



Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta,
Katedra fyzickej geografie a geoekológie

Nezisková organizácia EDULAB
Klub učiteľov geovied

odborná skupina pri Slovenskej geologickej spoločnosti pri SAV

Nové trendy v geovedách – geovedné vzdelávanie učiteľov
Projekt KEGA č. 088UK-4/2013

Dôsledky zmien globálnej a regionálnej teploty na iné klimatické a environmentálne prvky

TEXT K PREDNÁŠKE

prof. RNDr. Milan Lapin, CSc.

2014

Realizáciu prednášky podporila:

KEGA č. 088UK-4/2013: Nové trendy v geovedách – geovedné vzdelávanie učiteľov

VŠEOBECNÁ ČASŤ

Klimatológia je veda o podnebí Zeme, o súvislostiach a príčinách vzniku a zmien klimatických podmienok, o vplyvoch klímy na objekty činnosti človeka a naopak o vplyve človeka na klímu (tiež o dlhodobom režime počasia (vždy najmenej za 30 rokov) vo vzťahu ku geografickým podmienkam, ekosystémom a k socioekonomickej sfére). Tým sa líši od **meteorológie**, ktorá sa zaoberá prevažne aktuálnym počasím a prognózou počasia do 10 dní.

Pod pojmom **zmeny klímy** rozumieme všetky zmeny súvisiace s klímou, teda zmeny najmenej 30-ročných charakteristík klímy. V súčasnosti sa podľa Medzivládneho panelu OSN pre zmenu klímy (IPCC, 1996) takto nazývajú už len zmeny klímy prirodzeného charakteru, teda tie, ktoré sú spôsobené zmenami slnečnej aktivity a inými astronomickými faktormi, sopečnými erupciami, zmenami cirkulácie oceánov atď.

Pod pojmom **zmena klímy** (klimatická zmena) rozumieme len tú časť zo všetkých zmien klímy, ktorú spôsobuje človek zmenou skleníkového efektu atmosféry (emisiou skleníkových plynov a aerosólov do atmosféry a zmenou využívania krajiny). Podrobnosti sú ďalej v texte.

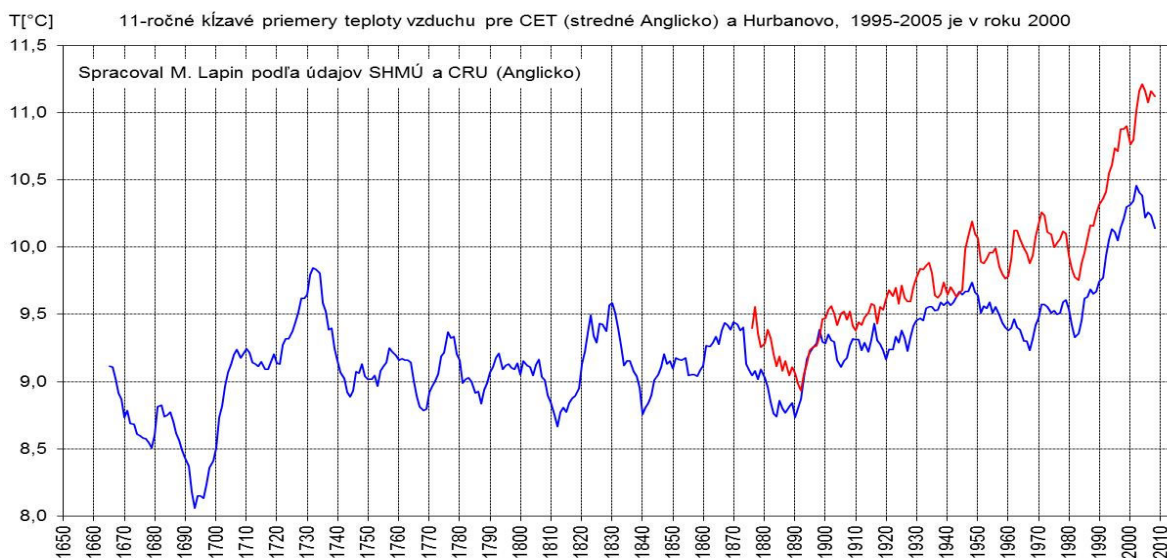
Pod pojmom **premenlivosť klímy** rozumieme celý rad klimatických charakteristík vyjadrujúcich fluktuácie (premenlivosť) v časových radoch klimatických údajov. Klimatické pomery môžeme kvantitatívne opísať stredovými, rozptylovými, trendovými a cyklickými štatistickými charakteristikami (smerodajná odchýlka a variačný koeficient sú príkladom charakteristík variability alebo premenlivosti klímy).

Klimatické charakteristiky môžu mať aj viac-menej pravidelné zmeny, ktoré nazývame **kolísanie klímy**. Prirodzené kolísanie (cyklické zmeny) klimatických charakteristík je dané predovšetkým solárnou klímou (ročný chod, 11-ročný cyklus...), iné cykly súvisia s cykličnosťou niektorých klimatotvorných procesov (napr. 2-ročný cyklus zmeny medzi východnou a západnou cirkuláciou atmosféry v stratosfére - QBO, ďalej sú to atmosférické alebo oceánické oscilácie vyjadrené indexmi ENSO, ElNiño/LaNiña, NAO, AO, PDO a radom iných regionálnych indexov cirkulačných oscilácií).

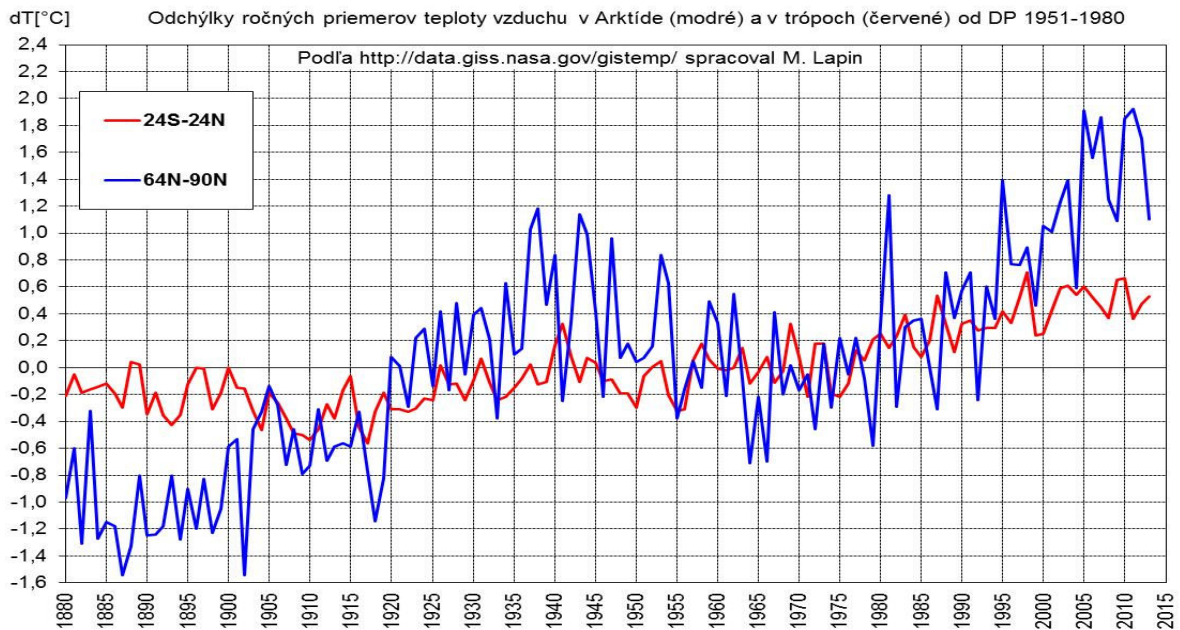
Keď chceme analyzovať **možné dôsledky klimatickej zmeny** na prírodné prostredie, sociálnu a ekonomickú sféru, tak si musíme predovšetkým zadefinovať také pojmy ako klimatické návrhové charakteristiky (používané najmä v technických aplikáciách) a pravdepodobnosť výskytu určitého nebezpečného alebo škodlivého počasia. Aj prirodzené zmeny klímy a prirodzená premenlivosť klímy sa vyznačujú ojedinelým výskytom takého počasia, ktoré môže mať negatívne dôsledky na prírodné prostredie a objekty činnosti človeka. Ak je klíma stacionárna (30-ročné klimatické charakteristiky nevykazujú významný trend), tak za mimoriadne sa považujú také prípady počasia, ktoré majú menšiu pravdepodobnosť výskytu (sú v priemere zriedkavejšie) ako raz za 50 rokov. Všetky častejšie sa vyskytujúce prípady počasia nemôžu mať nenávratne škodlivý vplyv na prírodné prostredie a ľudské aktivity (aj projekty budov a infraštruktúry) by sa mali riešiť tak, aby pri nich nevznikli závažné škody. V niektorých krajinách poisťovacie spoločnosti uznávajú len také škody ako poisťné udalosti, ktoré vzniknú počas mimoriadnych alebo ešte zriedkavejších prípadov počasia a súvisiacich procesov v krajine. Ak je ale klíma nestacionárna (30-ročné charakteristiky vykazujú významný trend), tak môže značne vzrásť počet niektorých mimoriadnych prípadov počasia a rastie preto aj počet a výška súvisiacich škôd. To je práve prípad rýchlej klimatickej zmeny, teda aj rýchleho rastu globálnej a hemisférickej teploty a súvisiace zmeny.

Adaptácia na dôsledky klimatických zmien a zmierňovanie klimatickej zmeny

Ekosystémy (prirodzené spoločenstvá rastlín a živočíchov) ako aj sociálne a ekonomické systémy (spoločenstvá ľudí) sa vždy adaptovali (prispôbovali) na klimatické zmeny a ich možné dôsledky (aj na dlhodobé priemery a aj na premenlivosť a extrémny klímy). V minulých storočiach sa vyskytli síce aj významné extrémny počasia a premenlivosti klímy, no za sebou nasledujúce 30-ročné priemery teploty vzduchu sa menili iba nepatrne (v rozsahu desiatín °C) tak v prípade globálnych a hemisférických ako aj regionálnych a lokálnych priemerov. Dobré to vidíme na porovnaní 11-ročných kĺzavých priemerov teploty vzduchu najdlhšieho radu merania v strednom Anglicku a v Hurbanove (obr. 1). Premenlivosť 11-ročných priemerov teploty je spôsobená predovšetkým prirodzenými faktormi, v prípade CET aj zmenami v oceánickej cirkulácii v severnom Atlantiku. Preto bola adaptácia na zmeny klímy pomerne jednoduchá, stačilo mať v pamäti predchádzajúcu klímu za 30 alebo 50 rokov.



Obr. 1: Porovnanie 11-ročných kĺzavých priemerov teploty vzduchu pre CET (časový rad meraní v strednom Anglicku 1659-2013) a Hurbanovo (1871-2013), hodnota v roku 2000 je priemerom z obdobia 1995-2005 (Zdroj: CRU a SHMÚ).



Obr. 2: Porovnanie ročných priemerov teploty vzduchu v Arktíde (v pásme 64-90° s.z.š., modré) a v tropickom pásme (24° j.z.š. – 24° s.z.š., červené), v období 1880-2013 (Zdroj: GISS, USA).

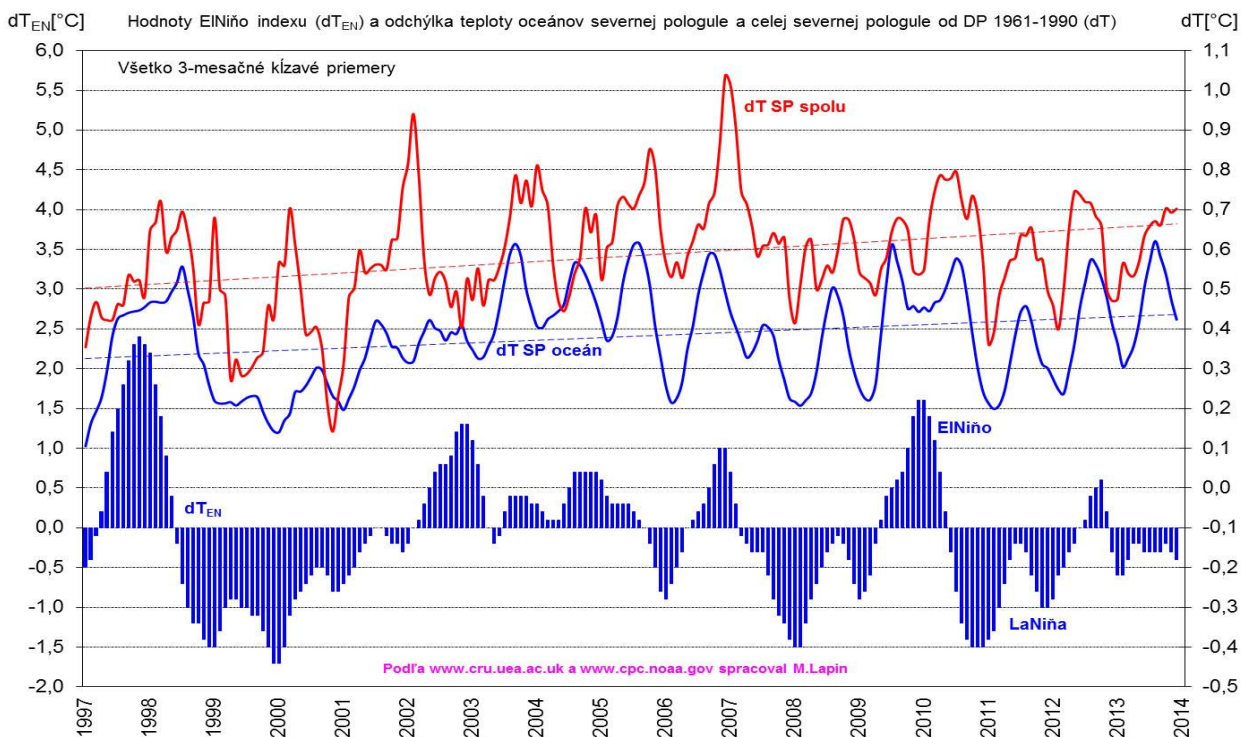
Po roku 1975 došlo k závažnej odchýlke od dovtedajšieho vývoja klímy a nielen regionálne ale aj globálne priemery teploty vzduchu sa začali pomerne rýchlo zvyšovať. Trend rastu teploty vzduchu na väčšej časti Zeme, najmä na kontinentoch severnej pologule a v Arktíde, prekonal všetky doterajšie zmeny za celé obdobie meteorologických meraní (obr. 2). Vedci sa zhodli na tom, že takýto vývoj je do značnej miery ovplyvnený ľudskou činnosťou, najmä zrýchľujúcou sa emisiou skleníkových plynov do atmosféry. Preto sa začalo hlasnejšie hovoriť o potrebe redukcie vplyvu človeka na klimatický systém Zeme, predovšetkým o znížení emisie skleníkových plynov do atmosféry a o šetrnejšom využívaní krajiny. Uvedené návrhy na zmiernenie vplyvu človeka na klimatický systém Zeme (**tzv. mitigačné opatrenia**) narazili na silný odpor ekonomickej sféry a časti politikov, pretože vyžadujú zdraženie niektorých tovarov (najmä energie), aby mali ľudia motiváciu k úsporám vo využívaní týchto tovarov. Zníženie spotreby tovarov totiž môže viesť k poklesu HDP a k poklesu zamestnanosti. Tiež to môže spôsobiť zníženie konkurenčnej schopnosti tovarov z krajín, ktoré takéto opatrenia prijímu. To sú hlavné dôvody prečo sa svetové spoločenstvo (pod patronátom OSN) nevie dohodnúť na účinných celosvetových mitigačných opatreniach. Vedci preto odporúčajú prijať aspoň čiastkové opatrenia smerujúce k riešeniu problému klimatickej zmeny spôsobenej človekom (nemá zmysel bojovať proti prirodzeným zmenám klímy). Najjednoduchšia (ale aj najdrahšia) je adaptácia, pretože adaptovať sa môže individuálne každá krajina, každá obec a každý jednotlivý človek bez ohľadu na zvyšok sveta. Adaptácia by mala byť rozložená na viac desaťročí (napríklad protipovodňové opatrenia, zdroje pitnej vody, zmeny lesných spoločenstiev ...). Zároveň treba pokračovať v riešení celosvetovej dohody o mitigačných opatreniach aj keď nie je možné odhadnúť termín takejto dohody. Slovensko sa na riešení tejto problematiky podieľa už od roku 1991 (doteraz bolo publikovaných a odoslaných do OSN 6 Národných správ SR o klimatickej zmene, posledná v r. 2013).

Príklady možných negatívnych zmien klimatických a environmentálnych prvkov

Verejnosť má v miernych zemepisných šírkach skoro na celom svete taký názor, že otepľovanie klímy je priaznivé, lebo všetci majú radi teplé počasie a navyše sa počas teplejších epizód dá aj ušetriť na vykurovaní a pri pestovaní náročnejších plodín. Málokto ale dokáže spojiť problém otepľovania klímy s ďalšími procesmi prebiehajúcimi v klimatickom systéme Zeme. Ide nielen o atmosféru ale aj o hydrosféru (voda na Zemi), kryosféru (sneh a ľad na Zemi), litosféru (pôda a horné vrstvy zemskej kôry) a biosféru (živé organizmy na Zemi). Dôležité je aj prepojenie klimatotvorných procesov v celom tomto systéme.

Atmosféra sa vyznačuje nielen charakteristickým chemickým zložením a premenlivým množstvom vodnej pary (závislým najmä od teploty vzduchu a zdrojov výparu) ale aj viac-menej pravidelným systémom atmosférickej cirkulácie s významnými kvázistacionárnymi útvarmi tlaku vzduchu a dosť stabilného atmosférického prúdenia. Všeobecná cirkulácia atmosféry (VCA) určuje klimatické pomery v jednotlivých regiónoch na celej Zemi, preto sú mimoriadne dôležité jej zmeny. Príčinou existencie viac-menej stabilnej VCA je rotácia Zeme, teplotný gradient medzi tropickými a polárnymi šírkami, priestorové rozloženie prijatého slnečného žiarenia a usporiadanie oceánov, morí, pevniny a horských masívov na Zemi. Dosť významnú úlohu hrá aj charakter povrchu pevniny a plávajúceho ľadu na moriach.

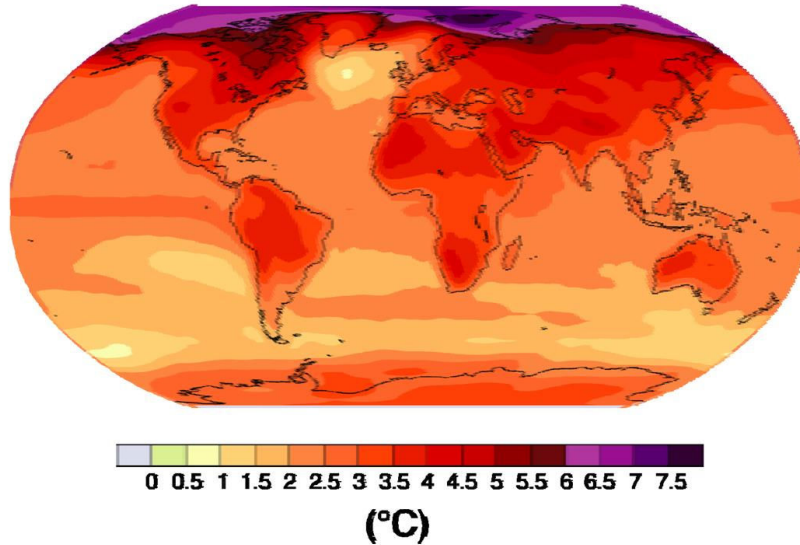
Zmeny teplotných pomerov na Zemi mali vždy taký charakter, že v tropických šírkach boli pomalšie a menšie a v polárnych šírkach podstatne výraznejšie (obr. 2). V tropických šírkach majú dokonca väčší význam zmeny priemerov teploty atmosféry vyvolané osciláciami oceánickej cirkulácie (ONI – Oceánický Niño Index, obr. 3) ako zmeny vyvolané inými faktormi. Je teda zrejmé, že dlhodobejšie otepľovanie alebo ochladzovanie Arktídy môže spôsobiť významné zmeny v atmosférickej cirkulácii na celej severnej pologuli, predovšetkým v miernych šírkach (40 až 65° s.z.š.). Väčšie oteplenie Arktídy ako tropických širok vedie k zoslabeniu západného zonálneho prúdenia atmosféry, k zväčšeniu amplitúdy tzv. Rossbyho vín (výraznejšie vpády studeného vzduchu ďaleko na juh a teplého ďaleko na severe) a celkový posun polárnej frontálnej zóny na sever. To ovplyvňuje zrážkový aj teplotný režim, spôsobuje najmä predlžovanie a zosilňovanie mimoriadnych epizód počasia v značnej časti mierneho klimatického pásma (sucho, vlny horúčav, intenzívne dažde...). Zoslabenie západného zonálneho prúdenia atmosféry spôsobuje okrem toho zmenšenie vplyvu oceánov na klímu kontinentov, v dôsledku čoho sa najmä v lete môžu kontinenty v polohách okolo 55° s.z.š. značne prehriať (až o 10 °C nad dlhodobý priemer).



Obr. 3: Porovnanie 3-mesačných kízavých odchýlok priemerov teploty vzduchu na severnej pologuli (dT SP spolu) a povrchu oceánov na severnej pologuli (dT SP oceán) od dlhodobého priemeru z obdobia 1961-1990 (podľa CRU) a indexov El Niño (dT_{EN}, podľa NOAA) v období I.1997 až XII.2013. Je vidieť, že kolísanie teploty tropického oceánu v Pacifiku počas epizód El Niño a La Niña ovplyvňuje s určitým oneskorením aj celkovú teplotu na severnej pologuli.

Scenáre klimatickej zmeny predpokladajú oteplenie Arktídy do konca 21. storočia až o 7,5 °C v porovnaní so stavom v druhej polovici 20. storočia (IPCC 2007, obr. 4). V tropických šírkach sa očakáva rast priemerov teploty vzduchu len na úrovni okolo 2,0 °C. To bude pravdepodobne značný zásah do klimatického systému Zeme s viacerými sprievodnými dôsledkami. Pravdepodobne najdôležitejším výsledkom takéhoto oteplenia Arktídy bude úbytok morského ľadu, ktorého plocha môže v lete (mesiace VII-IX) poklesnúť v priemere aj pod 2 milióny km² (priemer v období 1901-1980 bol okolo 10 miliónov km²). Výsledkom bude značné dodatočné prehriatie Arktídy (kladná spätná väzba), lebo albedo (odraz) slnečného žiarenia od morského ľadu pokrytého snehom je okolo 60% a od morskej hladiny len okolo 10%. Ďalšou kladnou spätnou väzbou bude rýchlejšie topenie jarnej (mesiace IV-VI) snehovej pokrývky v rozsiahlych oblastiach severu Európy, Ázie a Ameriky, čo má podobný vplyv na zníženie albeda (ide o plochu viac ako 30 miliónov km²). S týmto vývojom súvisí aj topenie permafrostu (dlhodobom zmrznutej pôdy), ktorý sa nachádza na 20% kontinentov Zeme (týka sa to iba polôh na miestach bez snehovej pokrývky a ľadovcov v lete). Okrem zmeny iných vlastností zemského povrchu a vegetácie spôsobí topenie permafrostu každoročne únik niekoľkých miliárd ton fosílného uhlíka do atmosféry z pôdy pod permafrostom (ako CO₂ alebo CH₄), čo zosilní skleníkový efekt atmosféry ako pomalá spätná väzba oteplenia.

Geographical pattern of surface warming



Obr. 4: Očakávané zvýšenie 10-ročného priemeru teploty vzduchu (v °C) v období 2090-2099 v porovnaní s priemerami z obdobia 1980-1999 podľa viacerých modelov a emisného scenára SRES A1B (Zdroj: IPCC 2007, AR4).

Medzi **rýchle kladné spätné väzby** oteplenia atmosféry a povrchu morí a oceánov môžeme zaradiť predovšetkým zmeny množstva vodnej pary v atmosfére, ktorá je s teplotou vo fyzikálne tesnom vzťahu. Scenáre klimatickej zmeny predpokladajú, že na väčšine našej Zeme sa ani po globálnom oteplení o 3 °C podstatne nezmenia priemery relatívnej vlhkosti vzduchu. To ale bude znamenať, že sa zvýši tlak vodnej pary a aj absolútna vlhkosť vzduchu asi o 6% na každý jeden °C oteplenia. Výsledkom bude viac disponibilnej vodnej pary na kondenzáciu v atmosfére, čo jednak urýchli atmosférické procesy v cyklónach a v konvektívnej oblačnosti, no bude znamenať aj zvýšenie úhrnov zrážok až o 10% na jeden °C oteplenia za takých synoptických situácií, ktoré sú vhodné na vypadávanie zrážok. Rast teploty atmosféry a udržanie rovnakej relatívnej vlhkosti vzduchu bude mať zároveň výsledok v zvýšení tzv. sýtostného doplnku tiež asi o 6% na jeden °C oteplenia a o takú istú hodnotu sa zvýši aj potenciálny výpar z pôdy a aj transpirácia rastlín, teda vzrastú požiadavky na zavlaženie pôdy. Môžeme to zjednodušiť aj tak, že za cyklonálnych situácií sa budú úhrny zrážok zvyšovať a za anticyklonálnych a málozrážkových situácií bude rásť riziko sucha kvôli zvýšeným požiadavkám na pôdnu vlahu. Pretože v miernych zemepisných šírkach trvajú v teplej časti roka cyklonálne situácie pomerne krátko, vývoj počasia po oteplení o 3 °C bude v strednej Európe asi taký, že počas prechodných cyklonálnych situácií spadne asi o 30% viac zrážok ako v minulosti, no počas dlhších málozrážkových období bude výraznejšie sucho. Pretože sa očakáva aj zoslabenie západného zonálneho prúdenia, budú pravdepodobne málozrážkové a suché obdobia trvať dlhšie a vyskytnú sa v teplej časti roka častejšie ako v minulosti. Nebezpečné budú aj ojedinelé letné situácie s centrálnou cyklónou nad strednou Európou, keď môže lokálne spadnúť za trvanie cyklóny (4-6 dní) aj viac ako 500 mm zrážok. To už môže spôsobiť rad lokálnych povodní ale aj významné regionálne povodne oveľa častejšie a s väčšími ničivými dôsledkami ako to bolo v minulosti.

Ako sme uviedli vyššie, rast teploty vzduchu je spojený aj s potenciálnym rastom tlaku vodnej pary vo vzduchu. Ak sa zvýši tlak vodnej pary nad 18,7 hPa, definujeme to ako stav

dusna (začiatok ťažkostí s dýchaním a s fyzicky namáhavejšou aktivitou pre obyvateľov mierneho klimatického pásma). Na dusno sú citlivejšie malé deti, tehotné ženy, starší a nemocní ľudia. Pri tlaku vodnej pary nad 25 hPa má už väčšina Stredoeurópanov dosť značné ťažkosti, nazývame to silné dusno. Stav dusna nastáva pri teplote vzduchu $T=18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a relatívnej vlhkosti $U=91\%$, pri $T=22\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $U=71\%$, pri $T=26\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $U=56\%$, pri $T=30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $U=44\%$, no pri $T=40\text{ }^{\circ}\text{C}$ už pri $U=25\%$. Silné dusno nastáva pri $T=22\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $U=94\%$, pri $T=26\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $U=74\%$, pri $T=30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $U=59\%$, no pri $T=40\text{ }^{\circ}\text{C}$ už pri $U=34\%$. Je zrejmé, že s rastom teploty vzduchu bude v letných mesiacoch rýchle pribúdať počet dní s dusnom, ktorých bolo v minulosti (pred rokom 1990) na nížinách Slovenska za rok v priemere len okolo 25 a iba výnimočne sa vyskytovali viacdenné epizódy s nepretržitým dusnom. Okolo roku 2100 to už môže byť aj viac ako 100 dní, pričom viacdenné epizódy dusna budú skoro každoročnou skutočnosťou, čo značne zvýši nároky na klimatizáciu interiérov a aj na zdravotné zabezpečenie.

Trochu odlišnou problematikou je introdukcia nových biologických druhov v súvislosti s posunom klimatických pásiem. Tu je potrebné brať do úvahy jednak oteplenie ($1\text{ }^{\circ}\text{C}$ znamená v lete výškový posun asi o 150 m, v zime až o 300 m) ale tiež vlhové zabezpečenie (nové klimatické pomery okolo roku 2100 budú v strednej Európe pravdepodobne s podstatne suchšou klímou a častejším výskytom extrémov). Pri rozširovaní nepôvodných druhov do iných oblastí hrá ale určitú úlohu aj globalizácia obchodu a transportu tovarov. Vo všeobecnosti platí pravidlo, že patogény, buriny, choroby a biologickí škodcovia sa adaptujú rýchlejšie a úspešnejšie ako iné organizmy, preto hrozí pri nich kalamitné premnoženie v oblastiach kde nemajú prirodzených nepriateľov. Najväčším limitujúcim faktorom sú v súčasnosti zimné podmienky, predovšetkým trvanie teploty pod bodom mrazu. To sa v budúcnosti pravdepodobne zmení tak, že mrazové obdobie sa jednoducho skráti a bude mať počas zimy iba charakter krátkych mrazových epizód, čo viaceré organizmy úspešne prežijú. Pretože sa predĺži vegetačné obdobie (s priemernou teplotou nad $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ už do začiatku marca a s priemernou teplotou nad $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ už do začiatku februára), budú viaceré plodiny a rastliny častejšie poškodené mrazom na začiatku vegetačného obdobia (dĺžka dňa a noci sa meniť nebude).

Môžeme uviesť aj niekoľko ďalších možných dôsledkov zvyšovania priemerov teploty vzduchu na iné klimatické, hydrologické a environmentálne prvky a charakteristiky. Niektoré z nich budú zrejme pozitívne, iné negatívne. Suma negatívnych dôsledkov pravdepodobne výrazne prevýši sumu pozitívnych aj v strednej Európe. Je to dané najmä tým, že sme adaptovaní na minulé klimatické podmienky (uplynulých 30-50 rokov) a nové klimatické podmienky budú vždy vyžadovať novú adaptáciu, ktorá sa nezaobíde bez problémov a nákladov. Z pozitívnych dôsledkov treba uviesť najmä nasledujúce tri: 1) Výrazne sa zníži spotreba energie na vykurovanie; 2) Výrazne sa zlepšia teplotné podmienky pestovania náročných plodín; 3) Výrazne sa zlepšia teplotné podmienky letnej rekreácie (pobyt pri vode a v horách). Aj tieto nesporné kladné výsledky oteplenia klímy budú zhoršovať súbežné negatívne dôsledky. Ide najmä o tieto: 1) Výrazne vzrastie potreba klimatizácie interiérov a dopravných prostriedkov, čo v energetickom vyjadrení možno prevýši úspory pri vykurovaní; 2) Výrazne sa zvýšia požiadavky na zavlažovanie a na likvidáciu introdukovaných organizmov (buriny, patogény, choroby, škodcovia), čo zrejme prevýši kladný účinok oteplenia pri pestovaní plodín; 3) Výrazne sa zhoršia podmienky zimnej rekreácie, pretože dobré snehové podmienky na lyžovanie môžeme aj pri umelom zasnežovaní očakávať len v nadmorskej výške nad 1000 m (u nás 5,4% rozlohy Slovenska). Z iných negatívnych dôsledkov je potrebné uviesť ešte tieto: 1) Možné problémy so zásobovaním pitnou vodou a vodou na zavlažovanie počas väčších

výkyvov počasia (sucho, zimy s nedostatkom snehu, vysoký výpar...); 2) Výrazné zhoršenie podmienok pre niektoré lesné spoločenstvá (smrek, jedľa, miestami aj buk a dub) kvôli zvýšeniu teploty, suchu, chorobám a škodcom (bude potrebné nákladné umelé obnovovanie odlišných lesných spoločenstiev v ohrozených oblastiach lebo prirodzená obnova môže trvať aj stáročia); 3) Zhoršia sa podmienky na dopravu a uskladňovanie potravín; 4) Dost pravdepodobné je zavlečenie nových onemocnení ľudí, hospodárskych zvierat, lesných a poľných rastlín a drevín z teplejších oblastí; 5) Pretože sa očakáva rast extrémov počasia, zvýši sa počet takých udalostí ako veľké množstvo nového snehu, náhle povodne na malých tokoch, svahové zosuvy pôdy, víchrice a tornáda.

Záver

Postupné a rýchle globálne otepľovanie je realita, pri ktorej nemôžeme zostať ľahostajní. Aj keď je zvyšovanie globálnej, regionálnej a lokálnej teploty vzduchu nepravidelné (existujú aj prirodzené príčiny premenlivosti klímy), ide o taký teplotný trend, s ktorým sme sa ani u nás nestretli počas mnohých stáročí. Kým pred rokom 1965 boli u nás zmeny 30-ročných priemerov teploty vzduchu v rámci jedného storočia zväčša do 0,5 °C, potom sme zaznamenali rast až o 1 °C, od roku 1980 je aj lineárny trend rastu ročných priemerov takmer o 2 °C, vo vegetačnom období roka viac. Existujú aj iné indikátory oteplenia klímy, napríklad, do roku 1991 sa u nás v jednotlivých rokoch iba sporadicky vyskytovali dni s denným maximom teploty vzduchu 35 °C a viac (z 31 rokov v období 1961-1991 v 21 rokoch ani jeden taký deň). Potom sa ich počet značne zvýšil, v roku 1992 bolo takých dní v Hurbanove 10, v rokoch 2000 a 2007 po 8, v roku 2012 už 15 a v roku 2013 opäť 10. Významne sa zvýšil aj počet tropických nocí, keď teplota vzduchu nepoklesne pod 20 °C (v období 2010-2013 bolo v Hurbanove v priemere za rok až 9 takých nocí, kým pred rokom 1992 v priemere 1 až 2 také noci).

Podklady:

CRU, Climatic Research Unit (2014): <http://www.cru.uea.ac.uk/>

GISS, Goddard Institute for Space Studies (2014): <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>

IPCC (2007): AR4, IPCC Fourth Assessment Report. Working Group I Report "The Physical Science Basis": <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>.

IPCC (2013): AR5, IPCC Fifth Assessment Report. Working Group I Report "The Physical Science Basis": <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

Lapin, M., Tomlain, J. (2001): Všeobecná a regionálna klimatológia. Univerzita Komenského, 184 s.

NOAA (2014): http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

SHMÚ (2014): Údaje z databázy Slovenského hydrometeorologického ústavu.

Autor:

Milan Lapin,

Fakulta Matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského, Bratislava

E-mail: lapin@fmph.uniba.sk, web: www.milanlapin.estranky.sk