



## **„GEOVEDY PRE KAŽDÉHO“**

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

*a spoluriešiteľské organizácie:*

Gymnázium, Ul. Ladislava Sáru 1, Bratislava

Gymnázium na Hubeného ulici, Hubeného 23, Bratislava

Gymnázium Matky Alexie, Jesenského 4/A, Bratislava

# **ZMENY KLÍMY V HISTÓRII ZEME**

*RNDr. Marián Melo, PhD.*

**2010**

## Zmeny klímy a kolísanie klímy.

Klíma na našej Zemi sa neustále mení a vyvíja. Na klimatický systém vplyvajú mnohé prírodné procesy a rôzne faktory (napr. dlhodobé kolísanie solárnej konštanty, kolísanie slnečnej aktivity, zmeny parametrov dráhy Zeme, zvýšená vulkanická činnosť na Zemi, zmeny rozmerov a vzájomného rozloženia pevnín a oceánov, zmeny systému hlbokomorského slaného prúdu a systému povrchových morských prúdov, tektonické pohyby, horotvorné procesy, kolísanie obsahu CO<sub>2</sub> v atmosfére, a mnohé iné). V posledných dvoch – troch storočiach sa k týmto procesom pridáva aj samotný človek svojou činnosťou (napr. spaľovaním fosílnych palív, činnosťou v priemysle, v poľnohospodárstve, v doprave, ... zvyšuje koncentráciu radiačne aktívnych plynov v atmosfére, a tým prispieva k zosilňovaniu skleníkového efektu atmosféry). Klíma na tieto rôzne podnety, ktoré na ňu pôsobia, odpovedá buď svojou stabilizáciou alebo modifikáciou a prispôbením sa týmto novým podmienkam. Rozlišujeme pritom zmeny klímy a kolísanie klímy. Pod zmenou klímy rozumieme zmenu podnebia prebiehajúcu po relatívne dlhú dobu v určitom smere s progresívnym (nenávratným) charakterom. Pri kolísaní klímy ide o periodickú alebo rytmickú zmenu podnebia, ktorá má na rozdiel od klimatickej zmeny návratný charakter. Kolísanie klímy je teda dlhodobé kolísanie hodnôt meteorologického prvku okolo určitého priemeru. Príčinou kolísania klímy sú napr. dlhodobejšie vratné zmeny všeobecnej cirkulácie atmosféry.

## Metódy štúdia zmien klímy.

Pri rekonštrukcii klímy v dávnej geologickej a historickej minulosti vychádzame najmä z nepriamych dôkazov. Svedkami klímy sú hlavne skameneliny organických a neorganických látok v usadených horninách. Vychádzame z predpokladu, že aj v minulosti jestvovali podobné závislosti flóry, fauny, zvetrávania hornín a podobne od klimatických podmienok ako v súčasnosti.

Medzi príznaky teplej klímy patrí prítomnosť oxidu železa Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> v pôdach, ktorý dáva pôdam červenú farbu (predstavujú produkt rozrušenia železitých minerálov), mocné vrstvy morských vápencov (kalcitu CaCO<sub>3</sub>), ktoré sa usádzajú hlavne v teplých a plytkých moriach, ďalej je to prítomnosť korálov, veľké druhové bohatstvo pozostatkov flóry a fauny. Typickým predstaviteľom tropickej flóry je palma.

Medzi príznaky chladnej klímy patrí prítomnosť ľadovcov a im odpovedajúcim formám krajiny, ako sú ľadovcový kotol (kar), ľadovcová dolina (trog), rôzne formy usadenín (spodné, bočné, čelné morény), drumliny, eskery, visiace doliny, ostré hrebene, ihlanovité vrcholy, ľadovcom ryhované a vyhladené skaly, fjordy, ... ďalej ľadové klíny, trvale zamrznutá pôda (permafrost). O zmene podnebia v ľadových a medziľadových dobách usudzujeme aj podľa

polohy terás, hlavne morských. Významnou črtou chladnej klímy je výskyt snehovej pokrývky. Na chladnú klímu usudzujeme aj podľa prítomnosti ihličnatých lesov. Na miestach kde je nielen chladná zima, ale aj relatívne chladné leto, rastú len zakrpatené vrby, brezy a machy. Na chladnejšiu klímu usudzujeme aj z nálezov pozostatkov mamuta, ktorý žil v ľadových dobách. Bol nájdený aj na viacerých miestach Slovenska. Pre chladnú klímu je typické predovšetkým fyzické zvetrávanie, ktoré súvisí s kolísaním teploty okolo 0°C, a teda so zamŕzaním a rozmŕzaním vody a v konečnom dôsledku rozrušovaním hornín.

Príznakmi suchej klímy sú hlavne usadeniny solí (kamennej), prítomnosť stepí a púšti, malé druhové množstvo rastlín, rastliny sú xerofytného charakteru a živočístvo stepnej zóny.

Vlhká klíma je typická chemickým zvetrávaním a jeho produktami, ako sú kaolín, bauxitové rudy, železné rudy,... Ďalšími príznakmi sú prítomnosť rašeliny, kamenného uhlia, široko rozvetvenej riečnej siete v súčasných púšťach, chýbajúce jazerá s dobre vyvinutými terasami. Tak napr. Sahara sa v Pleistocéne vyznačovala bohatstvom zrážok a početnými tečúcimi riekami, ktoré boli porovnateľné so súčasnými európskymi riekami.

K ďalším metódam štúdia zmien klímy môžeme zaradiť nasledovné metódy:

Analýza ľadovcových jadier sa vykonáva za účelom poznania počasia a klímy minulého obdobia (teploty, zrážok, chemického zloženia atmosféry, atď.), ako aj poznania pôvodnej rozlohy a roztápania sa ľadovca v minulosti. Analyzujú sa vrty najmä kontinentálnych ľadovcových štítov. Tie vznikli dôsledkom naakumulovaného snehu z atmosférických zrážok v priebehu niekoľkých tisícročí. V ich vnútri sa takto nachádza vzácny klimatický archív. Napr. vzduchové bubliny, ktoré sa v ňom vyskytujú, sú pozostatkom chemického zloženia vtedajšej atmosféry Zeme. Priemerná hrúbka antarktických a grónskych ľadovcových štítov je okolo 2000m, na niektorých miestach Grónska dosahuje 3000m a vo východnej Antarktíde až 4000m.

Štúdium sedimentov oceánskeho dna. Oceánske sedimenty predstavujú nenahraditeľný zdroj informácií najmä o najstaršom období vo vývoji Zeme. Sedimenty sa ukladajú veľmi pomaly, preto niekoľko metrov zodpovedá miliónom rokov. Štúdium schránok niektorých organizmov, ako napr. dierkavce poskytuje informácie o zmenách klímy. Pri štúdiu sedimentov oceánskeho dna využívame aj izotopovú metódu, ktorá nám umožňuje určiť hodnotu teploty vody minulých morí. Spočíva v tom, že v morských usadeninách, hlavne v karbonátoch existuje rozličné množstvo izotopov kyslíka  $O^{16}$ ,  $O^{18}$  a  $O^{17}$ . Zvyčajne sú v pomere 3000:5:1. Tento pomer sa narúša v závislosti od hodnoty teploty tých vôd, v ktorých sa vytvárali usadeniny.

Palynologická metóda. Metóda je založená na peľovej analýze rašelinísk. Rašelina je organický sediment utvorený z rastlinných tiel vo vodnom prostredí bez prístupu vzduchu

rašelinením. Naše najhlbšie rašelinisko sa nachádza vo Vihorlate (21m) a najväčšie čo do obsahu rašeliny je Hladovka pri Suchej Hore na Orave. Pri analýze sú najdôležitejšie peľové zrnká drevín a skupina nestromových peľových zrníek. Množstvo peľových zrníek *Betula* (breza), *Pinus* (borovica) a *Salix* (vŕba) indikujú napr. borovicovo-brezové porasty najchladnejších období. Zvyšovanie množstva peľových zrníek zástupcov zmiešaných dubín značí zase otepľovanie podnebia. Do zmiešaných dubín zaraďujeme okrem peľových zrníek *Quercus* (dub) aj peľové zrnká *Acer* (javor), *Carpinus* (hrab), *Fraxinus* (jaseň), *Tilia* (lipa) a *Ulmus* (brest).

Dendrochronologická analýza. Pri tejto analýze skúmame vzťah medzi šírkou letokruhu a faktormi ovplyvňujúcimi jeho formovanie a tiež datovanie jeho vzniku. Ročný prírastok, uložený v podobe letokruhov (jednému roku odpovedá jeden svetlý a jeden tmavý kruh) je jedným z najlepších ukazovateľov vzťahu medzi prostredím a rastom. Na základe takto uložených informácií je možné robiť retrospektívne analýzy o podmienkach prostredia a o ich zmenách. Základným prostriedkom letokruhovej analýzy je buď vývrtová metóda, alebo kmeňová analýza. Tvorba letokruhov je typická pre mierne pásmo so zimnou prestávkou ich rastu a pre miesta s výraznejším obdobím sucha v savanových oblastiach. V horúcom a vlhkom podnebí (v dôsledku chýbania sezónnosti) stromy rastú počas celého roku a preto letokruhy nemajú. To, že u polárnych stromov sú letokruhy iba slabo rozoznateľné, je spôsobené veľmi pomalým rastom kvôli extrémne chladným a surovým klimatickým podmienkam.

Štúdium jazerných sedimentov sa realizuje najmä v bývalých ľadovcových oblastiach. Pri letnom topení sa do jazera dostával hrubší materiál (hrubšia a svetlejšia piesčitá vrstva) a v zime jemnejší materiál (tenšia a tmavšia hlinitá vrstva). Sedimenty každý rok vytvorili novú vrstvu.

Štúdium reliktných (pochovaných) pôd. Jednotlivé pôdy sa vyvíjajú iba pri určitých klimatických podmienkach. Podľa typu reliktných pôd usudzujeme na charakteristiku minulej klímy tohto miesta. Ako príklad môžeme uviesť pôdu *Terra fusca*, ktorá sa vyskytuje ako reliktná pôda aj na Slovensku. Pochádza z predchádzajúcich teplejších podnebí medziľadových období a vyplíňa nerovnosti krasových útvarov. V súčasnosti u nás tvorí substrát pre recentnú ilimerizovanú pôdu. *Terra fusca* sa v súčasnosti tvorí v subtropickom podnebí na relatívne menej čistých vápencoch, dolomitoch a slieňoch s väčším obsahom nerozpustného podielu. Podobne sa v subtropickom podnebí tvorí aj *Terra rossa*. Túto červenú pôdu ako reliktnú, podobne ako to bolo aj v prípade tmavej pôdy *Terra fusca*, nájdeme tiež aj na Slovensku (v krasovej oblasti).

Informácie z rôznych kroník a iných záznamov.

Kroniky obsahujú záznamy o mimoriadnych javoch počasia a klímy, o stave riek a úrody. V období stredoveku sú síce písomné historické pramene o počasí len veľmi zriedkavé, ich počet však vzrástol od 16.storočia. Zásľuhu na tom majú hlavne mnísi, neskôr aj učitelia a mestskí kronikári.

Z iných záznamov sú zaujímavé napr. jaskynné maľby, vyznačenie hladín riek pri veľkých záplavach na niektorých starých budovách väčších miest, ... . Na niektorých miestach Sahary sa zachovali jaskynné maľby, na ktorých sú zachytené levy, slony, byvoly, stromy a tráva. Predpokladá sa, že autori týchto malieb zobrazili život okolo seba, a tak aj tento ukazovateľ svedčí o odlišnej klíme Sahary pred 5000 rokmi.

Od konca 17. storočia sa vo svete postupne začínajú vykonávať systematické meteorologické pozorovania pomocou prístrojov. Medzi najstaršie meteorologické stanice v strednej Európe patria stanice Praha-Klementínium a Viedeň-Hohe Warte, na ktorých sa pravidelne vykonávajú merania od roku 1775 až do súčasnosti. Najvýznamnejšie meteorologické observatórium na Slovensku je v Hurbanove, z ktorého sú zachované záznamy od roku 1871.

### **Zmeny klímy v geologickej minulosti Zeme.**

Klimatické pomery Prekambria (obdobie pred 4,7 miliardami rokov až pred 615 miliónmi rokov) sú známe len približne, nakoľko nie je zachované dostatočné množstvo vedeckých dôkazov. Najmä v úplne najstaršom období neexistovala ani tečúca voda ani žiadna forma života na Zemi. Na klimatické pomery usudzujeme predovšetkým z tzv. metasedimentov, ktorých časovanie (určenie času ukladania) nie je možné spoľahlivo zistiť. V novšom období sú hlavným zdrojom poznania klímy sedimenty (ich typ a charakteristické znaky). Usudzujeme, že na Zemi boli aj veľmi teplé obdobia a taktiež existovali aj zaľadnenia, ktoré sú známe zo všetkých kontinentov. Prekambriálne zaľadnenie, ktoré sa vyskytlo pred 950 miliónmi až 615 miliónmi rokov, bolo pravdepodobne najchladnejším obdobím v histórii Zeme. Zaľadnenie zasiahlo všetky vtedajšie kontinenty.

Pri rekonštrukcii klímy Paleozoika (prvohôr) (pred 615 miliónmi rokov až pred 225 miliónmi rokov) nám pomáhajú najmä tility, evapority a vápence. Značná časť vápencov bola vytvorená činnosťou korálov a iných ulitníkov, ktoré sa objavili práve v tomto období. Kambrium začalo „náhlym“ vzostupom globálnej teploty vzduchu z predchádzajúceho ochladenia. Počas prevažnej časti Paleozoika prevládala pomerne teplá klíma so suchšími, ale aj vlhkejšími pomermi v porovnaní so súčasnosťou. Napriek celkovo teplému obdobiu sa v paleozoiku vyskytlo 4 až 6 období zaľadnenia, ktoré boli regionálneho charakteru (územne obmedzené). Tým sa líšili od prekambriálneho zaľadnenia.

Obdobie Mezozoika (druhohôr) (pred 225 miliónmi až 65 miliónmi rokov) bolo prevažne veľmi teplé (pravdepodobne najteplejšie obdobie v histórii Zeme) a suché, pričom vo viacerých ukazovateľoch prekonávalo dnešné tropické oblasti. Priemerná globálna teplota bola v najteplejšej fáze (v strede Kriedy) až o 10°C vyššia v porovnaní so súčasnosťou. V období Krieda bola navyše pravdepodobne aj najsuchšia klíma v celej doterajšej histórii Zeme. Predovšetkým mierne a vysoké zemepisné šírky boli teplejšie v porovnaní so súčasnosťou, a preto klimatická zonálnosť najmä na začiatku mezozoika nebola ostro vyjadrená. Na konci mezozoika sa objavuje a postupne narastá teplotný gradient medzi polárnymi a tropickými oblasťami. Paleoklimatickú rekonštrukciu uľahčuje skutočnosť, že viaceré rastlinné a živočíšne druhy z tohto obdobia majú ekvivalenty v súčasnosti alebo prežili až dodnes. V strede Kriedy existovala odlišná oceánska cirkulácia v porovnaní so súčasnosťou. Na konci Mezozoika už predstavovalo rozdelenie kontinentov na Zemi v podstate dnešnú úroveň.

Obdobie Kenozoika sa delí na treťohorný Paleogén (pred 65 miliónmi až 23 miliónmi rokov) a Neogén (pred 23 miliónmi až 1,8 miliónmi rokov), štvrtohorný Pleistocén (pred 1,8 miliónmi rokov až pred 10 200 rokmi) a Holocén (ostatných 10 200 rokov). Od polovice treťohôr sa začína proces globálneho ochladzovania, ktorý bol najzreteľnejší v miernych a zvlášť vo vysokých zemepisných šírkach. V polárnych oblastiach skončila subtropická flóra a fauna. Vo vysokých zemepisných šírkach sa v treťohorách objavuje nová klimatická zóna, ktorej meteorologický režim bol podobný režimu dnešných miernych zemepisných šírok. Teplota v zime tu klesala pod bod mrazu a vytvárala sa snehová pokrývka. Zosilnila sa termická zonálnosť, vzrástli kontrasty v teplotách počas roka a došlo k väčšej diferenciacii klimatických oblastí Zeme. Proces globálneho ochladzovania sa zosilnil koncom Neogénu v súvislosti so vznikom kontinentálneho zaľadnenia Antarktídy po jej odtrhnutí od Južnej Ameriky a oddelení od teplej rovníkovej cirkulácie studeným cirkumantarktickým prúdom. Koniec Neogénu už bol v znamení cykličnosti ľadových a medziľadových dôb pokračujúcej do súčasnosti.

V Pleistocéne vyvrcholilo globálne ochladzovanie Zeme. Základným rysom Pleistocénu bolo striedanie studených období (glaciálov) s teplými (interglaciálmi). Podnebie počas glaciálov nebolo stále rovnaké, prerušovali ho čiastkové teplejšie výkyvy (interštadiál), resp. chladnejšie výkyvy (štadiál). Počas glaciálov sa existujúce pevninské ľadovce a morské ľady rozširovali smerom k nízkym zemepisným šírkam a v interglaciáloch ustupovali smerom k pólom. Počet štvrtohorných zaľadnení a ich dátum sú určené len približne. Výskum v Alpách poukazuje na 6 hlavných európskych zaľadnení (Bieber, Donau, Günz, Mindel, Riss, Würm). Pevninské ľadovce v glaciáloch dosahovali najväčšie rozmery vo vlhkej klíme. Počas silných zaľadnení siahali ľadovce v Severnej Amerike do 38° až 39° a v Euroázii do 48° až 50°

severnej zemepisnej šírky. Glaciály boli sprevádzané výrazným znížením hladiny svetových morí o 100 až 150 m. Klimatické pomery glaciálov sa na celej Zemi vyznačovali výrazným poklesom teploty vzduchu (pre celú Zem okolo 5°C, medzi obratníkmi o 4°C a vo vysokých zemepisných šírkach o 8 až 12°C). Teploty v interglaciáloch boli v miernych zemepisných šírkach v zime o 1 až 3°C a v lete o 3 až 5°C vyššie ako v súčasnosti. V maximálnej fáze každého zaľadnenia sa množstvo zrážok na kontinentoch zmenšilo, čo sa vysvetľuje menším výparom v dôsledku nízkych teplôt a tým, že prevažná časť oceánov bola pokrytá ľadom. Kontinentálny ľadovec siahal až po Karpaty, v Škandinávii dosahoval hrúbku asi 3 km. Na území dnešného Slovenska sa vyskytovali iba horské ľadovce (v Tatrách, v Nízkych Tatrách, stopy po ľadovcovej činnosti sa objavili aj pod Babiou horou v Oravských Beskydách a pod Chlebom v Malej Fatre). Škandinavský kontinentálny ľadovec končil najbližšie k nášmu územiu počas predposledného zaľadnenenia (Riss) a bolo to približne 50 km severne od nášho územia. Je známe, že wümský (posledný) glaciál trval asi 60 000 rokov, z čoho vývoj po maximum zaľadnenia zbral asi 50 000 rokov, kým jeho ústup do teplého obdobia iba asi 10 000 rokov. Maximum zaľadnenia dosiahlo v Európe asi pred 18 000 rokmi. V tom čase bola v strednej Európe priemerná ročná teplota vzduchu asi -4°C. Ústup wümského chladného podnebia bol pomerne rýchly, avšak pred 11 000 rokmi sa proces otepľovania zastavil a na takmer ďalších tisíc rokoch nastalo ochladenie. Expanzia ľadovcov dosiahla v tomto období vrchol pred 10 800 rokmi (v období mladého Dryasu). Toto obdobie bolo posledným chladným výkyvom podnebia neskorej doby ľadovej.

### **Zmeny klímy v historickej minulosti Zeme.**

Holocén, ktorý predstavuje najnovších 10 200 rokov, sa vyznačoval niekoľkými výraznejšími výkyvmi klímy. Pred 10 200 rokmi nastúpilo intenzívne otepľovanie. Po tomto období došlo k ústupu pevninských ľadovcov. Súčasne s oteplením stúpalo aj množstvo zrážok. Už v prvej polovici staršieho Atlantika (asi pred 7500 až 6000 rokmi), kedy otepľujúca tendencia klímy vrcholila, môžeme predpokladať na našom území až o 70% viac zrážok ako je to v súčasnosti. Priemerné ročné teploty v miernych zemepisných šírkach boli o 2 až 3°C vyššie ako v súčasnosti. Súčasne s ústupom ľadovcov k severu sa aj subtropická oblasť vysokého tlaku vzduchu presunula viac na sever, čo spôsobilo, že značná časť dnešných suchých oblastí mala vlhkejšiu klímu (napr. Sahara sa vyznačovala relatívne vlhkou klímou a bohatou flórou). V najteplejších polohách Podunajskej nížiny sa pohybovali priemerné ročné teploty až okolo 14°C (v súčasnosti okolo 10°C-11°C). Letá boli teplé, vlhké, zimy mierne s hojnými zrážkami. V mladšej časti atlantického obdobia (pred 6000 až 5000 rokmi) možno pozorovať celkové mierne ubúdanie množstva zrážok a mierny pokles teploty vzduchu. Obdobie Atlantika (pred 7500 až 5000 rokmi) sa všeobecne označuje ako klimatické optimum doby

poľadovej. Teploty dosiahli holocénne maximum a vlhkosťné pomery podnebia boli veľmi priaznivé pre všetky živé organizmy. Vývoj ľudskej spoločnosti bol tiež rýchlejší. Vznikali oblasti so súvislým osídlením, pričom ľudia sa začali venovať hlavne poľnohospodárstvu. Rozvinuli sa civilizácie v Egypte a Mezopotámii.

V nasledujúcom období sa klimatické pomery menili niekoľkokrát, no v podstate s tendenciou k ochladzovaniu. Najchladnejším bolo obdobie 950 až 400 rokov pred Kristom. Na počiatku nášho letopočtu bola klíma podobná súčasnej klíme. V Strednej Amerike bolo okolo roku 800 po Kristovi dlhé obdobie sucha, ktoré pravdepodobne zapríčinilo zánik ríše Mayov.

Výraznejšie oteplenie sa vyskytlo koncom prvého a počiatkom druhého tisícročia nášho letopočtu (obdobie rokov 1000 – 1300 označujeme aj ako stredovekú teplú periódu).

Priemerná ročná teplota vzduchu v Európe bola približne o 1°C vyššia ako v súčasnosti. Ľadovce ustúpili do vysokých zemepisných šírok a začala kolonizácia Islandu, Grónska, kde bol úspešný chov dobytka. Priaznivé klimatické podmienky umožňovali Vikingom ďaleké plavby, pričom sa dostali až do Ameriky. Už dávnejšie Rimania priniesli vinič do strednej Európy a Anglicka. V tomto období (na prelome tisícročí) sa vinič rozšíril ďalej do severného Nemecka a Litvy a Kelti začali s jeho pestovaním v Škótsku.

Neskôr dochádza k postupnému ochladzovaniu. V prvej polovici 14.storočia sa na Islande prestáva pestovať obilie a v Anglicku vinič. Veľké ochladenie pripadá na roky 1367-1379, kedy na Islande zahynulo veľa podvyživených ľudí. Záznamy z kroník hovoria o tom, že aj na našom území bývali chladnejšie roky. V období medzi rokmi 1400-1850 sa opäť vyskytlo výrazné ochladenie, zväčšila sa plocha ľadu na oceánoch. V horách sa vytvorilo mnoho menších ľadovcov a existujúce značne zväčšili svoj rozsah (malá doba ľadová). Zimy boli tuhé, letá daždivé. V Európe bola v tomto období priemerná ročná teplota o 1°C nižšia v porovnaní so súčasnosťou, pričom sa striedali veľmi chladné (až 30-ročné obdobia) s teplejšími periódami. Po sérii rokov so studeným a vlhkým letom vznikali v celej Európe potravinové krízy. Objavili sa rôzne epidémie. Spojenie Grónska s Európou bolo prerušené kvôli ľadom na oceáne. Počas malej doby ľadovej pravidelne v zimnom období zamrzala napríklad rieka Temža v Londýne. V južnom Taliansku boli zničené olivovníky. Splazy alpských ľadovcov sa posunuli o niekoľko kilometrov do dolín.

Od druhej polovice 19.storočia sa začalo obdobie otepľovania s výraznejším nárastom teplôt najmä v ostatných dvadsiatich rokoch. Toto pretrvávajúce teplé obdobie je podľa mnohých klimatológov čiastočne alebo úplne spôsobené rastúcim skleníkovým efektom atmosféry. Za 100 rokov (1906-2005) sa priemerná ročná globálna teplota vzduchu zvýšila o 0,7°C. Hodnota tohto rastu na Slovensku je ešte výraznejšia (v 20. storočí je pozorovaný rast priemernej ročnej teploty vzduchu o 1,1°C). U atmosférických zrážok sa v 20. storočí pozoroval na Slovensku pokles ročných úhrnov o 5,6% v priemere (na juhu SR bol pokles aj



viac ako 10%, na severe a severovýchode ojedinele je rast do 3% za celé storočie). Na južnom Slovensku sa prejavuje tendencia k rastu aridity klímy (napr. na Podunajskej nížine sa v 20. storočí zmenila klíma z teplej a suchej na teplú a veľmi suchú). Na Slovensku sme zaznamenali niektoré posuny klimatických oblastí a jednotlivých okrskov smerom k vyšším nadmorským výškam.

### **Literatúra.**

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

Melo, M. (2005): Klimatické zmeny v doterajšej histórii Zeme. Geografia, 13, 3, 98-107.

Tomlain, J. (1990): Zmeny klímy a ich príčiny. Bulletin SMS pri SAV, 1,2,15-25.