

Úloha 1: Ako vplýva klimatická zmena na svetové mestá?

Autor: Michal Klobučník. Recenzenti: Lukáš Vizváry, Ingrid Bučková

Dôležitý úvod 1 – Klimatická zmena, emisie oxidu uhličitého (CO₂), dôsledky globálneho otepľovania, teplotná anomália.

Väčšina klimatológov po celom svete sa zhoduje, že súčasná **klimatická zmena** je spôsobená činnosťou človeka. Spaľovanie uhlia, ropy a zemného plynu a niektoré ďalšie činnosti menia zloženie atmosféry a pridávajú do nej tzv. **skleníkové plyny** ako je napr. oxid uhličitý (CO₂), metán (CH₄), oxid dusný (N₂O) a iné plyny. Z nich najväčšie obavy vyvoláva oxid uhličitý, pretože má väčší celkový vplyv na otepľovanie ako ostatné plyny. Zosilnený skleníkový efekt potom spôsobuje otepľovanie planéty s výraznými dôsledkami ako topenie ľadovcov, vzostup hladín oceánov, dlhodobé suchá alebo častejšie vlny horúčav a iné extrémne prejavy počasia.

Súčasná koncentrácia CO₂ v atmosfére je vyššia ako hodnoty zaznamenané na Zemi za celú dobu existencie ľudstva. Od priemyselnej revolúcie, teda približne od roku 1750, koncentrácia CO₂ rýchlo rastie a dosahuje vyššie hodnoty než kedykoľvek predtým. **Emisie oxidu uhličitého** sú hlavnou príčinou globálnej zmeny klímy. Je všeobecne známe, že na to, aby sa svet vyhol najhorším dôsledkom zmeny klímy, musí urýchlene znížiť emisie. Ale to, ako sa táto zodpovednosť rozdelí medzi regióny, krajiny a jednotlivcov, je nekonečným bodom sporov v medzinárodných diskusiách. Veľmi často sa pri tejto príležitosti hovorí o tzv. **uhlíkovej neutralite**. Uhlíková neutralita znamená dosiahnuť rovnováhu medzi emisiami uhlíka a ich pohlcovaním z atmosféry do takzvaných **uhlíkových zachytávačov**. Za zachytávače uhlíka možno považovať všetky prírodné alebo umelo vytvorené systémy, ktoré pohlcujú viac uhlíka, ako ho vyprodukujú. Sú nimi napríklad pôda, lesy a oceány. Na pohltie všetkých emisií, ktoré ľudstvo ročne vypúšťa, však nestačia.

Veľkosť **dopadov klimatickej zmeny**, s ktorými sa budeme nasledujúce desaťročia stretávať, priamo závisí na tom, koľko skleníkových plynov do atmosféry ešte vypustíme. Zmena klímy predstavuje veľmi vážnu hrozbu a jej dôsledky majú vplyv na mnoho rôznych aspektov nášho života. Aké sú najzávažnejšie **prírodné dôsledky** zmeny klímy? V dôsledku klimatickej krízy sa zvýšila priemerná globálna teplota a dochádza k častejším extrémom vysokých teplôt. Mnohé európske regióny už teraz čelia častejším, závažnejším a dlhým obdobiam sucha. Predpokladá sa, že zmena klímy povedie k veľkým zmenám v dostupnosti vody v celej Európe v dôsledku menej predvídateľných režimov zrážok a intenzívnejších búrok. Očakáva sa zvýšenie množstva privalových dažďov v mnohých oblastiach, čo môže spôsobiť častejší výskyt povodní. Hladina morí a oceánov v priebehu 20. storočia stúpala, pričom v posledných desaťročiach sa tento trend zrýchlil. Zvýšenie je spôsobené najmä tepelnou expanziou oceánov v dôsledku otepľovania, prispieva k tomu však aj topenie ľadu z ľadovcov a z pevninského ľadovca v Antarktíde. Zmena klímy má taktiež výrazný vplyv na pôdu, morské prostredie či biodiverzitu.

Miestna **teplotná anomália pre daný rok** udáva, o koľko bolo dané miesto teplejšie ako normálne, teda ako priemerná ročná teplota vo vybranom referenčnom období. **Svetová teplotná anomália** je potom vypočítaná ako vážený priemer miestnych teplotných anomálií pre jednotlivé meracie stanice. Keď chceme zistiť, o koľko bolo v danom roku nejaké miesto alebo celý svet teplejší ako „normálne“, musíme si najskôr ujasniť, čo znamená to „normálne“. Hovorí sa tomu **referenčné obdobie**. Napríklad v celosvetovom priemere bol rok 2016 o 1,2 °C teplejší ako priemer z rokov 1850 – 1900, ale len o 0,6 °C teplejší ako priemer z rokov 1981 – 2010. Miestna či **svetová teplotná anomália pre určitý mesiac** sa počíta podobne, len namiesto celého roka sa počíta rozdiel od priemernej teploty daného mesiaca. Planéta je v súčasnosti podľa referenčného obdobia 1901 – 2000 mesiaca jún o 1,22 °C teplejšia (súť aj oceány). To je však priemerná hodnota teplotnej anomálie pre celú planétu – väčšina miest na severnej pologuli je dnes oproti referenčnému obdobiu teplejšia.

Zadanie úlohy 1:

Zhodnoťte vybrané príčiny a dôsledky klimatických zmien riešením nasledovných úloh:

- Analyzujte emisie CO₂, ktoré sa ľudskou činnosťou dostávajú do atmosféry.
- Analyzujte nárasty hladiny morí a oceánov vo svete a v pobrežných svetových mestách.
- Analyzujte zmeny v globálnych teplotných anomáliách a vývoj teplôt vo svetových metropolách.

Dáta nájdete na stránke súťaže: <http://www.humannageografia.sk/geokos/ulohy.php>

Úloha a): Analyzujte emisie CO₂, ktoré sa ľudskou činnosťou dostávajú do atmosféry.

V tabuľke 1 (hárok Globálne emisie) sú údaje o emisiách CO₂ za roky 1960 až 2022. Okrem emisií z fosílnych palív a z výroby cementu sú tu zahrnuté aj emisie súvisiace so zmenou využívania krajiny, pôdy, odlesňovania. Údaje sú uvádzané v gigatonách CO₂ (GtCO₂). Vypočítajte za každý rok nárast emisií v atmosfére (v GtCO₂). Je to rozdiel medzi celkovými vyprodukovanými emisiami a tými emisiami, ktoré sú pohltené prírodnými zachytávačmi planéty (pôda, lesy, oceány). **Zistite v ktorom roku bola v sledovanom období najväčšia hodnota a uveďte aj hodnotu** (inými slovami kedy a v akom množstve sme do atmosféry za roky 1960 až 2022 pridali najviac gigaton CO₂).

V tabuľke 2 (hárok Emisie štátov) sú údaje o vyprodukovaných emisiách konkrétnych krajín sveta za roky 1960 až 2022. Ide o emisie CO₂ z fosílnych palív a z výroby cementu. Údaje sú uvedené v tonách na jedného obyvateľa krajiny. V predposlednom stĺpci tabuľky sú uvedené absolútne hodnoty vyprodukovaných emisií CO₂ štátov sveta za rok 2022. Následne posledný stĺpec tabuľky uvádza relatívny údaj (v %) vyprodukovaných emisií CO₂ štátov sveta za rok 2022. Z posledného stĺpca tabuľky vyfiltrujte len tie štáty, ktorých podiel vyprodukovaných emisií CO₂ v rámci planéty bol v roku 2022 vyšší ako 1 %. **Koľko je takýchto štátov sveta? Pridajte aj zoznam týchto krajín.** Z tohto zoznamu štátov si **ďalej všimajte v poradí prvú trojicu. Ktoré sú to krajiny a aký bol v súčte ich celkový podiel na emisiách CO₂?** Pozrime sa teraz bližšie na tri spomínané krajiny a to metrikou vyprodukovaných emisií v tonách na jedného obyvateľa. **Vyberte dané tri krajiny a pokúste sa do jedného vhodne zvoleného grafu zaznamenať vývojový trend ich vyprodukovaných emisií (v prepočte na jedného obyvateľa) za roky 1960 až 2022. V krátkosti popíšte, zhodnoťte a porovnajte údaje/krivky daných troch štátov.**

Úloha b): Analyzujte nárasty hladiny morí a oceánov vo svete a v pobrežných svetových mestách.

V tabuľke 3 (hárok Globálna hladina oceánov) sú údaje priemernej zmeny výšky svetovej hladiny oceánov a morí v rokoch 1993 – 2023 v porovnaní s meraným rokom 1992. Z tabuľky je zrejmé, že za 31 rokov narástla hladina svetových oceánov a morí o takmer 10,6 cm. **Vypočítajte priemernú ročnú zmenu výšky hladiny svetových oceánov a morí v celom sledovanom období.** Výslednú hodnotu uveďte v mm/rok na jedno desatinné miesto. **Následne vypočítajte rovnakú priemernú ročnú zmenu výšky hladiny za roky 1994 – 2003 a potom za roky 2014 – 2023** (teda za dve odlišné dekády). Výsledné hodnoty uveďte taktiež v mm/rok na jedno desatinné miesto.

V tabuľke 4 (hárok Oceány a svetové mestá) sú údaje, ktoré prognózujú scenáre výšky hladiny oceánov a morí a očakávaných škôd vybraných 136 pobrežných svetových miest. **Ktorých päť pobrežných svetových miest bude čeliť najvyššej očakávanej výšky vodnej hladine oceánov a morí (v cm) v najbližšom prognózovanom roku 2030? Viete lokalizovať, kde sa tieto tri mestá nachádzajú?** Pozrime sa teraz bližšie na očakávané škody miest, ktoré spôsobí nárast vodnej hladiny. **Vytvorte mini tabuľku, do ktorej doplníte tri najviac ohrozené svetové mestá na základe očakávaných škôd za každý prognózovaný rok 2030, 2050, 2070 a 2100.** Preskúmajte vašu vytvorenú tabuľku a skúste odpovedať na nasledovnú otázku. **Ktoré mesto/mestá budú čeliť v každom zo štyroch prognózovaných období najväčším škodám, to znamená, že sa nachádzajú vo vašej tabuľke vo všetkých rokoch? V ktorom štáte/ štátoch sa tie mestá nachádzajú?**

Úloha c): Analyzujte zmeny v globálnych teplotných anomáliách a vývoj teplôt vo svetových metropolách.

V tabuľke 5 (hárok Teplotné anomálie) sú teplotné anomálie podľa mesiaca jún za roky 1980 – 2024 v rámci sveta a kontinentov. Teplotné anomálie za svet sú k referenčnému obdobiu 1901 – 2000, regionálne anomálie sú k referenčnému obdobiu 1910 – 2000. **Určte výpočtom, v ktorých troch regiónoch sveta sa najviac zvýšila teplotná anomália v 21. storočí** (teda rozdiel medzi dvoma rokmi 2001 a 2024). **K regiónom uveďte aj hodnotu nárastu teplotnej anomálie** (v °C na 2 desatinné čísla). Následne sa pokúste **vypočítať priemernú hodnotu teplotnej anomálie v Európe za každú nasledovnú dekádu** (1981 – 1990, 1991 – 2000, 2001 – 2010, 2011 – 2020). Vypočítané priemery (v °C) za jednotlivé dekády znázorníte do prehľadnej tabuľky resp. do vhodne zvoleného grafu (aj s uvedenými hodnotami). Výsledné hodnoty zaokrúhlite na 2 desatinné čísla.

V tabuľke 6 (hárok Teploty svetových miest) sú priemerné ročné teploty vo vybraných svetových mestách v rokoch 1980 – 2019. Údaje sú uvedené v stupňoch Celzia. **Ktoré mesto dosiahlo v rokoch 1980 – 2019 najvyšší nárast priemernej ročnej teploty?** Pri meste uveďte o koľko stupňov Celzia narástla za sledované obdobie jeho priemerná ročná teplota (na 2 desatinné čísla). **Následne skúste zistiť, ktoré tri mestá dosiahli najvyšší nárast priemernej ročnej teploty v rokoch 2000 – 2019. Pri každom z miest uveďte o koľko stupňov Celzia narástla za sledované obdobie jeho priemerná ročná teplota** (na 2 desatinné čísla).

Na záver vypracovania úlohy pripojte zoznam použitej literatúry a zdrojov. Musí obsahovať všetky zdroje, z ktorých ste čerpali údaje, fakty a informácie, vrátane tých, ktoré ste našli v zadaní tejto úlohy, slovom všetko, čo ste pri vypracovaní úlohy použili. Vzor nájdete vo všeobecných pokynoch k riešeniu úloh.