-1173.

CHRISTENSEN, J. H. a O. B. CHRISTENSEN, 2007. A summary of the PRUDENCE model projections of changes in European climate by the end of this century. *Climatic Change*. Vol. 81, s. 7-30. ISSN 0165-0009.

KALVOVÁ, J., 1995. *Scénáře změny klimatu pro Českou republiku - Územní studie změny klimatu, Element 2*. Praha: ČHMÚ, Národní klimatický program ČR. Svazek 17. 101 s. ISBN 80-85813-24-6.

KALVOVÁ, J., L. KAŠPÁREK, D. JANOUŠ, Z. ŽALUD a H. KAZMAROVÁ, 2002. *Scénáře změny klimatu na území České republiky a odhady dopadů klimatické změny na hydrologický režim, sektor zemědělství, sektor lesního hospodářství a na lidské zdraví v ČR*. Praha: ČHMÚ, Národní klimatický program ČR. Svazek 32. 158 s. ISBN 80-86690-01-6.

KALVOVÁ, J., P. PIŠOFT, Z. CHLÁDOVÁ, J. MIKŠOVSKÝ a A. RAIDL, 2005. *Vytvoření scénářů změny klimatu pro Českou republiku. Výzkumná zpráva z projektu VZ 01 Voda, subprojekt 03: Dopady klimatických a antropogenních změn na hydrologické a ekologické systémy*. Praha: MFF UK a VÚV T. G. Masaryka, v. v. i.

KENDON, E. J., N. M. ROBERTS, C. A. SENIOR a M. J. ROBERTS, 2012. Realism of rainfall in a very high resolution regional climate model. *Journal of Climate*. Vol. 25, iss. 17, s. 5791-5806. ISSN 0894-8755.

KYSELÝ, J., L. GAÁL, R. BERANOVÁ a E. PLAVCOVÁ, 2011. Climate Change Scenarios of Precipitation Extremes in Central Europe from ENSEMBLES Regional Climate Models. *Theoretical and Applied Climatology*. Vol. 104, s. 529-542. ISSN 0177-798X.

MAIER, K., 2003. Plánování katastrof? *Urbanismus a územní rozvoj*. Roč. 6, č. 1, s. 41-43. ISSN 1212-0855.

MCGUFFIE, K. a A. HENDERSON-SELLERS, 2005. *A Climate Modelling Primer*. 3rd Edition. Wiley. 296 s. ISBN 978-0-470-85751-9.

- NEELIN, J. D., 2011. *Climate Change and Climate Modeling*. UK: Cambridge University Press. 304 s. ISBN 978-0-521-60243-3.
- PACHAURI, R. K. a A. REISINGER, eds., 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [online]. 104 s. Geneva, Switzerland: IPCC [cit. 2012-20-03]. Dostupné z: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm
- PRETEL, J., 2012. Pravděpodobný vývoj klimatu v ČR. *Pro-Energy magazin*. Roč. 2012, č. 2, s. 56-59. ISSN 1802-4599.
- PRETEL, J., L. METELKA, O. NOVICKÝ, J. DAŇHELKA, J. ROŽNOVSKÝ a D. JANOUŠ, 2011. *Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření. Technické shrnutí výsledků projektu v letech 2007-2011*. Praha: ČHMÚ. 62 s.
- ROŽNOVSKÝ, J., P. FUKALOVÁ a H. POKLADNÍKOVÁ, 2010. Predikce klimatu jižní Moravy. In: ROŽNOVSKÝ, J. a T. LITSCHMANN, eds. *Voda v krajině*. Lednice: Česká bioklimatologická společnost, s. 57-67. ISBN 978-80-86690-79-7.
- STEJSKAL, L., 2012. *Změna klimatu a její dopady: hlavní hrozba 21. století*. Working paper 15/2012 k Trendy, rizika a scénáře bezpečnostního vývoje ve světě, Evropě a ČR - dopady na bezpečnostní politiku a bezpečnostní systém ČR, Program bezpečnostního výzkumu České republiky v letech 2010-2015 (BV II/2 - VS). Praha: SBP CESES. 34 s.
- ŠTĚPÁNEK, P., P. SKALÁK a A. FARDA, 2008. RCM ALADIN-Climate/CZ Simulation of 2020-2050 Climate over the Czech Republic. In: ROŽNOVSKÝ, J. a T. LITSCHMANN, eds. *Bioklimatologické aspekty hodnocení procesů v krajině*. Mikulov: Česká bioklimatologická společnost. ISBN 978-80-86690-55-1.
- TABIOS, G. Q. a J. D. SALAS, 1985. A Comparative Analysis of Techniques for Spatial Interpolation of Precipitation. *Water Resources Bulletin*. Vol. 21, iss. 3, s. 365-380. ISSN 1752-1688.
- TRENBERTH, K. E., P. D. JONES, P. AMBENJE, R. BOJARIU, D. EASTERLING, A. KLEIN TANK, D. PARKER, F. RAHIMZADEH, J. A. RENWICK, M. RUSTICUCCI, B. SODEN a P. ZHAI, 2007. Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: SOLOMON, S. et al., eds. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working*

Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, s. 235-336.

VAN DER LINDEN, P. a J. F. B. MITCHELL, eds., 2009. *ENSEMBLES: Climate Change and Its Impacts. Summary of Research and Results from the ENSEMBLES Project*. UK, Exeter: Met Office Hadley Centre. 160 s.

VLNAS, R., L. KAŠPÁREK, A. VIZINA, E. HANSLÍK a P. ŠIMEK, 2010. *Časová a plošná variabilita hydrologického sucha v podmínkách klimatické změny na území České republiky*. Praha: VÚV T. G. Masaryka, v. v. i. 150 s. ISBN 978-80-87402-11-5.

sborník z workshopu

**GEOGRAFICKÝ VÝZKUM:
SPOLEČNOST A PŘÍRODA V OBDOBÍ KRIZE**

Brno 2012

Robert Osman (ed.)

Masarykova univerzita
Brno 2013

Recenzenti

Ing. et Mgr. Otakar Čerba, Ph.D., RNDr. Petr Daněk, Ph.D.,
Mgr. Lenka Fendrychová, Mgr. Lucie Gaľčanová, Ph.D., Petr Gibas, MSc.,
Mgr. Vladan Hruška, Mgr. Ondřej Konečný, RNDr. Stanislav Kraft, Ph.D.,
doc. PhDr. Marie Macková, Ph.D., Mgr. Zdeněk Máčka, Ph.D.,
Mgr. Stanislav Martinát, RNDr. Ladislav Metelka, Ph.D., RNDr. Jan Miklín,
RNDr. Petr Rumpel, Ph.D., Mgr. Daniel Seidenglanz, Ph.D.,
Ing. Eva Soukalová, CSc., Doc. RNDr. Luděk Sýkora, Ph.D.,
Mgr. Monika Šulc Michalková, Ph.D., Ph.D., Doc. RNDr. Milan Trizna, Ph.D.,
RNDr. Jakub Trojan, Mgr. David Vogt, Mgr. Kateřina Vrábílková, Ph.D.,
Mgr. Jan Ženka, Ph.D.

© 2013 Masarykova univerzita

ISBN 978-80-210-6230-6
ISSN 1805-9120

*Publikace vznikla v rámci projektu
OP VK "Inovace výuky geografických studijních oborů"
(reg. č.: CZ.1.07/2.2.00/15.0222), který je spolufinancován
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*



Obsah

Editorial	6
<i>Robert Osman</i>	
Hodnotenie regionálnej diferenciácie vybraných demografických ukazovateľov SR	8
<i>Pavol Durček</i>	
Možnosti rekonstrukce zaniklých rybníků s pomocí starých map a Digitálního modelu reliéfu ČR 5. generace	33
<i>Jindřich Frajer, Jan Geletič</i>	
3D kartografická vizualizace v prostředí internetu: technologické možnosti a bariéry	45
<i>Lukáš Herman</i>	
Uplatňování agroenvironmentálních opatření: reakce na krizi produktivistického zemědělství?	56
<i>Jiří Hrabák</i>	
Multidisciplinární přístup ke studiu říční krajiny	70
<i>Jiří Jakubínský</i>	
Identifikace shluků dopravních nehod pomocí funkce jádrového odhadu hustoty a Monte Carlo simulací	83
<i>Zbyněk Janoška, Richard Andrášik</i>	
Přednosti a nástrahy využití rizikové analýzy při hodnocení povodňového rizika	98
<i>Kamila Klemešová</i>	
Zemědělské výnosy v podmínkách měnícího se klimatu na jižní Moravě	112
<i>Petr Kolář, Miroslav Trnka</i>	
Sociálno-priestorové nerovnosti v meste: segregácia a separácia v Bratislave	127
<i>Miriám Miláčková</i>	
Imaginative geographies ako súčasť identity regiónu	147
<i>Richard Nikischer</i>	

Stagnující regiony ve vztahu k procesu “urban shrinkage” na příklade FMR Prievidza <i>Eva Polonyová, Marek Richter</i>	162
Města v období ekonomické krize: česká a finská zkušenost s městským marketingem <i>Petra Sladká, Ondřej Konečný</i>	177
Tvorba a uplatnění (klimatických) scénářů na regionální úrovni <i>Vojtěch Svoboda, Lukáš Kalecký</i>	190
Změny ve využívání krajiny a vodního toku v horním povodí Svitavy <i>Eva Svobodová</i>	205
Vliv změn vzdělanostní struktury zaměstnaných na úroveň nezaměstnanosti v regionech České republiky v období let 2001 až 2011 <i>Ondřej Šerý</i>	219
Využití víceúrovňového modelování v geografii: Studie spokojenosti se životem v obcích na Broumovsku <i>Petr Voda</i>	236
Narativní rozhovor v geografickém výzkumu českého pohraničí <i>Pavčina Zrůstová, Jiří Malý</i>	251