

S T U . .  
• • • • •  
• M T F •  
• • • • •

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
Materiálovotechnologická fakulta



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA

# OVZDUŠIE

Maroš SIROTIAK

PRÍRODNÉ JAVY V EXPERIMENTOCH  
PRE MALÝCH AJ VEĽKÝCH

Trnava 2009

Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých



Táto publikácia bola podporovaná  
Agentúrou na podporu výskumu a vývoja  
na základe zmluvy č. LPP-0171-07.

Publikácia je určená stredoškolským učiteľom na podporu vyučovania environmentálnej výchovy, ako aj študentom prejavujúcim záujem o štúdium environmentálne špecializovaných univerzitných študijných programov.

Autori: © RNDr. Maroš Sirotiak

Recenzenti: doc. Ing. Jozef Černecký, CSc., Ing. Anna Michalíková, CSc.

Rok vydania: 2009

Vydalo: Tlačové štúdio Váry pre MTF STU v Trnave

Vytlačil: Tlačové štúdio Váry, Trnava

Ilustrácie použité v publikácii sú voľne dostupné na internete.

ISBN: 978-80-89422-03-6

Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

Obsah

Úvod.....	4
Atmosféra.....	5
Klíma a klimatické zmeny.....	12
Poškodzovanie ozónovej vrstvy .....	20
Kyslé dažde (acidifikácia).....	24
Smog.....	27
Možnosti znižovania emisií znečisťujúcich látok .....	29
Ako môžem zabrániť klimatickým zmenám, poškodzovaniu ozónovej vrstvy a napomôcť k čistejšiemu ovzdušiu?.....	32

## Úvod

Človek dokáže byť týždne bez potravy a celé dni bez vody, ale po šiestich minútach bez vzduchu hynie. Málokedy rozmýšľame o nesmiernej dôležitosti vzduchu, ktorý dýchame, a to aj keď sa takmer všetok život na zemi udržuje vďaka len asi niekoľkokilometrovej vrstve vzduchu – atmosfére. V súčasnosti sa stala najohrozenejšou zložkou prírodného prostredia a jej znečistenie neustále narastá. Spôsobuje to hlavne prudký nárast výroby energie, ťažba surovín, priemyselná činnosť či doprava. Keď zoberiete do úvahy takmer neuveriteľný fakt, že z hľadiska hmotnosti konzumujeme viac vzduchu než potravy a vody spolu (človek denne vdýchne asi 15 kg vzduchu), začne nám byť jasné, prečo ľudí veľmi ničí znečistený vzduch a prečo treba spraviť všetko čo je v našej moci, aby sme plnili svoje pľúca vzduchom tej najlepšej kvality. Základom všetkých ľudských snažení o riešenie environmentálnych problémov by malo byť poznanie štruktúry a procesov, ktoré v životnom prostredí prebiehajú. Veríme, že aj táto publikácia Vám populárno – vedeckou formou prinesie nové informácie o atmosfére a problémoch, ktoré ju trápia. Veríme, že raz práve Vy prídete na spôsob, ako tieto problémy vyriešiť.

*Autor*

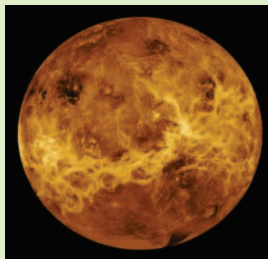
## Atmosféra

Zemskou atmosférou (z gréčtiny *atmos* - para a *sfaira* - guľa) označujeme vrstvu plynov, ktoré obklopujú Zem. Dnešná atmosféra sa skladá z dusíka (78 %), kyslíka (21 %), argónu (0,093 %), oxidu uhličitého (0,03 %) a nepatrných množstiev iných vzácnych plynov, ako sú hélium, neón, kryptón a xenón. V tzv. *homosfére* (vrstve asi do 100 km) je toto zloženie atmosféry približne konštantné, významné sú zmeny koncentrácie vodnej pary a ozónu. Naopak *heterosféra* (vrstve nad 100 km) sa vyznačuje výraznou zmenou v zložení ovzdušia. Nachádza sa tu:

- ❖ najnižšia vrstva obsahujúca prevažne molekulový dusík,
- ❖ vrstva obsahujúca prevažne atómový kyslík (vo výške 1000 km),
- ❖ vrstva obohatená héliom (siahá do výšky 3 000 km),
- ❖ vrstva nazývaná vodíková (vo výške nad 3 000 km).

*Atmosféra vznikla pred 5 – 6 miliardami rokov uvoľňovaním prchavých látok z hornín ako aj prebiehajúcimi jadrovými reakciami a prírodnými katastrofami. Bola niekoľkonásobne hustejšia. Neskôr dochádzalo ku kondenzácii veľkého množstva vodných pár. Koncom prahôr a začiatkom starohôr, teda v predpokladanom období vzniku života na Zemi, už atmosféra obsahovala dostatočné množstvo oxidu uhličitého na zabezpečenie fotosyntézy. Predpokladá sa, že podstatná časť dnešného atmosférického kyslíka je výsledkom minimálne miliardu rokov prebiehajúcej fotosyntézy.*

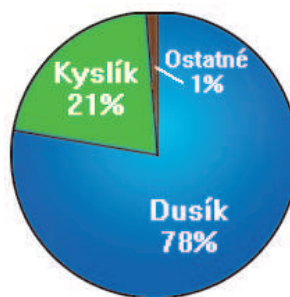
*Súčasná atmosféra na Venuši sa veľmi podobá našej pradávnej.*



Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

Najdôležitejšími zložkami atmosféry sú:

- ❖ DUSÍK je interný plyn, ktorý preniká do atmosféry pri vulkanickej činnosti. V súčasnej dobe sa vo forme oxidov dusíka dostáva do ovzdušia hlavne antropogénnou činnosťou - najmä ako dôsledok nedokonalého spaľovania kvapalných palív v doprave.
- ❖ KYSLÍK je bezfarebný plyn nevyhnutný pre život na Zemi. Slúži na zabezpečovanie biogénnych procesov a na spaľovanie. Zdrojom kyslíka pre atmosféru sú procesy fotosyntézy. Dve tretiny kyslíka vyprodukuje suchozemské rastliny (významným zdrojom sú tropické dažďové lesy) a zvyšnú tretinu vyprodukuje morské rastliny (hlavne morské riasy).
- ❖ 1 % OSTATNÝCH PLYNOV - argónu (0,093 %), oxidu uhličitého (0,03 %) a nepatrných množstiev iných vzácnych plynov, ako sú hélium, neón, kryptón a xenón. V spodných vrstvách atmosféry sa vyskytuje asi 1 % vodnej pary, ktorá však nie je nad zemským povrchom rovnomerne rozdelená a podlieha časovým zmenám. Podobne je premenlivý aj obsah oxidu uhličitého, pretože vzniká pri dýchaní a spaľovaní uhlíka a spotrebúva sa pri fotosyntéze zelených rastlín.
- ❖ Súčasťou vzduchu sú okrem plynov aj pevné a tekuté zložky, ktoré nazývame atmosférické aerosóly. Delia sa podľa pôvodu:
  - ⇒ PRIRODZENÉ AEROSÓLY - napr. kozmický prach (meteoritické častice), vulkanický prach, ktorý vzniká pri sopečnej činnosti, pôdny prach zo zvetraných hornín a nerastov a.i.
  - ⇒ ANTROPOGÉNNE AEROSÓLY, ktoré sa vytvárajú pri hospodárskej činnosti človeka, napr. pri vykurovaní bytov, pri automobilovej a leteckej doprave a podobne.



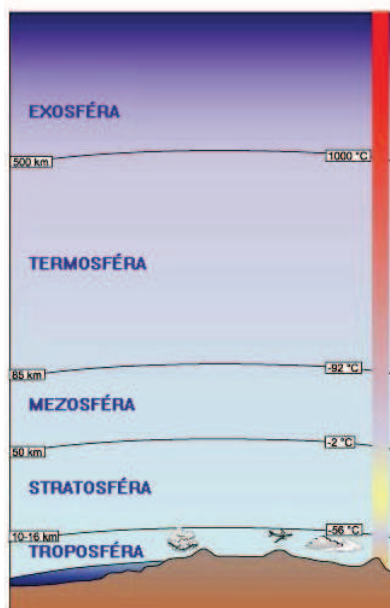
Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

Atmosféra tvorí menej než jednu milióntinu hmotnosti Zeme. Jej celková hmotnosť je asi  $5,137 \cdot 10^{18}$  kg. Polovica celkovej hmotnosti atmosféry sa sústreďuje vo výške 5 – 6 km nad zemským povrchom, 90 % hmotnosti vo výške do 16 km a 99 % hmotnosti do výšky 30 km. Atmosféra v dôsledku zemského gravitačného poľa pôsobí na zemský povrch určitou silou. Sila na jednotku plochy, závislá od hmotnosti atmosféry, je vyjadrená ako atmosférický tlak. Jeho stredná hodnota pritom dosahuje asi  $10^5$  Pa. Atmosférický tlak sa práve tak, ako aj hustota vzduchu znižuje s rastúcou vzdialenosťou od zemského povrchu.

*So znižujúcim sa tlakom sa znižuje aj absolútne množstvo kyslíka. Toto u organizmov vedie k dôležitým adaptáciám. Napríklad, krv živočíchov žijúcich vo vyšších polohách obsahuje viac červených krviniek pre intenzívnejšie viazanie kyslíka.*

Vertikálna teplotná štruktúra atmosféry je daná štyrmi odlišnými vrstvami, ktoré vidíme aj na obrázku:

- ❖ troposférou - je charakteristická rýchlym znížením teploty s výškou,
- ❖ stratosférou - teplota s výškou vzrastá,
- ❖ mezosférou - teplota s narastajúcou výškou klesá,
- ❖ termosférou - nárast teploty s výškou až asi na 1500 stupňov Celzia
- ❖ exosférou, ktorá predstavuje okolité vesmírne prostredie.



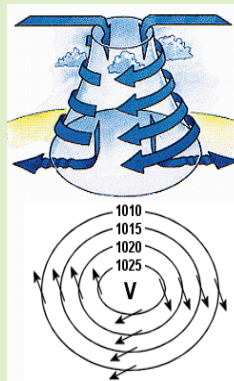
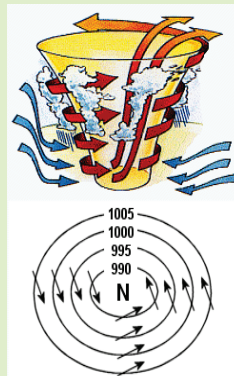
Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

**Troposféra** (z gréckeho *tropos* – zmena) je najbližšou, a tým pre život najdôležitejšou časťou atmosféry. Siahla od povrchu Zeme do výšky 8 – 17 km. Za bežných okolností je troposféra typická poklesom teploty s rastúcou výškou. Odohrávajú sa v nej zmeny počasia – búrky, dažde, sneženie, znečisťovanie ovzdušia a pod. Je to teplá vrstva atmosféry, ktorú ohrievajú slnečné lúče odrážajúce sa od povrchu Zeme. Troposféra postupne prechádza do **tropopauzy** s charakteristickou nízkou teplotou. Tá je hlavnou prekážkou úniku vodnej pary do vyšších vrstiev atmosféry, čo vytvorilo podmienky pre vznik života na Zemi.

Ak sa studené vzduchové hmoty odspodu zohrievajú nad teplejším zemským povrchom (napr. v lete studenší morský vzduch nad pevninou), teplo sa prenáša do vyšších vrstiev prúdením – konvekciou. Pary kondenzujú vo vyšších chladnejších vrstvách ako kopovitá oblačnosť a búrkové mraky. Hovoríme o tlakovej níži.

Ak sa teplé vzduchové hmoty postupne odspodu ochladzujú (napr. v zime teplejší morský vzduch nad studenou pevninou), slabne vertikálne prúdenie a rozvrstvenie vzduchových hmôt sa stáva stabilné. Počasie je bezveterné. Oblačnosť je vrstevnatá vo forme prízemných hmiel, mrholenia alebo sneženia. Hovoríme o tlakovej výši.

Špeciálnym prípadom je inverzia, kedy vplyvom reliéfu alebo meteorologickej situácie dochádza k prekrytiu studenej vrstvy vzduchu teplejšou. Ide o stabilný stav (teplý vzduch má menšiu hustotu), následkom čoho sa atmosféra nepremiešava a splodiny z komínov sa nerozptyľujú.

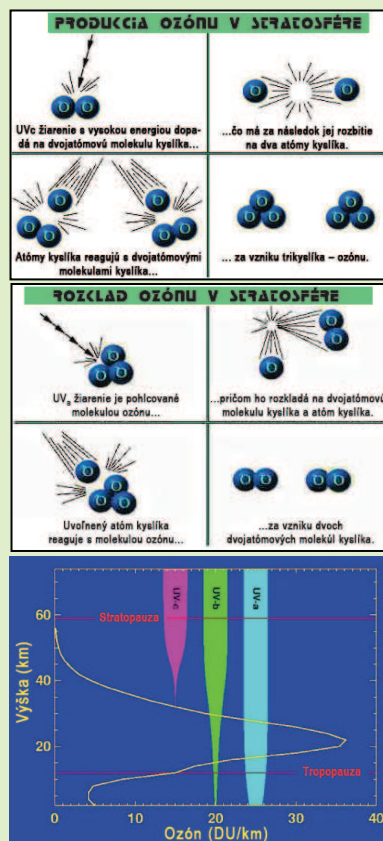




Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

**Stratosféra** (z latinského *stratum* – pokrývka) siaha do výšky približne 50 km. Teplota s výškou rastie, čo je spôsobené najmä prítomnosťou ozónu (maximum vo výške okolo 32 km – ozónová vrstva). Ozón intenzívne pohlcuje časť ultrafialového slnečného žiarenia, výsledkom čoho je zohrievanie zriedených a prakticky suchých más vzduchu. Absorpciu UV žiarenia zároveň zabraňuje usmrcovaniu mikroorganizmov, poškodzovaniu buniek v živočíšnom i rastlinnom tkanive a chráni človeka pred vznikom niektorých foriem rakoviny kože. Nad stratosférou sa v úzkej oblasti (nepresahujúcej 5 km) rozprestiera **stratopauza** s nulovým teplotným gradientom.

UV žiarenie, ktoré prechádza atmosférou delíme na životu prospešné  $UV_A$  (vlnová dĺžka 320 - 400 nm, najmenšia energia) a bunky poškodzujúce  $UV_B$  (vlnová dĺžka 280 - 320 nm väčšia energia) a  $UV_C$  (vlnová dĺžka 180 - 280 nm najväčšia energia). Pri prechode ozónovou vrstvou  $UV_C$  žiarenie rozbieja dvojatómové molekuly  $O_2$  na jednotlivé atómy. Tieto tzv. radikály sú vysoko reaktívne a reagujú s inými dvojatómovými molekulami kyslíka za vzniku trikyslíka – ozónu. Naopak,  $UV_B$  žiarenie ozón rozkladá späť na kyslík. Týmto spôsobom sa eliminuje škodlivé žiarenie  $UV_B$  a  $UV_C$ . Nepoškodenou ozónovou vrstvou preniká 100 % prospešného  $UV_A$  žiarenia, 50 %  $UV_B$  žiarenia a 0 %  $UV_C$  žiarenia.



Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

**Mezosféra** – (z gréckeho *mesos* – stred) siaha do výšky asi 80 km a nachádza sa tu do 1% všetkého vzduchu. Mezosféra je najmenej preskúmanou vrstvou atmosféry, pretože pre lietadlá leží priveľmi vysoko a príliš nízko pre družice. Vie sa však, že rýchlosť premiešavania vzduchových mäs dosahuje stovky kilometrov za hodinu. Zvláštnosťou je tzv. polárny mezosférický mrak, ktorý je tvorený kryštálkami ľadu a vidno ho len za súmraku keď je osvetľovaný zo spodu a aj to len v letných mesiacoch v oblastiach medzi 50 – 70° severnej či južnej zemepisnej dĺžky. V mezosfére zhorí väčšina meteoritov. Hranicu mezosféry tvorí **mezopauza** so stálou teplotou – 80 °C.

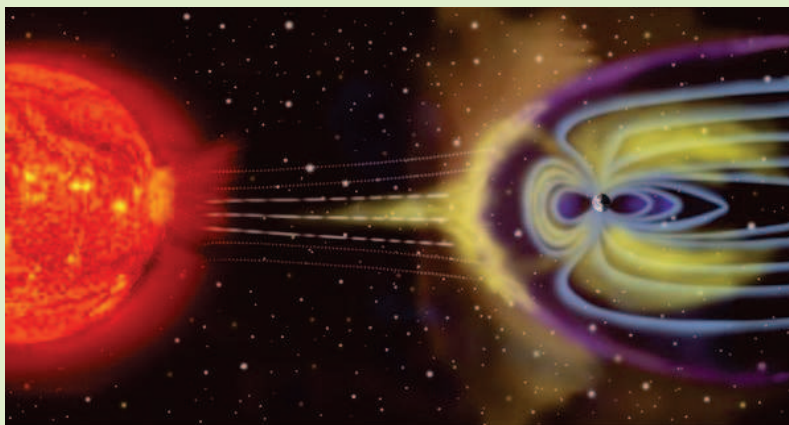
*Letná nočná obloha upútava pozornosť viac ako ostatné ročné obdobia. Meteorický roj Perzeidy je aktívny približne od polovice júla do polovice augusta. Vďaka svojmu augustovému maximu bol tento úkaz v minulosti známy aj ako slzy svätého Vavrinca, ktorý bol umučený a upálený na hranici v Ríme 10. augusta za vlády imperátora Valeriána v roku 258. Katolíci dlho verili, že z neba padajú na zem ohnivé slzy tohto mučeníka. Meteory však nie sú ani slzy, ani padajúce hviezdy. Sú to malé telieska patriace do slnečnej sústavy (s priemernými rozmermi rádovo 0,1 mm), väčšinou kamennej povahy, ktoré pri prelete zemskou atmosférou zhoria.*



Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

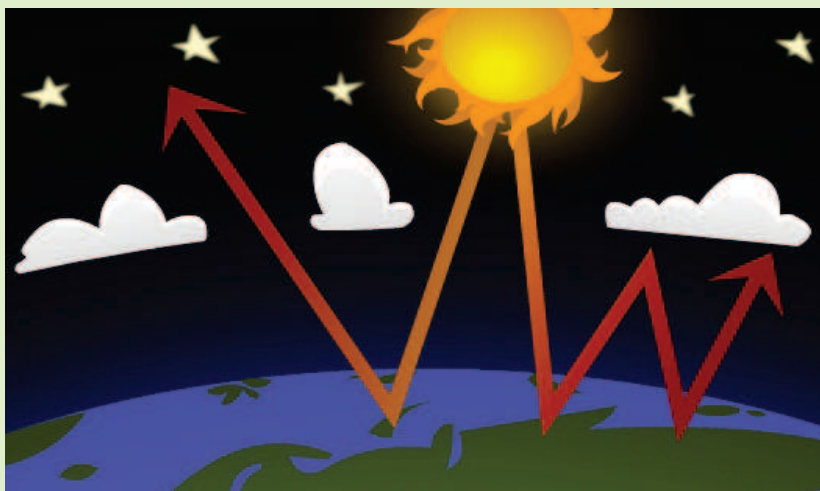
**Termosféra** (z gréckeho *thermo* – teplo) leží vo výške okolo 100 km nad zemským povrchom a je rozdelená na **ionosféru** a **magnetosféru**. V ionosfére spôsobuje slnečné žiarenie ionizáciu plynov. Nad ionosférou leží magnetosféra. Je to vnútorná hranica zemského magnetického poľa. Chová sa ako obrovský magnet a chráni Zem zachycovaním častíc s vysokou energiou. Svetelné prejavy tohto javu poznáme ako polárnu žiaru. Termosféra je najredšia vrstva atmosféry – obsahuje len 0,001 % hmoty celej atmosféry. Keďže je táto vrstva riedka, čiže častice sú od seba veľmi vzdialené, je tepelná výmena veľmi malá a ani extrémne teploty tu pre astronautov nespôsobujú problémy. Napriek tomu však existuje istý odpor vzduchu, ktorý sa časom prejaví – napríklad vesmírnu stanicu ISS, ktorá sa vznáša v termosfére vo výške asi 350 – 400 km, treba pravidelne raketovým pohonom zvihať do výšky, ktorú stratila.

*Nerovnomernosťami v magnetickom poli Slnka vznikajú slnečné škvrny a mohutné erupcie častíc známych ako slnečný vietor. Ten je tvorený protónmi, elektrónmi a alfa časticami, ktoré sa šíria do okolia a letia aj smerom k Zemi. Práve tu nás chráni magnetické pole našej planéty a odrazí ich. Časť častíc však v magnetickom poli uviazne a špirálovito sa po vrchnej časti atmosféry pohybuje smerom k magnetickým pólom.*



### **Klíma a klimatické zmeny**

Skleníkový efekt sa na Zemi prejavoval od samého počiatku, udržiujúc teploty vhodné pre život na Zemi. Určité plyny v atmosfére nie sú pre žiarenie rovnako dobre priepustné. Pôsobia ako jeho „zadržiavači“ a celý systém Zeme sa tým ohrieva. Na povrchu Zeme je žiarenie z veľkej časti pohltené a potom znovu vyžiarené, ale s väčšou vlnovou dĺžkou v infračervenej oblasti (ako teplo). Infračervené žiarenie atmosféra zachytáva a vracia naspäť a takto sa teplo na Zemi zhromažďuje. Dnešný vplyv tzv. prirodzeného skleníkového efektu udržiava teplotu asi 33 °C, je teda zásadne dôležitý pre existenciu vody v kvapalnom stave a teda i existenciu života. Medzi stopové plyny v atmosfére, ktoré majú merateľný vplyv na skleníkový efekt, patrí oxid uhličitý, vodná para, ozón, oxid dusný, freóny, amoniak a oxid uhoľnatý.



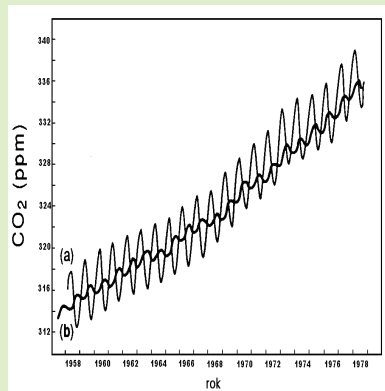
*So skleníkovým efektom sa stretávame denne (napr. keď je v noci zatiahnuté, vodná para zachytáva vyžiarené teplo a je teplejšie než za jasnej noci). Naopak, Mesiac, si pre nižšiu gravitáciu neudrží atmosféru. Bez skleníkového efektu sú na ňom enormné rozdiely medzi dennou a nočnou teplotou.*

### Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

Problém nie je v existencii skleníkového efektu, ale v jeho umocňovaní spôsobovaného zmenou chemického zloženia atmosféry v dôsledku ľudskej činnosti. Ide najmä o prírastok plynov ako:

- ❖ **OXID UHLIČITÝ** - Význam uhlíka a jeho obeh v prírode je všeobecne známy. V rozmedzí rokov 1850 po súčasnosť sa koncentrácia atmosférického oxidu uhličitého zvýšila o 27 %. Najnovšie merania ukázali, že oceány absorbujú menšiu časť uhlíka (1,2 miliárd ton ročne), ale že významnejšiu časť, ako sa pôvodne predpokladalo, absorbujú lesné porasty severnej pologule (okrem tropickej oblasti cez 3 miliardy ton ročne). Zalesňovanie veľkých plôch v miernom pásme by mohlo výrazne prispieť k obmedzovaniu vplyvu emisií oxidu uhličitého zo spaľovania fosílnych palív.

*Oxid uhličitý sa podieľa približne 70 % na emisiách, ktoré prispievajú k vzniku skleníkového efektu. Od začiatku priemyselnej revolúcie (1750), sa koncentrácia CO<sub>2</sub> zvýšila asi o 25 %. Ročná emisía CO<sub>2</sub> pripadajúca na jedného obyvateľa (11 t / rok) zaraďuje Slovensko medzi 20 štátov na svete s najvyššími emisiami na obyvateľa.*

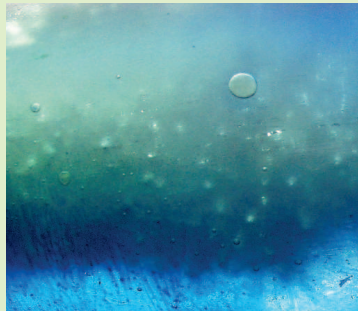


- ❖ **VODNÁ PARA** - zohráva významnú úlohu pri skleníkovom efekte. Spomedzi skleníkových plynov je však jedinečná tým, že jej atmosférická koncentrácia závisí od teploty, ale len v malej miere od iných činiteľov. Preto sa normálne posudzuje skôr ako zložka klimatického cyklu, než ako samostatný skleníkový plyn.
- ❖ **METÁN** - je podobne ako oxid uhličitý plynom, ktorý sa v biosfére vyskytuje prirodzene. Je produkovaný baktériami v anaeróbných podmienkach (t.j. bez prístupu kyslíka), napríklad v črevách prežúvavcov alebo v pôdach presiaknutých vodou, odkiaľ pochádza jeho bežný názov „bahenný plyn“.

### Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

Najvýznamnejšími zdrojmi metánu, sú stáda dobytky a ryžové polia, ktoré sú v tomto zmysle umelými močiarmi. Veľké množstvá metánu sú tiež neprístupne uzavreté v rašelinových močarínach pod zamrznutou arktickou tundrou, takže topenie večne zamrznutých oblastí by mohlo viesť k ďalšiemu uvoľňovaniu metánu. Rozkladom každej organickej hmoty (napríklad na skládkach odpadu), sa tiež uvoľňuje metán a úniky z prevádzok a ťažby palív (ako sú plynovody a uhoľné bane) prispievajú k zvyšovaniu množstva tohto plynu v atmosfére.

*Metán je z niektorých aspektov najvýznamnejším skleníkovým plynom po oxide uhličitom. Analýzy vzduchových bublín, zachytené v ľadových jadrách ukazujú, že množstvo metánu prítomné v atmosfére sa v priemyselnej ére viac ako zdvojnásobilo.*



- ❖ OXID DUSNÝ - je ďalším prirodzene sa vyskytujúcim skleníkovým plynom, ktorý je súčasťou kolobehu biologických procesov. Avšak rozhodujúce množstvá oxidu dusného sú tiež produktom ľudských činností, ako je napríklad zúrodňovanie nových poľnohospodárskych oblastí ale aj používanie dusíkatých hnojív. Okrem toho aj pri spaľovaní fosílnych palív (alebo v skutočnosti pri spaľovaní čohokoľvek na vzduchu, ktorý obsahuje 80% dusíka) vzniká oxid dusný a ďalšie zlúčeniny kyslíka a dusíka.
- ❖ OZÓN - sa vyskytuje prirodzene vo vrchnej vrstve atmosféry, kde zohráva životne dôležitú úlohu tým, že chráni zemský povrch pred škodlivým ultrafialovým slnečným žiarením. Časť z tohto ozónu klesá do nižších vrstiev atmosféry, ale jeho prirodzené koncentrácie sú tu nízke, čo je práve dobre, pretože ozón je toxický tak pre rastliny, ako aj pre zvieratá. Nanešťastie, v súčasných priemyselných spoločnostiach sa ozón vytvára aj v prízemnej vrstve pôsobením slnečného svetla na plyné škodliviny, akými



Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

sú uhľovodíky, oxidy dusíka a oxid uhoľnatý, emitované výfukovými plynmi automobilov. Vznikajúci takzvaný „fotochemický smog“ je sám osebe nebezpečný pre životné prostredie a ozón ako ďalší produkt tohto procesu pôsobí ako skleníkový plyn v spodnej vrstve atmosféry.

- ❖ CHLOROFLUOROUHLÍKOVODÍKY (CFC) – FREÓNY - dôležité z dvoch celkom rozdielnych dôvodov – pretože sú veľmi účinnými skleníkovými plynmi a pretože majú dlhú životnosť. Aj keby boli emisie CFC hneď teraz

celkom zakázané, súčasný obsah týchto plynov v atmosfére by podstatne prispieval k skleníkovému otepľovaniu v priebehu takmer celého storočia. Všetky CFC zaťažujúce atmosféru majú antropogénny pôvod.

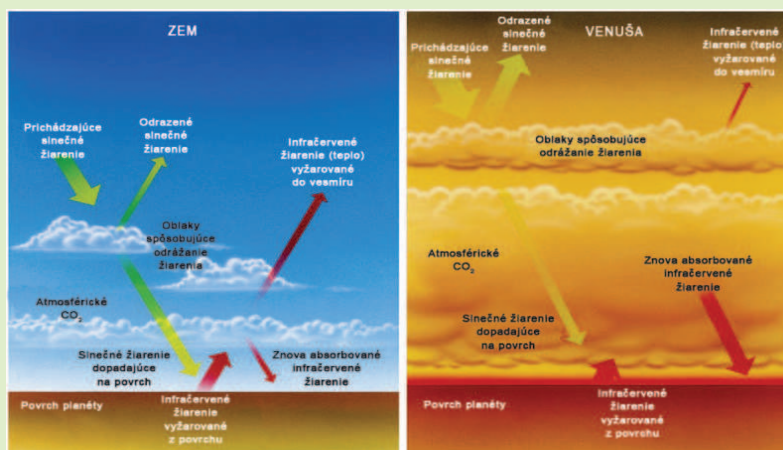


Čas zotrvania molekúl niektorých z uvedených skleníkových plynov v atmosfére je dlhý – oxid dusný zotráva asi 170 rokov, CFC približne 100 rokov (v závislosti od druhu). Tento fakt, spolu s ich vysoko účinnými skleníkovými vlastnosťami a rýchlo rastúcimi emisiami znamená, že v súčasnosti zohrávajú významnú úlohu pri zmenách podnebia. Jednotlivé plyny sa v atmosfére skleníkovým efektom uplatňujú rôznou mierou nielen podľa svojich koncentrácií, ale aj podľa svojich absorpčných vlastností v infračervenej oblasti. Vlastnosť prispievať k skleníkovému efektu sa charakterizuje tzv. potenciálom skleníkového otepľovania (*Greenhouse Warming Potential, GWP*), ktorý sa obyčajne vzťahuje k oxidu uhličitému ako referenčnému plynu, u ktorého sa pokladá za jednotkový.

Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

Plyn	Súčasný rast koncentrácie (%/rok)	Doba života (roky)	GWP (CO <sub>2</sub> = 1)
Oxid uhličitý	0,5	7	1
Metán	1,0	10	11
Oxid dusný	0,25	160	170
Ozón	1	-	-
Trichlorofluorometán	3	50	3 400
Dichlorodifluorometán	3,4	110	7 100

Extrémny prípad skleníkového efektu spôsobeného okrem menšej vzdialenosti k Slnku (v porovnaní so Zemou) prítomnosťou skleníkových plynov nastáva na Venuši. Sondy Pioneer a Venera namerali, že atmosféru Venuše tvorí z 96 % oxid uhličitý a 3 % tvorí dusík. Našli sa aj stopy neónu a niekoľko izotopov argónu. V oblačnom príkrove planéty sa vyskytuje aj vodná para s desaťkrát väčšou hustotou ako v atmosfére pri povrchu. Nažltlé zafarbenie, je spôsobené tým, že sa voda v oblakoch zlučuje so stopovými množstvami oxidu siričitého, pri ktorom vznikajú kvapky kyseliny sírovej. Priemerná teplota povrchu planéty je 467,00 °C.





#### Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

Existuje veľa protichodných názorov o príčinách a následkoch klimatických zmien. Ich hlavnými dôkazmi sú však:

- ❖ nárast teplôt troposféry,
- ❖ nárast množstva vodnej pary vo vzduchu,
- ❖ tepelný obsah oceánov sa zvýšil - zvyšovanie obsahu tepla oceánov má priamy súvis s nárastom morskej hladiny,
- ❖ Grónsky a Antarktický ľadový štít v celkovej bilancii strácaju objem ľadu, plocha pevninských ľadovcov a množstvo snehu sa znižuje,
- ❖ rozloha arktického plávajúceho ľadu ako aj každoročne zamŕzajúcich oblastí sa znižuje,
- ❖ dráha vetrov/búrok v stredných zemepisných šírkach sa posúva smerom k pólom, suchá sú intenzívnejšie a dlhšie,
- ❖ frekvencia extrémnych teplôt, silných dažďov a intenzita tropických cyklónov sa zvyšuje.

*Podľa 4. Národnej správy SR o zmene klímy sa zmeny týkajú aj nás:*

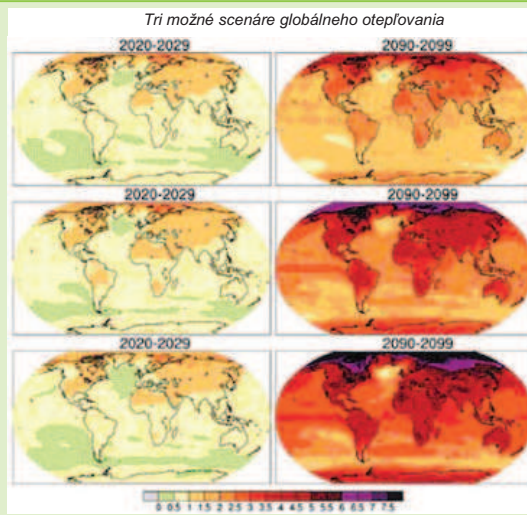
- ❖ Od roku 1900 sa zvýšila priemerná teplota vzduchu na Slovensku o 1,1 °C.
- ❖ Priemerné množstvo zrážok kleslo o 5,6 %.
- ❖ Na juhu bol zaznamenaný pokles zrážok o 10 % a na severe a severovýchode nárast do 3 %.
- ❖ Bol zaznamenaný pokles relatívnej vlhkosti vzduchu do 5 %.
- ❖ Bol zaznamenaný pokles pokrývky snehu.
- ❖ Ukazovatele potenciálneho a aktuálneho výparu, vlhkosti pôdy a bilancie globálneho žiarenia potvrdzujú celkový trend dezertifikácie podnebia Slovenska.

*Kalamita v Tatrách ako dôsledok meniacej sa klímy aj na Slovensku.*



Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

*Európa sa otepľuje rýchlejšie ako zvyšok sveta a vlády by mali konať, aby pripravili krajiny na klimatické zmeny. Medzi najohrozenejšie regióny Európy patrí Stredomorie, morské pobrežia, arktický región ale aj horské oblasti.*



Predpovede rýchlosti a dopadov podľa IPCC (Medzinárodný panel o klimatických zmenách):

- ❖ pri dosiahnutí koncentrácie CO<sub>2</sub> 560 ppm dôjde ku zvýšeniu globálnej teploty o 3 °C (najlepší odhad), a pravdepodobný rozsah zvýšenia teplôt je v rozmedzí 2 - 4,5°C,
- ❖ v priebehu nasledujúcich 20 rokov sa predpokladá otepľovanie s rýchlosťou 0,2 °C za 10 rokov,
- ❖ ak by emisie skleníkových plynov zostali na úrovni z roku 2000, otepľovalo by sa rýchlosťou 0,1 °C za desať rokov,
- ❖ budú pokračovať nastúpené teplotné a zrážkové trendy z minulého storočia, avšak tieto budú s veľkou pravdepodobnosťou rýchlejšie,
- ❖ je veľmi pravdepodobné, že vlny horúčav a intenzívnych zrážok budú stále častejšie,
- ❖ je pravdepodobné, že intenzita tropických cyklónov (hurikány, tajfúny) sa ďalej zvýši,
- ❖ Arktický plávajúci ľad sa môže roztopiť v rozmedzí rokov 2050 – 2100,
- ❖ morská hladina sa zvýši v rozsahu 18 - 59 cm do roku 2100.
- ❖ Nárast morskej hladiny bude pokračovať ešte niekoľko storočí po stabilizácii koncentrácií CO<sub>2</sub>.

### Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

Jedinou globálnou iniciatívou boja proti katastrofickým klimatickým zmenám je Kjótsky protokol, ktorého cieľom je zastavenia rastu a postupná redukcia emisií CO<sub>2</sub> do ovzdušia. Tu však globálny záujem ľudstva naráža na partikulárny záujem niektorých veľkých firiem a vlád – obmedzovanie emisií bude pre ropné spoločnosti znamenať znižovanie ziskov, pretože doprava či energetika budú musieť siahať po alternatívnych zdrojoch energie či technológiách znižujúcich spotrebu fosílnych palív.



Mnoho krajín odmieta splnenie podmienok Kjótskeho protokolu s odôvodnením, že dohovor brzdí ich ekonomický rozvoj. Správa o Indexe environmentálnej udržateľnosti 2005, jasne hovorí, že environmentálna udržateľnosť má skôr pozitívny účinok na dlhodobý ekonomický rast.

Krajiny s najvyšším indexom udržateľnosti (Fínsko – prvé, Nórsko – druhé, Švédsko – štvrté) sú súčasne vysoko konkurencieschopné. Na druhej strane existujú bohaté krajiny, ktorých index udržateľnosti je veľmi nízky – ako Spojené štáty (45. miesto), Veľká Británia (66. miesto) či Belgicko (112. miesto). Tie prosperujú na úkor budúcnosti ľudstva.

### **Kontrolné otázky a úlohy**

1. Čo znamená značka GWP? Vysvetlite.
2. Opíšte globálne dôsledky, ktoré spôsobujú klimatické zmeny a špecifikujte ako ovplyvnia kvalitu Vášho života.

### Poškodzovanie ozónovej vrstvy

Za milióny rokov od vzniku života na Zemi sa ustálila určitá rovnovážna koncentrácia ozónu - ozón existoval v stratosfére v rovnováhe medzi svojim vytváraním a jeho deštrukciou. Prírodný proces deštrukcie ozónu v stratosfére však zrýchlila a spomínanú dynamickú rovnováhu narušila prítomnosť reaktívnych chemikálií, vyprodukovaných ľudskou činnosťou. Negatívne pôsobenie na ozónovú vrstvu sa pripisuje predovšetkým:

- ❖ freónom (chlórfluórované uhľovodíky),
- ❖ halónom,
- ❖ tetrachlórmétanu, 1,1,1-trichlóretanu a iným zlúčeninám chlóru, fluóru a brómu (tzv. látky poškodzujúce ozónovú vrstvu Zeme).

Tieto látky sa dlhé roky považovali za veľmi užitočné chemické látky vďaka svojej inertnosti v troposfére, širokému použitiu, ako aj pomerne ľahkej produkcii. Samotné tieto látky môžu v atmosfére existovať desiatky rokov, v niektorých prípadoch dokonca viac ako stovky rokov. Rozklad ozonosféry ich pôsobením je dnes rýchlejší ako proces jej obnovovania, pričom proces rozkladu ozónu vplyvom týchto látok je veľmi zložitý dej (dnes je známych viac ako 200 chemických reakcií procesu rozkladu ozónu).

*Fotolýzou molekuly CFC UV žiarením dochádza k odštiepeniu radikálu chlóru. Ten je veľmi reaktívny a reaguje s ozónom za vzniku dvojatómovej molekuly kyslíka a málo stabilnej molekuly kyslíka a chlóru. Táto ľahko reaguje s radikálom kyslíka (pozri vznik ozónu), pričom sa uvoľní radikál chlóru schopný rozkladať ďalšie molekuly ozónu.*



Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

Množstvo stratosférického ozónu sa meria Dobsonovým spektrofotometrom a zo satelitov. 1 DU – Dobson unit je množstvo ozónu vo vertikálnom stĺpci zemskej atmosféry, ktoré by po stlačení na normálny tlak 101 325 Pa pri teplote 10 °C vytvorilo vrstvu hrubú 1 stotinu mm. Vrstva ozónu „hrubá“ 312 DU, čo predstavuje 3,12 cm vrstvu, dostatočne chráni život na Zemi pred UV žiarením.



Súčasťou Globálneho ozónového pozorovacieho systému a Globálneho sledovania atmosféry je od roku 1993 aj jediná stanica na meranie celkového atmosférického ozónu v



Slovenskej republike, ktorá sa nachádza v Gánovciach pri Poprade.

Stenčovaním ozónovej vrstvy dochádza k poškodzovaniu života:

- ❖ VPLYV NA ČLOVEKA - Bolo odhadnuté, že úbytok ozónu o 1 % zvýši frekvenciu výskytu rakoviny kože o 3%. Melanóm je nádor spôsobený jednou z foriem rakoviny kože, na jej dôsledky zomiera do 5 rokov asi 40 % pacientov. Pri nadmernom UV žiarení dochádza k tzv. snehoslepote. Prenikajúce ultrafialové žiarenie môže tiež oslabiť imunitný systém a zvýšiť počet prípadov infekčných ochorení.
- ❖ SUCHOZEMSKÉ RASTLINY - sa čiastočne prispôbili súčasnému spektru a intenzite žiarenia. Asi dve tretiny sa ukazujú byť citlivé na UV<sub>B</sub> žiarenie, pričom stupeň citlivosti sa mení v širokom rozpätí, dokonca aj v rámci rôznych odrôd jedného druhu. U citlivých rastlín dochádza k spomaleniu rastu, majú menšie listy a preto nie sú schopné účinnej fotosyntézy a rastliny majú nižšiu úrodnosť. V niektorých prípadoch rastliny dokonca vykazujú zmeny v chemickom zložení, čo môže ovplyvniť kvalitu potravín. Zvýšená intenzita UV<sub>B</sub> môže taktiež ovplyvniť aj produktivitu lesa, jemnú

Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

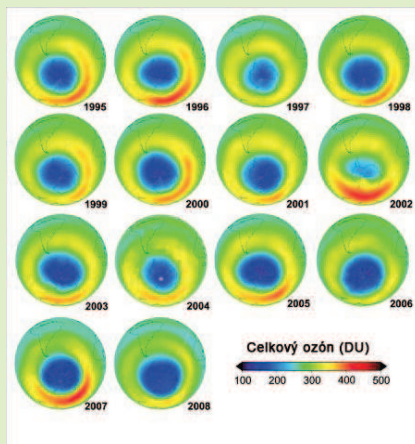
rovnováhu v prírodných ekosystémoch a tým zmeniť rozloženie a početnosť rastlinných druhov.

- ❖ VODNÉ EKOSYSTÉMY - potenciálny vplyv akéhokoľvek zvýšenia  $UV_B$  závisí od hĺbky, do ktorej preniká. Spomaľuje proces fotosyntézy vo fytoplanktóne, je škodlivé pre drobné vodné organizmy (zooplanktón, larválne kraby a granáty, mladé vývojové štádiá rýb). Môže ohroziť takmer polovicu všetkých morských rýb ale aj rastliny a živočíchy žijúce v pobrežiach, ústiach a lagúnach.
- ❖ PODNEBIE - Ďalšie obavy sú spojené s druhou významnou úlohou ozónu v atmosfére. Opakované cykly vzniku a zániku ozónu v atmosfére sú sprevádzané celkovou absorpciou slnečného žiarenia, ktoré sa nakoniec hromadí v stratosfére vo forme tepla. Preto možno predpokladať, že akýkoľvek úbytok ozónu môže spôsobiť zmenu teplotnej štruktúry atmosféry. Okrem toho ozón absorbuje infračervené žiarenie, a preto tiež akékoľvek zmeny jeho koncentrácie v troposfére v dôsledku jeho redistribúcie len zvýšia účinok skleníkového efektu.

*Ochrana organizmu pred pôsobením UV žiarenia je zabezpečovaná hrúbkou kože a kožným pigmentom melanínom, ktorý pohlcuje UV žiarenie. Pri dlhodobej expozícii aj nízkymi dávkami spôsobuje chronické poškodenie kože. Preto sa vyhýbame sa priamemu slnečnému žiareniu medzi 10. až 15. hodinou najmä v letnom období, pri pobyte vo väčších výškach a vodných plochách. Ako prevencia sa používajú prípravky s obsahom UV filtrov. Sú to látky, ktoré odrážajú slnečné lúče od povrchu (tzv. fyzikálne filtre ako oxid zinočnatý, oxid titaničitý) alebo lúče určitých vlnových dĺžok pohlcujú (tzv. chemické filtre ako estery kyseliny paraaminobenzoovej, škoricovej a pod.). Prípravky s obsahom ochranných látok proti UV žiareniu sú označované ako SPF (Sun Protective Factor) čo je číslo, vyjadrujúce pomer medzi dĺžkou trvania expozície po vznik začervenania kože po ožiarení kože chránenej UV filtrami a kože nechránenej. Napríklad pri použití filtra s SPF 8 môžeme pobyť na slnku predĺžiť 8 krát oproti nechránenej koži (len 1/8 lúčov preniká do kože).*

### Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

Najvýraznejšie poškodenie ozónovej vrstvy je nad Antarktídou na ploche asi  $24,3 \text{ mil.km}^2 = 500 \text{ krát Slovensko}$ . V súčasnosti sa podarilo spomaliť jej zväčšovanie. Veľký podiel na tom má *Viedenský dohovor o ochrane ozónovej vrstvy*, ktorý bol východiskovým dokumentom pri ďalšom riešení poškodzovania ozónovej vrstvy. Nadväzne naň bol v roku 1999 prijatý prvý vykonávací *Montrealský protokol o látkach, ktoré porušujú ozónovú vrstvu*. Spolu s neskoršími dodatkami určuje povinnosti pre výrobcov, dovozcov, vývozcov a predajcov látok nebezpečných pre ozónovú vrstvu, zoznam týchto látok a časový horizont zákazu ich používania.



Počas zimy sa v Antarktíde vplyvom neprítomnosti slnečného svitu extrémne ochladí. To vytvára obrovský rotujúci polárny vír, ktorý zabraňuje, aby sa dovnútra víru dostal vzduch bohatší na ozón. Teplota tu klesá až na  $-90^\circ\text{C}$  a vytvárajú sa mrznutím riedkej vodnej pary stratosferické mraky. V priebehu zimy sa molekuly freónov a iných, ozón rozkladajúcich

plynov nad Antarktídou zachytávajú v kryštáloch ľadu. Keď sa tieto kryštáliky v lete rozpustia, uvoľní sa naraz veľké množstvo týchto látok, čo má za následok rozklad veľkého množstva ozónu. Po dvoch, troch mesiacoch sa masa vzduchu s menším množstvom ozónu dáva do pohybu z Antarktídy do iných častí sveta. Tak vzniká škodlivá ozónová diera v atmosfére planéty.

### **Kontrolné otázky a úlohy**

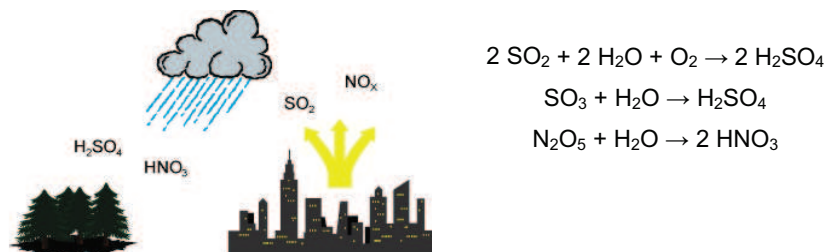
1. Čo znamená značka DU? Vysvetlite.
2. Opíšte globálne dôsledky, ktoré spôsobuje narušenie ozónovej vrstvy a špecifikujte ako ovplyvnia kvalitu Vášho života.



### **Kyslé dažde (acidifikácia)**

Pomenovanie „kyslý dážď“ prvýkrát použil pred viac ako 120 rokmi anglický chemik R. A. Smith v knihe s názvom „Acid Rain“, v ktorej poukazoval na skutočnosť, že znečisťujúce látky vo vzduchu sa rozpúšťali v dažďovej vode, a tým ju okysľovali. Za kyslý dážď sa považuje dažďová voda s pH od 2,0 do 5,0.

V minulosti boli kyslé dažde spôsobované činnosťou sopiek, močiarov a planktónov v oceánoch. Po analýze vzoriek ľadovcov z predindustriálnej doby sa zistilo, že pôvod kyslosti vody, z ktorej sú ľadovce tvorené, pochádza iba z prírodných zdrojov. Dôsledkom priemyselnej činnosti sa za posledných 200 rokov počet kyslých dažďov zvýšil. Pri spaľovaní fosílnych palív, najmä uhlia a ropy, vzniká oxidáciou síry v nich obsiahnutej oxid siričitý. Pri všetkých spaľovacích procesoch vzniká oxidáciou vzdušného dusíka celý rad oxidov dusíka. Oxidy dusíka a oxidy síry v plynnom skupenstve alebo po ich reakcii s vodou sa správajú ako kyseliny:



Nie všetky lokality reagujú na kyslý dážď rovnako. Mnoho závisí od chemického zloženia vody a pôdy. Niektoré miesta znesú veľké dávky kyslého dažďa bez výraznej zmeny celkového pH prostredia. Sú to lokality s alkalickou pôdou. Na iných miestach je v ovzduší rozptýlený jemný alkalický prach, ktorý môže kyslé dažďové kvapky neutralizovať už vo vzduchu. Sú to však ojedinelé a vzácné prípady.



Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

Znižovanie pH prostredia (okysľovanie) sa negatívne prejavuje na životnom prostredí, ako aj na ľudských dielach.

- ❖ DOPAD NA RASTLINY - Kyslé dažde poškodzujú korene i listy, znižuje sa ich fotosyntéza a rast. Negatívne sú ovplyvňované aj semená rastlín. Rastliny možno rozdeliť na veľmi citlivé (jačmeň jarný, pšenica, lucerna siata, hlávkové zeleniny), stredne citlivé (ovocné stromy, vinič hroznorodý) a menej citlivé (slnečnica ročná, repka olejná, kukurica siata). Najcitlivejšie na sú niektoré druhy lišajníkov, ktoré sa využívajú ako fytoindikátory pri hodnotení vplyvu kyslých dažďov na vegetáciu.



*Negatívny vplyv kyslého dažďa na stromy sa prejavuje v troch fázach: V prvej fáze pôdny vápnik neutralizuje kyseliny dažďa a rast stromov sa môže dokonca zrýchliť. V druhej fáze kyseliny*

*vytláčajú vápnik i horčík, rast stromov sa začína spomaľovať. V tretej fáze je porušená rovnováha vápnika, z pôdy sa uvoľňuje veľa hliníka, ktorý blokuje kapilárny systém stromov a znemožňuje prúdenie potrebnej vody do kmeňov. Stromy začínajú postupne hynúť od nedostatku vody, a to od koruny nadol. Viditeľné odumieranie lesov sa po prvýkrát objavilo v Európe v roku 1979 a v priebehu 4 rokov sa rozšírili do veľkých oblastí tohto kontinentu.*

- ❖ DOPAD NA ŽIVOČÍCHY - Povrchové kontinentálne vody, s výnimkou rašelinísk, majú pH v rozmedzí 6,5 - 8,5. V kyslých vodách pri pH 5,0 sa napr. nevyvíjajú zárodky obojživelníkov a hynú aj dospelé jedince. Pri pH 5-6 sa nerozmnožujú až hynú viaceré druhy rýb, dafnie aj mäkkýše. Suchozemské živočíchy bývajú taktiež postihnuté, nakoľko ich život závisí

Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

na vodnom systéme. Mnoho vtákov sa živí rybami. Po tom, čo ryby vymiznú, strácajú sa aj niektoré populácie vtákov. Ak sa vtáky živia vodným hmyzom s prekyslených vôd, majú vajcia s tenšími škrupinami, menšie znášky a ich embrya sa nevyvíjajú. Na vtáky negatívne pôsobí aj veľa hliníka, ktorý sa dostáva do vody vyplavovaním z pôdy.

- ❖ DOPAD NA STAVBY - Kyslé dažde môžu mať vážny vplyv aj na stavby. Materiály ako sú kameň, rôzne nátery a maľby ale aj kovy, sú nimi poškodzované alebo často úplne zničené. Kyslé dažde doslova pomaly „požierajú“ materiál až pokiaľ sa úplne nerozpadne. Stavebné materiály sa tak začínajú rozdrobovať, kovové konštrukcie korodujú, farby v maľbách miznú a na skle sa usadzujú inkrusty.

*Na mnohých miestach sveta boli zničené stavebné pamiatky, ktoré v minulosti prežili stáročia, ale neprežili posledné desaťročia. Príkladom môže byť Katedrála sv. Pavla v Londýne, ktorej kamenné múry boli "rozožraté" kyslými dažďami. V Ríme bola Michelangelova socha Marka Aurélia odstránená z verejného priestranstva, aby bola uchránená pred pôsobením vzdušného znečistenia.*



Poškodzovanie veľkých území, ale aj transport hlavne oxidov síry cez hranice núti odborníkov hľadať spôsoby znižovania emisií tzv. kyslých emisií. Východiská pozostávajú:

- ❖ používanie katalyzátorov pri benzínových a naftových motoroch., prípadne zmena paliva na LPG (kvapalný propán-bután), CNG (stlačený zemný plyn) alebo vodík,
- ❖ v znížení spaľovania fosílnych palív a využitie alternatívnych zdrojov energie, odsiňovanie spalín v tepelných elektrárnach.

## Smog

Smog je zmes rôznych škodlivín v ovzduší. Názov vznikol spojením slov "smoke" - dym a "fog" - hmla. Charakterizuje stav ovzdušia so zníženou viditeľnosťou, zvýšenou koncentráciou výfukových plynov a priemyselných exhalátov, ktorý má dráždivý účinok na ľudský organizmus a ohrozuje zdravie. Smogová situácia je mimoriadnym znečistením ovzdušia, keď úroveň znečistenia prekročí osobitný imisný limit. Medzi najčastejšie škodliviny v smogovom ovzduší patria oxidy síry, oxidy dusíka, amoniak, merkaptány, chlór, fluór a iné. Podľa zloženia, a tým aj charakteru (účinkov) smog delíme na:

- ❖ LONDÝNSKY REDUKČNÝ SMOG (anglicky grey - air smog) vzniká v priemyselných mestách za nepriaznivých poveternostných podmienok, keď teplotná inverzia a hmla nedovoľujú rozptyl dymových splodín zo spaľovania (najmä uhlia), ktoré sa hromadia v prízemných vrstvách ovzdušia, takže koncentrácia škodlivín prekročí prípustné hodnoty.



*Londýnska katastrofa - V prvých decembrových dňoch sa ponad Londýn zniesol od kanála La Manche studený vlhký vzduch a prikryl ho hmlou. Obyvatelia mesta reagovali zvýšeným vykurovaním. Vtedy ešte väčšina londýnskych domácností kúrila uhlím, ktoré bolo často nekvalitné a*

*obsahovalo množstvo síry. Dym z neho spoločne s továrňami a tepelnými elektrárnami hmlu zafarbil do siva. V tom čase navyše londýnska hromadná doprava dokončila prechod od elektrických vozov na autobusy s naftovými motormi. Inverzia spôsobená studeným vlhkým vzduchom a bezvetrie vytvorili nad mestom prikrývku. Namiesto toho, aby dym stúpal a strácal sa v atmosfére, ostával pri zemi a v nasledujúcich štyroch dňoch usmrtil tisíce ľudí s dýchacími problémami.*

Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

- ❖ LOS ANGELSKÝ FOTOCHEMICKÝ OXIDAČNÝ SMOG (brown - air smog) vzniká pri zvýšenej koncentrácii oxidov dusíka v ovzduší. Pri fotochemickej reakcii sa pri pôsobení UV žiarenia sa menia primárne znečisteniny na sekundárne (napr. oxid dusnatý na dusičitý) typické svojím dráždivým účinkom. Klasickým miestom jeho vzniku v časech rozvoja motorizmu bolo západné pobrežie USA, ale dnes sa už vyskytuje v mnohých veľkomestách. Najviac zamoreným mestom je Peking.



*Smog sa stal hrozbou pre pokojný priebeh olympiády v roku 2008, pretože viacerí športovci odmietli súťažiť v znečistenom ovzduší. Búrlivý rozvoj čínskeho priemyslu viedol k tomu, že Čína sa stala najväčším svetovým spotrebiteľom medi, hliníka a cementu a druhým najväčším importérom ropy. K rastu znečistenia ovzdušia prispieva aj rýchly rast počtu motorových vozidiel, ktorých počet sa každých niekoľko rokov zdvojnásobuje.*

Medzi ďalšie negatívne environmentálne vplyvy v mestách zaraďujeme znečistené ulice, hluk, hustotu obyvateľstva, nedostatok mestskej zelene. Pri výstavbe miest treba dbať o to, aby boli budované aj zariadenia, ktoré slúžia na rekreáciu, šport a relax. Zeleň má pozitívny vplyv na človeka, ovplyvňuje jeho estetické cítenie a ozdravuje mestskú klímu. Významným je aj zmena klasických fosílnych palív v doprave za LPG resp. CNG.

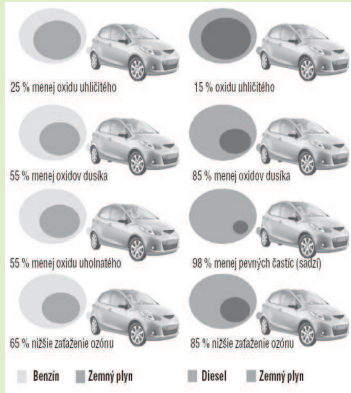
**Kontrolné otázky a úlohy**

- 1. Prečo sa Los Angelský smog v noci stráca? Vysvetlite.*
- 2. Aké choroby vyvoláva znečistené ovzdušie?*
- 3. Opíšte smogovú situáciu a špecifikujte ako ovplyvní kvalitu Vášho života.*

### **Možnosti znižovania emisií znečisťujúcich látok**

Ovzdušie má rovnako ako voda a pôda samočistiacu schopnosť. Samočistiace procesy závisia od konfigurácie krajiny, meteorologických podmienok a fyzikálno-chemických vlastností škodlivín. Vďaka týmto činiteľom má ovzdušie schopnosť regenerovať sa, ale iba do určitej miery. Túto mieru zatiaľ nepoznáme, ale poznáme (nie zriedkavé) prípady, keď sa táto miera zjavne prekročila a dostavili sa následky škodlivé pre človeka a jeho zdravie. Preto je nesmierne dôležité aby človek aktívne znižoval množstvo ním vypúšťaných emisií. Technické spôsoby obmedzovania emisií je možné členiť do nasledovných kategórií:

- ❖ **ZNÍŽENIE EMISIÍ Z VÝROBY ALEBO DOPRAVY** - použitie technológie, pri ktorej je vznik emisií znížený na najmenšiu možnú mieru. Pri úprave technológie možno využiť zámenu paliva, používaných surovín, alebo upraviť organizáciu prevádzky.



25 % menej oxidu uhličitého  
15 % oxidu uhličitého  
55 % menej oxidov dusika  
85 % menej oxidov dusika  
55 % menej oxidu uhľnatého  
98 % menej pevných častíc (sazoz)  
65 % nižšie zaťaženie ozónu  
85 % nižšie zaťaženie ozónu

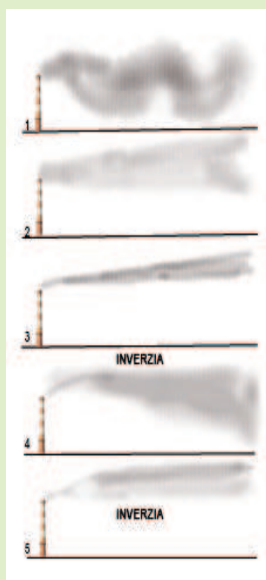
■ Benzín ■ Zemný plyn ■ Diesel ■ Zemný plyn

*V súčasnosti sa najpriateľnejšou a najrozšírenejšou cestou znižovania emisií v doprave považuje využívanie plyných palív. Ich veľkou výhodou je že na ich spaľovanie nepotrebujeme veľké úpravy ani vozidla ani samotného motora. Stačí doplniť zásobník na plyn a podľa charakteru pôvodného a nového (upraveného) motora vykonať mierne zásahy v palivovom systéme zapáľovania.*

*Použitie plyných palív prináša so sebou podstatné zníženie tvorby pevných častíc a dymivosti motora, zníženie produkcie CO<sub>2</sub> či zníženie hlučnosti motora.*

Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

- ❖ ZRIEDENIE EMISIÍ VYBUDOVANÍM VYSOKÝCH KOMÍNOV - pôvodným spôsobom znižovania koncentrácií škodlivých látok v ovzduší bolo ich zvýšené rozptyľovanie prostredníctvom vysokých komínov. V zastavanom priestore majú byť komíny aspoň 2,5 krát vyššie ako najvyššia budova. Neželaným dôsledkom však bolo znečistenie širokého okolia a cezhraničný transport znečistenia.



*Tvar dymovej vlečky závisí od meteorologickej situácie:*

- 1. Slučkovitý tvar sa vytvára pri vysokej turbulentii. Vzniká za slnečných dní s bezoblačnou alebo polojasnou oblohou.*
- 2. Kónický tvar vzniká pri neutrálnych termálnych podmienkach, keď prevláda menšia mechanická turbulencia. Vyskytuje sa počas zamračených dní, keď je zahrievanie zemského povrchu sťažené.*
- 3. Vejárovitý tvar vzniká pri stabilných podmienkach, keď je termálna turbulencia obmedzená. Vertikálna zložka prúdenia je obmedzená viac ako horizontálna. Vytvára sa najčastejšie za jasných nocí, keď prebieha intenzívne vyžarovanie zemského povrchu.*
- 4. Zadymovanie sa vytvára pri prízemnej nestabilnej vrstve a stabilnej vrstve nad dymovou vlečkou. Býva to za jasného rána, keď slnko rýchle ohrieva zemský povrch a ohriaty vzduch prudko stúpa nahor.*
- 5. Strechovitý typ vlečky vzniká pri nestabilnej vrstve nad vlečkou a stabilnej pod ňou (podmienky priaznivé pre rozptyl škodlivín). Obvykle sa vytvára popoludní a večer.*

Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

- ❖ ZNÍŽENIE MNOŽSTVA EMISÍ POMOCOU ODLUČOVACÍCH ZARIADENÍ
  - tieto zariadenia využívajú rôzne fyzikálno-chemické procesy pre odlúčenie tuhých, kvapalných ale aj plyných znečisťujúcich látok. Medzi najčastejšie využívané technológie patria:
    - ⇒ usadzovacia komora - rýchlosť nosného plynu znížená tak, aby sa prach mohol odlúčiť pôsobením tiaže.
    - ⇒ cyklóny - pri rýchlom otáčavom pohybe plynu častice odstredivou silou vynášané na obvodovú stenu cyklónu a zhromažďujú sa v spodnej kónickej časti cyklón.
    - ⇒ filtrácia – Na odlučovanie jemných tuhých látok sa používajú veľmi účinné tkaninové filtre. Účinnosť filtrov vzrastá s postupným zanášaním pórov zadržanými časticami.
    - ⇒ pranie - sú to mokré odlučovače, kde sa tvorí aerosól alebo penová vrstva prácej kvapaliny.

*Aj keď sa technológie odlučovačov vyvíjali predovšetkým pre priemysel, s mnohými sa hoci v menšom prevedení stretávame aj v domácnostiach.*



**Kontrolné otázky a úlohy**

1. Aké alternatívne palivá použiteľné v doprave poznáte? Ktoré z nich sú CO<sub>2</sub> neutrálne?
2. Dá sa na základe dymovej vlečky predpovedať počasie?

**Ako môžete zabrániť klimatickým zmenám, poškodzovaniu ozónovej vrstvy a napomôcť k čistejšiemu ovzdušiu?**

**1. Šetrite elektrickú energiu**

- ❖ Vypnite svetlo, keď odchádzate z izby. Na svietenie používajte kompaktné žiarivky, prípadne trubicové žiarivky - ušetria až pol tony emisií CO<sub>2</sub> počas svojej životnosti.
- ❖ Používajte ekonomické nastavenia na domácich spotrebičoch. Zvýšenie teploty v chladničke o 1 °C ušetrí okolo 50 kg skleníkových plynov ročne. Pravidelne rozmrazujte mrazničku - 1 cm námrazy zvyšuje spotrebu energie o 75 %.
- ❖ Vypínajte TV a iné elektrické spotrebiče tlačítkom „power“ a nie diaľkovým ovládaním, ktoré ich necháva v pohotovosti.
- ❖ Vypnite radiátory a ventiláciu v miestnostiach, ktoré nevyužívate. Znížte teplotu vášho termostatu - každý 1°C zníži spotrebu energie o 10 %.

**2. Využívajte bicykel a verejnú hromadnú dopravu**

- ❖ Budte v pohybe! — Namiesto jazdy automobilom chodte pešo, na bicykli, autobusom alebo metrom. Udržíte sa v dobrej kondícii a navyše pomôžete obmedziť dopravu, znečistenie ovzdušia, hluk a počet nehôd.
- ❖ Keď je vonku veľmi teplo, nejazdite autom, ale použite hromadnú dopravu. — Výfukové plyny z auta môžu reagovať so slnečným svetlom a vytvoriť tak znečisťujúce plyny, napr. ozón v troposfére. Ide o hlavnú príčinu nízkej kvality ovzdušia a zložku fotochemického smogu, ktorý môže spôsobiť dýchacie ťažkosti.

**3. Informujte svoje okolie o nových možnostiach šetrného životného štýlu**



Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých

**4. Obmedzujte odpad a podporujte výrobky získavané technológiami šetrnými k životnému prostrediu**

- ❖ recykláciou odpadu môžete znížiť znečistenie ovzdušia. Ak budete recyklovať sklo, papier, batérie, motorový olej a hliníkové plechovky, tieto materiály môžu byť opäť využité a tým znížite objem spaľovaného odpadu až o 70 %.
- ❖ Plánujete renováciu domu či bytu? — Hľadajte spôsoby zníženia spotreby energie na kúrenie a chladenie, napríklad utesnením okien a dverí, izoláciou alebo výmenou okien. Dnes už je možné postaviť si tzv. uhlíkovo neutrálny dom.
- ❖ Skôr ako si kúpite športové auto, zamyslite sa. Prevádzka športových áut je veľmi drahá a navyše sú neefektívne z hľadiska spotreby paliva. Vypúšťajú dvakrát viac oxidu uhoľnatého, uhľovodíkov a oxidu dusného ako priemerné autá. Tieto chemikálie sa podieľajú na znečistení ovzdušia rovnako ako globálne otepľovanie.

**5. Podporujte aktivity vedúce k ochrane a zveľaďovaniu životného prostredia**

- ❖ Chráňte stromy, kry a trávniky. Okrem čistenia a zvlhčovania vzduchu vytvárajú príjemné miesta na odpočinok.
- ❖ Privítajte novorodenca vo svojej rodine tak, že zasadíte strom. Okrem toho, že Vám stromček bude túto príležitosť pripomínať, poskytne tiež, vytvorí malý ekosystém a bude produkovať kyslík.
- ❖ Podporujte národné parky vo svojej krajine! - Navštevujte prírodné rezervácie a parky, aby ste ukázali, že podporujete ich vytváranie, zachovávanie, ba dokonca rozširovanie. Nezabudnite na to, že tieto oblasti musíte vždy opustiť v stave, v akom ste ich našli.

**ZOZNAM POUŽITEJ A ODPORÚČANEJ LITERATÚRY**

1. TÖLGYESSY, J. a kol., *Chémia, biológia a toxikológia vody a ovzdušia*. Bratislava: SAV, 1984
2. MOLDAN, B., *Geochemie atmosféry*. Praha: Academia, 1977. 160 s.
3. LÁNCZOS, T., MEJEED, S.Y., MILICKA, J., *Environmentálna geochémia*. Bratislava: AP, 1998. 120 s. ISBN 80-967720-7-4
4. ZÁVODSKÝ, D.: *Chémia atmosféry a modelovanie znečistenia ovzdušia*. Učebnica, Leonardo da Vinci Programme, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, 2001, 126 s, ISBN 80-88784-34-4.
5. FORMAN R.T.T., GODRON M., 1993: *Krajinná ekologie*. Academia Praha, 583 s.
6. [www.shmu.sk](http://www.shmu.sk)
7. [www.enviroportal.sk](http://www.enviroportal.sk)
8. [www.sazp.sk](http://www.sazp.sk)
9. <http://www.oskole.sk/>

*Prírodné javy v experimentoch pre malých aj veľkých*

Autori: RNDr. Maroš Sirotiak  
Názov: Ovzdušie  
Miesto vydania: Trnava  
Vydavateľ: Tlačové štúdio Váry pre MTF STU v Trnave  
Rok vydania: 2009  
Vydanie: prvé  
Rozsah: 36  
ISBN: 978-80-89422-03-6



**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA**  
**Materiálovotechnologická fakulta**  
**Paulínska 16**  
**917 24 Trnava**  
**[www.mtf.stuba.sk](http://www.mtf.stuba.sk)**

