

## Příprava na vyučování Chemie s cíli v oblastech EV a čtenářství

<b>Název učební jednotky</b> (téma)	<b>Smog a teplotní inverze</b>
<b>Stručná anotace učební jednotky</b>	<p>Výuková jednotka využívá model E-U-R a jsou využity tyto postupy: Hra na špiony, V-CH-D, Skládankové učení, Vénnovy diagramy a Pětílístek.</p> <p>Žáci pracují v týmech a ujasní si pojmy teplotní inverze, mlha, smog, jeho typy, příčiny a důsledky. Seznámí se též s principy vedoucími k předcházení vzniku smogu a se zásadami chování, které by měli lidé dodržovat v případě, že smog již vypukne.</p> <p>Žáci si uvědomí, že existence smogové situace je problém, který může mít konfliktní charakter, a zformulují své osobní stanovisko k jeho řešení.</p>
<b>Nutné předpoklady</b>  (Již osvojené znalosti a dovednosti žáků, které umožní, aby jednotka efektivně směřovala ke svým cílům).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zvládnutí metod kritického myšlení a čtenářství – V-CH-D, skládankové učení, Vénnovy diagramy, pětílístek</li> <li>• Týmová spolupráce a efektivní komunikace</li> </ul>
<b>Časový rozsah učební jednotky</b>	90 minut

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

<b>Věk žáků</b> (ročník)	8. ročník						
<b>Zařazená průřezová témata</b> (včetně čtenářství)	OSV	MKV	MV	VMEGS	VDO	EV	Čtenářství
						Ano	Ano
<b>Vyučovací obor(y)</b>	<b>Chemie</b> <i>Očekávané výstupy vzdělávacího oboru (RVP):</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Žák uvede příklady znečišťování vody a vzduchu v pracovním prostředí a domácnosti, navrhne nejvhodnější preventivní opatření a způsoby likvidace znečištění.</li> </ul>						
<b>Dlouhodobé cíle</b>  (Klíčové kompetence, části profilu absolventa, části výchovné a vzdělávací strategie školy)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Žák vyhledává a třídí informace a na základě jejich pochopení, propojení a systematizace je efektivně využívá.</li> <li>Žák rozumí různým typům textů, záznamů a obrazových materiálů, přemýšlí o nich, reaguje na ně a tvořivě je využívá.</li> <li>Žák kriticky myslí, činí uvážlivá rozhodnutí, je schopen je obhájit, uvědomuje si zodpovědnost za svá rozhodnutí a výsledky svých činů zhodnotí.</li> <li>Žák formuluje a vyjadřuje své myšlenky a názory v logickém sledu, vyjadřuje se výstižně, souvisle a kultivovaně v písemném i ústním projevu.</li> <li>Žák naslouchá promluvám druhých lidí, porozumí jim, vhodně na ně reaguje, účinně se zapojuje do diskuse, obhájí svůj názor a vhodně argumentuje.</li> <li>Žák účinně spolupracuje ve skupině a přispívá k diskusi v malé skupině i k debatě celé třídy, chápe potřebu efektivně spolupracovat s druhými při řešení daného úkolu, oceňuje zkušenosti druhých lidí, respektuje různá hlediska a čerpá poučení z toho, co si druzí lidé myslí, říkají a dělají.</li> <li>Žák chápe základní ekologické souvislosti a environmentální</li> </ul>						

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

	<p>problémy, respektuje požadavky na kvalitní životní prostředí a rozhoduje se v zájmu podpory a ochrany zdraví.</p>
<p><b>Cíle jednotlivých průřezových témat a čtenářství, které chci v dané učební jednotce naplnit</b></p>	<p><b>EV</b></p> <p><i>Zákonitosti:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák identifikuje a vyhodnotí změny v přirozeném koloběhu látek způsobené lidskou činností.</li> <li>• Žák vysvětlí a na konkrétních příkladech ilustruje souvislosti mezi životním prostředím a vlastním zdravím.</li> </ul> <p><i>Problémy a konflikty:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák popíše příčiny a možné důsledky vybraného problému z hlediska environmentálního, ekonomického a sociálního.</li> <li>• Žák vysvětlí, kdy se z environmentálního problému stává environmentální konflikt.</li> <li>• Žák formuluje a odůvodní vlastní stanovisko na řešení daného problému/konfliktu.</li> <li>• Žák zhodnotí, zda je v případě daného problému/konfliktu třeba něco dělat, zda se má do jeho řešení zapojit a jak.</li> <li>• Žák navrhne příklady a realisticky naplánuje, jak by mohl svým chováním přispět k řešení daného problému/konfliktu; odhadne, jaké bude mít jeho chování důsledky.</li> </ul> <p><b>Čtenářství</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák si text prohlédne dřív, než se do něj pustí, všímá si jeho struktury a hledá ta místa, která s největší pravděpodobností naplní účel, s nímž se do četby pouští.</li> <li>• Žák vychází z dosavadních vědomostí a zkušeností, porovnává s nimi čtený text, propojuje text s tím, co už věděl dříve.</li> <li>• Žák využívá základy studijního čtení – vyhledá klíčová slova, formuluje hlavní myšlenky textu, vytvoří otázky a stručné poznámky, výpisky nebo výtah z přečteného textu (výstup ČJ).</li> </ul>

<p><b>Cíle učební jednotky</b></p>	<p><b>EV</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák uvede hlavní příčiny vzniku smogu, vyjmenuje chemické látky, které při smogových situacích reagují, případně vznikají, popíše chemické reakce, které se vznikem smogu souvisejí.</li> <li>• Žák uvede zdravotní či ekonomická rizika, která se vznikem smogové situace souvisejí, popíše mechanismy, jak smogu předcházet, případně jak se chovat ve chvíli, kdy smogová situace nastane.</li> <li>• Žák zaujímá osobní stanovisko k příčinám a důsledkům smogové situace.</li> </ul> <p><b>Čtenářství</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák vyhledá v předložených textech klíčové informace, které interpretuje spolužákům ve skupině.</li> </ul> <p><b>Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák uvede a zhodnotí příklady znečišťování vody a vzduchu.</li> <li>• Žák posoudí využívání různých látek v praxi vzhledem k životnímu prostředí a zdraví člověka.</li> </ul>
<p><b>Hodnocení</b></p> <p>(Z čeho učitel i žáci poznají, že bylo dosaženo cílů a jak to učitel i žáci budou hodnotit)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žák formuluje v rámci metody V-CH-D otázky, které je zajímají a hledají v průběhu programu na ně odpověď, v rámci reflexe zkoumají, zda odpovědi na své otázky dostali a zda si opravili případné chybné znalosti.</li> <li>• Žák se podílí v rámci své domovské skupiny na tvorbě informačního plakátu – tato činnost může být učitelem následně klasifikována.</li> <li>• Žák zpracovává pracovní list, ve kterém na základě získaných znalostí formuluje své postoje k danému problému a konfliktu.</li> </ul>
<p><b>Popis učební jednotky</b></p>	<p><b>1. Rozdělení do domovských týmů</b></p> <p>Žáci se rozdělí do domovských skupin pomocí lístečků, které jsou uloženy v příloze (Příloha A). Dbáme na to, aby skupinu tvořili 4 žáci –</p>

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

se stejným textem na lístečku. Rozdělení je možno nechat na náhodě nebo ho může učitel ovlivnit dle svých představ rozdělením konkrétních lístečků konkrétním žákům.

Pokud počet žáků ve třídě není násobek čísla 4, vytvoříme z vybraných žáků dvojice, které budou společně vystupovat jako 1 člen týmu. Maximálně takto vzniknou 3 dvojice (např. při počtu žáků 15, 19, 23, 27).

## 2. Hra na špióny

Týmy se dozvědí, že při této aktivitě mají za úkol poznat, jaké bude téma této výukové jednotky. Postupně vysílají jednotlivé členy (špióny) k učiteli. Ten špiónům z jednotlivých skupin ukáže první obrázek ze souboru (Příloha B). Úkolem špiónů je co nejrychleji daný obrázek předvést pantomimicky (nebo překreslit) tak, aby skupina obsah obrázku uhodla. Jakmile jedna skupina uhodne, běží další špióni ze všech skupin pro nový obrázek. Obrázky učitel zadává v pořadí, jak jsou očíslovány – celkem je nabízeno 8 obrázků, učitel nutně nemusí zadat do hry všechny, v případě, že některý tým správně téma pojmenuje, může hra skončit. Pokud je to technicky možné, může učitel promítnout všechny připravené obrázky dataprojektorem.

## 3. Metoda V-CH-D

Všichni žáci nyní obdrží formulář (Příloha C). V něm se nejprve každý sám, následně v rámci své domovské skupiny snaží vyplnit první dva sloupce – *vím o tomto tématu a chci se o něm dozvědět*. Učitel vyzve následně žáky, aby se svými názory a dotazy seznámili ostatní – učitel vše zapisuje na tabuli do tabulky podobné té, s kterou pracovali žáci.

## 4. Práce v expertních týmech

Práce v expertních týmech probíhá formou skládkového učení. Učitel všem žákům rozdá jeden z textů (Příloha D) tak, aby byly v domovské skupině zastoupeny všechny typy textu. Každý žák se tedy v následné fázi bude zabývat pouze jedním textem.

Žáci se stejným textem vytvoří expertní skupinu. Pokud je třída početná, je možno každou expertní skupinu rozdělit na 2 části, každá část pak bude pracovat samostatně.

Expertní skupiny mají za úkol dobře nastudovat přidělený text. Text si

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

přečtou, prodiskutují s kolegy tak, aby měli všichni jistotu, že všemu dobře rozumí. Skupina se dále rozhodne, jak s obsahem svého textu seznámí své kolegy v domovské skupině – může např. použít výklad, kreslení obrázků a schémat, komiks, divadelní výstup atd. Učitel žákům zdůrazní jejich díl odpovědnosti za zvládnutí celé práce a následně obchází jednotlivé skupiny, sleduje práci jejich členů a v případě potřeby poradí.

Po ukončení práce expertních skupin se žáci vrátí do skupin domovských a učí ostatní dohodnutým způsobem to, co se dozvěděli při své práci v expertní skupině. Zároveň kontrolují, zda všichni členové skupiny správně pochopili to, co jim chtěli předat. V roli učitele se postupně vystřídají všichni členové domovské skupiny. I v této fázi učitel kontroluje činnost žáků a hlídá, aby nedošlo k závažnému zkreslení faktů.

### 5. Problémová úloha

Učitel následně otevře problémovou úlohu: „Smog vzniká převážně v důsledku lidských aktivit a přesto, že se jedná o velký problém, který způsobuje velké škody na majetku i zdraví, může mít konfliktní charakter – to znamená, že různé skupiny obyvatelstva mohou ke smogu zaujímat různé postoje.“

Následovat může diskuse, ve které se žáci snaží argumenty a konkrétními příklady dokázat, že se opravdu může jednat o konflikt. Učitel diskusi moderuje.

Následně rozdává každému žákovi v domovských skupinách pracovní list (Příloha E).

Žáci se ve skupině společně snaží formulovat obsah 3. sloupce pracovního listu.

Následně své názory prezentují ostatním.

### 6. Reflexe

Žáci se vrátí k formuláři (Příloha C) a doplní poslední sloupec – dozvěděl jsem se – v tomto sloupci též komentují případné chyby, kterých se dopustili ve sloupci 1.

Žáci spolu s učitelem také vysvětlují texty, které měli na lístečcích při tvorbě domovských skupin. Byly to vzorce a označení látek, které se podílejí na vzniku smogu nebo při něm vznikají:  $SO_x$  – oxidy síry;  $NO_x$  – oxidy dusíku;  $PN_x$  – polétavý prach s různou velikostí částic, aldehydy,  $O_3$  – ozón, CO – oxid uhelnatý.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Domovská skupina zpracovává informační plakát (minimální velikost A3) pro ostatní žáky školy – tento plakát bude obsahovat:

- vysvětlení základních pojmů
- obrázek teplotní inverze
- Vennův diagram popisující shody a rozdíly mezi oběma typy smogu
- informace o tom, jak smogu předcházet a jak se chovat, když smogová situace vypukne
- doprovodné obrázky a celkové aranžmá, které čtenáře zaujme

**Doporučení:** Dobré je, pokud se učitel chemie domluví s učitelem VV nebo ČJ a žáci mají možnost tento plakát zpracovávat v některé z těchto hodin. Na hodinu chemie by přinesli jen hotový výrobek, který by následně prezentovali a pak vyvěsili ve škole.

Každý žák dále dokončí pracovní list (Příloha E). Je též možno zadat za domácí úkol, dobrovolníci mohou následně svou práci prezentovat ostatním.

Na úplný závěr zpracuje každý žák metodou Pětilístku text na téma SMOG. Dobrovolníci mohou opět svou práci prezentovat ostatním.

**Seznam  
příloh**

Příloha A – Lístičky pro rozdělení do týmů

Příloha B – Obrázky

Příloha C – Formulář V-CH-D

Příloha D – Texty

Příloha E – Konfliktní charakter problému

[http://www.horice.org/\\_uploads/inverze.jpg](http://www.horice.org/_uploads/inverze.jpg)

[http://media.novinky.cz/415/64154-top\\_foto2-okdrk.jpg](http://media.novinky.cz/415/64154-top_foto2-okdrk.jpg)

<http://kolo.cz/media/2011/11/20/smog-riz.jpg>

[http://www.autoevolution.com/images/news/how-to-avoid-traffic-jams-35319\\_2.jpg](http://www.autoevolution.com/images/news/how-to-avoid-traffic-jams-35319_2.jpg)

<http://www.fotopraha.com/foto-praha/karluv-most-mlha.jpg>

<http://aktualne.centrum.cz/domaci/grafika/2011/11/15/jak-vznika-inverze-a-smog/>

[http://i.idnes.cz/10/122/sp5/JOG37de98\\_162118\\_2253540.jpg](http://i.idnes.cz/10/122/sp5/JOG37de98_162118_2253540.jpg)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Mlha>  
<http://vitejtenazemi.cenia.cz/slovník/index.php?article=364>  
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Inverze\\_teploty\\_vzduchu](http://cs.wikipedia.org/wiki/Inverze_teploty_vzduchu)  
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Smog>  
<http://www.cistenebe.cz/index.php/slovníček-pojmu/17-smog>  
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Velk%C3%BD\\_smog\\_1952](http://cs.wikipedia.org/wiki/Velk%C3%BD_smog_1952)  
<http://vitejtenazemi.cenia.cz/vzduch/index.php?article=132>  
[http://fle.czu.cz/~ulbrichova/Skripta\\_HIO/kapitoly/Skodliviny/Ozonuvod.htm](http://fle.czu.cz/~ulbrichova/Skripta_HIO/kapitoly/Skodliviny/Ozonuvod.htm)  
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Smog>  
<http://www.opava-city.cz/scripts/detail.php?id=38944>  
<http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/za-smog-mohou-nejvice-auta>  
<http://oko.yin.cz/39/fotochemicky-smog/>

**Pomůcky:**

Tabule, křídly, dataprojektor a plátno, pomůcky pro tvorbu plakátu – papíry vhodné velikosti, výtvarné potřeby, nůžky, lepidlo, ...

**Autor lekce  
(realizátor  
učební  
jednotky),  
škola**

Mgr. Jan Vrtiška  
ZŠ Vrané nad Vltavou  
U Školy 208, 252 46 Vrané nad Vltavou



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Závěrečná sebereflexe učitele (následuje po odučení učební jednotky)

<p><b>Co se mi osvědčilo během vyučování</b> (co fungovalo, mělo úspěch, z čeho jsem měl/a radost).</p>	<p>Poměrně dobře fungovala metoda V-CH-D, i když s ní žáci neměli dosud praktické zkušenosti. Žáci prokázali poměrně slušnou úroveň vstupních základních znalostí o probírané tematice. Většina týmů dovedla zformulovat své představy o tom, co se chce dozvědět.</p>
<p><b>S jakými problémy (obtížemi) jsem se během vyučování setkal/a.</b></p>	<p>Výuková jednotka byla ověřována učitelem, který nebyl autorem programu a který nemá praktické zkušenosti s metodami kritického myšlení a čtenářství. Ověřována byla zároveň v poměrně početné třídě (28 žáků), jejíž žáci také neměli zkušenosti s použitými metodami.</p> <p>Dalším problémem bylo to, že byla výuková jednotka rozdělena na samostatné hodiny (s rozstupem 2 dny). Mezi oběma hodinami došlo k rozpadu některých týmů (někteří žáci při druhé hodině chyběli, naopak 2. hodiny se zúčastnili žáci, kteří nebyli přítomni na úvodní hodině).</p> <p>Z těchto dvou důvodů trvala práce na jednotlivých aktivitách déle, než by bylo za standardních podmínek nutné (někteří žáci měli např. problémy při vzájemném učení v rámci skládkového učení s prezentováním nových informací) a učitel musel častěji zasahovat do programu, aby žákům pomohl při jejich práci.</p>
<p><b>Co bych příště udělal/a jinak</b> (jak bych upravil/a tuto přípravu).</p>	<p>Určitě je potřeba zvládnout učební jednotku v celku, tedy jako dvouhodinový blok.</p>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Rozdělení do domovských skupin



$O_3$	$O_3$	$O_3$	$O_3$
PM10	PM10	PM10	PM10
$SO_x$	$SO_x$	$SO_x$	$SO_x$
$NO_x$	$NO_x$	$NO_x$	$NO_x$
$R-C(=O)-H$	$R-C(=O)-H$	$R-C(=O)-H$	$R-C(=O)-H$
PM1	PM1	PM1	PM1
CO	CO	CO	CO
PM2,5	PM2,5	PM2,5	PM2,5

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obrázek 1





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obrázek 2





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



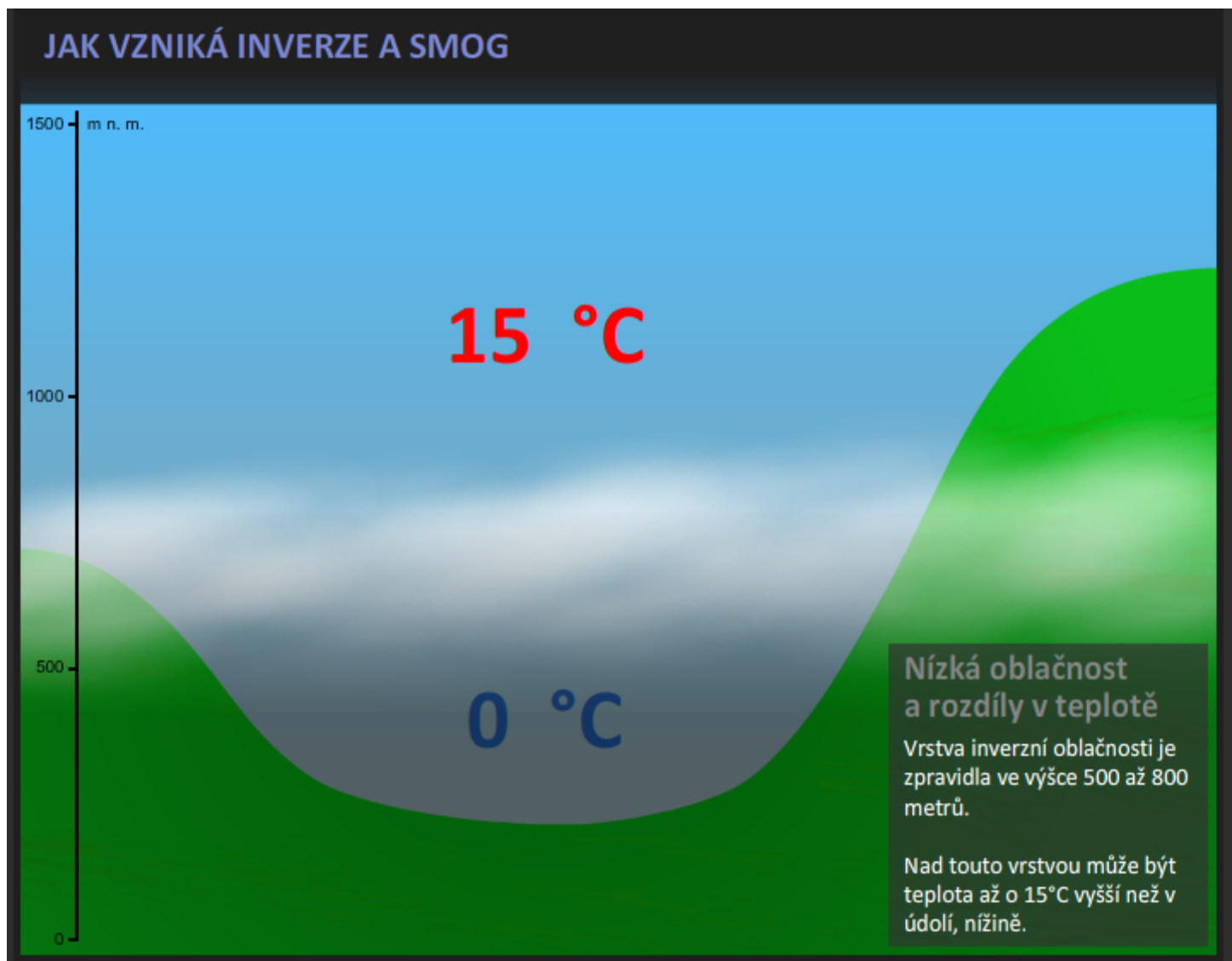
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obrázek 3







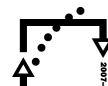
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

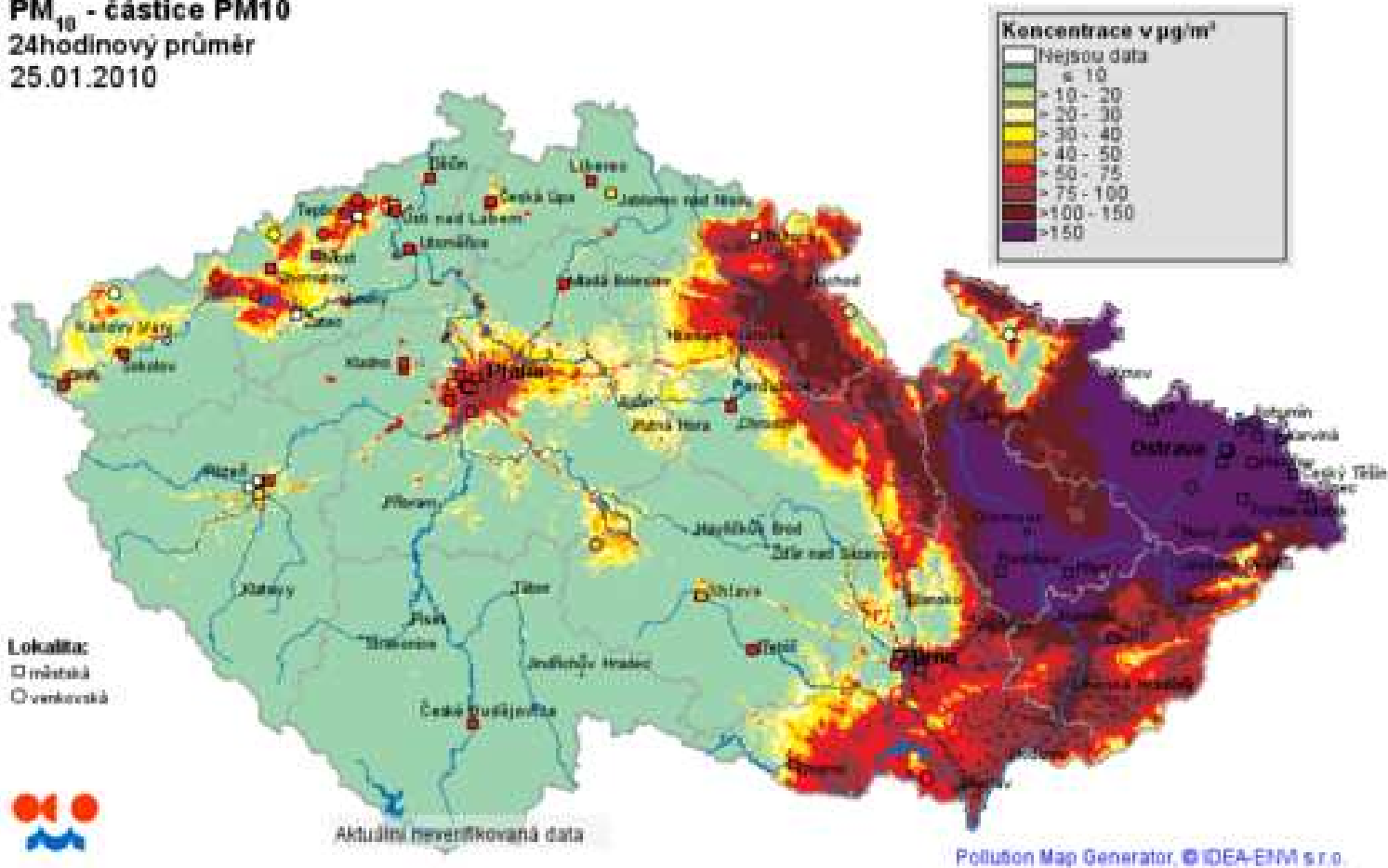


OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obrázek 4

**PM<sub>10</sub> - částice PM10**  
24hodinový průměr  
25.01.2010



Obrázek 5





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obrázek 6







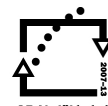
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



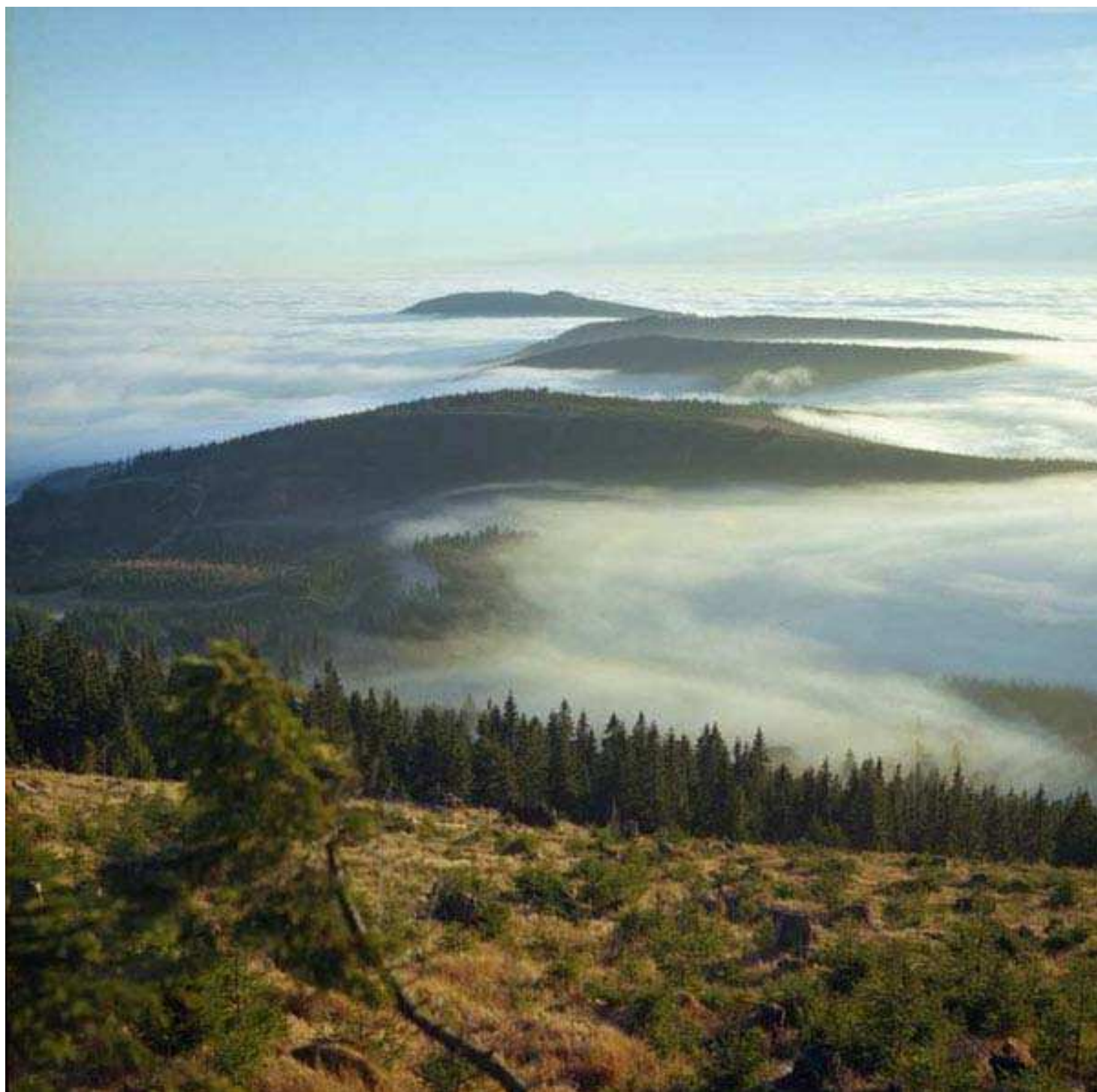
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obrázek 7





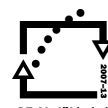
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obrázek 8





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Formulář pro metodu V-CH-D**

O tématu vím	O tématu se chci dozvědět	Dozvěděl jsem se





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Základní pojmy

**Mlha** je oblak, který leží bezprostředně nad zemí a výrazně omezuje viditelnost na vzdálenost nižší než 1 km. Vzniká kondenzací vodní páry v přízemní vrstvě vzduchu. Skládá se s malých vodních kapiček nebo drobných ledových krystalků rozptýlených ve vzduchu. Mlha se od oblaku odlišuje pouze tím, že se dotýká zemského povrchu, zatímco oblak nikoliv. Ochlazování vzduchu nad zemským povrchem, které způsobuje vznik mlhy, může být vyvoláno různými faktory.

### **Teplotní inverze**

Obecně je známo, že teplota vzduchu v atmosféře s výškou klesá. V troposféře (přízemní vrstvě atmosféry) je normální pokles teploty vzduchu s výškou o hodnotu 0,65 °C na 100 m výšky.

Teplotní inverze je stav, kdy se teplý vzduch naopak nachází výše od zemského povrchu než vzduch studený.

Ačkoliv tato situace je v jistém ohledu „nelogická“, stav je to velmi stabilní, protože teplý vzduch má nižší hustotu a nijak se mu tedy nechce klesat dolů. Atmosféra se následkem toho nijak nepromíchává. Zplodiny pocházející např. z komínů a výfuků se pak nerozptylují a zůstávají v prostoru nad městem (tzv. zadýmování).

Příčin vzniku inverzí může být několik. V zimě se např. může vzduch u povrchu nadměrně ochladit v důsledku radiačního vyzařování. Záření ze slunce nemůže tuto ztrátu kompenzovat, mj. i proto, že slunce se v zimě zdržuje nízko nad obzorem (ještě extrémnější může být situace v horských údolích, která jsou v zimě v téměř permanentním stínu). Inverze podporuje i sněhová pokrývka, která brání výměně tepla mezi vzduchem a zemským povrchem (povrch „ohřívá“, vzduch nad ním ochlazuje) a navíc díky své barvě odráží i značné množství dopadajícího tepla.

### **Následky inverze**

Jedním z následků inverze teploty vzduchu je výrazné zvýšení koncentrace škodlivin z výfuků a komínů v nehybné přízemní vrstvě vzduchu. K inverzním situacím, trvajícím řadu dní, dochází zpravidla v podzimních a zimních měsících. Charakteristická je nízká oblačnost, zahalující nížiny, zatímco vystupující horské oblasti se těší jasnému a teplému počasí.

### **Co je smog?**

Dnes již tradičně rozlišujeme dva základní typy smogu: londýnský a losangeleský. Londýnský (podle události z prosince roku 1952) neboli redukční smog je charakterizován směsí kouře (smoke), oxidů síry - SO<sub>x</sub> (dodávají redukční povahu) a dalších plynných zplodin spalování uhlí při vysoké relativní vlhkosti vzduchu a je obvykle doprovázen hustou mlhou (fog). Slovo SMOG vzniklo kombinací slov SMOKE a FOG. Vysoká škodlivost se zde stupňuje přítomností popílku a poléťavého prachu (PM10), který umožňuje snadný transport plynných složek smogu až do nejhlubšího nitra plic.





### INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Losangeleský, oxidační typ smogu neboli letní či fotochemický smog – to všechno jsou často užívané názvy pro originální směs ozónu –  $O_3$  (silné oxidační činidlo), peroxyacetylnitrátů (PAN), aldehydů a kyseliny sírové vznikající působením UV záření (fotochemicky) z oxidů dusíku ( $NO_x$ ), uhlovodíků a oxidu siřičitého ( $SO_2$ ). Získáme jej spalováním kapalných a plyných paliv při teplotách vzduchu 25–30 °C za slunečných dnů (UV záření) a bezvětří.

Ze zdrojů jednoznačně dominuje automobilová doprava. Zřejmě nejvhodnější pro tvorbu smogu jsou zvláštní meteorologické podmínky tzv. teplotní inverze (teplota stoupá s nadmořskou výškou), kdy je omezené vertikální proudění vzduchu. Většina typů smogu v současnosti je kombinací výše popsaných.





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Redukční smog

**Redukční smog** (též **londýnský** nebo **zimní**), je označení pro složeninu městského a průmyslového kouře s mlhou, vyskytující se během roku typicky v zimních podmínkách s výraznými přízemními inverzemi teploty vzduchu. V závislosti na průmyslovém znečištění moderní společnosti je zimní smog složen převážně z oxidů siřičitého  $\text{SO}_2$  a některých dalších látek, např. popílku, sazí a oxidu uhelnatého. Tyto látky mají často silně redukční účinky na své okolí. Jedná se o nejstarší poznatý typ smogu, smog v pravém slova smyslu.

### Londýn

Londýnský smog je nechvalně znám už od římských dob. V roce 1306 Edvard I. zakázal spalovat uhlí, ale tento krok neměl dlouhého trvání. Situace se postupně zhoršovala až do padesátých let 20. století, kdy nastalo v Londýně několik katastrofických smogových situací, např. velký smog roku 1952.

**Velký smog** zasáhl Londýn 4. prosince 1952 a trval do března 1953. Tato pohroma způsobila smrt tisíců obyvatel a byla hybnou silou změn k modernímu přístupu k životnímu prostředí.

Počátkem prosince 1952 padla na Londýn hustá mlha. Vzhledem k ochlazení spálili Londýňané více uhlí než obvykle. Ve stejné době byla rovněž ukončena výměna původních elektrických tramvají na dieselové autobusy. Silně znečištěný vzduch byl uzavřen chladnou vzduchovou vrstvou a koncentrace nečistot se dramaticky zvýšila. Smog byl tak hustý, že občas znemožňoval dopravu. Vstupoval do budov a tak byly rušeny koncerty a promítání filmů, protože diváci neviděli na jeviště nebo na plátno kin.

Vzhledem k tomu, že Londýn byl známý výskytem mlhy, zpočátku nezavládla panika. Po určité době začala zdravotní služba srovnávat počet úmrtí s předchozími lety a bylo zjištěno, že v důsledku smogu zemřelo asi 4000 lidí – většinou děti nebo velmi staří lidé, kteří měli nějaké dýchací problémy. Do konce období smogu zemřelo asi dalších 8000 obyvatel Londýna.

Tyto šokující informace vedly k přehodnocení pohledu na znečištění vzduchu. Byly vydány regulační předpisy omezující použití znečišťujících paliv v průmyslu a pro vytápění domácností. V roce 1956 Parlament zavedl v hlavním městě tzv. bezkouřové zóny. Díky nim se snížily emise oxidů síry a londýnský smog se stal minulostí. Dnes je v Londýně hlavním problémem automobilový smog. Londýnský (podle události z prosince roku 1952) neboli redukční smog je charakterizován směsí kouře (smoke), oxidů síry (dodávají redukční povahu) a dalších plynných zplodin spalování uhlí při vysoké relativní vlhkosti vzduchu a je obvykle doprovázen hustou mlhou (fog). Vysoká škodlivost se zde stupňuje přítomností popílku, který umožňuje snadný transport plynných složek smogu až do nejhlubšího nitra plic.





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### **Severní Čechy a Morava**

Smog londýnského typu byl po desetiletí také typický pro průmyslové oblasti na území dnešní České republiky, zejména v pánevní oblasti severních Čech a na Ostravsku. Nejhorší byla situace v 70. a v 80. letech 20. století v důsledku intenzivního rozvoje těžby a spalování uhlí. V 90. letech se situace zlepšila v důsledku nově přijatého zákona o ovzduší a následné výstavbě odsiřovacích zařízení v elektrárnách a dalších velkých zdrojích znečištění, v současnosti dochází ale ke zhoršování situace, rozsáhlá smogová situace postihla velkou část Čech v listopadu 2011.





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Oxidační smog

Významným typem znečištění ovzduší je tzv. fotochemický smog, označovaný též jako smog oxidační, letní či smog losangeleského typu. Samotný název napovídá, že se jedná o jev působící zejména v letním období roku. Látky, které jej tvoří, vznikají fotochemickými reakcemi a mají silné oxidační účinky. Prvně byl popsán v oblasti Los Angeles v USA, kde vzniká v důsledku značného dopravního zatížení města a intenzivního slunečního záření.

Podstatnou složkou oxidačního smogu a současně jeho významným indikátorem je troposférický ozon. Ozon je označován za sekundární znečišťující látku v ovzduší – vzniká v troposféře celou řadou chemických reakcí z tzv. prekursorů, kterými jsou oxidy dusíku a těkavé organické látky pocházející zejména z autodopravy, v důsledku působení intenzivního slunečního záření.

Přízemním ozonem jsou zatíženy zejména oblasti ležící v závětrí velkých městských a průmyslových aglomerací. Troposférický ozon je látkou, ke které se upírá stále větší pozornost odborníků v souvislosti s možnými negativními důsledky.

**Procesy, které se podílejí na vzniku troposférického ozonu,** je možné popsat následujícími reakcemi:

- $O_3$  vzniká fotolýzou  $NO_2$  a následnou oxidací atmosférického kyslíku:  
 $NO_2 + \text{slun. zář (UV 280 – 430 nm)} \rightarrow NO + O$   
 $O + O_2 \rightarrow O_3$
- Za normálních okolností probíhá i zpětná reakce:  $O_3 + NO \rightarrow NO_2 + O_2$
- a ke zvyšování  $O_3$  nedochází, ale pokud se ve vzduchu nacházejí těkavé organické látky, tak ty se na NO navážou snadněji a  $O_3$  se v atmosféře začne hromadit. Těkavé organické látky (VOC) se dostávají do ovzduší zejména používáním barev a rozpouštědel, výrobou a zpracováním chemických produktů a spalováním pohonných hmot.
- Kromě ozonu při fotochemických reakcích vznikají i další látky (nebezpečný peroxyacetylnitrát  $H_2O_2$ , aldehydy, řada radikálů s krátkou dobou setrvání, ...).

### Vliv na vegetaci

Ozón působí na listy rostlin jako silné oxidační činidlo, porušuje biomembrány, snižuje množství chlorofylu (a tím i kvalitu a intenzitu fotosyntézy) a způsobuje rozklad buněk a rostlinných pletiv vlivem radikálů vznikajících při jeho rozpadu. Prvním příznakem je blednutí listů, chlorotické skvrnky, nekrotické skvrnky, nekrózy špiček a okrajů, vyschnutí, následuje opad listů.







evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### **Znamená smog nebezpečí?**

Epidemiologické studie jasně prokazují příčinnou souvislost mezi vysokou koncentrací škodlivin v ovzduší (smog) a zvýšenou hospitalizací v nemocnicích (a úmrtím) pro choroby dýchacích cest a nemoci srdce a cév.

Do rizikové skupiny patří děti, lidé nad 65 let a více bývají postiženi muži. Rovněž nepochybné je poškození rohovky oční a povrchových vrstev kůže. U dětí bylo zjištěno zpomalení zrání kostry (o 5–8 měsíců), snížení hladin protilátek (imunoglobulinů), nízká porodní hmotnost, vyšší výskyt nezralých dětí, zvýšený počet alergií a průduškového astmatu v postižených oblastech. Existuje nebezpečí poškození zárodečných buněk a vzniku genetických defektů, které se projevují výskytem vrozených vývojových vad. Teratogenní (plod poškozující) účinky jsou pravděpodobné.

U dospělých se obáváme karcinogenních účinků, tj. schopnosti vyvolat zhoubné (rakovinné) bujení, zvláště rakoviny průdušek. Nicméně v těchto případech je výskyt výrazně ovlivněn a zkreslen kouřením. Popsány byly poruchy chování (nadměrná živost a nesoustředěnost) u dětí při smogových situacích a existují i teorie o souvislosti mezi heterocyklickými aminy (nacházejí se v cigaretovém kouři a benzínových výparech) a schizofrenií.

Jedním z nejdráždivějších plynů fotochemického (letního) smogu je ozón. Přízemní, tzv. troposférický, ozón způsobuje záněty dýchacích cest od nosohltanu po plicní sklípky a zvyšuje reaktivitu průdušek na cizorodé látky u lidí s průduškovým astmatem (postiženému jedinci se stáhnou průdušky natolik, že se začne dusit). Také poškozují kyselinu DNA – nositelku genetické informace – a tak umožňují vznik nádorů. Působí mechanismem vzniku volných radikálů, tj. částic snadno vstupujících do chemických reakcí, jejichž výsledkem je poškození funkce enzymů, změna propustnosti buněčných membrán, buněčné poškození a smrt.

Původní „londýnský“ smog není zdaleka tak nebezpečný jako fotochemický „losangeleský“ smog, který se naopak vytváří za krásného slunného počasí působením slunečních paprsků na nahromaděné výfukové plyny automobilů.

Jestliže londýnský smog způsobuje u lidí především záněty průdušek, fotochemický smog napadá nejen dýchací cesty, ale vyvolává i záněty spojivek, kožní poškození a u citlivých lidí způsobuje značné alergické reakce. Kašel, pálení v očích, dušnost, bolesti hlavy a celková skleslost, to jsou běžné následky fotochemického smogu. Výkonnost lidí za této situace pochopitelně klesá. Vznikají škody na rostlinách a na různých materiálech organického původu (na gumě, kůži, textiliích). Přízemní ozón poškozují listy – rozkládá chlorofyl a tím zabraňuje fotosyntéze, vede k rozkladu buněk i celých pletiv, důsledkem může být až uschnutí a opad listů.





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### **Jak bránit rozvoji smogu?**

Smog londýnského typu (redukční, zimní typ smogu) lze omezit především snížením množství méně kvalitních fosilních paliv, dobrou funkcí odlučovačů a péčí o čistotu ovzduší.

Fotochemický (losangeleiský, oxidační, letní) smog se vyvíjí v závislosti na množství spalin z automobilových motorů. Proto je věnována pozornost jak snižování emisí spalovacích motorů, tak hledání náhrady fosilních paliv.

Všichni, kteří žijí a podnikají v lokalitě, kde nastala smogová situace, by měli svým jednáním minimalizovat množství vypouštěných škodlivin do ovzduší. Velké průmyslové a energetické zdroje musejí v těchto dnech být provozovány podle schválených regulačních ráďů. Občané by měli být více ohleduplní ke svému okolí a zejména ve dnech zvýšeného znečištění používat ve svých domácích topeništích ekologická paliva (např. zemní plyn oproti tuhým palivům) a při cestách přednostně využívat služeb městské hromadné dopravy a omezit tak své jízdy autem.

### **Signály**

Jestliže koncentrace znečišťujících látek překročí určitou mez, vydává ČHMÚ takzvaný **signál upozornění** na smog.

Tyto limity jsou následující:

- u oxidu siřičitého  $250 \mu\text{g.m}^{-3}$
- u oxidu dusičitého  $200 \mu\text{g.m}^{-3}$
- u troposférického ozonu  $180 \mu\text{g.m}^{-3}$

ve třech po sobě následujících hodinách, nebo když hodnoty polétavého prachu (PM<sub>10</sub>) překročí čtyřadvacetihodinový průměr  $100 \mu\text{g.m}^{-3}$

Dalším stupněm je **signál regulace** – průmyslové podniky se schválenými regulačními ráďy musí začít po jeho vyhlášení regulovat výrobu a omezit tak vypouštění škodlivin.

Pro signál regulace jsou dány limity:

- u oxidu siřičitého  $500 \mu\text{g.m}^{-3}$
- u oxidu dusičitého  $400 \mu\text{g.m}^{-3}$

ve třech po sobě následujících hodinách, nebo u polétavého prachu pokud čtyřadvacetihodinový průměr překročí  $150 \mu\text{g.m}^{-3}$ .





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

#### INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

#### ***Jak se chovat při již nastalé smogové situaci:***

- omezit pobyt venku, zvláště v době ranních hodin až do 10.00 hod a od 16.00 do večerních hodin;
- omezit větší fyzickou aktivitu venku (sport, práce) především v dobách maxima;
- omezit větrání místností (větrat krátce a intenzivně);
- omezit vlastní produkci škodlivin v interiéru uvnitř (kouření, práce s těkavými látkami jako jsou barvy, laky, rozpouštědla, lepidla apod.);
- zvýšit a posílit obranyschopnost - imunitu vlastního organismu: racionální výživou, zvýšeným přívodem vitamínů C, E, A, zvýšením denní dávky tekutin, dostatkem spánku, minimem stresů, vhodnou kompenzací psychické a fyzické zátěže, vyloučením toxikománií (kouření, alkoholu a jiných drog), otužováním, očkováním proti chřipce;
- včasné a účinně léčit první příznaky onemocnění dýchacího ústrojí;
- omezit vlastní produkci škodlivin v exteriéru venku (nerozdělávat ohně, nespalovat odpadky a nekvalitní uhlí a dříví v domácích topeništích, nezvyšovat prašnost vzduchu, nepoužívat osobní automobilovou dopravu);
- informovat se o smogové situaci (u Českého hydrometeorologického ústavu) nebo z hromadných sdělovacích prostředků.



## Konfliktní charakter problému SMOG

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Jméno	
-------	--

Hlavní příčiny vzniku smogu	Zájemové skupiny	Jejich argumenty	Můj postoj	Kroky, které mohu učinit
Domácí topeniště s nekvalitním vytápěním	Majitelé kotlů a domácích topenišť			
	Sousedé			
Velké podniky	Majitelé a akcionáři podniků			
	Občané regionu			
Automobilová doprava	Řidiči, majitelé aut			
	Občané regionu			