

# DOPRAVA, JEJ DOPAD NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE A ZDRAVIE ČLOVEKA

Jana Suchánková

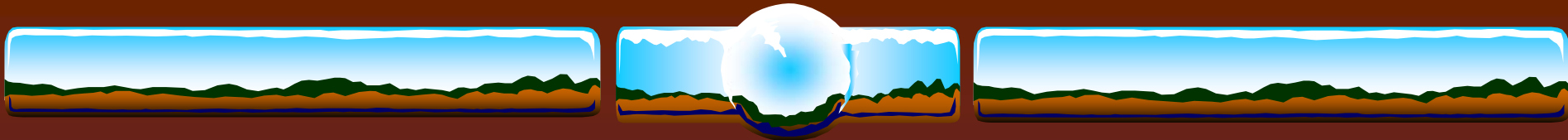


## DOPRAVA – NAJVÄČŠÍ ZNEČIŠŤOVATEĽ ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA V MESTÁCH

Každé víťazstvo nad prírodou sa nám vracia v podobe neočakávanej odplaty.

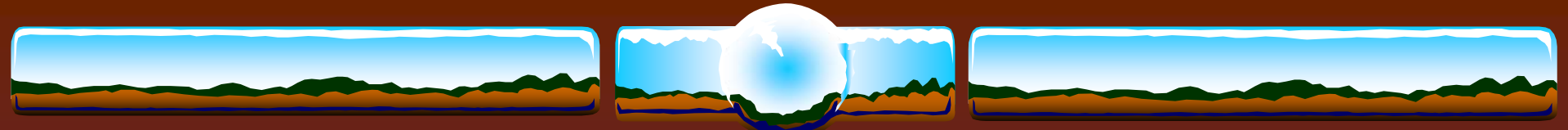
Spaľovanie ropných produktov v tomto smere nie je výnimkou ale skôr pravidlom.

Odhaduje sa, že celosvetovo dosahujú emisie z výfukov motorových vozidiel až 10 miliárd metrov kubických každý rok. I napriek zlepšeniu účinnosti čistenia spalín dochádza v dôsledku narastajúceho počtu vozidiel na cestách a ich častejšieho používania k celkovému zvyšovaniu emisií.



Emisie zo spaľovania benzínu a nafty majú vplyv na všetky živé organizmy ako aj na globálne klimatické zmeny, ktorých dôsledky sa budú prejavovať ešte po mnoho rokov.

Najdôležitejšími škodlivinami, ktoré sú produkované pri premávke motorových vozidiel sú tuhé častice, kyslíčnik uhoľnatý ( $\text{CO}$ ), uhľovodíky ( $\text{HC}$ ), tekavé organické látky ( $\text{VOCs}$ ), kyslíčniky dusíka ( $\text{NOx}$ ), kyslíčnik síričitý ( $\text{SO}_2$ ), ťažké kovy (napr. olovo), a z hľadiska globálnych klimatických zmien aj kyslíčnik uhličitý ( $\text{CO}_2$ ).



Podiel dopravy na celoeurópskych emisiách kysličníkov dusíka v súčasnosti predstavuje až 63%, pre organické látky (napr. benzén) je to 47%, tuhé častice 10-25% a kysličník síričitý 6,5%.

V mestských aglomeráciách, kde v súčasnosti žije až 70% populácie, sú tieto príspevky ešte vyššie. Napríklad podiel dopravy na koncentrácii tuhých častíc v prízemnej vrstve atmosféry v Londýne predstavuje až 80%, čo je spôsobené hlavne naftovými vozidlami. V iných veľkomestách to nie je o nič lepšie.

Súčasná úroveň kvality vzduchu v európskych mestách je nízka. Podľa štúdie Európskeho centra kvality vzduchu až 70% miest vykazuje minimálne raz do roka výskyt tzv. zimného smogu (zvýšené koncentrácie tuhých častíc,  $\text{SO}_2$  a  $\text{NO}_2$ ). Navyše vo všetkých krajinách EÚ sa vyskytuje tzv. letný smog, pri ktorom koncentrácie prízemného ozónu prekračujú limity ochrany zdravia.





## *KYSLIČNÍKY DUSÍKA*

Ku ich vzniku dochádza vždy pri zohriatí vzduchu, ktoré nastáva pri spaľovaní palív. V motorových vozidlách dochádza k tvorbe kysličníkov dusíka v dôsledku vysokého tlaku a teploty v motore, pri ktorej reaguje dusík s kyslíkom. Viac ako 90% kysličníkov dusíka je emitovaných vo forme kysličníka dusného (NO).

Vo vzduchu sa však tento plyn rýchlo mení na kysličník dusičitý (NO<sub>2</sub>). NO<sub>2</sub> sa mení na kyselinu dusičitú, ktorá sa spája so vzdušnou vlhkosťou a vedie ku vzniku tzv. kyslých dažďov, ktoré majú negatívny vplyv na organizmy a materiály. Emisie N<sub>2</sub>O ničia ozónovú vrstvu a predstavujú tiež tzv. skleníkový plyn spôsobujúci klimatické zmeny.



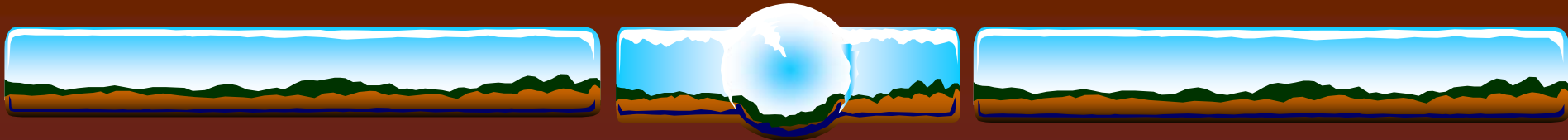
## OZÓN

Ozón ( $O_3$ ) je ďalší plyn, ktorého koncentrácie v atmosfére sú významne ovplyvňované stupňom motorizácie. Spaľovaním benzínov a nafty v motorových vozidlách dochádza k tvorbe kysličníkov dusíka a iných chemických látok, ktoré pod vplyvom slnečného žiarenia vedú k zvýšeným koncentráciám ozónu v prízemnej vrstve atmosféry. Zjednodušene túto reakciu je možné zapísať nasledovne :



Uvoľnený atóm kyslíka je vysoko reaktívny a pri reakcii s kyslíkom sa mení na ozón :





Ak sa vo vzduchu nenachádzajú žiadne organické zložky (napr. uhľovodíky) ozón reaguje so vzdušným kysličníkom dusným a vzniká kysličník dusičitý a kyslík. V prípade, že tieto organické látky sa vo vzduchu nachádzajú napr. ako dôsledok emisií z dopravy, dochádza k narušeniu prírodnej rovnováhy a hromadeniu prízemného ozónu, ktorý je pre organizmy škodlivý. Navyše uhľovodíky, vznikajúce ako emisie pri spaľovaní ropných palív sú okrem účinku na tvorbu ozónu, pre organizmy jedovaté.





## *KYSLIČNÍK UHOĽNATÝ*

Kysličník uhoľnatý, na ktorého emisiách sa doprava podieľa najvýraznejšou mierou, je pre ľudský organizmus taktiež škodlivý. Viac ako 78 % všetkých emisií CO dnes pochádza z dopravy.

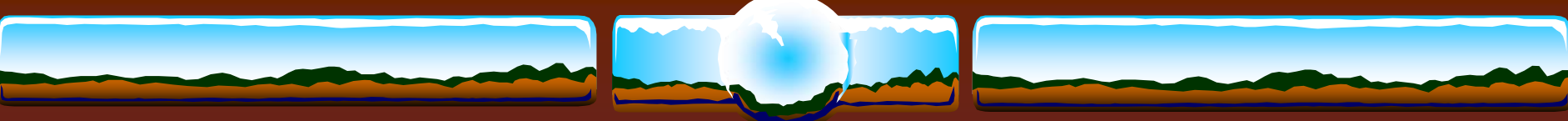
Kysličník uhoľnatý vzniká pri prevádzke motorových vozidiel v dôsledku nedokonalého spaľovania, pri ktorom uhlík obsiahnutý v palive len čiastočne oxiduje. Hoci katalyzátory sú schopné emisie CO znížiť, ich účinok je malý počas studeného chodu motora a nízkych otáčkach. Pri dokonalom spaľovaní dochádza v motore k tvorbe kysličníka uhličitého, ktorý je najdôležitejší tzv. skleníkový plyn spôsobujúci klimatické zmeny.



## *UHL'OVODÍKY A ORGANICKÉ LÁTKY*

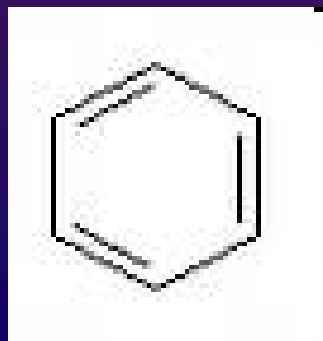
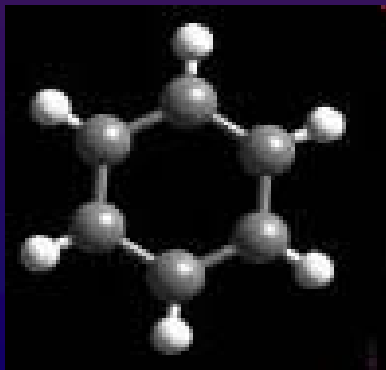
V súčasnosti približne jedna tretina celosvetových emisií uhľovodíkov a organických látok pochádza z dopravy. Uhľovodíky sú skupinou chemických látok kam patrí napr. ropa, benzín, nafta alebo zemný plyn.

Niektoré z týchto látok sú tzv. tekavé organické látky (VOCs) ako napr. benzén, ktorý má na človeka rakovinotvorný účinok. Ako bolo uvedené vyššie, uhľovodíky reagujú s dusíkom pri účinku slnečného žiarenia a vytvárajú iné škodlivé látky ako napr. ozón.

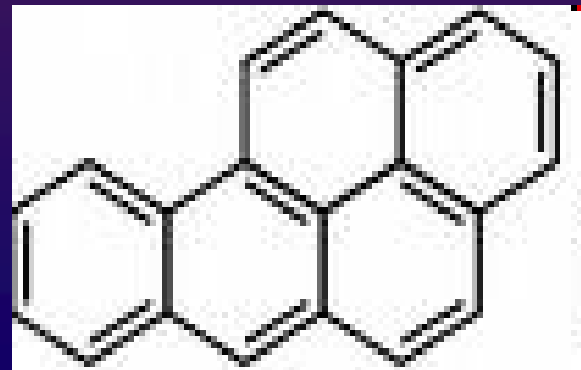


Medzi uhľovodíky patria aj tzv. polyaromatické uhľovodíky ako sú benzopyrén alebo fluoratén, ktoré majú taktiež na človeka rakovinotvorný účinok. K emisiám uhľovodíkov dochádza v dôsledku nedokonalého spálenia molekúl paliva v motore. Uhľovodíky však môžu z nádrže vozidla uniknúť aj odparovaním, hlavne v lete alebo počas čerpania paliva.

benzén



benzopyrén

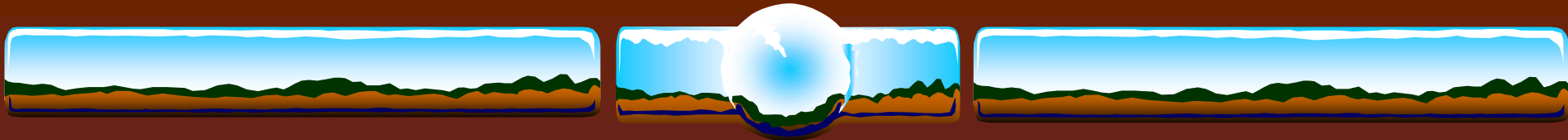




## *OLOVO A ŤAŽKÉ KOVY*

Počas spaľovania paliva v motoroch vozidiel sú do ovzdušia uvoľňované aj ťažké kovy obsiahnuté v benzíne resp. naftě ako napr. arzén (As), kadmium (Cd), ortuť (Hg), olovo (Pb) a zinok (Zn).

Najvýznamnejšími z hľadiska vplyvu na zdravie sú emisie olova. Vplyv účinku olova vo vzduchu na zdravie obyvateľstva sa prejavuje hlavne v oblasti znižovania IQ u detí, ktoré bolo pozorované na viacerých miestach a dokumentované mnohými odbornými štúdiami.



Aj keď emisie olova sa podarilo výrazne znížiť používaním bezolovnatých benzínov a katalyzátorov vo vozidlách, v mnohých krajinách predstavujú stále záťaž prostredia. Olovnaté benzíny sa v súčasnosti podieľajú až 35% na predaji benzínov vo svete.

Na medzinárodnej úrovni prebieha intenzívny proces so snahou o úplné zakázanie predaja olovnatých benzínov. Kým obsah olova vo vzduchu predstavuje stále vážny problém v niektorých krajinách (Grécko, Španielsko, Portugalsko, Taliansko), na Slovensku sa ako v jednej zo štyroch európskych krajín (Rakúsko, Dánsko, Fínsko, SR) podarilo v dôsledku úplného vylúčenia výroby olovnatých benzínov tento problém eliminovať.



## *TUHÉ ČASTICE*

Názov tuhé častice sa vzťahuje na emisie širokého rozsahu vetrom unášaných častíc od prachových častíc až po najmenšie a takmer neviditeľné častice s veľkosťou 0,1 až 10  $\mu\text{m}$ .

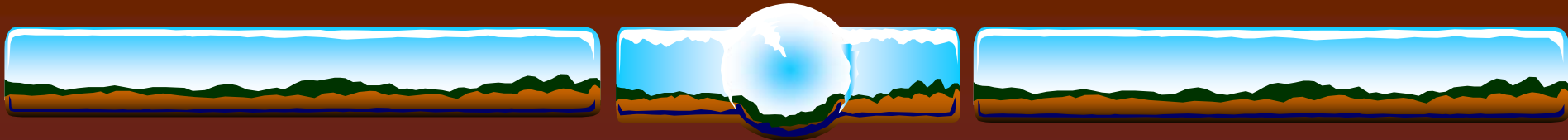
Tuhé častice, ktoré predstavujú zmes látok pozostávajúcu z uhlíka, prachu a aerosólov, vznikajú v doprave hlavne pri spaľovaní nafty. Je zaujímavé, že až donedávna sa pokladala nafta za čistejšie palivo ako benzín nakoľko pri jej spaľovaní dochádza k nižším emisiám CO a NO<sub>x</sub>. Avšak práve v dôsledku emisií tuhých častíc (menších ako 10  $\mu\text{m}$ ) a ich vážnemu vplyvu na zdravie ľudí došlo k zmene pohľadu na toto palivo.



## *KYSLIČNÍK SÍRIČITÝ*

Emisie síry v doprave pochádzajú hlavne zo spaľovania nafty v nákladných vozidlách, traktoroch, lokomotívach, stavebných strojoch a lodiach. Cestná doprava sa podieľa síce len 3-6 %-mi na emisiách síry v Európe, avšak dôsledky týchto emisií výrazne ovplyvňujú životné prostredie a zdravie ľudí.

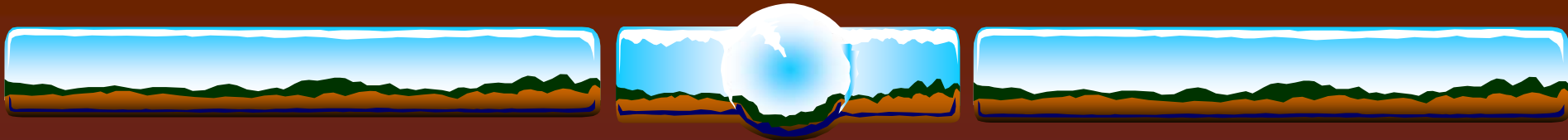
Množstvo kysličníka síričitého emitovaného z výfukov motorových vozidiel závisí od použitého paliva. Naftové motory produkujú až 6-krát väčšie množstvo týchto emisií ako motory benzínové. Síra obsiahnutá v palive sa dostáva do atmosféry vo forme kysličníka síričitého, ktorý v dôsledku reakcie s atmosferickou vlhkosťou vedie ku vzniku kyslých dažďov.



Kyslé dažde spôsobujú okysľovanie pôdy, čo má za následok poškodenie 31 miliónov hektárov lesov len v strednej Európe. Vymieranie niektorých druhov rýb v jazerách a vodných tokoch, v dôsledku zvýšenia kyslosti vody, je už dnes skutočnosťou napr. vo Švédsku. V tejto krajine je vážne zasiahnutých už 18 tisíc z celkového počtu 85 tisíc jazier.

Ohrozené je nielen životné prostredie ale aj zdravie ľudí. Samotný kysličník síričitý je pre človeka toxický, pričom pôsobí na tkanivá v ústnej dutine, v nose a pľúcach. Najdôležitejším negatívnym vplyvom na ľudské zdravie je vznik astmatických ochorení. Podľa správy U.S. Office of Technology Assessment kyslé dažde spôsobujú v USA približne 50 tisíc úmrtí ročne.





Kyslé dažde majú vplyv aj na neživé predmety a spôsobujú koróziu kovových predmetov, eróziu budov a kultúrnych pamiatok. Na základe štúdie americkej Environmental Protection Agency škody v dôsledku erózie pôdy, poškodzovania budov a iných stavieb dosahujú len pre 17 amerických štátov ročne 6 miliárd dolárov. Aj keď emisie kysličníka síričitého z dopravy sú relatívne malé, zabezpečenie únosného zaťaženia pôdy sírou by si vyžadovalo 80 až 90%-né zníženie emisií. Z tohto dôvodu je nevyhnutné aby sa doprava podieľala na znižovaní emisií rovnakou mierou.

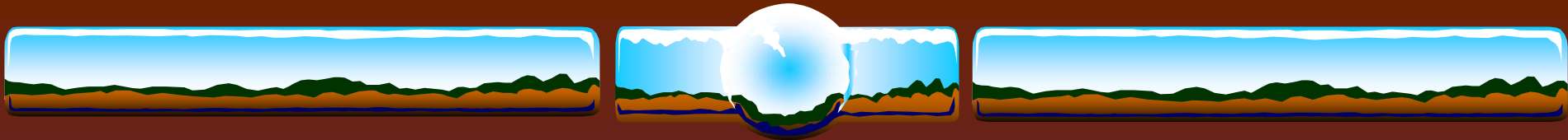


## KYSLIČNÍK UHLIČITÝ

Každé motorové vozidlo spaľujúce benzín alebo naftu, spôsobuje emisie kysličníka uhličitého do atmosféry. Spálením jedného litra benzínu dochádza k vzniku asi 2,5 kg tohto plynu.  $\text{CO}_2$  na rozdiel od  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , olova alebo VOCs nie je pre organizmy toxický, má však vplyv na zmenu globálnej klímy (skleníkový efekt).

Kysličník uhličitý patrí medzi najdôležitejšie tzv. skleníkové plyny a je zodpovedný za viac ako 50% emisií prispievajúcich k tomuto v súčasnosti najzávažnejšiemu ekologickému problému. Vznik  $\text{CO}_2$  pri spaľovaní fosílnych palív obsahujúcich uhlík (vo forme  $\text{CH}_2$ ) sa dá zapísať nasledovne:





Doprava sa na celosvetových emisiách CO<sub>2</sub> podieľa takmer 25%. V niektorých krajinách však podiel dosahuje až 38%. Najzávažnejšie na týchto emisiách je, že emisie CO<sub>2</sub> z dopravy vo väčšine vyspelých krajín od 80-tych rokov rastú tak v relatívnych ako aj v absolútnych číslach.

Stabilizácia globálnej teploty Zeme (zastavenie nárastu priemernej teploty) by si vyžadovala až 60%-né zníženie celosvetových emisií CO<sub>2</sub> do roku 2050. Toto by bolo možné uskutočniť len veľkým počtom opatrení, ktoré však dodnes neboli realizované ani v jednej krajine.



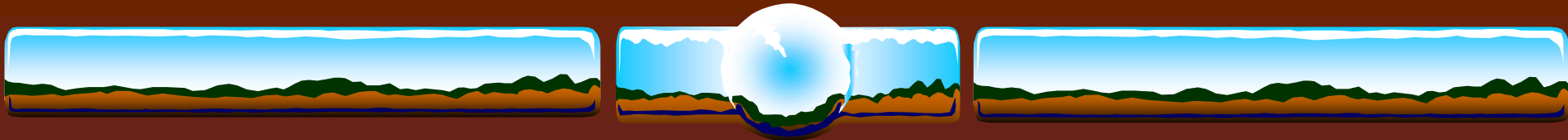
# VPLYV DOPRAVY NA ZDRAVIE ĽUDÍ

Čistý vzduch je pre zdravie ľudí nenahraditeľný.

V súčasnosti sme však na mnohých miestach svedkami takého znečistenia, ktoré priamo ohrozuje naše zdravie. Existuje niekoľko odborných štúdií, ktoré poukazujú na súvislosť medzi narastajúcou premávkou na cestách a zdravotným stavom obyvateľstva.

Ukazuje sa, že znečistenie sa podpisuje na vzniku astmy, problémoch s dýchacím systémom, zníženou funkciou pľúc ako aj na srdcových chorobách. Doprava je tiež najdôležitejšou príčinou porúch vyvolaných hlukom.

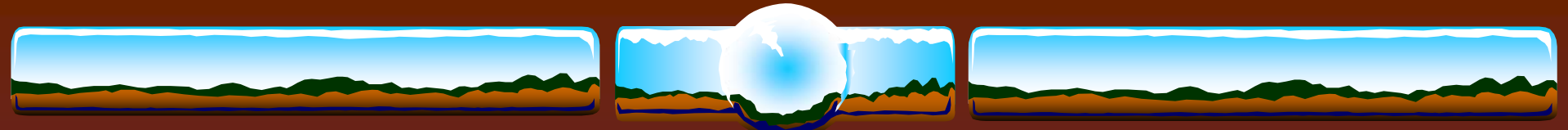
Hluk, ktorý vozidlá produkujú spôsobuje poruchy spánku, zvýšený krvný tlak a vyšší výskyt stresov.



Vo vzduchu sa nachádza veľké množstvo škodlivín, určiť však ktorá z nich a v akom rozsahu je zodpovedná za konkrétne ochorenie, nie je možné, nakoľko škodliviny (a to nielen z dopravy) pôsobia súčasne.

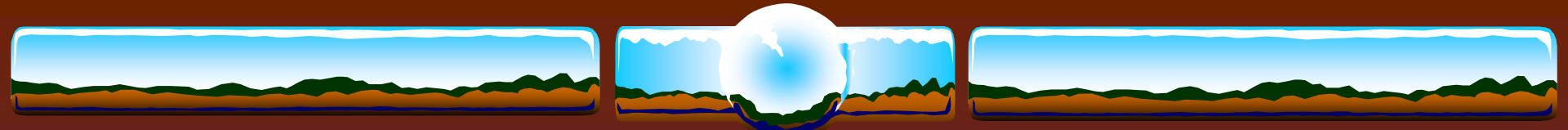
Začiatkom 80-tych rokov sa však v USA objavili prvé odborné štúdie poukazujúce na jednoznačný vplyv emisií z dopravy na zdravie ľudí. Tieto štúdie sa sústreďovali hlavne na účinky tuhých častíc a prízemného ozónu.

Nedávne štúdie vypracované v EÚ zamerané na 15 európskych miest tieto závery jednoznačne potvrdili.



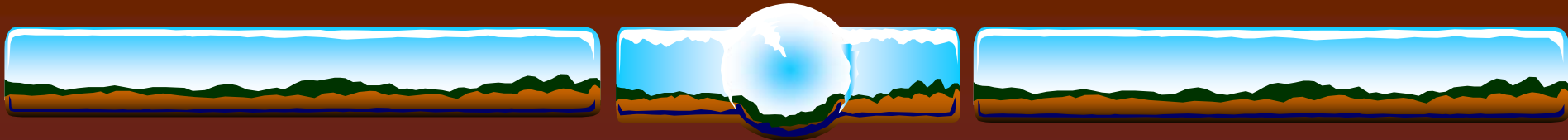
Navyše sa objavujú dôkazy o negatívnom vplyve iných škodlivín ako sú benzén, olovo, CO, SO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> a ďalšie. Podľa jednej z týchto štúdií práve krátkodobý nárast koncentrácie SO<sub>2</sub> vedie k nárastu úmrtí a hospitalizovaných osôb.

Niekoľko štúdií poukazuje aj na súvislosť medzi zvýšenou koncentráciou NO<sub>2</sub> a výskytom astmatických a chrípkových ochorení u detí. Z pozorovaní tiež vyplýva, že ochorenia dýchacích ciest sú vo všeobecnosti vyššie u ľudí žijúcich v blízkosti ciest, kde sa vyššie koncentrácie NO<sub>2</sub> vyskytujú častejšie.



V správe Európskej Environmentálnej Agentúry sa uvádza, že hoci sa koncentrácie  $\text{SO}_2$  a  $\text{NO}_2$  postupne znižujú, úrovne týchto škodlivín prevyšujú povolené hranice a predstavujú zdravotné riziko pre mnohé mestá v Európe. V tejto súvislosti sa uvádza, že výskyt astmatických a alergických ochorení narástol v Európe na dvojnásobok počas 80-tych rokov.

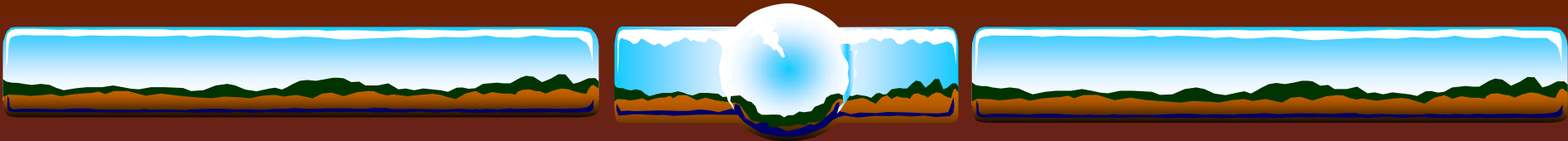
Odborníci sa zhodujú v tom, že emisie z dopravy (hlavne zvýšené koncentrácie tuhých častíc,  $\text{SO}_2$  a ozónu) patria medzi najdôležitejšie príčiny vzniku týchto ochorení. Tiež bolo pozorované, že zvýšené koncentrácie ozónu a  $\text{NO}_2$  zvyšujú citlivosť alergikov na prítomnosť peľových častíc vo vzduchu.



Dôležitým zistením je, že znečistenie vzduchu nepredstavuje rovnaké riziko pre všetky kategórie obyvateľstva. Individuálna citlivosť sa mení, pričom istá časť populácie je vo výrazne vyššom riziku. Sú to hlavne deti, starší ľudia, tí ktorí už trpia chorobami, tehotné ženy a ich budúce deti.

I keď emisie z dopravy sa považujú za nižšie riziko pre zdravie ako napr. fajčenie alebo nesprávna výživa, Svetová Zdravotnícka Organizácia (WHO) udáva, že iba emisie tuhých častíc sú v EÚ zodpovedné za 25 milión ochorení dýchacích ciest detí a 32 000 predčasných úmrtí každý rok. Priemerné skrátenie dĺžky života v dôsledku emisií tuhých častíc predstavuje asi 1,1 roka.





## Ako sa vonkajšie znečistenie dostáva do tela?

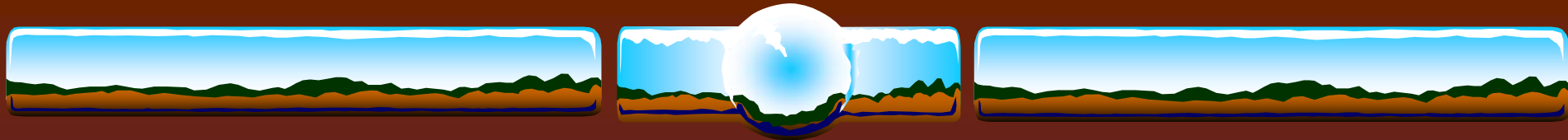
Škodlivé látky sa do ľudského organizmu môžu dostať buď vdýchnutím, požitím alebo absorpciou cez pokožku. Vdychovanie je najdôležitejšou cestou, pri ktorej škodliviny prenikajú hlboko do pľúc, kde poškodzujú pľúcne bunky.

Ľudský organizmus má proti niektorým škodlivinám vybudované obranné funkcie. Pľúca sú napr. schopné niektoré látky vlastným mechanizmom odstrániť. Častice s veľkosťou 10 a viac mm sa zachytávajú v nose a membránach. Škodliviny sú však častice s hrúbkou menšou ako 2 mm, ktoré organizmus nezachytí, a ktoré postupujú hlboko do pľúc.



## TUHÉ ČASTICE

- ich hladina vo vzduchu predstavuje pre zdravie človeka vážne riziko
- sú zodpovedné za nárast počtu hospitalizovaných osôb s chronickými dýchacími problémami, za zvýšený výskyt astmy, zápalý nosohltana a chrípkové ochorenia
- z hľadiska možného výskytu rakoviny u ľudí sa tuhé častice považujú za pravdepodobne rakovinotvorné, čo bolo potvrdené štúdiami na zvieratách
- z dlhodobých sledovaní v mestách USA vyplýva, že riziko vzniku rakoviny pľúc je jednoznačne vyššie u ľudí v mestách so zvýšenou koncentráciou tuhých častíc ako u ľudí žijúcich v čistejších mestách



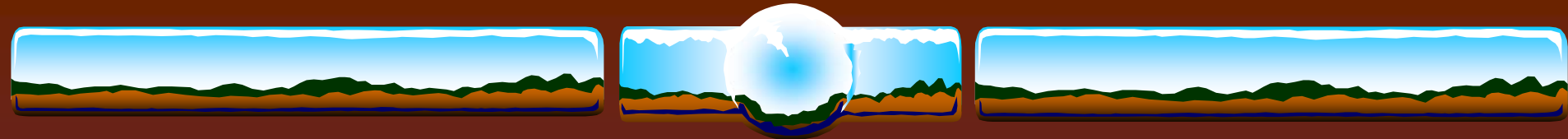
## *KYSLIČNÍK UHOĽNATÝ*

- je pre organizmus škodlivý, pretože pri vdychovaní znižuje schopnosť krvi viazať a prenášať kyslík, toto zlyhanie základnej funkcie organizmu má za následok bolesti hlavy, stres a respiračné choroby a v konečnom dôsledku pri vyššej koncentrácii vo vdychovanom vzduchu aj rýchlu smrť človeka
- emisie CO pochádzajúce z dopravy boli označené za hlavnú príčinu vysokého výskytu srdcových ochorení a úmrtí medzi pracovníkmi zamestnanými pri cestách, táto skutočnosť bola potvrdená u ľudí zamestnaných monitorovaním dopravnej situácie v 2 tuneloch v New Yorku (Brooklyn Battery Tunnel a Queens Midtown Tunnel)



## OZÓN

- spôsobuje nežiaduce zmeny v pľúcnom tkanive
- poškodzovanie buniek má za následok natekanie tekutín do pľúc, ale aj ich nahrádzanie hrubšími bunkami, ktorými vzduch ťažšie preniká, výsledkom takéhoto stavu je pretrvávajúci zápal a znížená funkčnosť pľúc
- štúdie poukázali na to, že letné úrovne ozónu bežné v európskych mestách majú za následok zvýšený počet úmrtí a osôb hospitalizovaných s dýchacími problémami
- taktiež bolo zistené, že v dôsledku zvýšenia koncentrácie ozónu vo vzduchu dochádza okrem zníženia funkčnosti pľúc aj k vyššiemu výskytu zápalu dýchacích ciest a vzniku bolesti pri hlbokom dýchaní

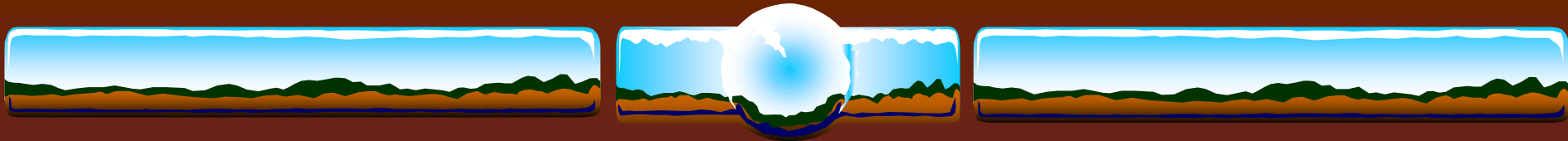


- skupiny obyvateľstva so zvýšením rizikom: ľudia fyzicky pracujúci vonku, deti a mládež, astmatici
- ozón má vplyv aj na vegetáciu, hlavne stromy
- poškodenie lesných porastov nastáva v dôsledku interakcie ozónu s uhlíkom, čo ovplyvňuje priebeh fotosyntézy a základných biologických mechanizmov
- udáva sa, že z 13 tisíc stromov, ktoré každý rok odumrú v New Yorku má väčšinu z nich na svedomí znečistenie vzduchu vplyvom emisií z dopravy
- okrem živých organizmov ozón negatívne vplýva aj na niektoré materiály ako napr. textil, gumu a plasty, u ktorých spôsobuje predčasné starnutie



## *BENZÉN*

- na základe pokusov so zvieratami, ale aj z epidemiologických štúdií vyplýva, že vdychovanie benzénu pri akejkolvek koncentrácii v ovzduší spôsobuje vznik rakoviny
- WHO udáva, že celoživotná expozícia  $1\text{ m g/m}^3$  spôsobuje šesť prídavných prípadov leukémie na 1 milión osôb
- ku vdychovaniu benzénu u ľudí dochádza hlavne pri čerpaní pohonných hmôt
- podľa údajov z USA sú ľudia pri tejto činnosti exponovaní zvyčajne vyššími koncentráciami ako je povolená norma na pracoviskách v tejto krajine



## *HLUK*

- hluk vznikajúci pri prevádzke motorových vozidiel je škodlivinou, ktorej význam nie je celkom docenený
- ukazuje sa, že vysoká úroveň hluku v blízkosti ciest má za následok poruchy spánku, výskyt depresí, vyšší krvný tlak a ovplyvňuje aj správanie osôb
- u detí zo škôl nachádzajúcich sa v blízkosti rušných ciest sa pozorovalo tiež zníženie koncentrácie
- hluk má podľa odborníkov z Nemecka za následok asi 2% infarktov srdca, ktorým by bolo možné zabrániť, ak by hladina hluku klesla pod 65 decibelov
- v súčasnosti žije v Európe viac ako 113 milión obyvateľov v miestach, kde je táto úroveň prekročená