

ZDRAVOTNÍ RIZIKA

B :

SYLABUS (SY)

PROJEKTY BADATELSKY ORIENTOVANÉ VÝUKY (BOV)

METODIKA PRÁCE K PRACOVNÍM LISTŮM (ML)

PRACOVNÍ LISTY (PL)



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



CENTRUM
DOPRAVNÍHO
VÝZKUMU



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Odborná stránka – hluk z dopravy:

Ing. Alena Pávková, Ph.D.

Ing. Vítězslav Křivánek, Ph.D.

Odborná stránka – znečištění ovzduší:

Mgr. Jitka Hegrová, Ph.D.

Mgr. Jiří Dufek

Mgr. Hana Byrtusová

Ing. Libor Špička

Metodická podpora:

doc. RNDr. Petr Anděl, CSc.

Mgr. Zuzana Strnadová

ISBN 978-80-88074-10-6

Vydáno v Brně, červen 2015

Autorská práva: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Úprava: Grafické studio a nakladatelství Pixl-e

Audio ukázky a fotografie:

Pokud v textu není uvedeno jinak, je autorem audio ukázek A. Pávková a autory fotografií A. Pávková a V. Křivánek

: O PROJEKTU

Vážení čtenáři,

dovoluji si Vám jménem našeho projektového týmu nabídnout k Vašemu studiu a práci výstupy projektu Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě (CZ.1.07/2.3.00/45.0020), podpořeného od března 2014 do června 2015 z Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost MŠMT. Tento program je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Projekt je zaměřen na cílové skupiny žáků ZŠ, studentů SŠ, jejich vyučujících a pracovníků vědy a výzkumu, za podpory vysokých škol. Hlavním cílem projektu je zaujmout mladou generaci pro vědu a výzkum v technickém oboru tak, aby jej upřednostnila ve své volbě budoucího studia a profese, a již nyní podpořit vzdělávání talentů jako příštích odborníků.

Kromě přímého vzdělávání mládeže i dospělých formou seminářů, kurzů, letních škol, exkurzí a workshopů jsme se věnovali i přípravě metodických a učebních materiálů, které Vám zde nabízíme jako výsledek naší šestnáctiměsíční práce.

My, řešitelé, společně doufáme, že udržitelná doprava se Vám stane příjemným tématem, a nabízíme Vám, jak vzdělávat sebe i mládež, a to nejen pro technické obory, ale i k ochraně životního prostředí, etickému chování a občanské angažovanosti.

Ať je Vám naše práce k užítku.

Jménem svým i všech svých kolegů v projektu Vám přeji pěkné čtení!

Ing. Eva Gelová,
hlavní manažerka projektu
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Příjemcem projektu je Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. s partnerskými školami:

- *Gymnázium Brno-Řečkovice*
- *I. Německé zemské gymnasium, základní škola a mateřská škola, o. p. s. (Brno)*
- *Církevní gymnázium Německého řádu, spol. s r.o. (Olomouc)*
- *Gymnázium, Brno, třída Kapitána Jaroše 14*
- *Základní škola a Mateřská škola Olomouc, Řezníčkova 1, příspěvková organizace*

Za laskavé odborné podpory pedagogů z následujících univerzit:

- *Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta*
- *Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní – Institut dopravy*

: PŘEDMLUVA K PUBLIKACI

Vážené pedagožky, vážení pedagogové,

do rukou se Vám dostal materiál, který vypracovalo Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., s podporou partnerů projektu OP VK *Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě*. Celá publikace je zaměřena na osvojení si a zdokonalení se ve vědomostech, které souvisejí s dopravou.

Doprava není jen přeprava, není jen o pohybu vozidel, a to jak nekolejových, tak kolejových, po vodě nebo ve vzduchu. S dopravou souvisí mnoho otázek, které je zapotřebí řešit, aby se doprava stala trvale udržitelnou.

Předložený materiál má ve Vašich studentech vzbudit zájem o problematiku různých aspektů dopravy, které souvisejí se zdravím, životním prostředím a jeho kvalitou, možnostmi, jak si dopravu udržet bezpečnou, jak řídit provoz ve městech nejmodernějšími systémy, aby doprava byla plynulá a nevznikaly dopravní zácpy, a mnoho dalších pohledů na dopravu a s ní související problematické oblasti.

Pro studenty je připravena část, která má přiblížit otázky kolem dopravy a její bezpečnosti, tak, aby nepoškozovala lidské zdraví, ale i výhled do budoucnosti s nástinem, jak se doprava bude řídit pomocí chytrých systémů. Pozornost je věnována trvale udržitelné dopravě a jak si zajistit možnosti dopravy i v dalších desetiletích. Výstupy projektu jsou zaměřeny na vzdělávání žáků 2. stupně základních škol (nižšího stupně gymnázií) a studentů středních škol.

Zároveň projekt umožňuje celoživotní vzdělávání pedagogů vyučujících na těchto typech škol a nabízí jim metodickou podporu.

Projekt nabízí sadu sedmi metodických výstupů. Úvodní publikací jsou "Obecné metodiky vzdělávání mládeže" zastřešující šest odborných témat udržitelné dopravy.

Tato kniha se zabývá jedním z těchto šesti odborných témat a nabízí metodiky a pracovní listy pro základní a střední školy.

Všech sedm publikací obsahuje v příloze CD, jako elektronickou zálohu, pro možnost dotisku kterékoliv z potřebných částí výstupů projektu. Partnerské školy projektu byly vybaveny navíc tištěnou sadou volných pracovních listů přímo pro výuku v hodině. Celá sada výstupů projektu je dostupná v knihovnách a také elektronicky na webu projektu www.vmud.cz, takže ji mohou využít i další školy.

Příjemné vzdělávání, které můžete začít studiem již následujících stran této publikace, vám přeje

kolektiv řešitelů projektu

: OBSAH

O projektu	3
Předmluva k publikaci	4
SYLABUS	7
Úvod	8
Začlenění tématu Zdravotní rizika dopravy	8
Zdravotní rizika	11
Vliv dopravy na zdraví	19
Využití ve výuce	21
Vybrané oblasti vhodné pro začlenění problematiky do výuky	22
PROJEKTY BADATELSKY ORIENTOvané VÝUKY	23
1. Voda v našem životě	25
2. Ovzduší – meteorologie	29
3. Co můžeme zjistit o přírodě kolem nás?	33
4. Zdokumentování umístění protihlukových stěn, nízkohlučných asfaltů či nadúrovňových opatření (mostů) ve městě, kde žijí	37
5. Zdokumentování umístění protihlukových stěn, nízkohlučných asfaltů či nadúrovňových opatření (mostů) ve městě, kde žijí	39
6. Akční plány pro snižování hlukové zátěže a jejich praktické využití	41
7. Měření hluku před a za protihlukovou stěnou nebo v místě silně exponovaném hlukové emise s možným podáním návrhu na její řešení	43
8. Princip šíření hluku za různých meteorologických podmínek – slunečné počasí ..	45
9. Princip šíření hluku za různých meteorologických podmínek – za deště	47
10. Výsledek mapování šíření dopravního hluku ve školách – protokol	49
METODICKÉ A PRACOVNÍ LISTY	51
METODIKA PRÁCE S PRACOVNÍMI LISTY PRO ZŠ	52
1. Stručný přehled o akustice	55
2. Působení hluku na člověka	61
3. Zdravotní rizika z dopravního hluku	65
4. Protihluková opatření	71
5. Město bez dopravního hluku?	77
6. Vliv dopravy na rostliny a živočichy	83
7. Vliv chemických škodlivin na člověka	93
METODIKA PRÁCE S PRACOVNÍMI LISTY PRO SŠ	103
1. Stručný přehled o akustice	105
2. Zdravotní rizika z dopravního hluku	115
3. Struktura a místa vzniku hluku z dopravy	123
4. Protihluková opatření	129
5. Město bez dopravního hluku?	135
6. Pevné částice, prach	143
7. Alternativní pohonné hmoty	151
8. Chemické škodliviny v ovzduší	161
Terminologický slovník	167
Literatura	168

B : SYLABUS

Sylabus je výstupem klíčové aktivity projektu KA3 – Vzdělávání popularizátorů vědy z řad pedagogů ZŠ a SŠ na pracovištích CDV.

Celková struktura výukových a metodických materiálů je navržena ve formě modulů. Moduly jsou koncipovány jako samostatné materiály s jasně definovaným obsahem, vzájemně propojené logickou strukturou projektu a provázané jednotným metodickým přístupem.

Sylabus pro téma „Zdravotní rizika dopravy a možnosti jejich snižování“ navazuje na úvodní publikaci: „Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě – Obecné metodiky vzdělávání mládeže“, jejímž cílem je úvod do metodik udržitelné dopravy, seznámení s výstupy projektu a jejich strukturou. Nabízí rovněž sylabus nad odbornými tématy.

Část „Zdravotní rizika“ byla zpracována jako jedna z dílčích oblastí celého projektu, v jehož rámci bylo podrobně rozpracováno celkem šest následujících témat:

- A:** Fragmentace krajiny dopravní infrastrukturou a využívání území
- B:** Zdravotní rizika dopravy a možnosti jejich snižování
- C:** Bezpečnost, nehodovost v dopravě a prevence
- D:** Udržitelná mobilita
- E:** Chytrá města
- F:** Zavádění nástrojů udržitelné mobility do praxe

: ÚVOD

V rámci projektu OPVK Vzdělávání k udržitelné dopravě je řešeno šest klíčových témat vztahujících se k udržitelné dopravě: Fragmentace krajiny, Zdravotní rizika dopravy, Bezpečnost a nehodovost, Udržitelná mobilita, Chytrá města a Zavádění nástrojů udržitelné mobility. Tato témata spolu úzce souvisí a navzájem se prolínají. Každé téma však může být řešeno i jednotlivě a začleňováno do různých předmětů výuky na středních i základních školách.

Téma „Zdravotní rizika dopravy“ se zabývá nejen vlivem dopravy na zdraví člověka, ale samozřejmě komplexně i vlivem dopravy na životní prostředí, v němž žijeme.

: ZAČLENĚNÍ TÉMATU ZDRAVOTNÍ RIZIKA DOPRAVY

POSTAVENÍ TÉMATU V KONTEXTU OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, UDRŽITELNÉHO ROZVOJE A UDRŽITELNÉ DOPRAVY

Doprava byla vždy neoddělitelnou součástí života společnosti. Přeprava surovin a výrobků hraje důležitou roli v naší společnosti, stejně tak jako přeprava lidí, ať už za prací či odpočinkem. Doprava umožňuje lidem se navzájem setkávat, poznávat jiné země, kulturní zvyky, jiná prostředí. Stala se významným faktorem v rozvoji společnosti, a to jak v pozitivním (přeprava osob, surovin, výrobků, informací), tak negativním směru (dopravní nehody, emise). Je významným faktorem ovlivňujícím nepříznivě životní prostředí a zdraví člověka. Za environmentálně nejšetrnější druh osobní dopravy je považována doprava nemotorová, tedy pěší a cyklistická; příznivě bývá hodnocena také železnice. Jako problematrická se jeví doprava letecká a největší zátěž pro životní prostředí představuje doprava silniční, zejména individuální. V nákladní dopravě je považována za jednoznačně nejšetrnější k životnímu prostředí železniční doprava, naopak za nejvíce nepříznivou se považuje doprava silniční. Nejednoznačně vychází hodnocení vodní dopravy, neboť představuje výrazné riziko v případě provozních havárií a výstavba infrastruktury představuje výrazný zásah do krajiny a říčních ekosystémů.

Silniční doprava má tedy největší podíl negativního působení dopravy na životní prostředí. Tento vliv se projevuje především v produkci emisí znečišťujících prostředí. Příčinou emisí škodlivin z motorů vozidel do volného ovzduší jsou zejména výfukové plyny vznikající při spalování pohonných hmot. Také emise hlukové a vibrace z dopravy negativně ovlivňují životní prostředí a to především v městských aglomeracích. V důsledku rozvoje dopravy se také mění vzhled a morfologie krajiny, dochází k záboru půdy při výstavbě nebo rekonstrukcích silničních a dálničních sítí. V důsledku úniku znečišťujících látek z dopravních prostředků a vlivem aplikace posypových solí při zimní údržbě komunikací je kontaminována půda, voda a bioty. V posledních letech narůstá intenzita automobilové a silniční nákladní dopravy, tím se zvyšuje emisní zátěž, tj. dochází ke stálému růstu obsahu skleníkových plynů. Redukční opatření vedoucí ke snížení emisí (preferenční hromadné, cyklistické a pěší dopravy) nejsou dostačující. Do budoucna bude nezbytně nutné podporovat změnu přepravního módu ve prospěch hromadné dopravy.

Nejzávažnějším problémem dopravy je znečištění ovzduší emisemi, především pro jejich zdravotní a environmentální rizika. Tento negativní jev se projevuje zejména ve velkých městech s vysokou hustotou automobilové dopravy, která

zejména v posledních letech zaznamenala výrazný nárůst, a tím i zvýšený podíl na zdravotních rizicích pro lidi spojené s expozicí těchto imisí. Na znečištění ovzduší se vedle automobilové dopravy podílí i ostatní druhy dopravy jako jsou železniční, letecká a vodní. I elektrifikované železnice potřebují energii, která se většinou vyrábí v elektrárnách spalujících fosilní paliva. Ale nejen emise chemické, vznikající ze spalovacích a nespalovacích procesů vážně ohrožují zdraví člověka. Velmi závažným problémem jsou akustické emise (hluk), vibrace, nehodovost nebo inaktivita obyvatel.

Hluk je dalším nejzávažnějším polutantem v oblasti životního prostředí, je zde markantní nárůst hluku z dopravy. Za poslední dva roky se jeho množství ztrojnásobilo a tento trend má stále vzrůstající tendenci. Rozšiřování sítě silnic je sociologickou i ekonomickou preferencí vlád států. S rostoucí potřebou obchodování je nutné urychlit přepravu zboží i osob v co nejkratším časovém úseku. S rostoucí sítí silnic narůstá i emise hluku, který se z dopravy uvolňuje. Pokračování této tendence je neudržitelnou záležitostí v dlouhodobém horizontu. Evropský parlament přijímá opatření ke snížení hlukové zátěže z dopravy v rámci svých legislativních dokumentů. Hlukovou problematikou se ve vědeckém kontextu zabývá stále větší množství lékařů, kteří se s poškozením zdraví lidí vlivem hlukové zátěže setkávají stále častěji.

Stálý nárůst energetické potřeby sektoru dopravy je přímo úměrný vlivu na životní prostředí, který bezprostředně také souvisí se zdravotním stavem obyvatelstva, hospodářským růstem země, sociálními podmínkami, atd. Stálý růst spotřeby neobnovitelných fosilních zdrojů energie je však v rozporu s principy udržitelného rozvoje, stejně tak jako zvyšující se zátěž životního prostředí, zejména ovzduší, z neustálého růstu spalovaného množství paliva. Emise jednoho z nejvýznamnějších skleníkových plynů – oxidu uhličitého (CO_2) z dopravy, jsou přímo úměrné spotřebě paliva na rozdíl od ostatních emisí škodlivin. Primárním palivem v dopravě, a tedy zdrojem energie v dopravě, jsou automobilové benziny a motorová nafta, jejichž výrobní surovinou je ropa. Prudký nárůst spotřeby energie v dopravě v rozvojových zemích, má také globální vliv na životní prostředí celé planety (Adamec, V. a kol., 2007).

CELOPOLEČENSKÁ VÝZNAMNOST TÉMATU

Pohyb a mobilita se staly zásadními znaky moderní společnosti, přičemž jejich vliv na mnohé aspekty života společnosti má v souvislosti s globalizačními procesy narůstající tendenci. Z pohledu dopravy jsou nejdůležitějšími sociálními aspekty zajištění rovného přístupu pro všechny skupiny obyvatel a rozšiřování konzumně orientovaného životního stylu závislého na používání automobilů. Mimo to, je pozornost věnovaná také sociálnímu pohledu na poptávku po dopravě a její predikci.

Míra a způsob realizované mobility je do jisté míry odrazem životního stylu každého jednotlivce. Ten přitom není jednotný pro celou populaci, ale liší se v různých sociálních skupinách. Sociální status, symbolizovaný zejména osobním automobilem, umožnil rozšíření konzumního stylu života i na střední a nižší vrstvy tak, jak rostla dostupnost vlastnictví automobilů, narůstala individuální doprava, nákladní doprava a s tím souvisejících negativní důsledky dopravy.

Jedním z nepřímých vlivů dopravy na zdraví je také ovlivnění životního stylu. Soudobá společnost, a v ní převažující životní styl, se vyznačují silnou pozicí automobilové kultury projevující se ve své maximální podobě až závislostí na automobilu. Tento fenomén, známý především z USA, se vyznačuje úplným prostoupením životního prostředí lidí automobily, jejich myšlení a životů, že si bez nich vůbec nedovedou každodenní život představit. Tomu napomáhá nejen

účinná reklama automobilového průmyslu, ale také přizpůsobování infrastruktury měst hlavně automobilům a na úkor jiných druhů dopravy, čímž se závislost na automobilu stává de facto vynucenou a těžko měnitelnou skutečností.

Závislost na automobilu je průvodním jevem urbanizačních procesů, charakteristických pro okolí velkých měst. Podobný trend lze sledovat také v případě suburbanizace komerčního charakteru, kdy nově budovaná velká obchodní centra, vznikající v příměstských zónách na zelené louce v blízkosti hlavních silničních tahů. Jsou budovaná tak, aby byla jednoduše dosažitelná hlavně automobilem, přičemž ostatní druhy dopravy jsou pro stavitele a provozovatele těchto center téměř bezvýznamné.

Používání automobilů na úkor chůze nebo cyklistiky znamená omezení přirozené pohybové aktivity, která je pro zdraví nesmírně důležitá. Studie popisující situaci v evropských městech ukázala, že i pro krátké vzdálenosti jsou používána auta místo chůze nebo jízdního kola. Více než 50 % cest osobním autem je kratších než 5 km, tedy vzdálenost, která je dosažitelná na kole za 15 minut a více než 30 % cest autem je kratších než 3 km tj. vzdálenost, kterou je možno ujít pěšky za přibližně 20 minut. Průměrný Evropan, žijící ve městě za jeden den pěšky ujde cca 1 km, na kole ujede cca 0,5 km a autem cca 27,5 km. Nadužívání motorizované dopravy je tak jednou, i když ne jedinou, z příčin fyzické neaktivity současné evropské populace.

Proti narůstajícímu vlivu automobilismu se snaží bojovat různé alternativní subkultury v rámci hnutí za práva chodců a cyklistů. Často tato aktivita bývá také součástí naplně některých environmentálně orientovaných nestátních neziskových organizací. Typickým projevem bývají akce, mající za cíl upozornit na určitý problém a strhnout s sebou takové množství lidí, které umožní nastartovat změnu v dopravním systému.

SHRNUTÍ

Doprava, především silniční a letecká, je hospodářským sektorem, který v celosvětovém měřítku roste ve většině sledovaných ukazatelů (spotřeba energie, počet vozidel, přepravní objemy apod.). Úměrně tomu se zvyšují i škody na životním prostředí a zdraví obyvatel. Množství automobilů, i přes snahy různých redukčních opatření, ve světě rok od roku stoupá a tím dochází k nárůstu emisí z dopravy. Emise z dopravních prostředků obsahují celou řadou nebezpečných chemických škodlivin se všemi prokazatelnými negativními důsledky na zdraví člověka, zejména při dlouhodobé expozici. Obdobně často i převyšující účinky emisí mají i další negativní rysy dopravy jakou jsou např. hluk, inaktivita nebo dopravní nehody. Nadměrný hluk ze všudypřítomné dopravy je silným rizikovým faktorem pro člověka i faunu. V tomto ohledu pak oblast hlukové zátěže souvisí v určitém ohledu i s fragmentací krajiny. Trvalé porosty dřevin slouží zároveň jako větrolamy a tedy mohou v krajině ovlivňovat směr větru i mikroklimatické podmínky v dané lokalitě a s tím i šíření zvukových vln.

Jak vyplývá z výše uvedeného, nabývá problematika negativního vlivu dopravy na zdraví člověka na aktuálnosti, a stává se tak jednou z priorit výzkumu nejen u nás ale i ve světě. O této skutečnosti svědčí i řada mezinárodních akcí, které směřují k řešení této problematiky jako např. Charta o dopravě, životním prostředí a zdraví, Regionální konference EHK/OSN o dopravě a životním prostředí, apod.

: ZDRAVOTNÍ RIZIKA

DOPRAVA A JEJÍ ENVIRONMENTÁLNÍ DOPADY

Vlivem automobilového provozu dochází k uvolňování řady škodlivin, které mohou ovlivňovat složky životního prostředí i lidské zdraví. S nárůstem přepravních výkonů dochází i ke zvyšování zátěže pro životní prostředí. Dochází nejen ke znečištění ovzduší, ale také dalších složek životního prostředí, např. podzemních a povrchových vod, půdy, bioty. Nelze opomenout ani zábor půdy a fragmentaci krajiny dopravní infrastrukturou, které ovlivňují imigraci živočichů a biodiverzitu. Zátěž představuje i samotná výroba vozidel a současně produkce značného množství odpadů po ukončení jejich životnosti. Tyto vlivy představují spíše dlouhodobější charakter zátěže, nesmíme však také opomenout akutní, náhodné znečištění v podobě havárií. Mohou mít pro životní prostředí dalekosáhlé důsledky.

V životním prostředí bylo identifikováno několik tisíc různých chemických látek často s mutagenními a karcinogenními účinky, z nichž celá řada pochází z dopravy (např. spalování pohonných hmot, otěry namáhaných částí vozidel a povrchu vozovek). Koncentrace řady z nich jsou pravidelně sledovány a jejich obsahy v životním prostředí má Česká republika, podle svých přijatých závazků v rámci členství v Evropské unii, snížit. Přesto se množství škodlivých látek uvolňovaných do životního prostředí antropogenní činností neustále zvyšuje. Totéž platí o zátěži obyvatelstva hlukem a vibracemi. Tato nepříznivá situace je evidentní především ve velkých městských aglomeracích s vysokou intenzitou dopravy, kde dochází k významnému zhoršení zejména kvality ovzduší, a tím i ovlivnění zdravotního stavu obyvatel. Z tohoto pohledu je nezbytně nutné věnovat této problematice odpovídající pozornost, což znamená blíže se zajímat o osud škodlivin produkovaných dopravou a dále o případná zdravotní a environmentální rizika s nimi spojená (Adamec, V. a kol., 2007).

HODNOCENÍ CHEMICKÝCH ŠKODLIVIN

Výfukové plyny – emise

Jedním z nejzávažnějších problémů dopravy, a to zejména v důsledku jejich významného rizika pro zdraví člověka, je znečištění ovzduší emisemi. V posledních letech výrazně roste podíl automobilové dopravy na tomto znečištění, což se projevuje zejména v městských aglomeracích s vysokou intenzitou dopravy. Tím dochází i ke zvýšení podílu na zdravotních rizicích, která jsou spojena s působením těchto emisí na obyvatele.

Příčinou emisí škodlivin z motorů vozidel do volného ovzduší jsou výfukové plyny vznikající při spalování pohonných hmot. Jsou to komplexní směsi obsahující stovky chemických látek v různých koncentracích přispívající k dlouhodobému oteplování atmosféry, k tzv. „skleníkovému efektu“ nebo často s toxickými, mutagenními i karcinogenními vlastnostmi pro člověka. Na znečištění ovzduší se vedle automobilové dopravy v menší míře podílí i ostatní druhy motorové dopravy. I elektrifikované železnice nebo elektromobily, které přímo nezpůsobují emise, potřebují energii, která se většinou vyrábí v elektrárnách spalujících fosilní paliva. Složení a koncentrace emisí závisí především na množství a složení pohonných hmot, typu a funkčním stavu motoru a režimu jízdy. Odhaduje se, že ve městech je z dopravy emitováno desetkrát vyšší množství látek než z jiných zdrojů (průmysl, topení). Výfukové plyny vznikají při spalování pohonných hmot.

Doprava se podílí nejvíce na produkci emisí oxidu dusíku (NO_x) a oxidu uhelnatého (CO), zatímco na tvorbě oxidu siřičitého (SO_2) se podílí v omezené míře. Další sloučeniny, které jsou emitovány z dopravy a přispívají ke skleníkovému efektu, jsou oxid uhličitý (CO_2), oxid dusný (N_2O), metan (CH_4) a těkavé organické sloučeniny (VOC) jako je například benzen a 1,3 butadien. Významné místo zaujímají rovněž fenoly, ketony, aldehydy, pevné částice (Particulate matter – PM) a v neposlední řadě i polyaromatické uhlovodíky (PAU) a kovy ze skupiny platiny jako jsou platina (Pt), paládium (Pd) a rhodium (Rh), které se používají při výrobě katalyzátorů. Vliv silniční dopravy na množství emisí olova (Pb) je možno v současné době, vzhledem k zastavení prodeje olovnatých benzínů od roku 2001, považovat za bezvýznamný.

Nejvýznamnější škodliviny znečišťující ovzduší z dopravy je možné rozdělit na látky limitované, na které se vztahují emisní limity a látky nelimitované. Mezi limitované škodliviny jsou řazeny oxid uhelnatý (CO), oxidy dusíku (NO_x), ne-metanové plynné uhlovodíky (NM VOC) a pevné částice (PM). S výjimkou PM dochází sice u nových vozidel v důsledku přísnějších limitů, daných normami EURO, k jejich poklesu, ale vzhledem ke zvyšujícímu se objemu dopravy, zejména nákladní, však dochází k celkovému růstu emisí.

Nelimitované škodliviny mají často závažnější dopady na zdraví člověka, ale pro nedostatek informací o látkách samotných a vzhledem k daleko vyšším nárokům na měřicí techniku není v současné době jejich produkce monitorovaná. Do této skupiny řadíme látky přispívající k dlouhodobému oteplování atmosféry, tj. oxid uhličitý (CO_2), metan (CH_4), oxid dusný (N_2O). Další škodliviny, nebezpečné pro zdraví člověka, vznikající zejména při nedokonalém spalování pohonných hmot, jsou polyaromatické uhlovodíky (PAU), fenoly, ketony, dehet, 1,3-butadien a benzen, toluen, xyleny (BTX). Při spalování pohonných hmot mohou vznikat rovněž polychlorované dibenzodioxiny/furany (PCDD/F) a polychlorované bifenyly (PCB) v případě přítomnosti chloru ve spalovacím systému.

Ve snaze snížit produkci škodlivin vznikajících při spalování pohonných hmot byly v první polovině 90. let minulého století zaváděny pro úpravu výfukových plynů automobilů katalyzátory. Ty představují zařízení umístěné ve výfukovém potrubí s kovovým nosičem, který má na vysoce porézní vrstvě nanesenou účinnou katalytickou substanci. Ta pak umožňuje urychlení oxidace vznikajícího CO a uhlovodíků a zároveň redukcí NO_x . V současné době se nejvíce využívají tzv. řízené třístupné katalyzátory, v kterých se jako katalyticky účinná substance používá směs platinových kovů – platina (Pt), rhodium (Rh) a paládium (Pd). Vzhledem ke skutečnosti, že katalyzátory jsou vystaveny velkým tepelným rozdílům, dochází k uvolňování platinových kovů do životního prostředí, což může mít negativní vliv na zdraví člověka.

Výše uvedená problematika se týká škodlivin vznikajících při spalovacích procesech tzv. spalovacích emisí. Uvolňování škodlivin, zejména PM, je však spojeno i s dalšími procesy jako obrousování různých namáhaných součástí (brzdové a spojivé obložení), kdy se do ovzduší uvolňují měď (Cu), antimon (Sb), baryum (Ba), železo (Fe), hliník (Al), zinek (Zn), molybden (Mo), mangan (Mn), hořčík (Mg), kadmium (Cd) a další. Abrazivní pneumatik, obsahující různé druhy pryží, je zdrojem především zinku (Zn), dalších prvků jako vápník (Ca) a železo (Fe) a také elementárního uhlíku (C). Celá řada kovů se do životního prostředí dostává rovněž při mechanické separaci z rezivějící karoserie automobilů a pouličního příslušenství (koše, dopravní značení, osvětlení, svodidla apod.). Významnou zátěž ovzduší představuje také zvíření (resuspenze) prachových částic deponovaných na vozovce a v jejím blízkém okolí, iniciovaného projíždějími vozidly či vířením proudícím větrem. Vozovkový prach zahrnuje částice převážně větších frakcí, na jejichž složení se podílí prvky jak geologického původu z okolní půdy (Al, Si, Ca, Mg), tak uvedené výše z provozu automobilů. Nezanedbatelnou roli hrají

také částice chemického (sůl) i inertního materiálu (písek, štěrk, struska) pro posyp silnic v zimním období, opadávající nečistoty z vozidel a ztráty převáženého materiálu. V tomto případě hovoříme o emisích nespalovacích.

Tabulka 2: Škodliviny v ovzduší

Škodlivina	Co to je?
NO _x	Oxidy dusíku – skupina těchto látek zahrnuje širokou škálu oxidů dusíku. Mezi nejčastěji se vyskytující patří: oxid dusnatý (NO, bezbarvý plyn bez zápachu) a oxid dusičitý (NO ₂ , červenohnědý plyn štiplavého zápachu). Dále do této skupiny patří oxid dusitý (N ₂ O ₃), tetraoxid dusíku (N ₂ O ₄) a oxid dusičný (N ₂ O ₅). Další oxidy dusíku se vyskytují v menších množstvích a nepředstavují významné riziko.
SO ₂	Oxid siřičitý – kyselý, bezbarvý, ostře zapáchající a toxický plyn. Reaguje s chlorofylem (fotosyntetickým barvivem rostlin) a narušuje tak fotosyntézu. V ovzduší oxiduje se vzdušným kyslíkem za přítomnosti vody na kyselinu sírovou, která je spolu s kyselinou siřičitou příčinou kyselých dešťů. Hlavní podíl na jeho produkci má lidská činnost – zejména spalování fosilních paliv, jak při průmyslových procesech, tak v domácích topeništích. Hlavními zdroji SO ₂ jsou teplárny a elektrárny, které používají nízko kvalitní oleje a uhlí s vysokým obsahem síry.
CO ₂	Oxid uhličitý – bezbarvý plyn bez chuti a zápachu vznikající reakcí uhlíku a kyslíku (spalováním, dýcháním živých organismů). Oxid uhličitý je běžnou součástí atmosféry. Množství oxidu uhličitého v atmosféře se za uplynulých 150 let zvýšilo přibližně o 110 mg.kg ⁻¹ (z 280 na 390 mg.kg ⁻¹), přičemž každým rokem se zvyšuje o další 2 mg.kg ⁻¹ . Výrazný nárůst množství CO ₂ v atmosféře v uplynulých 150 letech byl způsoben především spalováním fosilních paliv (uhlí, ropa, zemní plyn), dýcháním čím dál většího počtu lidí a rozvojem živočišné výroby (dýcháním čím dál většího počtu hovězího dobytka, prasat, ovcí a drůbeže).
CO	Oxid uhelnatý je silně jedovatý plyn, který se uvolňuje při nedokonalém spalování a jeho nebezpečí je v tom, že je neviditelný a bez zápachu. Vdechováním se váže na červené krevní barvivo a blokuje tak schopnost krve vázat a přenášet kyslík.
Pb	Chemický prvek olovo je modrobílý, na čerstvém řezu lesklý, měkký kov.
Benzen	Benzen je organická sloučenina se sladkým zápachem. Při pokojové teplotě je to bezbarvá, hořlavá a toxická kapalina známá svými karcinogenními účinky.
Aldehydy	Aldehydy a ketony tvoří první skupinu tzv. karbonylových sloučenin. Ty se charakterizují funkční skupinou C = O tzv. skupina karbonylová, která je součástí acylové skupiny tzv. acyl R - C = O.
PAU	Polyaromatické uhlovodíky jsou skupinou aromatických uhlovodíků s nejméně dvěma benzenovými jádry, které vznikají převážně během nedokonalého spalování.
PM	Prachové částice (polétavý prach) jsou drobné částice pevného skupenství rozptýlené ve vzduchu. Jejich zvýšená koncentrace může způsobovat zdravotní problémy. Zdrojem pevných částic jsou přírodní procesy (bouře, požáry), spalování uhlí, ropy, dřeva nebo odpadů). Významným venkovním zdrojem jsou také auta a domácím zdrojem je cigaretový kouř.

Znečištění vod

Povrchové a podzemní vody tvoří důležitou složku životního prostředí a jsou jedním ze základních surovinových zdrojů nutných pro zabezpečení života na Zemi. Působením člověka však neustále dochází ke snižování jejich kvality, přičemž jedním z negativních faktorů ovlivňujících právě jejich kvalitu jsou nejrůznější druhy dopravy.

Moře a oceány mohou být znečištěny při provozu lodí, a to zejména v důsledku havárií velkých tankerů, kdy do vod uniká značné množství ropy, nesoucí s sebou plošně

rozsáhlá znečištění se závažnými dopady na životní prostředí. Zdrojem dlouhodobého znečištění jsou velké přístavy při manipulaci s přepravovaným materiálem nebo při opravě plavidel.

Ve spojitosti se znečištěním vod, a to jak povrchových tak podzemních, můžeme hovořit také o železniční dopravě. Zdrojem znečištění jsou v tomto případě dopravní, napájecí a spínací stanice, místa mytí vozů, tankovací stanice, v případě dieselové trakce rovněž samotná kolejová vozidla a jejich havárie na traťových úsecích.

Rovněž znečištění silniční dopravou může mít charakter náhodný v podobě havárií automobilů, kdy dochází k úniku pohonných hmot, motorových olejů, provozních kapalin a dalších škodlivin, ale také dlouhodobým vlivem výfukových plynů, obrusů pneumatik a svrchní konstrukce vozovky a úkapů pohonných hmot.

Znečištění povrchových vod je způsobováno splachy srážkových vod z povrchu komunikací s vysokou intenzitou dopravy, zejména dálnic a rychlostních komunikací. Znečištění je významně závislé zejména na množství srážek dopadajících na povrch komunikací, kde koncentrace škodlivin jsou nejvyšší v „prvním splachu“ po srážkách a s časem se rychle snižují. Znečištění se nejvíce projevuje přímo za odtokem, kde splachová voda není ještě dostatečně zředěna.

V povrchovém odtoku byla identifikována celá řada škodlivin, včetně kovových prvků a suspendovaných pevných látek vznikajících při dopravním provozu zejména obrousováním povrchu vozovek a pneumatik. Škodliviny mohou rovněž pocházet z materiálů používaných k údržbě silnic, ploch odpočívadel a parkovišť, zejména v zimním období, kdy může být kontaminace spojena s aplikací rozmrazovacích prostředků a nemrznoucích směsí. Nezanedbatelným zdrojem škodlivin jsou také úkapy a úniky pohonných hmot, kdy se do prostředí uvolňují, kromě celé řady organických škodlivin, jako jsou PAU, i nepolární extrahovatelné látky (NEL) a kovy.

Další významné riziko možné kontaminace životního prostředí představují čerpací stanice, v jejichž blízkosti a na přilehlých parkovištích byly stanoveny nejvyšší koncentrace PAU.

Silniční komunikace jsou podle řady studií rovněž hlavním zdrojem chloridů, které neodtékají vodním tokem, ale převážně se vsakují do půdního a horninového prostředí, kde za vhodných podmínek může docházet k jejich akumulaci a následnému postupnému vymývání.

Obdobným problémem je kontaminace podzemních vod škodlivinami materiálů používaných na výstavbu vozovek. V minulých letech se používala celá řada materiálů, které splňovaly v dané době technické požadavky na výstavbu, avšak v současnosti v důsledku přísnějších opatření (limitů) mohou mít negativní vliv na složky životního prostředí a zdraví člověka. Především voda migrující v tělese komunikace, odváděná pomocí drenážních systémů, může být kontaminovaná škodlivinami uvolňujícími se z konstrukčních materiálů. Tento proces však závisí na mnoha faktorech jako je charakter podloží a okolního terénu, režim podzemních vod, včetně kapilárního vzdouvaní její hladiny a množství srážek, které mohou infiltrovat do tělesa komunikace, zejména v důsledku poškození její povrchové vrstvy (praskliny, trhliny). Uvolňování škodlivin z použitých materiálů lze v současné době považovat za nízké v závislosti na jejich vlastnostech a samozřejmě na primárním obsahu organických a anorganických škodlivin v příslušném materiálu.

Nezanedbatelným zdrojem znečištění se v posledních letech, vzhledem ke vzrůstající intenzitě provozu, stávají havárie dopravních prostředků, při nich

dochází k úniku pohonných hmot, motorových olejů, provozních kapalin nebo přepravovaných nebezpečných věcí a materiálů, jako jsou například kyseliny, louhy a další chemikálie.

Půda

Obdobně jako znečištění vod, tak i ohrožení kvality půd v okolí komunikací nastává v podstatě třemi způsoby: dlouhodobým znečištěním způsobeným běžným silničním provozem, sezonním znečištěním zejména vlivem posypových materiálů užívaných k zimní údržbě komunikací a haváriemi vozidel, při nichž dochází k úniku látek škodlivých pro životní prostředí. Dlouhodobá kontaminace půd v okolí pozemních komunikací je spojena zejména se splachem škodlivin z povrchu vozovek a rozstříkáním srážkových vod způsobeným projíždějícími automobily do okolí.

Půda tak může být kontaminovaná PAU a jejich deriváty, zejména nitrovanými (nitro-PAU), NEL a také některými kovy. K jejímu znečištění může dojít také při užívání zdrsňujících posypových materiálů při zimní údržbě pozemních komunikací a chemických rozmrazovacích materiálů. Za tímto účelem se používají např. chlorid sodný, chlorid vápenatý a jejich směsi ve formě posypů, postřiků nebo zvlhčovačů (zkrápěná sůl), při jejichž aplikaci však prakticky nelze zabránit rozptýlení mimo vozovku a dochází tak především ke kontaminaci chloridy. Jejich přítomnost následně způsobuje korozi kovových prvků vybavení komunikací a zvýšené uvolňování škodlivin z jejich ochranných nátěrů, což může vést k následnému znečištění těžkými kovy. Problematika kontaminace půd je rovněž úzce spojena s vyluhováním škodlivin ze samotných těles komunikace, kdy vlivem vody vsakující se do tělesa vozovky dochází k jejich vyluhování a následnému transportu do okolního prostředí. Znečištění půd je problematické zejména v intravilánu (zastavěna část území) velkých měst s vysokou hustotou automobilové dopravy.

K látkám, které si zasluhují pozornost, zejména v dnešní době, patří kovy ze skupiny platiny (PTK) jako jsou platina (Pt), paladium (Pd) a rhodium (Rh), řazené mezi toxické kovy a jejich zvyšující se koncentrace mohou představovat závažné riziko. Uvolňují se z katalyzátorů aut.

Negativní dopady dopravy na půdní fond se neprojevují pouze chemickým znečištěním okolí pozemních komunikací, ale také samotnou výstavbou komunikace a celé dopravní sítě. Pozemkům, určeným pro výstavbu komunikace, totiž musí být odňata jejich původní funkce, mění se na plochy určené k výstavbě a tak dochází k jejich degradaci. Vedle samotné vozovky se však podílí na záboru půdy také další doprovodné stavby – zářezy a násypy, které vyrovnávají směrové vedení komunikace, mimoúrovňové křižovatky, čerpací stanice a další komerční aktivity spojené s poskytováním služeb cestujícím, dále také stavby sloužící ke zmírnění negativních vlivů dopravy jako jsou protihlukové stěny nebo retenční nádrže splachových vod (Adamec, V. a kol., 2007).

Hlukové emise, vibrace

Vedle emisí z výfukových plynů negativně ovlivňují životní prostředí také hlukové emise a vibrace z dopravy a to zejména v městských aglomeracích. V Evropě vlivem hlukové emise umírá 210 000 osob ročně (Macoun, 2015). Z uvedeného počtu má hluk na svědomí 3 % srdečních infarktů. Dominantním zdrojem hluku ve vnějším prostředí je již řadu let silniční doprava. Člověk během dne využívá několik druhů dopravy (autobusovou, tramvajovou, vlakovou, automobilovou), a to už od ranní cesty do školy, zaměstnání či za odpoledními aktivitami. Doprava způsobuje i srážky se zvěří, kdy nepřetržitý dopravní hluk působí jako trvalé hlukové pozadí, narušuje orientační schopnost zvěře a utlumuje její přirozený strach např. při přejezdu jednotlivého automobilu.

Člověk reaguje nejcitlivěji na nárůst hlučnosti ve dvou periodách během dne: ranní – kolem 6 hodiny a večerní – kolem 22 hodiny.

Zaměříme-li se na spánkové fáze pak, dochází k narušování fáze snů (fáze REM) a rovněž fáze tzv. pomalých vln hlubokého spánku (fáze non-REM) a tedy i častějšímu buzení během noční periody. Během nadlimitního působení hluku dochází v těle člověka také k mobilizaci glukózového i tukového metabolismu a ke snižování jeho tělesné imunity (Macoun, 2015).

S rozvojem poptávky na přepravu osob a zboží narůstá velmi rychle počet automobilů a zvyšuje se i emise hluku z dopravy. Podle Evropské agentury pro životní prostředí, hluk ze železniční dopravy postihuje asi 12 milionů obyvatel EU v denní době, s expozicí hluku nad 55 dB (A), a asi 9 milionů v noci, s expozicí hluku nad 50 dB (A). Od roku 2002 s vydáním směrnice o hluku ve venkovním prostředí 2002/49/ES, problematika hluku způsobeného železniční dopravou získala větší pozornost v oblasti udržitelné dopravy. Letecká doprava zasahuje svými účinky zejména obyvatele žijící v blízkosti letišť. K hlavním zdrojům hluku z dopravy patří především pohonné jednotky (motor) a to především při nízkých rychlostech vozidel, při vyšších rychlostech pak převládá hluk z valení pneumatik po povrchu vozovky. Ukazuje se, že za celkovou hlukovou zátěž obyvatelstva odpovídá z 60 % zátěž v mimopracovním prostředí a z ní ze 75 až 85 % hluk ze silniční dopravy. Na šíření hluku do okolí má vliv mnoho faktorů: prostředí, zejména teplota a vlhkost vzduchu, rychlost a směr větru. Hlučnost prostředí se měří v dB; pro představu: živá a nepříliš hlučná ulice má intenzitu hluku okolo 65 dB, hlučná ulice až 90 dB.

Tabulka 3: Limitní hodnoty vlivu hluku na lidský organismus

Limitní hodnota			Efekt hluku na lidský organismus
L_{LAeq} dB venku	Maximální úroveň / dB uvnitř	Maximální úroveň / dB venku	
–	38	40	snížená kvalita spánku
–	–	40	prahová hodnota pro fyziologické změny v organismu (zjistitelné pomocí EEG)
–	45	–	rušení komunikace
45 – 55	–	–	0–20 % populace vnímá hluk jako rušivý
–	–	55	nastávají vegetativní reakce organismu během spánku
–	–	55	99 % – populace vnímá zhoršenou srozumitelnost hovoru
–	–	60	prahová hodnota pro probuzení
–	–	60	primární efekt na vegetativní soustavu
65	–	–	reakce populace: pro 30–70% vnímá hluk jako rušivý, 5–15 % jak obtěžující hluk
–	–	75	významný negativní efekt na vegetativní soustavu člověka
80	–	–	60–90 % populace se cítí silně rušeno
–	85	–	počátek ztráty sluchu
–	–	100	hranice poškození fyziologické rovnováhy v organismu člověka
–	–	>130	aurální syndrom způsobený vnějšími vlivy a patologické poškození nervové soustavy člověka

Zdroj: Macoun, T., 2015

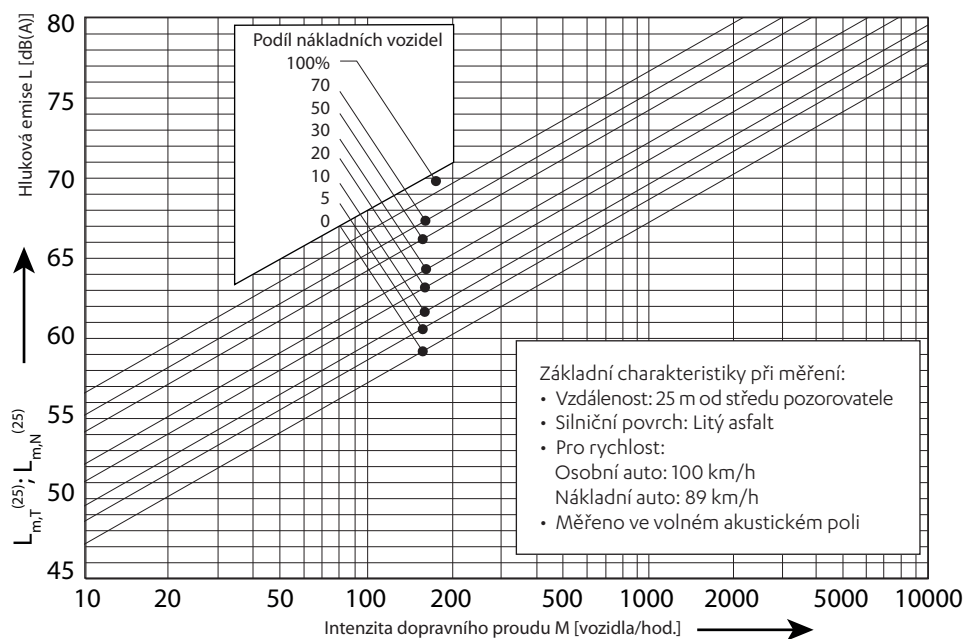
Graf níže znázorňuje vliv hustoty dopravního proudu na zvýšení hlukové emise. Pro podání studentům lze použít zjednodušenou formu znázorněnou na obrázku níže: při zdvojnásobení hustoty vozidel, dojde k nárůstu hluku o 3 dB, což vnímá člověk již jako silně obtěžující hluk.



Obrázek 1: Nárůst hluku v závislosti na počtu vozidel

Zdroj: upraveno dle Macoun, 2015

Graf 1: Vliv intenzity dopravního proudu (vozidel/hodinu) na zvýšení hlukové emise L



Zdroj: Macoun, 2015

V roce 2002 se na základě přijetí Směrnice Evropské unie č. 2002/49/ES o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí evropské státy zavázaly k vypracování tzv. akčních plánů snižování hluku z dopravy. Implementací do české legislativy je pak Vyhláška č. 523/2006 Sb., o hlukovém mapování. Tato směrnice zavádí také pojem strategické hlukové mapování. Na základě reálných měření hluku v okolí dopravní infrastruktury (dálnice, železnice, letiště) a pro území velkých aglomerací Praha, Brno, Ostrava, jsou vytvářeny mapové podklady, které budou sloužit pro developerům a institucím a samosprávám jako základní materiál při plánování urbanistických změn (výstavby obytných sídel) tak, aby byly dodrženy zákonem stanovené limity hluku a byla zachována vysoká životní úroveň obyvatel. Města zpracovala Akční plány snižování hluku s konkrétními opatřeními.

VZTAHY ŽIVÉ PŘÍRODY K DOPRAVĚ A VLIVY ŠKODLIVIN NA ZDRAVÍ – ZELENĚ

Nezastupitelnou roli v okolí komunikací má doprovodná zeleň. Může se vyskytovat v několika podobách. Například ve formě alejí vysazovaných podél cest, nebo jako souvislé husté zelené pásy oddělující komunikaci od obytných zón, a v neposlední řadě i jako pokryv některých stavebních prvků komunikací (zářezů, zemních valů, protihlukových stěn). Její význam spočívá především v pohlcování hluku, což je patrné zvláště u mohutnějších souvislých více etážových porostů. Dalším významným efektem, významným zvláště pro urbanizované oblasti, je snížení prašnosti, neboť vlivem vegetace se snižuje unášecí síla větrného proudění a prachové částice tak nejsou rozptýlovány do prostoru. Uvádí se, že ještě 100 m od porostu vysokých stromů se rychlost větru snižuje asi o 20 %. Koncentrace výfukových plynů je v létě za olistěnými keři až 2x nižší, než když jsou keře neolistěné. Zelené pásy okolo komunikací přispívají k udržování biodiverzity v krajině tím, že vytváří biokoridory poskytující životní podmínky a ochranu drobným živočichům. Navíc, pokud je zeleň v blízkosti silnice pestře kombinovaná, působí jako spoličitel pro udržení pozornosti řidiče (nesmí však bránit ve výhledu a omezovat bezpečnost provozu). A nelze pominout též efekt estetický – vhodně zvolená vegetace pohledově zakrývá nevhlednou komunikaci a doprovodné stavby jako jsou protihlukové stěny. Pruh dobře olistěných stromů široký okolo 13 m snižuje hlučnost přibližně o 10 až 12 dB, porost dřevin široký kolem 200 m sníží hluk přibližně stejně účinně jako pole široké 2 km. Tlumení hluku závisí samozřejmě na olistění – nejlepší jsou dřeviny se širokými listy, ale nevýhodou je zimní neolistění. Okolo sídlišť by měly být pásy dřevin oddělující komunikace alespoň 20 až 30 m široké. Nelze jednoznačně určit nevhodnější druh vegetace pro okolí komunikací. Vždy je třeba se řídit přírodními podmínkami, vhodnou druhovou skladbou a krajinným rázem okolí. Jako nevhodnější součást protihlukových opatření ve městech se jeví neopadavé jehličnany (působí i v zimním období), avšak mají zase ekologická omezení (např. jedle – nízká odolnost vůči smogu; borovice – řídká koruna; smrky – nevhodné do nízko položených oblastí a mělké kořeny s nebezpečím vývrátů).

VYUŽÍVÁNÍ A VLIV ALTERNATIVNÍCH PALIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Jednou z cest zajištění energie je získávání energie z nekonvenčních fosilních zdrojů, jejichž světové zásoby jsou obrovské, udává se, že energetické zásoby v nekonvenčních fosilních zdrojích jsou až stokrát větší než celkové energetické zásoby konvenčních fosilních zdrojů. Nekonvenčními zdroji ropy jsou roponosné písky a břidlice, těžká ropa, jejichž zpracování je zatím ekonomicky, a záměna technologicky nedosažitelné. Další možností je výroba syntetických motorových paliv ze zemního plynu, technologie GTL (Gas To Liquid) za využití technologie získávání zemního plynu z hydrátů metanu, která je ovšem v samotných počátcích výzkumu. Druhou cestou zajištění energie v sektoru dopravy je vývoj nových a zdokonalování stávajících pohonných systémů vozidel (hybridní a elektricky pohon, palivové články, aj.) a současně vývoj nových „alternativních“ paliv (biopaliva, zemní plyn, elektrická energie, vodík, aj.). Náhrada neobnovitelných fosilních paliv pro dopravu, bude mít pozitivní vliv na životní prostředí, pokud se bude světová politika v této oblasti shodovat s principy udržitelnosti, zejména při výrobě biopaliv. Avšak cena alternativních paliv je vyšší než cena konvenčních energetických zdrojů, což je jednou z významných příčin pomalého rozvoje alternativních paliv, mezi které dále patří v ČR nedostatek vozového parku i infrastruktury pro jejich distribuci a čerpání. Ze současného vývoje alternativních paliv a pohonů vyplývá, že budoucí vývoj není vůbec jednoznačný a zcela jistě se dočkáme výrazných zvratů jak v technologiích výroby paliv, tak automobilových systémů.

: VLIV DOPRAVY NA ZDRAVÍ

Kromě působení chemických vlivů doprava působí na zdraví také fyzikálními vlivy – především úrazy z nehodovosti a hlukem. Míra působení hluku na člověka závisí na hlasitosti, frekvenci, době působení hluku. Zároveň však hluková vnímavost člověka závisí na jeho individuálním psychickém a fyzickém stavu. Vlivy hluku závisí také na jeho intenzitě, na kmitočtech (dráždivěji působí hluk nad 2 000 Hz) na charakteru zvuku (více působí přerušovaný) a na době trvání hluku (hlukové expozici). Hluk nad 65 dB již pro většinu lidí začíná představovat stresovou situaci, která při dlouhodobém působení vyvolává neurózy (např. jako nespavost, roztěkanost, snížená schopnost komunikace se projevuje zejména u dětí, apod.), ovlivňuje vegetativní nervstvo a vede ke zvyšování krevního tlaku, k cévním a srdečním chorobám a vředovým onemocněním. Důsledkem delšího působení hluku nad 85 dB bývá již oslabení sluchu (zejména se zužuje schopnost vnímání rozsahu zvuků) a působení hluku nad 100 dB už vede k vážnému poškození zdraví.

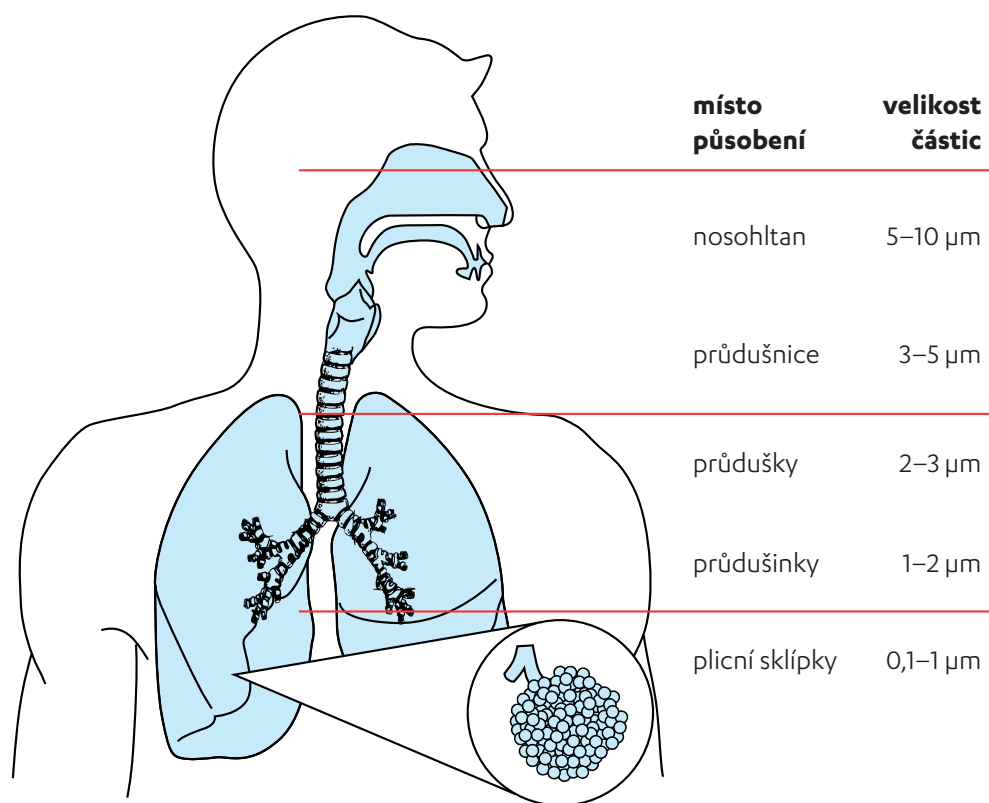
Je zřejmý neustálý nárůst především automobilové a silniční nákladní dopravy a tím i následné emisní zátěže. Největším problémem zůstává i nadále stálý růst obsahu skleníkových plynů. Ukazuje se, že přijatá redukční opatření, vedoucí ke snížení emisí (upřednostňování hromadné, cyklistické a pěší dopravy apod.), nejsou dostatečně účinná a do budoucna je bude pravděpodobně nutno doplnit o opatření restriktivního a ekonomického charakteru (např. omezení provozu ve více exponovaných oblastech, vyčíslení externích nákladů a jejich postupné převedení na majitele a provozovatele vozidel, apod.).

Složení a míra emisí závisí především na dopravní intenzitě, množství a složení pohonných hmot, typu a funkčním stavu motoru a režimu jízdy. Odhaduje se, že emise z motorové dopravy jsou ve městě a ve velkých obytných aglomeracích 10 násobné oproti emisím vzniklých z jiných zdrojů (průmysl, topení) a dokonce 100 násobné oproti jiným emisím v oblastech mimo město. Výfukové plyny motorových vozidel obsahují stovky chemických látek v různých koncentracích, s různými účinky na zdraví člověka.

Velmi sledovanou oblastí, v důsledku zvyšujících se koncentrací v životním prostředí se stávají pevné částice (PM), především jejich nejmenší frakce, jejichž nezanedbatelným zdrojem je také silniční doprava. Nebezpečnost těchto částic nespočívá jen v jejich mechanických vlastnostech, ale především v obsahu rizikových organických nebo anorganických škodlivin. Dlouhodobé vystavení účinkům PM zkracuje očekávanou délku života vlivem onemocnění srdce a plicními chorobami, nezanedbatelné jsou i změny v imunitním systému člověka.

Zatímco biologické účinky a zdravotní rizika plyných škodlivin (např. NO_x , CO, SO_2) jsou na základě jejich nebezpečnosti (tj. závislosti dávka – odpověď) a vcelku snadného zjištění expozičních koncentrací dobře definovatelné, aplikace tohoto přístupu není pro PM nejvhodnější, poněvadž stejná koncentrace částic na dvou různých lokalitách nemusí představovat stejné riziko vzhledem k často velmi odlišnému chemickému složení škodlivin na ně vázaných. Ohroženi jsou především lidé s oslabeným imunitním systémem, astmatici, kardiaci a děti, které inhalují výfukové plyny téměř „přímo“ z výfuků. S produkcí emisí je přímo spojeno téměř 135 000 astmatických záchvatů a 300 000 záchvatů bronchitidy u dětí mladších 15 let oproti 25 000 záchvatům bronchitidy u dospělých starších 25 let. Podle různých zdrojů na následky znečištění ovzduší zemře v Evropě ročně 102 000 – 368 000 lidí, z toho 36 000 – 129 000 úmrtí může být vnímáno jako důsledek dlouhodobé expozice vůči znečištění způsobeném dopravou v evropských městech. Z toho ještě přibližně 35 % úmrtí může být přímo vztaženo ke znečištění pevnými částicemi.

Podle nejnovějších průzkumů provedených Evropskou unií (EU) zemře v celé unii na nemoci související se znečištěním ovzduší ročně 310 000 lidí a jemný prach v průměru snižuje délku života každého Evropana o devět měsíců. Jen v Německu to je 65 000 úmrtí ročně. Znečištění ovzduší má na svědomí přibližně 7 krát více životů než dopravní nehody na evropských silnicích, při kterých zemře přibližně „jen“ 45 tisíc lidí ročně. Aktuálnost zájmu o tuto problematiku a hledání řešení v ČR dokládá skutečnost, že na základě hodnocení kvality ovzduší žije v současnosti v oblastech, kde limity pro PM_{10} jsou překračovány více než 25 % české populace. Nezanedbatelným zdrojem PM v ovzduší je také regionální a dálkový transport, který může ovlivnit koncentrace těchto částic a tím i zkreslit podíl dopravy na celkovém znečištění. Z tohoto důvodu je nutné studovat podrobně fyzikální a chemické vlastnosti částic emitovaných z dopravy a metody jejich identifikace. Poznatky o škodlivých účincích získané z velkého množství epidemiologických i toxikologických studií i o celkové expozici lidí těmto částicím odstartovaly aktivity s cílem snížení koncentrací částic v ovzduší.



Obrázek 2: Distribuce PM v plicích

Zdroj: upraveno dle US EPA, www.epa.gov

Mezi další škodliviny, negativně ovlivňující zdraví člověka a mající i původ v dopravě, patří polyaromatické uhlovodíky (PAU), které jsou skupinou organických látek vznikajících během nedokonalého spalování fosilních paliv. Zplodiny dieselových motorů obsahují sice nižší koncentrace některých plyných emisí (NO_2 , SO_2), ale naopak produkují vyšší koncentrace pevných částic (PM) na kterých je vázána celá řada škodlivin, z nichž nejzávažnějším patří i PAU. Ty jsou absorbovány v plicích a trávicím ústrojí a metabolizovány cestou polyfunkčního systému oxidáz. Mnohé z nich jsou mutagenní a karcinogenní (Adamec, V. a kol., 2007).

Tabulka 4: Škodliviny a jejich působení na organismus (Adamec, V. a kol., 2007)

škodlivina	vliv na zdraví
NO _x	mírné až těžké záněty průdušek či plic (bronchitida, bronchopneumonie až akutní plicní edém)
SO ₂	dýchací potíže, změny plicní kapacity a plicních funkcí
CO ₂	ztráta vědomí a smrt
CO	blokuje okysličení krve v plicích (tvorba karboxyhemoglobinu), poruchy srdce, mozku, zrakové a sluchové potíže, žaludeční nevolnost, bolesti břicha a bezvědomí
Pb	poškození nervového systému a tvorby hemoglobinu
Benzen	poškození nervového systému, jater, imunity, dýchacích cest, leukémie
Aldehydy	poruchy dýchání, dráždivé účinky sliznice (nos, oči), astma, kožní alergie, rakovina, leukémie
PAU	mnohé sloučeniny z této skupiny mají mutagenní a karcinogenní účinky
PM	nebezpečí závisí na tom jaká nebezpečná látka je na tyto pevné částice vázána – např. těžké kovy, PAU

: VYUŽITÍ VE VÝUCE

DOPRAVNÍ GRAMOTNOST A ENVIRONMENTÁLNÍ VÝCHOVA V OBLASTI DOPRAVY

Pro zvládnutí základních dovedností pohybu v dopravním prostoru a samostatného cestování zavádíme pojem **dopravní gramotnost**. Dopravní gramotnost se týká všech druhů dopravy. U dětí se vztahuje především k těmto dovednostem (v závorkách na konci jsou návrhy na začlenění do jednotlivých vzdělávacích oblastí respektive oborů):

- **pěší doprava:** samostatná orientace v městském i mimoměstském prostoru (s mapou i bez mapy), bezpečné přecházení komunikací (zeměpis, prvouka),
- **cyklistická doprava:** bezpečná jízda na kole v městském i mimoměstském prostoru (tělesná výchova, dopravní výchova),
- **veřejná doprava:** samostatné cestování veřejnou dopravou (MHD, autobus, vlak) včetně výběru vhodné trasy a orientace v jízdních řádech ve městě i mimo něj (prvouka, zeměpis, vlastivěda, školní výlety),
- **doprava obecně:** osvojení návyků efektivního výběru dopravy při zohlednění aspektů času, nákladů, bezpečnosti a environmentální zátěže (průřezové téma).

Dopravní gramotnost má úzký vztah k environmentální výchově v oblasti dopravy právě ve své praktické složce a právě u dětí. Děti jsou při samostatném pohybu odkázány na ekologicky šetrné způsoby dopravy. Ostatní využívají pouze v doprovodu dospělých (automobilová doprava, letecká doprava). Je důležité, aby se již v poměrně raném věku začal budovat pevný postoj, zohledňující při volbě způsobu dopravy všechny důležité aspekty včetně environmentálního. Aspekt bezpečnostní má pokryt tzv. dopravní výchova, jako součást vzdělávacího procesu. Za ideální je považováno rozšíření dopravní výchovy tak, aby pokrývala celou škálu dopravní gramotnosti.

: VYBRANÉ OBLASTI VHODNÉ PRO ZAČLENĚNÍ PROBLEMATIKY DO VÝUKY

Pro účely začlenění problematiky do učiva je vhodné využití čtyř stěžejních oblastí:

Člověk a společnost (Dějepis, Výchova k občanství)

Člověk a příroda (Fyzika, Chemie, Přírodopis, Zeměpis)

Umění a kultura (Hudební výchova, Výtvarná výchova a Dramatická výchova)

Člověk a zdraví (Výchova ke zdraví, Tělesná výchova a Zdravotní tělesná výchova)

Právě v těchto oblastech je začlenění učiva nejvhodnější a nejefektivnější. Využití pracovních listů je možné převážně v přírodovědně zaměřených předmětech. Všechna témata je vhodné začlenit do průřezového tématu environmentální výchova.

Téma týkající se environmentálních dopadů dopravy je možné zařadit do výuky v tématech: ekologie, biologie, chemie, zeměpisu, člověk a zdraví, výchova ke zdraví, člověk a příroda.

Téma týkající se chemických škodlivin a jejich hodnocení jsou zaměřena převážně na klasifikaci chemických látek, je tedy vhodné zařadit je do výuky chemie.

Téma zaměřené na využití alternativních paliv je možné začlenit do výuky chemie, geologie, biologie a ekologie.

Téma týkající se zdravotních rizik je vhodné zařadit do výuky předmětů člověk a zdraví, výchova ke zdraví, chemie.

Téma týkající se hlukové zátěže z dopravy v životním prostředí je vhodné zařadit v rámci ekologické výuky, udržitelnosti dopravy, ochrany lidského zdraví. Vhodné se jeví předměty fyzika, člověk a zdraví, ekologie.

B :

PROJEKTY BADATELSKY ORIENTOVANÉ VÝUKY

Znečištění ovzduší

1. Voda v našem životě
2. Ovzduší – meteorologie
3. Co můžeme zjistit o přírodě kolem nás?

Hluk z dopravy

1. Varianta a – Zdokumentování umístění protihlukových stěn (nízkohlučných asfaltů či nadúrovňových opatření (mostů) ve městě, kde žiji.
Varianta b – Zdokumentování umístění protihlukových stěn (nízkohlučných asfaltů či nadúrovňových opatření (mostů) ve městě, kde žiji.
2. Varianta a – Akční plány a jejich praktické využití
Varianta b – Měření hluku před a za protihlukovou stěnou nebo v místě silně exponovaném hlukové emisi s možným podáním návrhu na její řešení.
3. Varianta a – Princip šíření hluku za různých meteorologických podmínek – za slunečného počasí
Varianta b – Princip šíření hluku za různých meteorologických podmínek – za deště

Metodika badatelsky orientované výuky je výstupem klíčové aktivity projektu KA3 – Vzdělávání popularizátorů vědy z řad pedagogů ZŠ a SŠ na pracovištích CDV.

Konkrétním námětem pro práci s žáky a studenty je projekt badatelsky orientované výuky, který přináší návrh aktivit dlouhodobějšího charakteru s výraznými prvky badatelské a odborné činnosti. Projekty mohou být upraveny podle možností jednotlivých škol. Syllabus Zdravotní rizika dopravy a možnost jejich snižování nabízí základní metodickou oporu pedagogům ZŠ a SŠ.

B ● **BADATELSKY ORIENTO VANÁ VÝUKA – 1 (SŠ)**

VODA V NAŠEM ŽIVOTĚ

: CÍL

Naučit studenty pomocí experimentů a literatury chemické a fyzikální vlastnosti vody, výsledky zaznamenat do laboratorního deníku a zpracovat výukové materiály o těchto vlastnostech nebo prezentaci v Power pointu.

Pomocí experimentů zjistit přibližný obsah vody ve vybraných potravinách (mořská ryba – filé z tresky, mléko, mražená zelenina), přepočítat a porovnat s uvedeným obsahem na etiketu.

Pomocí experimentu zjistit jak dlouho vydrží vybraná rostlina bez vody, s vhodným množstvím vody a nadměrným množstvím vody, vypracovat studii.

Seznámit studenty se zdroji pitné i povrchové vody v okolí na základě exkurze do vodárny, zmapovat okolí teoreticky i prakticky (výlety), vytvořit vlastní mapu.

Seznámit studenty s využitelností vody v lidském životě na základě samostudia literatury, internetu, exkurze do jaderné elektrárny Dukovany, připravit referát.

Seznámit studenty s koloběhem vody v přírodě se zaměřením na ekologii a ochranu vodních toků, vytvořit Power pointovou prezentaci.

: METODY VÝUKY

Během projektové výuky budou použity tyto metody výuky: Metody názorně demonstrační a praktické (pozorování, předvádění, projekce, laboratorní činnosti studentů – praktická výuka v laboratoři, Power pointové prezentace), metody slovní (monologické metody – referát, přednáška, dialogické metody – diskuse, metody práce s textem – učebnice chemie, internet), metody samostatné práce studentů (zpracování laboratorních deníků, výukových materiálů, referátů a prezentací), metody sdělovací (přednáška při exkurzi, přednáška ve škole), metody badatelské (práce v laboratoři a s mapou).

: POMŮCKY

Protože se jedná o rozsáhlejší projekt, který je naplánován na 17 vyučovacích hodin, je nárok na pomůcky a vybavenost učeben vyšší. Je nezbytná učebna chemie se základním vybavením (Petriho misky, kádinky plastové a skleněné, ochranné pomůcky, kahan, skalice modrá nebo volně prodejná sada Krystaly, teploměr, mrazicí box, odměrný válec, žihací kruh, azbestová síťka, zápalky, niť, destilovaná voda, minerální voda, kleště, vzorky potravin, rostlina, konev, květináče, sůl, cukr krystal, olej).

Učebna vybavená počítači pro možné samostudium literatury a vytvoření Power pointových prezentací a referátů, učebnice chemie.

K zapisování použijí studenti sešity, které využijí i jako laboratorní deník. K výrobě mapy je zapotřebí plakát, barevné papíry, psací potřeby, malířské potřeby, lepidlo.

Výlet po okolí a exkurze do vodárny a atomové elektrárny zajistí učitel chemie. Na vytvoření mapy a zmapování zdrojů vody v okolí se bude podílet i učitel zeměpisu, koloběh vody v přírodě bude probrán v ekologii či biologii, učitel biologie zajistí vhodné rostliny pro pokusy s nimi.

: TYPOLOGIE PROJEKTU

Jde o projekt dlouhodobý. Délka projektu: 16 vyučovacích hodin. Počet zúčastněných: třída 25 – 30 žáků, rozdělí se do skupin po max. pěti členech.

Kombinovaný (místo realizace: škola, doma, exkurze, výlet). Vícepředmětový (chemie, biologie, ekologie, zeměpis, popřípadě matematika).

Ročník: 1.–4. – s ohledem na probíranou látku

Vyučovací předmět: chemie, ekologie, biologie, zeměpis, matematika.

ČASOVÝ HARMONOGRAM

1. hodina: samostudium, teoretická příprava v počítačové učebně, jednotlivé skupiny pracují na svém tématu,

2. hodina: praktická výuka v laboratořích ve skupinách, umístění rostlin a zahájení experimentu s nimi

3.–4. hodina: exkurze do vodárny

5. hodina: přednes referátů jednotlivých skupin o exkurzi do vodárny

6. hodina: Power pointové prezentace jednotlivých skupin o poznacích získaných 1. a 2. hodinu

7. hodina: samostudium, teoretická příprava na výlet a zmapování okolí, každá skupina hledá jiné zdroje

8. hodina: výlet do okolí, jde celá třída

9. hodina: výroba mapy s vyznačenými zdroji vody

10.–11. hodina: exkurze do jaderné elektrárny

12. hodina: referáty z exkurze do jaderné elektrárny, připraví si jednotlivé skupiny

13. hodina: vyhodnocení experimentu s rostlinou, vytvoření studie, odevzdání a kontrola pracovních listů z experimentální hodiny, jednotlivé skupiny

14. hodina: krátký úvod do problému koloběhu vody – zajistí učitel, samostudium o koloběhu vody v přírodě, ekologii atd., pracují jednotlivé skupiny

15. hodina: Power pointové prezentace na téma 14. hodiny, prezentují jednotlivé skupiny

16. hodina: vyvěšení mapy, distribuce pracovních listů mezi spolužáky, ukončení projektu, hodnocení

: ORGANIZACE

Výuka ve škole bude probíhat ve třídě nebo chemické učebně. Studenti budou pracovat ve skupinách. Doma pracují samostatně, své poznatky stále konzultují s ostatními členy skupiny. Exkurze a výlet probíhají hromadně.

Harmonogram výuky na téma voda v našem životě

1. hodina:

- skupina 1: fyzikální vlastnosti vody
- skupina 2: chemické vlastnosti vody
- skupina 3: krystaly a jejich tvorba
- skupina 4: obsah vody v různých živých organismech
- skupina 5: různé druhy vody (minerální, destilovaná, těžká, tritiová, pitná atd.)

2. hodina: umístění rostlin pro experiment, pověření vybraných žáků o jejich péči a zaznamenávání výsledků pozorování (tři žáci, každý má jednu rostlinu, zalévá dle pokynů po dobu dvou týdnů a zaznamenává změnu stavu rostliny)

Rozdělení do skupin podle první hodiny. Každá skupina pracuje podle návodu, provádí své experimenty za pomoci učitele:

- skupina 1: zkoumá fyzikální vlastnosti (teplota varu, tuhnutí a tání)
- skupina 2: zkoumá chemické vlastnosti (měří pH a zkouší rozpustnost kuchyňské soli, cukru a oleje za studena a po zahřátí)
- skupina 3: se pokusí vytvořit krystaly skalice modré, popřípadě jiné krystaly z komerční sady „Krystaly“
- skupina 4: zkoumá obsah vody v rybím filé, zkaženém mléce a mražené zelenině
- skupina 5: zkoumá různé druhy vody (změří pH, zkusí zabarvení pH papírku, rozpustnost kuchyňské soli, experiment provádí s vodou pitnou z kohoutku, s vodou destilovanou a minerální)

Doma a ve škole zpracují jednotlivé skupiny výsledky svých teoretických a experimentálních poznatku do Power pointové prezentace,

3. hodina: exkurze do vodárny, odchází všichni společně ze školy, dopraví se MHD (městskou hromadnou dopravou) a společně se vrací do školy. Dozor zajistí učitel chemie, doma studenti vypracují krátký referát z exkurze

4. hodina: ve třídě vybavené počítačem a projektorem přednesou vybraní členové skupin krátký referát z exkurze, na závěr proběhne diskuze o exkurzi

5. hodina: ve třídě vybavené počítačem a projektorem přednesou vybraní členové jednotlivých skupin své poznatky získané 1. a 2. hodinu. Výsledky jsou připraveny v Power pointové prezentaci

6. hodina: ve třídě vybavené počítači pracuje každá skupina na zmapování okolí a hledání různých zdrojů vody

7. hodina: celá třída se za dozoru učitele chemie nebo učitele zeměpisu účastní výletu do okolí, kde hledá různé zdroje vody, učitel vypráví o vodě povrchové, podzemní, pitné, znečištěné, minerální, mořské atd.

8. hodina: ve třídě vyrábí všichni dohromady velkou mapu okolí školy barevnými papíry a psacími potřebami (např. i celého města či kraje) za pomoci učitele

: VÝSTUP A HODNOCENÍ

Výstupem je vytvoření prezentací v Power pointu a referátů jednotlivých skupin. Každá skupina je zaměřena na jiné téma o vodě a tyto své poznatky pomocí PowerPointové prezentace sdělí svým kolegům. Dalším výstupem jsou výukové listy, kde jsou stručně a jasně popsány získané experimentální hodnoty a poznatky a jednoduše zpracována teorie týkající se daného tématu. Po sjednocení všech výukových listů vznikne ucelený přehled týkající se tématu voda, který může být nadále užíván jako učební materiál v chemii. Posledním výstupem bude mapa, kterou žáci společně vytvoří a jejíž pověšení ve třídě bude slavnostně provedeno na závěr projektu.

Hodnoceny jsou jednotlivé prezentace, za které zodpovídá vedoucí skupiny, také i zpracování výukových listů. Po exkurzích a výletech studenti zpracovávají referáty, které pak přednesou a vyvěsí na nástěnku.

Hodnocení bude pouze slovní, případně nejlépe ohodnocená skupina získá ohodnocení „výborný“ a ev. drobnou cenu.

: POPIS REALIZACE

Téma je velmi obsáhlé a je plánováno na 16 hodin. Na jeho realizaci je zapotřebí i spolupráce s učiteli ekologie, biologie a zeměpisu, kteří by ve svých hodinách zajistili dané dílčí úkoly a napomohli s organizací exkurzí. Výlet do přírody a exkurze do jaderné elektrárny či vodáren je přínosem nejen z pohledu chemie ale i z pohledu ekologického či přírodopisného. Experimentální výuku v chemické učebně povede učitel chemie, teoretické zpracování doma nebo ve třídě žáci provádí sami ve skupinách, kdy každá skupina si zvolí svého vedoucího, který zodpovídá za splnění úkolů a prezentaci výsledků, popřípadě rozdělí práci jednotlivým členům. Učitel působí pouze jako poradce a dozor.

: ZÁVĚR

I přes náročnost projektu a některá jeho úskalí, je velmi vhodný pro studenty středních škol. Na zdánlivě jednoduchém tématu se mohou naučit spoustu nových věcí, které na první pohled ani s předmětem chemie nesouvisí. Jedním z cílů je však propojit mezipředmětové vztahy a naučit studenty dívat se na dané téma i z jiného pohledu. Komplexně je tedy zasvětit do daného tématu voda a vytvořit jim představu, co nám tato látka nabízí nejen z pohledu chemického, ale komplexně z pohledu lidského. Vzniklé PowerPointové prezentace a výukové listy mohou být nadále učitelem využity při výkladu látky dalším třídám a k samostudiu doma popřípadě využity v některých volnočasových kroužcích zaměřených na přírodní vědy.

B ● **BADATELSKY ORIENTOVANÁ VÝUKA – 2 (SŠ)**

OVZDUŠÍ – METEOROLOGIE

: CÍL

Naučit studenty pomocí experimentů a literatury sledovat meteorologické podmínky a vyhodnotit situaci ve sledovaném období, stanovit průměrnou denní teplotu, stav oblačnosti, větru a vlhkosti. Experiment lze provádět v průběhu celého školního roku a na závěr porovnat mezi sebou jednotlivá roční období. Výsledky zaznamenat do laboratorního deníku a zpracovat poster nebo prezentaci v Power pointu.

Pomocí experimentů zjistit průměrnou denní, týdenní a měsíční teplotu. Porovnat jednotlivé měsíce, roční období. Současně je možné sledovat vlhkost vzduchu.

Pomocí experimentu zjistit směr větru, odhadnout jeho intenzitu. V internetových zdrojích sledovat intenzitu větru na různých místech, na konci monitorovacího období udělat roční průměr a zaznamenat do mapy. Vyhodnotit, kde je v České republice nejméně větrné místo.

Seznámit studenty s institucemi v okolí, které sledují meteorologické podmínky a vysvětlit, jak a kdy se dané ukazatele sledují. Možnost domluvy exkurze do meteorologické stanice v okolí (v Brně např. do Českého hydrometeorologického ústavu, či domluvit odbornou přednášku s některým z odborníků z ústavu).

Seznámit studenty (možnost i samostudia) o měření škodlivin v ovzduší. Mohou si na základě samostudia zjistit, které škodliviny a jak se sledují, které jsou limitované zákonem a vytvořit referát a předat poznatky ostatním studentům. Na internetových stránkách ČHMU mohou sledovat kvalitu ovzduší každý den a mohou provést vyhodnocení situace za určené období v určité lokalitě. Mohou vytvořit mapu, kde zaznamenají např., na kterém místě bylo který měsíc nejvíce znečištěno ovzduší. Varianta vhodná pro práci ve skupinách, každá skupina má na starosti některé téma (jiné území ČR, jiné škodliviny atd.).

Na konci školního roku studenti prezentují své pozorování pomocí posteru, referátu a Power pointové prezentace. Je možné uspořádat malou třídní konferenci.

: METODY VÝUKY

Během projektové výuky jsou použity tyto metody výuky: Metody názorně demonstrační a praktické (pozorování, předvádění, projekce, laboratorní činnosti studentů – praktická výuka ve třídě, Power pointové prezentace), metody slovní (monologické metody – referát, přednáška, dialogické metody – diskuse, metody práce s textem – učebnice, knihy, internet), metody samostatné práce studentů (zpracování laboratorních deníků, výukových materiálů, referátů a prezentací), metody sdělovací (přednáška při exkurzi, přednáška ve škole), metody badatelské (práce s teploměrem, vlhkoměrem a s mapou).

: POMŮCKY

Přestože se jedná o rozsáhlejší projekt, který je naplánován průběžně na celý školní rok, je nárok na pomůcky a vybavenost učeben nižší. Pro realizaci projektu stačí běžná třída a učebna vybavená počítači pro možné samostudium literatury a vytvoření Power pointových prezentací a referátů, učebnice chemie, fyziky a matematiky.

K zapisování použijí studenti sešity, pro experimentální část jej využijí jako laboratorní deník. Pro zpracování výsledků a sledování internetových zdrojů je nezbytný počítač.

Pro sledování teploty vzduchu je zapotřebí mít k dispozici teploměr (umístěný venku) a to jak doma tak i ve škole. Pro sledování směru věru je nutné připevnit na vybraná místa látkové či igelitové vlaječky a studenty vybavit buzolou. Pro sledování vlhkosti je dobré mít alespoň jeden teploměr vybavený vlhkoměrem.

: TYPOLOGIE PROJEKTU

Jde o projekt dlouhodobý (délka projektu: průběžně celý školní rok) pro větší počet žáků (počet zúčastněných: třída 25–30 žáků, rozdělí se do skupin po max. pěti členech), kombinovaný (místo realizace: škola, doma, exkurze), více předmětový (chemie, biologie, ekologie, zeměpis, popřípadě matematika)

: UPLATNĚNÍ PROJEKTU

V 1.–4. ročníku SŠ – s ohledem na probíranou látku.

Vyučovací předmět: chemie, ekologie, biologie, zeměpis, matematika.

Časové rozložení

- V případě toho projektu nebude práce rozepsána do jednotlivých hodin.
- Na začátku školního roku utvoří třída skupinky a v každé skupince si rozdělí role.
- Dva žáci budou měřiči teploty vzduchu a vlhkosti. Jeden až dva žáci sledují povětrnostní situaci a jeden žák je vedoucím skupiny.

Měření teploty: Ve zvolených intervalech (např. ráno ihned po příchodu do školy, v poledne, v 15 hod. a večer v 21 hod.) změří a zapíší žáci teplotu. Zapisují si i datum a přesný čas. Toto provádí denně po dobu určení-realizaci projektu. Na závěr projektu spočítají každý den průměrnou denní teplotu, poté rozepíší teploty podle měsíců a ročních období a do mapy zanesou nejvyšší a nejnižší teplotu v dané lokalitě za rok. Na internetových stránkách zjistí průměrné teploty i pro jiné lokality (Praha, jižní Čechy, severní Morava, atd. a tyto si také zapisují). Na konci projektu vyhodnotí a zakreslí do mapy místo s nejnižší a nejvyšší roční průměrnou teplotou. Současně vyhodnotí, který den naměřili nejvyšší a nejnižší vlhkost vzduchu.

Měření směru větru a síly větru: žáci si na školním dvoře nebo doma nebo v parku instalují na větev, tyč či jiné zařízení, vlajku. Každý den nejlépe dvakrát (ráno a odpoledne) sledují s pomocí buzoly směr vlaječky a podle plápolání určí sílu větru (hodnotí slovně – popisem, nebo si sami vytvoří stupnici hodnocení). Vše zapisují do deníku: datum, čas, směr, sílu. Na závěr projektu vyhodnotí nejvíce větrné období a zapíší do mapy. Na internetových stránkách sledují povětrnostní podmínky každý den, údaje zapisují pro různé lokality (vybrané) a na konci projektu zapíší do mapy nejvíce větrnou lokalitu v české republice.

Všichni studenti skupiny sledují znečištění ovzduší na internetových stránkách daný den a na vybrané lokalitě a na závěr projektu popíší formou referátu a posteru danou lokalitu z hlediska přírodovědného, meteorologického, zeměpisného atd. Současně si mohou ve skupině určit, kdo jakou škodlivinu bude sledovat. Sledování lze provádět na internetových stránkách českého hydrometeorologického ústavu.

Jednou za měsíc by měl učitel zkontrolovat, jak skupiny pracují, měl by jim poskytnout radu a pomoc při vyhodnocení. Stačí na úvod vyučovací hodiny vyčlenit čas pro projekty. A na závěr školního roku uspořádat třídní konferenci s referáty, postery a prezentacemi.

: VÝSTUP A HODNOCENÍ

Výstupem je vytvoření prezentací v Power pointu, posteru a referátů jednotlivých skupin. Každá skupina je zaměřena na sledování teploty a směru a intenzity větru, tyto své poznatky pomocí Power pointové prezentace sdělí svým kolegům. Dalším výstupem jsou referáty o znečištění ovzduší (každá skupina se zaměří na jinou lokalitu, popřípadě jinou sledovanou škodlivinu), postery, které studenti umísí ve třídě. Mohou si udělat v jedné ze závěrečných vyučovacích hodin konferenci, kde se prezentují výsledky získané za celý školní rok. Práci ve skupině si studenti rozdělí dle vlastního uvážení. Dva studenti jsou určeni na měření a zaznamenávání teploty vzduchu, dva na sledování povětrnostních podmínek a jeden – vedoucí skupiny je koordinátorem projektu. Posledním výstupem je mapa, kterou žáci společně vytvoří a prezentují třídnímu kolektivu jako celek. V mapě jsou zaznamenána místa s největší povětrností za celý rok, místa s nejvíce znečištěným ovzduším a místa s nejvyšší (nejnižší) průměrnou teplotou. Tuto mapu postupně vytváří celá třída po celý školní rok.

Hodnoceny budou jednotlivé prezentace, za které bude zodpovídat vedoucí skupiny, také i zpracování posterů, referátů, vedení deníků, práce vedoucího skupiny, rozvržení projektu atd. Hodnocení bude pouze slovní.

: POPIS REALIZACE

Téma je velmi obsáhlé a je plánováno na celý školní rok. Na jeho realizaci je zapotřebí i spolupráce s učiteli ekologie, biologie a zeměpisu, kteří ve svých hodinách zajistí plnění daných dílčích úkolů a ev. pomohou s organizací exkurze. Teoretické zpracování doma nebo ve třídě budou žáci provádět sami ve skupinách, kdy každá skupina si zvolí svého vedoucího, který bude zodpovídat za splnění úkolů a prezentaci výsledků, popřípadě rozdělí práci jednotlivým členům. Učitel působí pouze jako poradce a dozor. Učitel zeměpisu či přírodopisu poskytne buzolu a naučí žáky s ní pracovat a vysvětlí umístění praporku a to jak mají žáci s praporkem pracovat. Učitel fyziky nebo chemie vysvětlí, jak mají studenti pracovat s teploměrem a jak mají daná data vyhodnotit. Učitel zeměpisu poskytne pomoc při tvorbě mapy. Společně učitelé naplánují a domluví exkurzi.

: ZÁVĚR

Projekt není na realizaci nijak náročný. Důležité je, dobře ve skupině rozvrhnout práci a dané výsledky dobře zpracovat. V jednodušší variantě – kratší doba pozorování, zaznamenávání pouze teploty a větru, je projekt vhodný i pro žáky základních škol. Na zdánlivě jednoduchém tématu se mohou naučit spoustu nových věcí, jedná se především o pravidelné odečítání a zaznamenávání dat (teploty), o jejich zpracování a také o práci s buzolou. Jedním z cílů je však propojit mezipředmětové vztahy a naučit studenty dívat se na dané téma i z různých úhlů pohledu. Komplexně je tedy zasvětit do daného tématu a vytvořit jim představu, co obnáší práce meteorologa. Vzniklé Power pointové prezentace a postery mohou být nadále učitelem využity při výkladu látky dalším třídám a k samostudiu doma, popřípadě využity v některých volnočasových kroužcích zaměřených na přírodní vědy.

B ● **BADATELSKY ORIENTO VANÁ VÝUKA – 3 (SŠ)** **CO MŮŽEME ZJISTIT O PŘÍRODĚ KOLEM NÁS?**

: CÍL

Naučit studenty pomocí experimentů a literatury zjistit co nejvíce informací o přírodě kolem nás. Student hodnotí vybranou lokalitu z pohledu chemického, fyzikálního, zeměpisného, biologického, dějepisného, ekologického.

V projektu nejsou přesně specifikovány konkrétní činnosti, jedná se spíše o návrh. Lze libovolně rozšiřovat, prohlubovat a konkretizovat dle časových možností třídy a toho, co očekáváme od projektu. Projekt lze uplatnit například na školním výletě či škole v přírodě. Studenti si předem nachystají o místě pobytu stručné informace, jako např. umístění lokality, zajímavé historické památky, přírodní a geologické útvary, chráněné stromy, atd. Připraví si referáty o dané lokalitě, vytvoří mapu, kde vyznačí zajímavá místa. Studenti vyšších ročníků ve skupinách mohou každý dostat za úkol vymyslet náplň konkrétního dne na výletě, vytvořit program, společně s učitelem nachystat aktivity, které se budou přímo dotýkat řešení projektu. Zda bude místo sledováno z pohledu přírodovědného nebo např. dějepisného, závisí na tom, v jakém předmětu je projekt realizován.

: DOPORUČENÉ METODY VÝUKY

Během projektové výuky budou použity tyto metody výuky: Metody názorně demonstrační a praktické (pozorování, předvádění, projekce, laboratorní činnosti studentů – praktická výuka ve třídě, Power pointové prezentace), metody slovní (monologické metody – referát, přednáška, dialogické metody – diskuse, metody práce s textem – učebnice, knihy, internet), metody samostatné práce studentů (zpracování laboratorních deníků, výukových materiálů, referátů a prezentací, map), metody sdělovací (přednáška, přednáška ve škole), metody badatelské (práce s teploměrem, pH metrem/pH papírkem a s mapou).

: POMŮCKY

Pro realizaci projektu stačí běžná třída a učebna vybavená počítači pro samostudium literatury a vytvoření Power pointových prezentací a referátů, učebnice chemie, fyziky a matematiky, zeměpisu.

K zapisování použijí studenti sešity, pro experimentální část jej využijí jako laboratorní deník. Pro zpracování výsledků a sledování internetových zdrojů je nezbytný počítač.

Pro sledování teploty je zapotřebí mít k dispozici volně přenosný teploměr a to jak doma tak i ve škole. Pro stanovení kyselosti či zásaditosti různých roztoků je nutné mít sadu pH papírků nebo digitální pH metr. Po odběr půd či vod je nutné mít vhodné nádoby. Pro sestavení mapy je doporučena GPS (stačí v mobilním telefonu) pro přesné zaznamenání polohy místa (památky, významného území, chráněného stromu atd.). Vhodné je mít k dispozici slovník, pokud například, chceme využít pobyt na výletě pro výuku cizího jazyka.

: TYPOLOGIE PROJEKTU

Projekt je flexibilní, otevřený a záleží na kreativitě učitele, jak dlouhodobý projekt bude, atd. Jedná se o návrh projektové výuky s širokým rozsahem využití. S možností různých obměn a s uplatněním ve velkém množství vyučovacích předmětů. Projekt může být krátkodobý i dlouhodobý, studenti mohou pracovat individuálně nebo ve skupinách, projekt je kombinovaný (místo realizace: škola, doma, exkurze, výlet), více předmětový (chemie, biologie, ekologie, zeměpis, matematika, dějepis atd.)

: UPLATNĚNÍ PROJEKTU

Typ školy: Gymnázia, střední průmyslové školy, střední odborné školy, druhý stupeň základní školy.

Ročník:

1. – 4. střední školy

7. – 9. základní školy

Vyučovací předmět: chemie, ekologie, biologie, zeměpis, matematika, dějepis, český jazyk, cizí jazyk, pracovní činnosti.

: ČASOVÉ ROZLOŽENÍ

V tomto projektu není práce rozepsána do jednotlivých hodin. Je dána variabilita podle místa a předmětů, kde je projekt řešen.

Pokud budeme uplatňovat projekt na školním výletě (škole v přírodě), je vhodné, aby už delší dobu před výletem byla třída rozdělena na skupiny. Každá skupina dostane za úkol nachystat jeden den výletu (ev. část dne). Např. jedna skupina připraví informaci o památkách v místě pobytu, druhá skupina popis krajiny, atd. Na výletě předá informaci o svých o poznatcích, např. formou prezentace, přednášky, besedy, apod.

Pokud je projekt uplatňován během celého školního roku, je vhodné například v chemii při výkladu kyselosti a zásaditosti aby si studenti donesli různé typy minerálních vod, šťáv a pracích prostředků z domácnosti, půd. Pomocí pH papírků (nebo pH metru) zjišťují jejich pH.

Podobně se může pracovat ve fyzice při výkladu o měření teploty. Naměřené teploty pak zpracují žáci statisticky v matematice.

V cizím jazyce žáci zpracují referát o vybrané lokalitě, nebo seznam slovíček o přírodě atd. Podobně pracujeme i v jazyce českém. V biologii lze vybranou lokalitu popsat podle zastoupení rostlin či zvířat. Jednotlivé druhy charakterizovat a formou referátu či posteru zpracovat. V propojení se zeměpisem můžeme danou lokalitu zmapovat tak, jak to bývá např. v turistických původcích či různých informačních brožurách. Studenti mohou i na závěr takovou brožuru vytvořit či vytvořit poster s obrázky a fotkami a výsledky svého bádání. Formou hrou a zábavnou lze získat mnoho užitečných informací v různých předmětech výuky. Při realizaci projektu je doporučena spolupráce pedagogů z různých vyučovacích oblastí pro uvědomění si mezipředmětových vztahů.

: VÝSTUP A HODNOCENÍ

Výstupem je vytvoření prezentací v Power pointu, posteru a referátů jednotlivých skupin. V chemii například vytvoření protokolu, v biologii je výsledkem herbář, v zeměpise mapa, v českém jazyce poutavý plakát či informační brožura, atd.

: POPIS REALIZACE

Téma může být velmi obsáhlé a lze je plánovat na celý školní rok. Na realizaci je doporučena spolupráce s učiteli dalších předmětů, kteří by ve svých hodinách zajistili dané dílčí úkoly a napomohli s organizací výuky. Teoretické zpracování žáci provádí sami ve skupinách, kdy si každá skupina zvolí svého vedoucího, který bude zodpovídat za splnění úkolů a prezentaci výsledků, popřípadě rozdělí práci jednotlivým členům. Učitel působí pouze jako poradce a dozor.

: ZÁVĚR

Projekt není na realizaci nijak náročný. Důležité je dobře ve skupině rozvrhnout práci a dané výsledky dobře zpracovat. Lze využít i jako doplnění k výuce, kdy se studentům může zadat domácí úkol pro šikovné a bádavé studenty, kteří vyhledají např. informace o místě zájmu. Výstupy z projektu jsou velice rozdílné. Záleží na kreativitě učitele, vedení a motivování studentů.

V badatelsky orientované výuce v oblasti Dopravního hluku si studenti sami provádějí výzkumnou činnost, a to ve variantě méně náročné a náročnější. Tyto jsou označeny jako varianta A a varianta B:

Varianta A – na počítačích, při zadání vstupních podmínek, ve třídách.

Varianta B – přímo v terénu, v reálných podmínkách, kdy se studenti velmi přiblíží skutečné výzkumné práci.

Své výsledky prezentují ve výuce, srovnávají se zjištěními spolužáků a společně definují závěry.

Studenti si kladou otázky, promýšlejí postup, provádějí výzkum a formulují výsledky.

Pro práci na projektech BOV z oblasti hluku je důležité mít patřičné vybavení. Vzhledem k předpokládanému rozšíření „smartphonů“ mezi žáky a studenty je vhodné je využít v rámci experimentů. Proto je zde uveden následující návod k bezpečnému stažení vhodné aplikace. Používání aplikace je dobrovolné a závisí na vlastním uvážení žáka, resp. na písemném souhlasu rodičů s použitím mobilního telefonu.

NÁVOD K POUŽITÍ APLIKACE „HLUKOMĚR“ NA MOBILNÍCH TELEFONECH PRO VŠECHNY ÚKOLY MĚŘENÍ

Stažení aplikace „soundmetr“ nebo zvukoměr. Doporučení pro stahování:

Před stažením je vhodné zamezit placeným službám dle návodu uvedeného níže:

Postup pro bezpečné stažení aplikace:

V aplikaci Obchod Google Play můžete použít ochranu heslem, abyste předešli náhodným nebo neúmyslným nákupům prostřednictvím mobilního telefonu.

V některých zařízeních je ochrana heslem zapnuta ve výchozím nastavení. Pokud je ochrana heslem vypnuta, můžete ji zapnout následovně:

1. Spustíte aplikaci Obchod Google Play
2. Klepněte na ikonu Obchod Play > Nastavení.
3. V sekci Uživatelské ovládací prvky klepněte na: „Požadovat při nákupu heslo“.
4. Zvolte nastavení hesla:
5. Pro všechny nákupy
6. Každých 30 minut
7. Nikdy
8. Zadejte svoje heslo.

NÁVOD NA MĚŘENÍ HLUKU HLUKOMĚREM NA MOBILNÍM TELEFONU – PRO VŠECHNA MĚŘENÍ

Mobil s aplikací hlukoměru musí být umístěn ideálně na stativu (lze využít běžně dostupný např. od fotoaparátu). Pokud není stativ k dispozici, je možné umístit mobil na jakoukoliv podložku (zídku, krabici – ne plechovou). Hlukoměr musí být umístěn ve výšce přibližně 1,5 m nad zemí.

Mikrofon mobilu musí být natočen k měřenému zdroji.

V okolí hlukoměru by neměly být odrazivé plochy (jako jsou stěny, stojící auta v těsné blízkosti, ani jiné silnější zdroje hluku (tedy např. vedle nás by neměl pracovat např. bagr či sbíječka).

Student, měřící pomocí mobilního telefonu, musí na místě měření zachovávat tyto podmínky:

1. Stát potichu (nerušit měření pohybem, nebo jakýmkoliv zvukem, který bude měření rušit vč. zvuků vydávaných oblečením, zakašláním, apod.).
2. Skupina žáků, která neprovádí měření, tiše stojí v pozdálí. Budou-li studenti v pozadí spolu hovořit, data na mobilu budou velmi kolísat a nebudou mít vypovídající hodnotu.

Smysl této podmínky si lze vyzkoušet i prakticky a předvést studentům následovně:

1. Mobil se umístí na stativ (bednu) mikrofonem směrem k měřenému objektu (silnici).
2. Student stojící u mobilu s hlukoměrem sleduje hodnoty na display (zapiše nejčastěji opakovanou hodnotu).
3. Student dá pokyn za ním stojící skupině studentů, ať v průběhu měření hluku spolu hovoří.
4. Změřenou nejčastěji se vyskytující hodnotu hlučnosti student zapiše.
5. S naměřenými hodnotami seznámí okolní studenty. Porovná s hodnotami, kdy studenti nehovořili.

DODRŽENÍ BEZPEČNOSTI PRÁCE

Pedagogický doprovod zajišťuje bezpečnost měřícího studenta i skupiny sledující měření.

B ● **BADATELSKY ORIENTO VANÁ VÝUKA – 4a (SŠ)** ● **ZDOKUMENTOVÁNÍ UMÍSTĚNÍ PROTIHLUKOVÝCH STĚN, NÍZKOHLUČNÝCH ASFALTŮ ČI NADÚROVNĚVÝCH OPATŘENÍ (MOSTŮ) VE MĚSTĚ, KDE ŽIJÍ**

: CÍL

Zjistit, zda jsou v místě, kde bydlím, jsou protihluková opatření. Vysvětlit jaký mají přínos pro snížení hluku. Seznámit se s typy protihlukových stěn.

: METODA VÝUKY

Skupinová práce. V každé skupině je alespoň jeden student, který má k dispozici chytrý telefon připravený s aplikací na měření hluku.

: VÝSTUP

Badatelská práce za reálných podmínek.

: POTŘEBY

Tužka a zápisník, hlukoměr na mobilu, fotoaparát, při GPS aplikace (některé mobily ji mají v základní výbavě). Případně stativ na upevnění mobilu pro měření, počítač, barevná tiskárna.

: ÚKOL

Zjistěte, zda jsou ve vašem městě provedena protihluková opatření. Pokud jsou, kde jsou umístěna.

Tento úkol lze plnit v každém městě (ve velkém i malém) je třeba jen dobře sledovat okolí. Protihlukové bariéry nejsou jen výsadou intenzivní dopravy ve velkých městech. Nacházejí se i na nadezděch či samotné nadezdědy mohou být protihlukovým opatřením.

Postup

1. Studenti se na internetu seznámí s tím, jak vypadají protihluková opatření.
2. Cestou domů (pěšky i z MHD) sledují okolí a objevují protihluková opatření.
3. Kdo má mobil nebo fotoaparát může pořídit fotografie míst s protihlukovým opatřením.

Studenti se pokusí popsat protihlukovou stěnu na základě vizuálního zjištění (např. z jakého materiálu je vyrobena (sklo, dřevo, cihly, má-li ve svrchní vrstvě perforovaný obal, či ne, její výšku a délku, změřit souřadnice GPS).

Formou Power pointové prezentace seznámit spolužáky se zjištěnými protihlukovými opatřeními ve městě (obci) kde žijí. Pokud protihluková opatření v městě či obci nejsou, prezentují poznatky z internetu, kde jsou protihlukové stěny nejčastěji vystavěny a jakou mají funkci.

: TYPY PROTIHLUKOVÝCH STĚN



Neprůhledná dřevo-kovová stěna



Neprůhledná betonová stěna



Protihlukový tunel nadúrovňový u města Vchynice



Neprůhledná stěna s perforovaným krytem



Průhledná stěna umístěná na nadjezdu

B ● **BADATELSKY ORIENTOVANÁ VÝUKA – 4b (SŠ)** ● **ZDOKUMENTOVÁNÍ UMÍSTĚNÍ PROTIHLUKOVÝCH STĚN, NÍZKOHLUČNÝCH ASFALTŮ ČI NADÚROVŇOVÝCH OPATŘENÍ (MOSTŮ) VE MĚSTĚ, KDE ŽIJÍ**

: CÍL

Protihluková opatření a jejich zdokumentování. Uvědomění si, jaký význam mají pro snížení hluku ve městech a obcích.

: VÝSTUP

Publikace

: POTŘEBY

Papíry velikosti A4, rychlovazač, fotografie míst z města (obce) s protihlukovými opatřeními, barevná tiskárna, počítač pro zpracování publikace

: VÝROBA PUBLIKACE

Studenti si ze svých fotografií míst s protihlukovými opatřeními, vyrobí „publikaci“ (či prezentaci) v jejich městě. Případně nafotografují protihlukové objekty na svých cestách, např. v zahraničí.

Popisky k fotografiím protihlukových označí popisem místa, GPS souřadnic, materiálu, ev. i popisem materiálu, ze kterého je protihluková stěna vystavěna.

B ● ● **BADATELSKY ORIENTOVANÁ VÝUKA – 5a (SŠ)** **AKČNÍ PLÁNY PRO SNIŽOVÁNÍ HLUKOVÉ ZÁTĚŽE** **A JEJICH PRAKTICKÉ VYUŽITÍ**

: CÍL

Najít na webu velkých měst Prahy Brna, Ostravy a Plzně Akční plány snižování hlukové zátěže, které jsou také na adrese Mapového portálu veřejné správy (CENIA), kde jsou v mapových úlohách umístěné všechny strategické hlukové mapy I. a II. etapy:

<http://geoportal.gov.cz/web/guest/map?wmc=http%3A//geoportal.gov.cz/php/wmc/data/501f896c-5218-4d14-b003-6670c0a80137.wmc&wmcaction=overwrite>

Studenti z Akčních plánů vypíší, jaká protihluková opatření vybrané město provedlo a v blízkosti čeho bylo provedeno (např. obytné zástavby).

Studenti na webu vyhledávají informace o nízkohlučných asfaltech. Tyto lze, mj., najít na webu (www.gasfalt.cz). Pokusí se vyvodit, proč se nízkohlučné asfalty využívají v místech, kde jsou položeny.

: VÝSTUP

Výstupem je prezentace výsledků práce vyhledávání na webových stránkách s popisem zjištěných skutečností: Kde a jaká protihluková opatření jsou realizována, jaká jsou nejčastější. Vypíší případně seznam úseků s nízkohlučným asfaltem, které jsou nejbližší jejich škole (bydlišti).

B ● **BADATELSKY ORIENTO VANÁ VÝUKA – 5b (SŠ)** ● **MĚŘENÍ HLUKU PŘED A ZA PROTIHLUKOVOU STĚNOU NEBO V MÍSTĚ SILNĚ EXPO NOVANÉM HLUKOVÉ EMISI S MOŽNÝM PODÁNÍM NÁVRHU NA JEJÍ ŘEŠENÍ**

: CÍL

1. Studenti si vyhledají místa ve svém městě (obci), kde jsou umístěny protihlukové stěny (mohou poprosit o spolupráci rodiče).
2. Studenti měří hluk hlukoměrem na mobilu a porovnávají hodnoty emise hluku za protihlukovou stěnou, valem či protihlukovým oknem (má-li je někdo v domě) a na úseku (před protihlukovým oknem), kde umístěna není.

: ZÁVĚR

1. Žáci při své práci mohou nalézt nové lokality, na kterých hluková expozice v průběhu dne je převyšující limitní hodnotu 60 dB.
2. Od badatelsky orientované činnosti k praktickému řešení situace:

Na základě svých zjištění mohou studenti upozornit orgány místní správy a samosprávy a doporučit odborné prověření lokalit s naměřenými nadlimitními hodnotami.

Řešení projektu BOV může mít dopad do veřejného sektoru při řešení nadlimitní hlukové situace v obci v bydlišti studenta.

B ● **BADATELSKY ORIENTOVANÁ VÝUKA – 6a (SŠ)**

PRINCIP ŠÍŘENÍ HLUKU ZA RŮZNÝCH METEOROLOGICKÝCH PODMÍNEK – SLUNEČNÉ POČASÍ

: CÍL

Orientačně zmapovat hluk, který prochází do tříd ze silnice v závislosti na meteorologických podmínkách. Nutná asistence pedagoga, který domluví vstup žáků do třídy ještě před otevřením školy, aby bylo zajištěno „ticho“ pro měření.

: POMŮCKY

Hlukoměry na mobilních zařízeních, tužka, papír, kalkulačka:

1. Studenti si pomocí svých zařízení zmapují hlukovou situaci ve třídách na stranách školy různě orientovaných k silnici.
2. Žáci provedou měření na své škole a pak mohou uspořádat setkání s žáky škol uvedených v projektu, na kterém budou své výsledky měření porovnávat.
3. Účelem je porovnat protihlukovou funkci oken instalovaných v budově.
Žáci provedou měření hlukoměry:
 - a) u otevřeného okna (dbát osobní bezpečnosti)
 - b) u zavřeného okna

Naměřená data žáci vyhodnotí následujícím způsobem:

1. Porovnájí rozdíly mezi jednotlivými patry jako celky:
2. Porovnájí rozdíly mezi množstvím hluku dopadajícího na jednotlivé strany fasády školy v jednotlivých patrech

Porovnájí množství hluku dopadajícího na jednotlivé strany fasády budovy.

- Levá strana školy: Naměřené hodnoty v 1., 2., 3. patře – rozdíly mezi patry jako celky.
- Pravá strana školy: Naměřené hodnoty v 1., 2., 3. patře. – rozdíly mezi patry jako celky.
- Vstupní strana školy: Naměřené hodnoty v 1., 2., 3. patře. – rozdíly mezi patry jako celky.
- Zadní strana školy: Naměřené hodnoty v 1., 2., 3. patře. – rozdíly mezi patry jako celky.

: VYHODNOCENÍ POKUSU

Žáci vyhodnotí naměřené hodnoty za jednotlivá stanoviště pomocí statistických veličin: průměr, medián, modus (popis statistického vyhodnocení je uveden v sylabu Zdravotní rizika).

Vyhodnocení hlukové zátěže:

1. v jednotlivých patrech.
2. pro jednotlivé strany školy.

: ZÁVĚR

Studenti porovnají naměřené hodnoty za různého počasí a zdůvodní, proč jsou naměřené hodnoty odlišné.

B ● ● **BADATELSKY ORIENTOVANÁ VÝUKA – 6b (SŠ)** **PRINCIP ŠÍŘENÍ HLUKU ZA RŮZNÝCH** **METEOROLOGICKÝCH PODMÍNEK – ZA DEŠTĚ**

: CÍL

Orientačně zmapovat hluk, který prochází do tříd ze silnice v závislosti na meteorologických podmínkách.

Nutná asistence pedagoga, který domluví vstup žáků do třídy ještě před otevřením školy, aby bylo zajištěno „ticho“ pro měření.

: POMŮCKY

Hlukoměry na mobilních zařízeních, tužka, papír, kalkulačka.

: DOPORUČENÍ

Měření musí proběhnout v době dopravních špiček, aby byly rozdíly hodnot zřejmé.

1. Studenti si pomocí svých zařízení zmapují hlukovou situaci ve třídách na stranách školy různě orientovaných k silnici.
2. Studenti provedou každý měření na své škole a pak uspořádají setkání, na kterém budou své výsledky měření porovnávat.

Naměřená data vyhodnotí:

- Levá strana školy: Naměřené hodnoty: 1., 2., 3., patro – rozdíly mezi patry jako celky
- Pravá strana školy: Naměřené hodnoty: 1., 2., 3., patro – rozdíly mezi patry jako celky
- Vstupní strana školy: Naměřené hodnoty v 1., 2., 3. patře. – rozdíly mezi patry jako celky
- Zadní strana školy: Naměřené hodnoty v 1., 2., 3. patře. – rozdíly mezi patry jako celky

: VYHODNOCENÍ POKUSU

Žáci vyhodnotí naměřené hodnoty za jednotlivá stanoviště pomocí statistických veličin: průměr, medián, modus (popis statistického vyhodnocení je uveden v sylabu Zdravotní rizika).

Vyhodnocení hlukové zátěže:

1. v jednotlivých patrech
2. pro jednotlivé strany školy
3. rozdíly v dopadu hluku z dopravy do školních učeben za různých meteorologických podmínek (slunečného i deštivého počasí).

: ZÁVĚR

Porovnání naměřených hodnot za různého počasí a zdůvodnění, proč jsou naměřené hodnoty odlišné.

B ● BADATELSKY ORIENTO VANÁ VÝUKA – 6 (SŠ)

VÝSLEDEK MAPOVÁNÍ ŠÍŘENÍ DOPRAVNÍHO HLUKU VE ŠKOLÁCH – PROTOKOL

: CÍL

Vytvoření jednoho protokolu z obou měření 6A, 6B.

Pomůcky:

Tužka, papír, kalkulačka, internetový mapový vyhledavač.

1. Studenti vyhodnotí hlukovou situaci ve třídách na stranách školy různě orientovaných k silnici.
2. Žáci provedou měření na své škole a pak mohou uspořádat setkání s žáky škol v městské části apod., na kterém budou své protokolované výsledky měření porovnávat a hledat vysvětlení pro svá data (vysvětlení je v BOV – Výsledky-Principy šíření hluku z různých meteorologických podmínek).

Měřená data:

Levá strana školy – 1., 2., 3. patro:

.....

Pravá strana školy – 1., 2., 3. patro:

.....

Vstupní strana školy – 1., 2., 3. patro:

.....

Zadní strana školy – 1., 2., 3. patro:

.....

Vyhodnocení pokusu:

1. Žáci vyhodnotí naměřené hodnoty za jednotlivá stanoviště pomocí statistických veličin: průměr, medián, modus. Popis statistického vyhodnocení je uveden v sylabu.
2. Vyhodnotí rozdíly mezi patry jako celky.

Vyhodnocení hlukové zátěže:

1. v jednotlivých patrech,
2. pro jednotlivé strany školy,
3. rozdíly v dopadu hluku z dopravy do školních učeben za různých meteorologických podmínek – slunečného i deštivého počasí.

Vysvětlení experimentu

Výsledky žáků by měly korespondovat s následujícími principy:

- Hluk se za deště nebo mlhavého počasí ohýbá směrem dolů.
- Za slunečného počasí se zvukové vlny šíří směrem nahoru.

Naměřené hodnoty by tento princip měly prověřit s očekávaným výsledkem následovně:

- Za slunečného počasí budou naměřené hodnoty hluku ve vyšších patrech větší.
- Za deště budou naměřené hodnoty ve spodních patrech budovy větší.

Několik faktorů, které mohou ovlivnit měření

Vegetace (vysoké stromy v blízkosti školy) např. rostoucí jen na některé straně školy. Může ovlivnit šíření hluku (utlumovat i zesilovat hluk vlivem odrazů).

Používat vždy stejná měřidla a neměnit si je během měření mezi sebou.

Hluk z dětského hřiště či z jiného zdroje v blízkosti školy (průmyslové provozovny), který svou intenzitou převyšuje hluk z dopravy.

Doporučení

Měření by nemělo probíhat za silného větru, který je může rovněž ovlivnit. Vítr totiž způsobuje nárazy na mikrofon hlukoměru (mobilu) šum, který převyšuje měřené hodnoty hluku z dopravy.

B :

METODICKÉ A PRACOVNÍ LISTY

SEZNAM LISTŮ PRO ZŠ

1. Stručný přehled o akustice
2. Působení hluku na člověka
3. Zdravotní rizika z dopravního hluku
4. Protihluková opatření
5. Město bez dopravního hluku?
6. Vliv dopravy na rostliny a živočichy
7. Vliv chemických škodlivin na člověka

Jedním z hlavních výstupů realizovaného projektu OPVK Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě jsou pracovní listy (PL) a metodiky pro práci s pracovními listy (ML, metodické listy). Metodické listy navazují na sylabus a BOV každého tématu.

Metodické listy obsahují metodický úvod k pracovním listům a podporují pedagoga před výukou i během výuky. Zobrazují vyznačené správné odpovědi. Nabízejí souvislost s jinými PL a možnost zakončení práce s PL formou diskuse se studenty, tedy pointu, účel a smysl dané aktivity. Jako podklad pro tuto diskusi doporučujeme sylaby pro jednotlivá témata.

Pracovní listy jsou zpracovány tak, aby byl dán prostor pro samostatnou práci žáků a studentů, pro ověření získaných znalostí, vědomostí a dovedností v každém okruhu témat.

Seznam použitých audio a video nahrávek:

č.	předmět ukázky	odkazy na text	zdroj
1	tradiční řecké hudební nástroje	ML/PL1 ZŠ a SŠ	www.youtube.com/watch?v=X474SdMVn3Y
2	zpěv ptactva	ML/PL1 ZŠ a SŠ	vlastní
3	L. van Beethoven: Óda na radost	ML/PL1 ZŠ a SŠ	www.youtube.com/watch?v=5OQw53KXdvY
4	dopravní hluk	ML/PL1, 2 a 3 ZŠ a SŠ	vlastní
5	emoční hluk	ML/PL1 ZŠ a SŠ	www.freesound.org
6	finská tradiční hudba – Loituma. Ievan polkka	ML/PL1 SŠ	www.dailymotion.com/video/x64uy4_loituma-levan-polkka-leva-s-polka_music
7	španělská tradiční hudba a tanec	ML/PL1 SŠ	www.youtube.com/watch?v=L61q_rH6q_0
8	zvuk letadla	ML/PL2 a 3 SŠ	vlastní
9	zvuk motoru automobilu	ML/PL3 SŠ	www.freesound.org

: METODIKA PRÁCE S PRACOVNÍMI LISTY PRO ZŠ

Pracovní listy jsou vytvořeny nejen v návaznosti na učivo základní školy, ale také pro uvědomění si mezipředmětových vazeb. Pracovní listy je tak možno využít nejen v předmětech, které danou problematiku přímo řeší, ale lze je využít i v předmětech na prohloubení znalostí a uvědomění si, že bez znalostí jednoho předmětu nemáme znalosti úplné a neumíme je tak zařadit do širšího kontextu. Např. s pracovním listem Zdravotní rizika - Hluk je možno pracovat ve fyzice, ale také v dějepise, přírodopisu případně i v hudební výchově. Záleží na pedagogovi, jak bude umět využít a zařadit pracovní list do výuky, resp. do kontextu mezipředmětových vztahů. Stejně tak jsou koncipovány i další pracovní listy. Toto je velkým přínosem pro osvětlení žákům, proč se učivem zabývají a jaké má souvislosti s dalšími nabytými vědomostmi.

MOŽNOSTI VYUŽITÍ VE VÝUCE ZŠ

Protože je doprava významnou součástí každodenního života člověka již od jeho raného dětství a je významným činitelem v utváření života společnosti, je vhodné hledat odpovědi, zda je této problematice věnována dostatečná pozornost při výchově a vzdělávání dětí a mládeže. Problematika dopravy je zapracována v Národním programu vzdělávání v České republice, v tzv. Bílé knize. Ta společně se zákonem č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon) zavádí do vzdělávací soustavy systém vzdělávacích programů. Vzdělávací programy jsou tedy tvořeny v rovině státního Národního vzdělávacího programu a Rámcovými vzdělávacími programy, dále na úrovni škol Školními vzdělávacími programy.

Na základním stupni vzdělávání v České republice je dopravní výchova zakotvena poměrně jasně v Rámcovém vzdělávacím programu základních škol. S problematikou dopravy by se žáci měli setkávat již na 1. stupni ve vzdělávací oblasti s širokým záběrem nazvané „Člověk a jeho svět“. Konkrétně v tematické oblasti „Místo, kde žijeme“ jsou žáci seznamováni například s dopravní sítí místní krajiny (RVP ZV, 2013, s. 35). Okruh „Člověk a jeho zdraví“ je věnován mimo jiné bezpečnosti dopravy, kdy se žáci mají naučit vnímat dopravní situaci, správně ji vyhodnotit a vyvodit odpovídající závěry pro své chování v roli chodce a cyklisty (RVP ZV, 2013, s. 36). Dopravní výchova prolíná také na 2. stupni základních škol vzdělávací oblastí „Člověk a zdraví“. Očekávaným výstupem v tematické oblasti „Výchova ke zdraví“ je například to, že žák projeví odpovědné chování v rizikových situacích silniční a železniční dopravy. Aktivně dokáže předejít situacím ohrožujícím zdraví a osobní bezpečí a v případě potřeby dokáže poskytnout adekvátní první pomoc (RVP ZV, 2013, s. 76). Okrajově dopravní výchova prolíná i tematickým oborem „Tělesná výchova“, jehož součástí je turistika a pohyb v přírodě, kdy se žáci při přesunu učí chování v dopravních prostředcích (RVP ZV, 2013, s. 79).

Téma udržitelné dopravy se tak může objevit v rámci průřezových předmětů

- oblast environmentální výchovy;
- oblast mediální výchovy;
- oblast multikulturní výchovy;
- oblast výchovy demokratického občana;
- oblast výchovy k myšlení v evropských a globálních souvislostech;
- oblast osobnostní a sociální výchovy a výchovy k sociálním dovednostem.

Krátké bloky v podobě pracovních listů je možné zařadit do výuky také v rámci základních vzdělávacích oborů

- jazyk a jazyková komunikace (český jazyk);
- matematika a její aplikace;
- informační a komunikační technologie;
- člověk a jeho svět;
- člověk a společnost (dějepis, výchova k občanství);
- člověk a příroda (fyzika, zeměpis, chemie, přírodopis);
- umění a kultura (hudební výchova, výtvarná výchova);
- člověk a zdraví (tělesná výchova, výchova ke zdraví);
- člověk a svět práce.

B ● METODICKÝ LIST – 1 (ZŠ)

● STRUČNÝ PŘEHLED O AKUSTICE

: CÍL

Popsat první zmínky o akustice ve starověku. Vysvětlit rozdíl mezi pojmy hluk a zvuk. Vysvětlit pojem emoční hluk a jeho využití. Dozvědět se, jak vzniká hluk. Znat základní definice a pojmy.

: TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Staří Řekové znali principy akustiky, což dokládají i stavby amfiteátrů ve starověkém Řecku, kdy hlasy herců stojící na podiu bylo slyšet až do výšky 11 metrů. Podle posledních výzkumů amfiteátry potlačovaly nízké frekvence zvuku, tedy minimalizovaly hlučnost obecenstva, a směrem nahoru k divákům se šířily převážně vysoké frekvence hlasů herců. Zároveň řady sedadel postavených z vápence odrážely zvukové vlny tak, že se šířily směrem nahoru bez ztráty akustické energie. K zesilování vysokých frekvencí (nad 500 dB) a potlačení frekvencí pod touto hranicí bylo dosaženo právě tvarem amfiteátru (Zdroj: Journal of the Acoustics Society of America).

Dalším potvrzujícím faktorem akustických znalostí řeckých učenců jsou starověké hudební nástroje. Video, ve kterém žáci shlédnou různé řecké hudební nástroje a zaposlouchají se do jejich zvuku, který je příjemný sluchu člověka, je dostupné na: <https://www.youtube.com/watch?v=X474SdMVn3Y>

Správné odpovědi jsou vždy vyznačeny tučným písmem.

: ÚKOL 1

Co je akustika? **Nauka o zvuku.**

Základy poznání v oblasti akustiky ve starověkém Řecku položili učenci **Pythagoras** a **Aristoteles**.

Staří Řekové znali principy akustiky, což dokládají stavby **amfiteátrů**, které sloužily k pořádání divadelních představení a slavností.

: ÚKOL 2

Byly také zachovány starověké hudební nástroje. Na základě video ukázky č. 1 přiřaď k obrázkům správné názvy starověkých hudebních nástrojů ze závorcky: (mandolína, tamburína, lyra, kanonaki)



lyra

mandolína

tamburína

kanonaki

: TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Pro následující akustické přednášky je nutné, aby žáci znali rozdíl mezi hlukem a zvukem: Zvuk je přírodním jevem vyskytujícím se kolem nás, zatímco hluk je každý nežádoucí zvuk nepříjemný sluchu člověka. Avšak každý člověk má jiné smyslové vnímání, tedy může se stát, že se žákova oblíbená zvuková hudební nahrávka, kterou si pouští hlasitě, jeho rodičům bude zdát jako „nesnesitelný hluk“. Hranice mezi zvukem a hlukem je tedy pojem relativní s ohledem na citlivost lidského sluchového aparátu.

Zvuk se šíří různým prostředím různou rychlostí a jeho tónové složky se mohou šířit různým směrem. Např.: chceme-li slyšet dobře basy, umístíme reproduktor na hluboké tóny pod stůl klidně i do rohu, kde se hluboké tóny budou šířit všemi směry rovnoměrně a ještě se budou zesilovat odrazem od stěny (tzv. bustr). Naopak vysoké tóny se šíří přímočaře, takže pro dobrý poslech je nutné umístit reproduktor vysokých tónů přímo proti posluchači.

Hluk je fenomén, který je všude přítomný a doprovází od nepaměti lidskou činnost. V současné době je to hluk z dopravy, který velmi intenzivně narůstá úměrně s narůstající délkou silniční sítě.

Po poslechu audio ukázky žáci vyberou, která z audio ukázek je ukázka hluku, a která je ukázka zvuku.

UKÁZKY ZVUKU:



Zpěv ptactva

Ukázka č. 2



Hudba

Ukázka č. 3

UKÁZKY HLUKU:



Dopravní hluk

Ukázka č. 4



Emoční hluk – vyvolává v člověku emoce (používají jej: sanitky, hasiči, policie)

Ukázka č. 5

: ÚKOL 3

Na základě audio ukázek č. 2–5 napiš podle pořadí, ve kterém jsi je slyšel, co je pro tebe zvuk a co je pro tebe hlukem. Vybranou možnost zakroužkuj:

- Zvuk je v ukázkách č. **2 a 3**.
- Hluk je v ukázkách č. **4 a 5**.

Zvuk je uchu **pocitově příjemný přírodní jev** (ukázky zvuku č. 2 a č. 3, ale je možné, že někteří žáci mohou specifikovat jako hluk i jinou nahrávku dle jejich pocitového vnímání. Lze s žáky diskutovat, které zvuky jsou příjemné a které naopak vadí).

: ÚKOL 4

Napiš, odkud může pocházet hluk: např. **z dopravy, (silniční, železniční a letecké) nebo z dalších zdrojů např.: z továren, diskotéky, fotbalového zápasu, ventilátorů a klimatizací na budovách domů, atd.**

: ÚKOL 5

Podtrhni správnou možnost ze závorek:

Zvuk vyskytující se kolem nás je (**přírozený** × uměle vytvořený člověkem).

Hluk u člověka vyvolává (příjemné × **nepříjemné**) sluchové pocity.

B : PRACOVNÍ LIST – 1 (ZŠ) STRUČNÝ PŘEHLED O AKUSTICE

: ÚKOL 1

Co je akustika? Doplň:

Základy poznání v oblasti ve starověkém Řecku položili učenci

Staří Řekové znali principy akustiky, což dokládají stavby

.....
které sloužily k pořádání divadelních představení a slavností.

: ÚKOL 2

Byly také zachovány starověké hudební nástroje. Na základě video ukázky č. 1 přiřaď k obrázkům správné názvy starověkých hudebních nástrojů ze závorky: (mandolína, tamburína, lyra, kanonaki)



: ÚKOL 3

Na základě audio ukázek napiš podle pořadí, ve kterém jsi je slyšel, co je pro tebe zvuk a co je pro tebe hlukem. Vybranou možnost zakroužkuj:

Zvuk je pro tebe v ukázce:	2	3	4	5
Hluk je pro tebe v ukázce:	2	3	4	5

V obrázcích hledej nápovědu:

UKÁZKY ZVUKU:



Zpěv ptactva

Ukázka č. 2



Hudba

Ukázka č. 3

UKÁZKY HLUKU:



Dopravní hluk

Ukázka č. 4



Emoční hluk – vyvolává v člověku emoce (používají jej: sanitky, hasiči, policie)

Ukázka č. 5

: ÚKOL 4

Napiš, odkud může pocházet hluk:

.....

.....

: ÚKOL 5

Podtrhni správnou možnost ze závorky:

Zvuk vyskytující se kolem nás je (přirozený × uměle vytvořený člověkem).

Hluk u člověka vyvolává (příjemné × nepříjemné) sluchové pocity.

B ● METODICKÝ LIST – 2 (ZŠ)

● PŮSOBNÍ HLUKU NA ČLOVĚKA

: CÍL

Popsat jednotku dB a její stupnici. Uvést příklady z praxe a doplnit tabulku.

: TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Ucho je sluchový orgán, zachycující zvukové vjemy, které jsou předávány pomocí nervového systému do mozku. Lidské ucho slyší velmi dobře střední frekvence. Avšak vysoké ani nízké frekvence neslyší:

Tento způsob slyšení se začal vyvíjet již v pravěku, kde lidé žili v úzkém sepětí s přírodou v přírodních stanovištích. Protože hmyz, který vydával vysoké zvuky, by neumožnil lidem spát, začal sám lidský organismus tyto zvuky jako bzučení, pískání hmyzu rušit, tak aby se v noci člověk mohl vyspat. Když by totiž lidé slyšeli frekvence nízké, pod 20 Hz, mohli by slyšet např. dorozumívání slonů či hučení pohybujících se zemských desek (což je skutečný případ člověka v ČR). Tato jeho schopnost mu bohužel neumožňuje klidně spát. Vývoj sluchového vnímání člověka stále pokračuje. Tento proces je dán vývojem zvukové situace v životním prostředí člověka.

Jednotkou používanou vyjádření hladiny zvuku (případně pocíťovaného jako hluk) je decibel (dB). Decibel je bezrozměrná logaritmická veličina. Lidský sluch slyší jen určitou část zvukové vlny. Ucho slyší zvuky např. už od přejetí prstu po kůži ruky, až po hluk startující stíhačky. Z pohledu intenzity je hluk stíhačky 1 000 000 000 000 krát silnější než ten nejmenší slyšitelný zvuk. Jak je vidět, prosté poměry dvou čísel by vedly k nepřehledným výsledkům s řádově vysokými čísly. Z tohoto srovnání si žáci také mohou udělat představu o intenzitách hluku.

Na decibelové stupnici je nejslabší zvuk 0 decibelů, což označujeme za absolutní ticho. Zvuk, který má hodnotu 10 dB, vyvolá již 10 krát vyšší akustický tlak. Zvuk, který působí 100 krát silnější akustický tlak, má na decibelové stupnici hodnotu 20 dB.

Absolutní ticho si člověk nedokáže představit, avšak přece existuje - ve vesmíru. Zvuk se totiž ve vakuu nemůže šířit. Kosmonautům při pobytu ve vesmíru pouštějí na pozadí do sluchátek speciální zvukovou kulisu, aby se jejich nervový systém z absolutního ticha ve vesmíru nezhroutil.

Zvuk je vyvolán vnější událostí (např. bouchnutím dveří), kdy dojde ke stlačení molekul vzduchu ev. jakéhokoli plynu a zvuková vlna se předáváním energie sousedním částicím vzduchu (plynu) šíří do okolního prostoru.

: ÚKOL 1

Lidské ucho je **sluchový** orgán, zachycující zvukové vjemy, které jsou předávány do mozku.

: ÚKOL 2

Vyber, kdy se vyvíjel způsob slyšení člověka. Označ křížkem pod obrázky:



pravěk



středověk



současnost

.....

Sluch člověka se vyvíjí neustále, správné jsou všechny možnosti.

: ÚKOL 3

Hladina zvuku se vyjadřuje v **decibelech (dB)**.

Doplň název jednotky a její značku.

: ÚKOL 4

Doplň do tabulky chybějící hodnoty, které sis zapamatoval/a z hodiny:

hluk v dB	kde lze zvuk slyšet
0	absolutní ticho ve vesmíru
10	ticho ve speciálních akustických komorách
20	nejnižší slyšitelný zvuk pro člověka; tzv. práh slyšitelnosti
30	velmi tichý pokoj v domě, tikot budíku, šepot
60	běžný hovor
80	hluk ze silniční dopravy
90	projíždějící vlak
130	vzlétající letadlo; tzv. práh bolesti

Tabulka porovnání hodnot hlasitosti ve vztahu ke smyslovému vnímání člověka

B : PRACOVNÍ LIST – 2 (ZŠ) PŮSOBENÍ HLUKU NA ČLOVĚKA

: ÚKOL 1

Ucho je orgán,

zachycující zvukové vjemy, které jsou předávány do mozku.

: ÚKOL 2

Vyber, kdy se vyvíjel způsob slyšení člověka. Označ křížkem pod obrázky:



pravěk



středověk



současnost

: ÚKOL 3

Hladina zvuku se vyjadřuje v jednotce

Doplň název jednotky a její značku.

: ÚKOL 4

Doplň do tabulky chybějící hodnoty, které sis zapamatoval z hodiny:

hluk v dB	kde lze zvuk slyšet
0	absolutní ticho ve vesmíru
10	
20	nejnižší slyšitelný zvuk pro člověka; tzv. práh slyšitelnosti
30	
60	běžný hovor
80	hluk ze silniční dopravy
90	projíždějící vlak
130	vzlétající letadlo; tzv. práh bolesti

Tabulka porovnání hodnot hlasitosti ve vztahu ke smyslovému vnímání člověka

B

METODICKÝ LIST – 3 (ZŠ)

ZDRAVOTNÍ RIZIKA Z DOPRAVNÍHO HLUKU

: CÍL

Student bude znát prahové hodnoty hluku z hlediska zdraví člověka. Diskuse nad pocity v hlučném a tichém prostředí. Návrh technické možnosti eliminace překročení prahu hlučnosti vedoucího k poškození sluchu.

: TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Vyučující názorně seznámí studenty prostřednictvím videa s principem slyšení člověka tak, aby si mohli uvědomit citlivost lidského ucha ve vztahu k dopravnímu hluku. Ukázka principu slyšení online, dostupná na: <https://www.youtube.com/watch?v=zuiqd1a2A5g>

Z hlediska akustického rozlišujeme tedy následující hodnoty intenzity zvukového vjemu lidským sluchem majících původ ve využívání dopravy.

hlukové limity	vyjádřeno v dB	pocitově člověkem vnímáno jako
práh slyšitelnosti člověka	20	ticho
obtěžování hlukem	65	hluk ze silniční dopravy
práh bolesti člověka	130	hluk ze startu dopravního letadla

: ÚKOL 1

Odhadni hladinu hluku, která může způsobit člověku bolest či trvale poškodit sluch v decibelech: **130 dB**.

Který dopravní prostředek tohoto hluku dosahuje?
Správnou možnost označ pod obrázkem křížkem:



: ÚKOL 2

Kde se během spánku budeš cítit lépe?

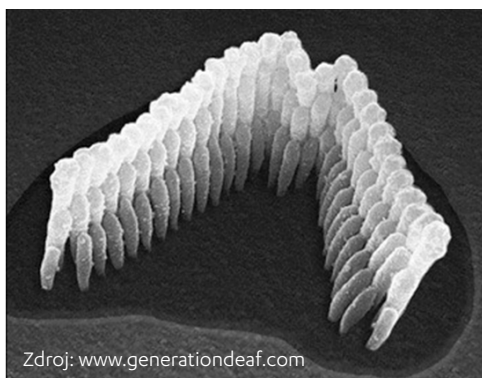
- když slyšíš „ticho“ uprostřed přírody**
- když večer chceš spát a pod okny ti hučí provoz na silnici



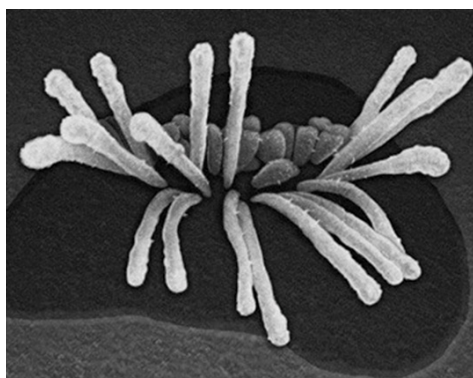
: ÚKOL 3

Vysvětli, co se stane, jestliže budeš dlouhodobě vystavovat svůj sluchový orgán zátěži větší než 60 dB např. při poslechu hlasité hudby. K vysvětlení použij následující obrázek, na kterém vidíš sluchové buňky lidského ucha. Sluchové buňky jsou na jednom obrázku poškozeny silným hlukem, na jiném jsou zdravé buňky.

Na obrázcích (A nebo B) zakroužkuj buňky poškozené hlukem:



A



B

Při dlouhodobé hlukové zátěži více než 60 dB dochází k nevratnému poškození buněk (odumření) sluchového ústrojí člověka. Na levém obrázku jsou vidět buňky zdravého sluchového orgánu. Obrázek vpravo ukazuje buňky sluchového orgánu vystaveného nadměrné hlasitosti.

: ÚKOL 4

Který typ sluchátek můžeš používat tak, abys neohrozil svůj sluch ani v případě, kdy si omylem pustíš hudbu na maximum? Správnou možnost zakroužkuj:



A



B

Jedná se o správné nasměrování zvukových vln boltcem do vnitřního ucha. Zvuková vlna prochází zvukovodem, kde dochází k odrazům od stěn zvukovodu, a tím i ke změně akustické energie, která dopadá na bubínek v uchu. Zvuk je směřován do vnitřního ucha za využití boltce.

Samozřejmě zde záleží i na intenzitě zvuku, který do ucha vstupuje. Existují sluchátka se zvukovou limitací, kdy při nadměrném zesílení zvuku je do ucha emitována standardně nastavená hladina zvuku, tj. 80 dB.

B : PRACOVNÍ LIST – 3 (ZŠ) ZDRAVOTNÍ RIZIKA Z DOPRAVNÍHO HLUKU

: ÚKOL 1

Odhadni hladinu hluku, která může způsobit člověku bolest či trvale poškodit sluch v decibelech:

.....

Který dopravní prostředek tohoto hluku dosahuje? Správnou možnost označ pod obrázkem křížkem:



: ÚKOL 2

Kde se během spánku budeš cítit lépe?

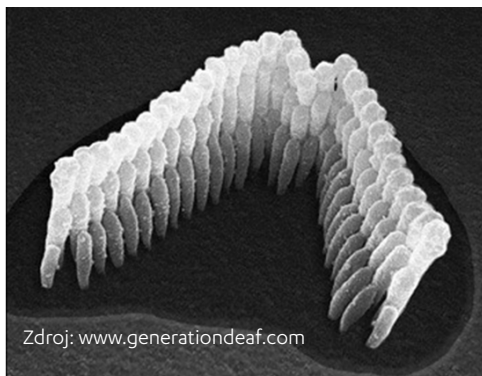
- a. když slyšíš „ticho“ uprostřed přírody
- b. když večer chceš spát a pod okny ti hučí provoz na silnici



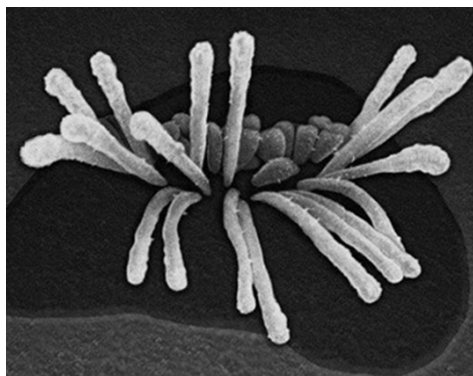
: ÚKOL 3

Vysvětli, co se stane, jestliže budeš dlouhodobě vystavovat svůj sluchový orgán zátěži větší než 60 dB např. při poslechu hlasité hudby. K vysvětlení použij následující obrázek, na kterém vidíš sluchové buňky lidského ucha. Sluchové buňky jsou na jednom obrázku poškozeny silným hlukem, na jiném jsou zdravé buňky.

Na obrázcích (A nebo B) zakroužkuj buňky poškozené hlukem:



A



B

: ÚKOL 4

Který typ sluchátek můžeš používat tak, abys neohrozil svůj sluch ani v případě, kdy si omylem pustíš hudbu na maximum? Správnou možnost zakroužkuj:



A



B

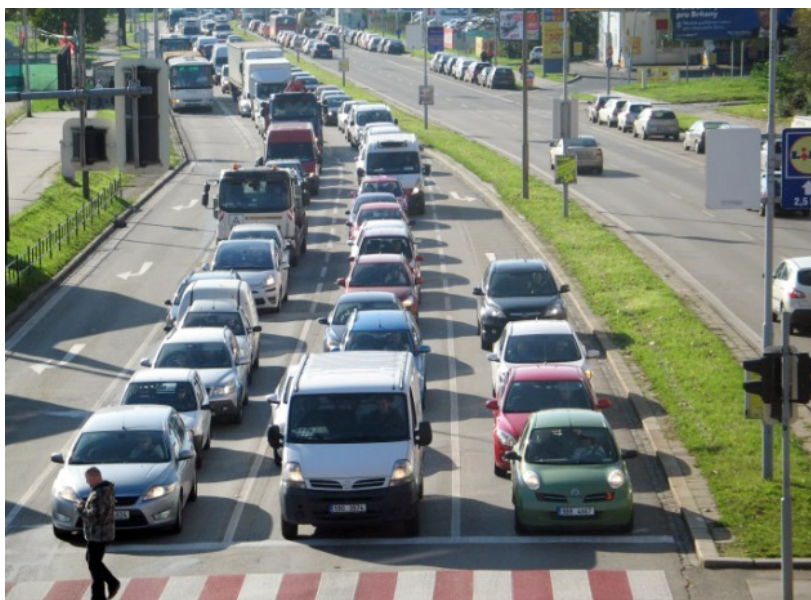
B ● METODICKÝ LIST – 4 (ZŠ) ● PROTIHLUKOVÁ OPATŘENÍ

: CÍL

Student dokáže laicky změřit hlučnost prostředí. Roztřídit hluk do skupin dle místa vzniku; prakticky si vyzkouší ve venkovním prostředí. Zná protihluková opatření.

: TEORETICKÁ VÝCHODISKA

V současné době narůstá velmi rychle množství dopravy, která způsobuje trvalý hluk. Je proto důležité se seznámit s principy uvolňování hluku z dopravy, abychom se před ním následně mohli účinně chránit.



Hluk, který slyšíme z dopravy na silnici, má tři místa vzniku:

- Hluk motoru – je převážně slyšet při rychlostech do 40 km/hod, zejména na sídlištích.
- Hluk vznikající za jízdy při doteku pneumatiky auta s vozovkou – převažuje při rychlostech do 200 km/hod silnicích pro motorová vozidla. Je slyšitelný na dálnicích.
- Hluk aerodynamický- tento vzniká obtékáním vzduchu kolem velkých letadel, a to při rychlostech nad 200 km/hod (slyšitelný při letu letadla).

Množství hluku uvolněného z dopravy, je závislé na těchto faktorech:

1. Intenzitě dopravy
2. Rychlosti dopravního proudu
3. Sklonu silnice
4. Typu povrchu silnice

INTENZITA DOPRAVY

Tam, kde je vysoký počet projíždějících aut, je hluk mnohem vyšší než tam, kde je množství aut menší. Lze si poslechnout hluk z místní hlavní komunikace a srovnat jej s hlukem ve vnitřní zástavbě domů.

Množství hluku uvolněného z dopravy se také liší v závislosti na tom, zdali je den či noc. V noci je doprava v okolí měst méně intenzivní než během denní doby.

Hluk závisí na složení dopravního proudu: tzn., pokud převažuje nákladní doprava, je hluk vyšší než tam, kde převažují osobní auta.

K určení míry obtěžování hlukem byly vymezeny tzv. hlukové limity, které jsou určeny pro denní a noční dobu. Při překročení hlukových limitů se občané mohou domáhat u příslušných institucí protihlukových opatření.

RYCHLOST DOPRAVNÍHO PROUDU

Dalším faktorem ovlivňujícím uvolňování hluku z dopravy je rychlost aut. Snižováním nejvyšší povolené rychlosti (např. dopravní značkou) lze snížit i hluk generovaný silniční dopravou. Příklad: snížením jízdní rychlosti automobilů o 10 km/hod docílíme snížení hlučnosti o přibližně ¼ z původní hlučnosti; rozdíl již citlivé lidské ucho zaznamená.

SKLON VOZOVKY A VLIV NA SILNIČNÍ HLUK

V místě, kde je to možné, lze snížením sklonu vozovky přibližně o 40 % snížit hlučnost o čtvrtinu. Je to tím, že se při jízdě auta do kopce zvyšují otáčky motoru a zároveň s nimi se zvyšuje i uvolněný hluk.

TYP POVRCHU VOZOVKY VE VZTAHU K JEJÍ HLUČNOSTI - NÍZKOHLUČNÉ ASFALTOVÉ POVRCHY.

Abychom mohli snížit hluk z dopravy, jsou vyvíjeny tzv. nízkohlučné povrchy. Nízkohlučné povrchy rozlišujeme na povrchy neasfaltové a asfaltové. Asfaltové povrchy mohou obsahovat gumovou drť z ojetých pneumatik. Gumová drť totiž dokáže tlumit hluk. Gumová drť se navíc tímto způsobem opětovně využije a neznečišťuje tak životní prostředí na skládkách. Tento speciální silniční povrch má větší velikost a obsah pórů. Póry absorbují část hluku, který vzniká z odvalování pneumatik. Tyto povrchy jsou zkoušeny v různých zemích světa a také v ČR. Používají se zejména v blízkosti obytné zástavby. Na internetu je uveden seznam českých silnic, na kterých jsou položeny nízkohlučné povrchy (www.gasfalt.cz). Prakticky lze při jízdě autem nájezd na nízkohlučný povrch sluchově poznat - nízkohlučný asfalt je mnohem tišší. Nevýhodou gumoasfaltových povrchů je, že jsou dražší a vyžadují speciální údržbu čištění.

PROTIHLUKOVÉ STĚNY

Protihlukové stěny jsou dalším opatřením vedoucím ke snížení hluku generovaného dopravou. Patří k pasivním řešením, nicméně jsou řešením zejména tam, kde jsou domy v těsné blízkosti frekventované silnice. Tyto protihlukové stěny dokážou snížit hluk až 10x oproti předchozímu stavu.

: ÚKOL 1

Poslechni si tyto hlukové ukázky a všímej si rozdílů:

- Hluk z motoru při pomalé jízdě aut, například v silniční zácpě.
- Hluk z odvalování pneumatik při rychlé jízdě auta.
- Hluk vzlétajícího letadla.

Vyhodnoť své pocity a diskutujte ve třídě.

: ÚKOL 2

Tam, kde je to možné, porovnej dopravní hluk na silničním povrchu:

- asfaltový povrch
- žulové kostky
- betonová silnice (most)

Který povrch byl nejhlučnější? Vyhodnoť své pocity a diskutujte ve třídě.

: ÚKOL 3

Vyhledej na webu <http://www.gasfalt.cz/index.php/cz/%C3%BAseky-z-gumoasfaltu/2013> místa v ČR, kde je na silnici položen gumoasfalt. Jsou-li pro tebe tato místa dosažitelná, můžeš si rozdíl v hlučnosti poslechnout při nájezdu kol aut na rozhraní běžného asfaltu a nízkohlučného asfaltu.

Je-li v místě chodník, stůj na něm, nechoď bez dozoru do blízkosti frekventované silnice!

Svoje zjištění diskutujte.

: ÚKOL 4

Když na silnici uvidíš dopravní značku „Nebezpečné stoupání“ (viz obrázek níže), bude na této silnici automobilový hluk ... než na rovné silnici.

Zakroužkuj níže správné doplnění textu:

- nižší
- vyšší**

Diskutujte o důvodech.



: ÚKOL 5

OTÁZKA 1

Spíš-li v pokoji, kde slyšíš hluk z dopravy, co můžeš udělat pro to, abys mohl klidně spát?
Napiš:

.....

.....

OTÁZKA 2

Napiš technologické možnosti snížení hlučnosti vozovky:

.....

.....

OTÁZKA 3

Popiš funkci protihlukových stěn, které vidíš na obrázcích.
Doplň odpověď vedle obrázků.



a) Protihluková stěna s výplní skelné vaty, na povrchu krytá plastem odděluje silnici od obytné zóny hlukově a opticky; skelná vata pohlcuje většinu hluku



b) Průhledná odrazivá hluková stěna odděluje silnici od obytné zóny hlukově; hluk je směřován mimo obydlí

Další možností jsou protihluková okna, která jsou poměrně drahým řešením. U nás se tato okna používají v místech, kde již není možné použít žádná z předcházejících opatření (protihlukové bariéry či nízkohlučné silniční povrchy).

B : PRACOVNÍ LIST – 4 (ZŠ) PROTIHLUKOVÁ OPATŘENÍ

: ÚKOL 1

Poslechni si tyto hlukové ukázky a všiměj si rozdílů:

- Hluk z motoru při pomalé jízdě aut, například v silniční zácpě.
- Hluk z odvalování pneumatik při rychlé jízdě auta.
- Hluk vzlétajícího letadla.

Vyhodnoť své pocity a diskutujte ve třídě.

: ÚKOL 2

Tam, kde je to možné, porovnej dopravní hluk na silničním povrchu:

- asfaltový povrch
- žulové kostky
- betonová silnice (most)

Který povrch byl nejhluchnější? Vyhodnoť své pocity a diskutujte ve třídě.

: ÚKOL 3

Vyhledej na webu <http://www.gasfalt.cz/index.php/cz/%C3%BAseky-z-gumoasfaltu/2013> místa v ČR, kde je na silnici položen gumoasfalt. Jsou-li pro tebe tato místa dosažitelná, můžeš si rozdíl v hluchnosti poslechnout při nájedzu kol aut na rozhraní běžného asfaltu a nízkohlučného asfaltu.

Je-li v místě chodník, stůj na něm, nechoď bez dozoru do blízkosti frekventované silnice!

Svoje zjištění diskutujte.

: ÚKOL 4

Když na silnici uvidíš dopravní značku „Nebezpečné stoupání“ (viz obrázek níže), bude na této silnici automobilový hluk ... než na rovné silnici. Zakroužkuj níže správné doplnění textu:

- nižší
- vyšší

Diskutujte o důvodech.



: ÚKOL 5

OTÁZKA 1

Spíš-li v pokoji, kde slyšíš hluk z dopravy, co můžeš udělat pro to, abys mohl klidně spát?

Napiš:

.....

.....

OTÁZKA 2

Napiš technologické možnosti snížení hlučnosti vozovky:

.....

.....

OTÁZKA 3

Popiš funkci protihlukových stěn, které vidíš na obrázcích.

Doplň odpověď vedle obrázků.



a) Protihluková stěna s výplní skelné vaty, na povrchu krytá plastem

.....

.....

.....

.....

.....



b) Průhledná odrazivá hluková stěna

.....

.....

.....

.....

B ● METODICKÝ LIST – 5 (ZŠ)

● MĚSTO BEZ DOPRAVNÍHO HLUKU?

: CÍL

Student zná formy dopravy ve městě, které snižují hlučnost vzniklou z dopravy. Seznámí se se systémy půjčování kol i možnosti jejich úschovy ve městech.

: TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Aby se snížil hluk (a nejen hluk) ve městech, který způsobuje vysoké množství vozidel v ulicích, můžeme využívat tyto druhy dopravy:

- městskou hromadnou dopravu (autobusy, tramvaje, trolejbusy);
- příměstskou vlakovou dopravu;
- cyklo dopravu – tam, kde jsou již zavedeny stezky pro cyklisty, cyklopruhy, atd.;
- pěší dopravu – tichý a zdravý způsob dopravy.

Hromadná doprava přepraví mnohem více osob najednou. Tedy, kdyby každý přepravovaný člověk MHD jel vlastním autem, hluk z dopravy by byl neúměrně vyšší.

EXISTUJE VŮBEC TICHÁ DOPRAVA?

Nejtišší dopravou ve městech je cyklo doprava a pěší doprava. V některých městech jsou již zaváděny tzv. bike sharing systémy neboli systémy sdílení kol. Což znamená, že si můžeme (po předchozí registraci do systému) na stojanu vypůjčit kolo a na jiném místě ve městě jej do stojanu zase vrátit. Společnost vlastníci kola se stará o jejich pravidelnou údržbu a rovnoměrné rozmístování kol jejich převozem po městě. Půjčování kol bývá bezplatné. Tento systém začíná fungovat v Praze – Karlíně (viz obrázky níže), v Karlových Varech během MFF, ale také v Brně. Viz: http://www.brnonakole.cz/ke-stazeni/20130704mmb_bikesharing.pdf. Systém půjčování kol je běžný ve Švédsku, Rakousku a Dánsku.



Zdroj: www.prahakola.cz

Velmi efektivní dopravou jsou elektrobusy, které jezdí v některých evropských městech, např. v Curychu nebo ve Vídni. Od r. 2015 jezdí v Hradci Králové elektrobus zn. Škoda Perun. Nabíjení během jízdy se provádí střešním pantografovým dobíječem

a v depu se nabíjí přenosným dobíječem v řádu několika hodin. Video dostupné na: <https://www.youtube.com/watch?v=c-Fg94A2Vko>

Cyklodoprava je levný, ekologický a zdravý dopravní prostředek moderního člověka, který nevydává žádný hluk. I takto lze předcházet nadměrnému hluku z dopravy.

: ÚKOL 1

Které dopravní módy můžeš ve městě využít, abys přispěl ke snížení hlučnosti města?

Označ křížkem pod příslušné obrázky:



auto



elektrokolo



kolo



pěší



: ÚKOL 2

Napiš názvy dopravních prostředků pod obrázky.

Který dopravní prostředek pomáhá snížit hluk ve městě?

Podtrhni název pod obrázkem:



autobus MHD



trolejbus MHD

Zdroj CDV: Foto I. Dostál



tramvaj MHD

Zdroj: wikipedia.org



elektrobus „Škoda Perun“

Foto: Škoda Transportation



podzemní dráha (metro)

Zdroj CDV: Foto M. Janků



tiché příměstské vlaky

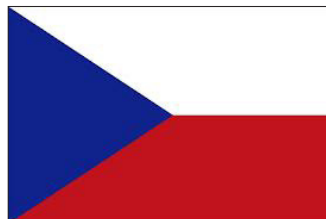
Zdroj: archiv Českých drah

: ÚKOL 3

Vyber vlajky země, kde je systém sdílení kol již využíván. Správnou možnost podtrhni pod názvem země: **všechny**



Rakousko



Česká republika



Dánsko



Švédsko

: ÚKOL 4

Pojmenuj jeden z nejtišších druhů dopravy, který vidíš na obrázku níže. Napiš: **cyklistická doprava**



Jak na to jdou v Japonsku?

<https://www.youtube.com/watch?v=pcZSU40RBrq>

A jak u nás, v České republice?

<https://www.youtube.com/watch?v=tB61zdlorT8>

Diskutujte o tomto druhu ekologické dopravy.

B : PRACOVNÍ LIST – 5 (ZŠ) MĚSTO BEZ DOPRAVNÍHO HLUKU?

: ÚKOL 1

Které dopravní módy můžeš ve městě využít, abys přispěl ke snížení hluchnosti města?

Označ křížkem pod příslušné obrázky:



auto



elektrokolo



kolo



pěší



: ÚKOL 2

Napiš názvy dopravních prostředků pod obrázky. Který dopravní prostředek pomáhá snížit hluk ve městě? Podtrhni název pod obrázkem:



Zdroj CDV: Foto I. Dostál

Zdroj: wikipedia.org



Foto: Škoda Transportation

Zdroj CDV: Foto M. Janků

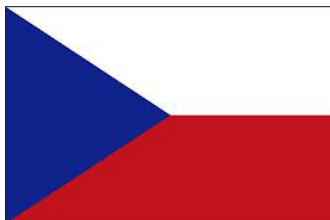
Zdroj: archiv Českých drah

: ÚKOL 3

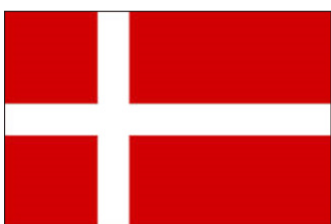
Vyber vlajky zemí, kde je systém sdílení kol již využíván.
Správnou možnost podtrhni pod názvem země:



Rakousko



Česká republika



Dánsko



Švédsko

ÚKOL 4

Pojmenuj jeden z nejnižších druhů dopravy, který vidíš na obrázku níže.
Napiš:

.....



B ● METODICKÝ LIST – 6 (ZŠ)

● VLIV DOPRAVY NA ROSTLINY A ŽIVOČICHY

: CÍL

Vlastními slovy vysvětlit vliv dopravy na rostliny a živočichy (vliv fragmentace krajin, vliv chemických látek). Vlastními slovy popsat rostlinu trpící znečištěním. Pojmenovat a určit rostliny, které snesou vyšší koncentraci nečistot. Vysvětlit pojem fragmentace lokalit v krajině. Vyhodnotit klady a zápory výstavby koridorů, ekoduktů. Vlastními slovy popsat správné chování řidičů eliminující srážku se zvěří.

: TEORETICKÁ VÝCHODISKA

VLIV FRAGMENTACE KRAJINY

Výstavbou silnice dochází k rozdělení přírodních lokalit (fragmentaci krajiny) na izolované části. Proces fragmentace má vliv na funkčnost biotopu – zmenšení rozlohy, izolace. Pro některé specifické druhy rostlin a živočichů jsou části menší, než potřebují k přežití. Hlavními důvody fragmentace lokalit je zemědělství a využívání lineární dopravní infrastruktury (silnice, železnice, vodní cesty).

Negativní důsledky fragmentace krajiny:

- ztráta propojenosti lokalit, mezi kterými zvěř přirozeně migruje;
- střet zvířat s vozidly, vyšší úmrtnost (mortalita) živočichů;
- rušení zvěře v jejím přirozeném prostředí.

Migrace zvěře je přirozenou potřebou zvěře a je tedy přirozené, že se zvěř bude snažit člověkem vytvořené překážky překonávat bez ohledu na to, že při překonávání těchto překážek zahyne. Mezi nejdůležitější kompenzační opatření patří v současné době výstavba podchodů pro zvěř s naváděcími ploty a ekodukty (speciální mostní objekty určené pro zachování spojitosti životního prostředí a migračních tras živočichů).

VLIV CHEMICKÝCH LÁTEK POCHÁZEJÍCÍCH Z DOPRAVY

Znečištění ovzduší způsobuje každoročně škody na vegetaci. Nejvýznamněji jsou ohroženy lesní porosty v horských polohách, které jsou v dosahu velkých zdrojů průmyslového znečištění. Ve Střední Evropě způsobovaly největší obtíže oxidy síry (SO_x), jejichž zdrojem byly především tepelné elektrárny spalující hnědé uhlí s vysokým obsahem síry. Díky postupnému odsiřování tepelných elektráren klesaly významně emise SO_x , a tím se zmírnily i vlivy na ekosystémy. Poklesy emisí síry ovšem v současnosti kompenzují oxidy dusíku NO_x , které jsou produkovány hlavně automobily a dále vznikají při různých technologických procesech (především spalování fosilních paliv). Chemické látky, které vznikají a unikají do ovzduší po „spálení“, závisí na složení a kvalitě paliva, typu spalování, značce a typu motoru, jeho funkci a údržbě, na mazacích látkách či na zařízení pro snižování emisí (tj. na typu a funkčnosti katalyzátoru). Nebezpečí toxického poškození organismu těmito látkami závisí na jejich chemických a fyzikálních vlastnostech, vnímavosti organismu, koncentraci těchto látek a době, po kterou je organismus vystaven působení těchto nebezpečných látek. Rostliny podél cest snesou nejen vyšší koncentraci CO_2 , ale také prach, popílek a pospovou sůl.

S tolerancí vůči znečištění jsou na tom nejlépe:

- listnaté, opadavé dřeviny, které díky každoročnímu opadu listů mohou lépe regenerovat, např.: javor babyka, javor klen i mléč, javor červený, javor tatarský, dále hlošina úzkolistá, jasan, lyrovník, topol, platan, lípa plstnatá, kustovnice, zimolez, šeřík, tamaryšek, klokoč, pámelník, ptačí zob, skalník, dřín, růže svraskalá;
- jehličnaté dřeviny, např.: jedle stejnobarvá, cypřišek nutkajský, jinan, tis či zerav;
- keře a byliny, např.: tráva zblochanec oddálený tvoří porosty typicky sivě zelené barvy podél okrajů solených silnic.

Snaha zmírnit dopady silničního provozu na kvalitu ovzduší a celkově na kvalitu životního prostředí se začala objevovat u výrobců automobilů již v polovině osmdesátých let. Dnešní automobily sice vypouští do ovzduší minimum výfukových plynů ve srovnání s automobily osmdesátých a devadesátých let, ale provoz a množství automobilů mezi lidmi vzrostly natolik, že i přes používání nejmodernějších emisních systémů se stále nedaří dosáhnout podstatnějšího zlepšení ovzduší a často jsou překročeny některé limitní hodnoty škodlivin ve vzduchu.

: ÚKOL 1



Popište situaci na obrázku, vysvětlete problémy fragmentace krajiny. Navrhněte řešení, jimiž by se tyto problémy zmírnily. Diskutujte.

Zdroj: <http://www.selmy.cz/ohrozeni/fragmentace-krajiny/>

Pro dnes volně žijící živočichy v kulturní krajině, a především v hustě zalidněné Evropě, představuje rozčlenění (fragmentace) zbývajících přírodních oblastí na izolované lokality pro živočichy významnou hrozbu. Dochází ke střetu zvěře s automobily, k rušení zvěře a omezování jejího volného pohybu, migrace.

Možná opatření: Koridor pro zvěř může procházet pod dálnicí; nejvhodnější je vést v místě křížení silnice vyvýšenou na pilířích. Druhou možností je vybudovat tzv. zelený most (ekodukt), který zvířatům umožní silnici překonávat horem; případně může být silnice vedena tunelem (záleží na terénních podmínkách).

: ÚKOL 2

Jakým způsobem lze vyřešit migraci jednotlivých druhů zvěře, pokud pozemní komunikaci neprotíná přirozený koridor pro jejich migraci? Diskutujte.

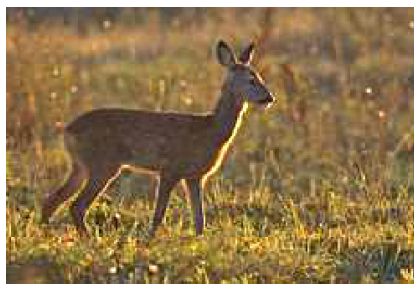
Jednou z možností je vytvořit ekodukt s naváděcím plotem. Nebo v době přesunu zvěře (velmi často pozorováno u žab) zabránit jejich vniknutí na komunikaci, a pak je vlastními silami přenést, nebo se pokusit vytvořit tunýlky pod komunikací (vhodné pro malé živočichy).

: ÚKOL 3

Určete živočichy na obrázku a napište jejich druhová jména pod obrázek:



jelen lesní



srnec obecný



jezevec lesní

: ÚKOL 4

Pokud máme dům nebo zahradu vedle rušné komunikace, jak nejlépe vytvořím příjemné životní prostředí? Napište:

Může nám pomoci například výsadba živého plotu, který nejlépe odcloní hluk, prach a zplodiny.

: ÚKOL 5

Pojmenujte dřeviny na fotografiích. Napište pod obrázky názvy dřevin:

Čím jsou pro nás tyto dřeviny zajímavé z hlediska znečištění z dopravy?

Některé dřeviny odolávají znečištění a mohou růst i u silnice; díky každoročnímu opadu listů mohou lépe regenerovat.

Diskutujte.



hlošina úzkolistá





javor babyka



jasan ztepilý



topol osika

: ÚKOL 6

Jak poznáme, že dřevina trpí znečištěním?

Například tak, že jehlice žloutnou, nepřirůstají a opadávají. Dřevina netvoří nové přírůstky, a pokud ano, jsou velmi malé a nepravidelně rostlé, dřevina se postupně vyholuje, sesychá a v poslední fázi odumírá.

Co pro takovou dřevinu můžeme udělat?

Pokud včas rozpoznáme, co dřevině schází, lze ji ještě přesadit do nové lokality. Pokud jsou stromky nebo keře poškozeny více, je lepší je odstranit a nepokoušet se o záchranu. Mnohé jehličnany mají totiž velmi omezenou schopnost regenerace a odumřelou větev již nikdy nenahradí. Listnáče jsou na tom daleko lépe a většina z nich ztracenou větev nahradí novým výhonem.

: ÚKOL 7

Prohlédněte si dobře dopravní značky na obrázcích. Jsou učeny pro označení míst, kde bývá častý pohyb živočichů. Řidiči by neměli podceňovat dopravní značení, které na možnost pohybu zvěře upozorňuje. Aby se snížila možnost úhynu zvířat kolem silnic, používají se různá výstražná znamení a zábrany.

Jak jednotlivé dopravní značky níže nazýváme? Napište.



„Pozor zvěř“



„Jiné nebezpečí“
s vyobrazením



„Pozor zvířata“

Jaká zvířata můžete u těchto značek očekávat, že se budou na silnici pohybovat?

.....

: ÚKOL 8

Jak se chovat, abychom se možnosti střetu se zvířetem vyhnuli? Navrhněte opatření:

Snížená rychlost v místech, kde je možný výskyt zvěře, zraková kontrola obou stran silnice a soustředění se na možnost náhlého objevení zvířete. Pozorovat záblesky očí zvířat v okolí cesty. Tato „světýlka“ zahlédnete většinou dříve, než zvíře celé. Jakmile zjistíme pohyb zvířete před sebou, měli bychom okamžitě zpomalit a vypnout dálková světla. Odborníci také doporučují zatroubit a pokusit se tak zvíře vyplašit. Počítejme také s tím, že zvíře nebude na silnici samo. Zvířata se pohybují většinou ve skupinách, takže je pravděpodobné, že zahlédnuté zvíře budou následovat zvířata další.

B : PRACOVNÍ LIST – 6 (ZŠ)

VLIV DOPRAVY NA ROSTLINY A ŽIVOČICHY

: ÚKOL 1

Popište situaci na obrázku, vysvětlete problémy fragmentace krajiny. Navrhněte řešení, jimiž by se tyto problémy zmírnily. Diskutujte.



Zdroj: <http://www.selmy.cz/ohrozeni/fragmentace-krajiny/>

: ÚKOL 2

Jakým způsobem lze vyřešit migraci jednotlivých druhů zvěře, pokud pozemní komunikaci neprotíná přirozený koridor pro jejich migraci? Diskutujte

: ÚKOL 3

Určete živočichy na obrázku a napište jejich druhová jména pod obrázek:



.....

: ÚKOL 4

Pokud máme dům nebo zahradu vedle rušné komunikace, jak nejlépe vytvořím příjemné životní prostředí? Napište:

.....

.....

.....

: ÚKOL 5

Pojmenujte dřeviny na fotografiích. Napište pod obrázky názvy dřevin:

Čím jsou pro nás tyto dřeviny zajímavé z hlediska znečištění z dopravy?

.....

.....

Diskutujte.



.....



.....



: ÚKOL Č 6

Jak poznáme, že dřevina trpí znečištěním? Popište.

.....

.....

.....

Co pro takovou dřevinu můžeme udělat?

.....

.....

Diskutujte.

: ÚKOL 7

Prohlédněte si dobře dopravní značky na obrázcích. Jsou učený pro označení míst, kde bývá častý pohyb živočichů. Řidiči by neměli podceňovat dopravní značení, které na možnost pohybu zvěře upozorňuje. Aby se snížila možnost úhynu zvířat kolem silnic, používají se různá výstražná znamení a zábrany.

Jak jednotlivé dopravní značky nazýváme? Napište.



.....

.....

Jaká zvířata můžete u těchto značek očekávat, že se budou na silnici pohybovat?

.....

.....

: ÚKOL 8

Jak se chovat, abychom se možnosti střetu se zvířetem vyhnuli? Navrhněte opatření.

.....

.....

.....

.....

.....

B ● METODICKÝ LIST – 7 (ZŠ)

● VLIV CHEMICKÝCH ŠKODLIVIN NA ČLOVĚKA

: CÍL

Vyjmenovat chemické látky, které produkují výfukové plyny a jejich vliv na zdraví člověka. Vlastními slovy vysvětlit využití katalyzátorů a filtrů u aut. Vysvětlit rozdíl mezi pojmy imise a emise. Vyhodnotit klady a zápory užívání osobních aut a veřejné dopravy. Vysvětlit a uvést příklady bioindikátorů.

: TEORETICKÁ VÝCHODISKA

S chemickými látkami se každý den setkáváme v různých podobách. Mnohdy zvyšují naše pohodlí, ale přináší i mnoho rizik pro životní prostředí i pro lidské zdraví.

Látky, které znečišťují ovzduší, vznikají především při spalovacích procesech, tedy při reakcích, při nichž je spalována nějaká látka za přítomnosti kyslíku. Ke spalovacím procesům dochází v továrnách, elektrárnách, spalovnách odpadu, domácnostech a také v motorech dopravních prostředků.

Výfukové plyny motorových vozidel jsou směsí chemických látek, jejichž složení závisí na druhu paliva, typu a stavu motoru a případném užití zařízení na snížení emisí (filtrů u vozidel na naftu nebo katalyzátorů u vozidel na benzín). Benzín i nafta jsou v motoru spalovány, a tak vznikají škodliviny. Dieselový motor produkuje více škodlivin než motor benzínový. Záleží však také na spotřebě.

Všechny látky, které vypouští člověk do životního prostředí, se obecně nazývají emise. Ovzduší ovlivněné výfukovými plyny má na lidské zdraví podobné účinky jako cigaretový kouř. Látky, které jsou součástí výfukových plynů, mohou způsobit celou řadu závažných zdravotních problémů.

Složení výfukových plynů:

- 71 % dusík N_2 – neškodný
- 18 % oxid uhličitý (CO_2) – sice přímo neškodí zdraví člověka, ale přispívá k tvorbě skleníkového efektu, který má za následek klimatické změny na Zemi
- 9 % vodní pára H_2O – neškodná
- 1,4 % saze - uhlík (C) – hodně škodlivé, hlavní složka pevných částic; saze ucpávají plíce
- oxid uhelnatý (CO) – blokuje přenos kyslíku krví
- 0,6 % oxidy dusíku (NO_x) – některé z nich způsobují již při malých koncentracích pocit dušení a nucení ke kašli, zvyšují pravděpodobnost onemocnění dýchacích cest
- uhlovodíky (CH) – některé skupiny uhlovodíků dráždí sliznici a oči, některé skupiny uhlovodíků mohou být karcinogenní
- prachové částice (PM) – způsobují onemocnění dýchacích cest a plic, srdce a cév, alergie
- oxid siřičitý (SO_2) – vstřebává se v horních cestách dýchacích; automobilové emise obsahují sice jen malé množství SO_2 , ale může se násobit efekt dalších látek

- přízemní ozón (O_3) – chemickými reakcemi výfukových plynů za účasti slunečního záření vzniká fotochemický smog, který kromě dalších škodlivých látek obsahuje i ozón – ten je pro člověka jedovatý a např. snižuje schopnost plic vykonávat normální funkce
- polycyklické aromatické uhlovodíky (česky PAU; anglicky PAH) – mnohé z nich jsou mutagenní a karcinogenní (rakovinotvorné)

Emise po vypuštění ze zdroje zpravidla reagují s dalšími látkami v ovzduší, a tak vznikají nové sloučeniny, které obecně nazýváme imise. Zatímco množství emisí se měří přímo u zdroje znečištění (např. v komíně), imise v jeho okolí. Imise jsou zpravidla škodlivější než emise. Dochází k synergickému účinku látek, tzn. k jevu, kdy efekt společného působení více látek je větší, než prostý součet efektů ze samostatného působení těchto látek.

Monitorováním škodlivin v ovzduší se zabývá Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) sídlící v Praze.

Přítomnost škodlivin v ovzduší můžeme rozpoznat pomocí některých organismů, které označujeme jako bioindikátory - živočichové, rostliny, houby či mikroorganismy velmi citlivé na čistotu životního prostředí.

(Zdroj obrázků: Wikimedia Commons)

: ÚKOL 1

Spoj čarou chemickou látku ve sloupci vlevo a její vliv na zdraví člověka ve sloupci vpravo:

(správné odpovědi zde tučně; v pracovním listě je pořadí vlivů jiné, sloupce vlevo neodpovídají odpovědi ve sloupci vpravo)

oxid uhelnatý (CO)	blokuje přenos kyslíku krví
oxidy dusíku (NO_x)	způsobuje onemocnění dýchacích cest
uhlovodíky (CH)	dráždí sliznici a oči
prachové částice (PM)	způsobují onemocnění dýchacích cest a plic, srdce a cév, alergie
oxid uhličitý (CO_2)	přispívá k tvorbě skleníkového efektu
oxid siřičitý (SO_2)	vstřebává se v horních cestách dýchacích; automobilové emise obsahují sice jen malé množství SO_2, ale může násobit efekt dalších látek
přízemní ozón (O_3)	snižuje schopnost plic vykonávat normální funkce
polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	jsou mutagenní a karcinogenní

: ÚKOL 2

Pojmenuj předměty na obrázku a napiš jejich použití:



a)



b)

a) Filtr. Každé nové osobní auto, pokud požívá jako palivo naftu, musí mít od roku 2009 filtr. Nevypouští tak oblaka viditelného kouře a splňuje aktuální emisní limity.

b) Katalyzátor výfukových plynů. Zařízení snižující emise výfukových plynů ve vozidlech používajících jako palivo bezolovnatý benzín. Emise vznikají díky nedokonalostem spalovacího procesu. Katalyzátor přeměňuje za pomoci chemických reakcí škodlivé látky na vodu, oxid uhličitý a další méně nebezpečné látky.

Zajímavost: První katalyzátor byl montován do vozů Cadillac již roku 1975. První sériový vůz vybavený částečným katalyzátorem se stal Cadillac Seville. Tento katalyzátor sice do určité míry snižoval obsah škodlivin ve výfukových plynech, ale první skutečně funkční katalyzátor byl vynalezen týmem engelhardtských vědců pod vedením Johna J. Mooneye a Carla D. Keitha v roce 1979.

: ÚKOL 3

Vymysli co nejvíce návrhů, jak můžeme sami přispět ke zlepšení kvality ovzduší v závislosti na dopravě:

Zlepšení kvality ovzduší můžeme dosáhnout preferováním prostředků hromadné dopravy, pravidelnou kontrolou katalyzátorů v našich automobilech, rozšířením pěších zón, podporou cyklistů a pěších, zvětšením ploch zeleně (především stromů a keřů), omezením vjezdu vozidel do centra měst, vybudováním obchvatů měst pro projíždějící nákladní dopravu.

: ÚKOL 4

K dopravnímu prostředku na obrázku najdi klady a zápory jeho používání. Diskutujte ve třídě.



: ÚKOL 5

Zjisti, jak odborně nazýváme organismy velmi citlivé na čistotu životního prostředí. Odpověď najdeš v tajence osmisměrky.

Najdi slova: pesi zona, les, emise, imise, kolo. Ze zbývajících písmen slož slovo a získáš tajenku.

K	A	N	O	Z	I
O	S	P	B	I	M
L	O	E	I	N	I
O	D	S	L	I	S
K	A	I	T	O	E
E	M	I	S	E	R

Řešení: **BIOINDIKÁTOR**

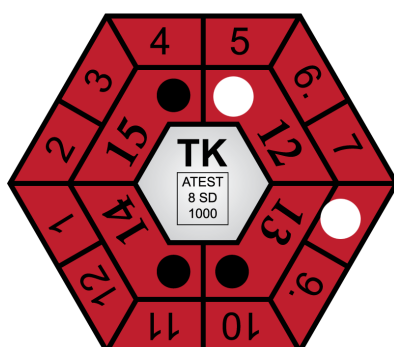
: ÚKOL 6

Vyjmenuj alespoň dva rostlinné bioindikátory kvalitního ovzduší:

Dobře známými bioindikátory jsou lišejníky. Většina druhů roste pouze tam, kde je čistý vzduch. V městském prostředí lze k odhadu znečištění ovzduší využít lépe houbu svraštělku javorovou - roste na javorech pouze v čistém ovzduší, zejména v lesích, lesoparcích a větších parcích.

: ÚKOL 7

Najdi na internetu, o jakou jde kontrolní známku, kdo a proč ji vydává. Náповědu hledej v popisu pod obrázkem.



kontrolní nálepka **STK**

Technické prohlídky vozidel se provádějí v STK – stanicích technické kontroly, kde se provádí také měření emisí.

Po úspěšném absolvování STK se provede zápis do velkého technického průkazu vozidla a je mu přidělena kontrolní nálepka. Kontrola na STK je povinná pro všechna vozidla. Frekvenci prohlídek určuje zákon a zapisují se do technického průkazu vozidla. Bez tzv. kontrolní nálepky je vozidlo technicky nezpůsobilé a nemůže se provozovat.

B ● PRACOVNÍ LIST – 7 (ZŠ)

● VLIV CHEMICKÝCH ŠKODLIVIN NA ČLOVĚKA

: ÚKOL 1

Spoj čarou chemickou látku ve sloupci vlevo a její vliv na zdraví člověka ve sloupci vpravo:

- | | |
|--|---|
| oxid uhelnatý (CO) ● | ● vstřebává se v horních cestách dýchacích; automobilové emise obsahují sice jen malé množství SO ₂ , ale může násobit efekt dalších látek |
| oxidy dusíku (NO _x) ● | ● způsobují onemocnění dýchacích cest a plic, srdce a cév, alergie |
| uhlovodíky (CH) ● | ● způsobuje onemocnění dýchacích cest |
| prachové částice (PM) ● | ● jsou mutagenní a karcinogenní |
| oxid uhličitý (CO ₂) ● | ● dráždí sliznici a oči |
| oxid siřičitý (SO ₂) ● | ● snižuje schopnost plic vykonávat normální funkce |
| přízemní ozón (O ₃) ● | ● přispívá k tvorbě skleníkového efektu |
| polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) ● | ● blokuje přenos kyslíku krví |

: ÚKOL 2

Pojmenuj předměty na obrázku a napiš jejich použití:



a)

b)

a.

.....

b.

.....

: ÚKOL 3

Vymysli co nejvíce návrhů, jak můžeme sami přispět ke zlepšení kvality ovzduší v závislosti na dopravě:

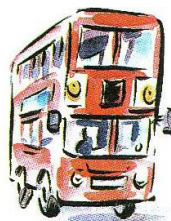
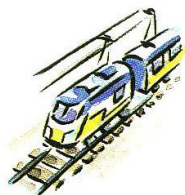
.....

.....

.....

: ÚKOL 4

Ke každému dopravnímu prostředku najdi klady a zápory jeho používání. Diskutujte ve třídě.



: ÚKOL 5

Zjisti, jak odborně nazýváme organismy velmi citlivé na čistotu životního prostředí. Odpověď najdeš v tajence osmisměrky.

Najdi slova: pesi zona, les, emise, imise, kolo. Ze zbývajících písmen slož slovo a získáš tajenku.

K	A	N	O	Z	I
O	S	P	B	I	M
L	O	E	I	N	I
O	D	S	L	I	S
K	A	I	T	O	E
E	M	I	S	E	R

.....

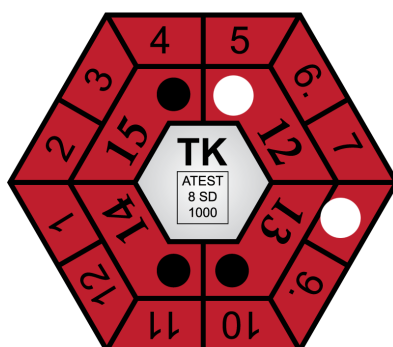
: ÚKOL 6

Vyjmenuj alespoň dva rostlinné bioindikátory kvalitního ovzduší:

.....

: ÚKOL 7

Najdi na internetu, o jakou jde kontrolní známku, kdo a proč ji vydává. Nápovědu hledej v popisu pod obrázkem.



kontrolní nálepka ...

.....

.....

B : **METODIKA PRÁCE S PRACOVNÍMI LISTY PRO SŠ**

SEZNAM LISTŮ LISTŮ PRO SŠ

1. Stručný přehled o akustice
2. Zdravotní rizika z dopravního hluku
3. Struktura a místa vzniku hluku z dopravy
4. Protihluková opatření
5. Město bez dopravního hluku?
6. Pevné částice, prach
7. Alternativní pohonné hmoty
8. Chemické škodliviny v ovzduší

Jedním z hlavních výstupů realizovaného projektu OPVK *Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě* jsou pracovní listy (PL) a metodiky pro práci s pracovními listy (ML, metodické listy). Metodické listy navazují na sylabus a BOV každého tématu.

Metodické listy obsahují metodický úvod k pracovním listům a podporují pedagoga před výukou i během výuky. Zobrazují vyznačené správné odpovědi. Nabízejí souvislost s jinými PL a možnost zakončení práce s PL formou diskuse se studenty, tedy pointu, účel a smysl dané aktivity. Jako podklad pro tuto diskusi doporučujeme sylaby pro jednotlivá témata.

Pracovní listy jsou zpracovány tak, aby byl dán prostor pro samostatnou práci žáků a studentů, pro ověření získaných znalostí, vědomostí a dovedností v každém okruhu témat.

Pracovní listy určené pro vyšší stupeň gymnázií a střední školy jsou svým pojetím rozšířením znalostí ze základní školy a staví na vědomostech (kompetencích) požadovaných pro ukončené základní vzdělání v příslušném předmětu. Vycházejí i z nově osvojených vědomostí a jejich nadstavbou je zařazení výzkumných poznatků do praxe (např. Zdravotní rizika z dopravy – Znečištění ovzduší). Snaží se ve studentech vzbudit zájem o dění, které je bude provázet po celý život – téma „Udržitelné dopravy“. A to především jako generace, která se bude muset v dalších letech tímto tématem intenzivně zabývat, pokud chceme spokojeně žít a pracovat.

: MOŽNOSTI VYUŽITÍ VE VÝUCE SŠ

Na rozdíl od základních škol je vymezení rozsahu dopravní výchovy na středních školách poněkud složitější. Pod pojmem střední škola jsou vnímány všechny typy škol, tedy gymnázia, střední odborné školy a odborné učiliště. Tím je dána variabilita školních vzdělávacích programů, které jednotlivé školy vydávají sice v souladu s Rámcovým vzdělávacím programem Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, ale také s ohledem na zaměření školy a potřeby regionu. Z těchto specifických školních vzdělávacích programů se odvíjí učební plány a učební osnovy jednotlivých škol, ve kterých je více či méně zakomponována také dopravní výchova. Ta i přes svůj význam nepatří na středních školách (mimo specializované obory) ke vzdělávacím okruhům s vyšší hodinovou dotací. Doprava je součástí tzv. průřezových témat, která respektují aktuální témata a problémy současné doby.

Rámcové vzdělávací programy pro střední odborné vzdělávání obecně obsahují jen minimální předepsaný rozsah dopravní výchovy charakterizovaný zejména požadovanými výsledky výchovy. Výjimkou je specializovaný Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělávání 37-41-M/01 Provoz a ekonomika dopravy. Absolventi tohoto oboru by měli mít vytvořeny předpoklady pro uplatnění se v oblasti správy dopravní infrastruktury v ČR a EU, v pozicích samostatných techniků různých druhů dopravy, manažerů provozu, logistiků v dopravě a přepravě atd. (RVP PED, 2008, s. 12).

Dopravní výchova není součástí Rámcových vzdělávacích programů na středních školách. V lepším případě jsou prvky dopravní tematiky volně zařazeny do výchovy prostřednictvím průřezových témat například v předmětech ekologie nebo chemie. V rámci výuky se žáci některých škol účastní veřejných akcí s dopravní tematikou např. „Týden mobility“, „Den bez aut“, „Na kole do školy“. Na těchto akcích jsou žákům zábavnou formou předávány informace spojené s dopravní výchovou. Dotazník odhalil i případy, kdy je za přínos k dopravní výchově středoškoláků považováno jen to, že v rámci výuky mají žáci možnost získat řidičské oprávnění na osobní, případně nákladní automobil, což žákům umožňují technicky zaměřené odborné střední školy.

To, že odborné střední školy nebo učiliště věnují v rámci všeobecného vzdělání minimální prostor dopravní tematice, není pozitivní. Tento stav je dán nejen různým zaměřením středních škol, ale také širokým spektrem osvojovaného učiva v rámci všeobecného vzdělávání při omezených hodinových dotacích na výuku.

B ● METODICKÝ LIST – 1 (SŠ)

● STRUČNÝ PŘEHLED O AKUSTICE

: CÍL

List je shrnutím probrané látky ve fyzice a je vhodný jako opakovací materiál.

: TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Základy v poznání v oblasti akustiky ve starověkém Řecku položili Pythagoras a Aristoteles.

Staří Řekové znali principy akustiky, což dokládají i stavby amfiteátrů, kdy hlasy herců stojících na podiu bylo slyšet až do výšky 11 metrů. Podle posledních výzkumů potlačovaly amfiteátry nízké frekvence zvuku (pod 500 dB), tedy minimalizovali hlučnost obecenstva a směrem nahoru se k divákům šířily převážně vysoké frekvence (nad 500 dB) hlasů herců. Řady sedadel postavených z vápence odrážely zvukové vlny tak, že se šířily směrem nahoru, a to bez ztráty akustické energie.

Pro následující akustické přednášky je nutné, aby žáci znali rozdíl mezi hlukem a zvukem: Zvuk je přírodním jevem vyskytujícím se kolem nás, zatímco hluk je každý nežádoucí zvuk nepříjemný sluchu člověka. Avšak každý člověk má jiné smyslové vnímání, tedy může se stát, že se žákova oblíbená zvuková hudební nahrávka, kterou si pouští hlasitě, jeho rodičům bude zdát jako „nesnesitelný hluk“. Hranice mezi zvukem a hlukem je tedy pojmem relativním s ohledem na citlivost lidského sluchového aparátu.

Zvuk se šíří různým prostředím různou rychlostí a jeho tónové složky se mohou šířit různým směrem. Např. chceme-li slyšet dobře basy, umístíme reproduktor na hluboké tóny do rohu místnosti, odkud se hluboké tóny budou šířit všemi směry rovnoměrně a ještě se budou zesilovat odrazem od stěny (tzv. bustr). Naopak vysoké tóny se šíří přímočaře, takže pro dobrý poslech je nutné umístit reproduktor vysokých tónů přímo proti posluchači.

V současnosti je velmi silným zdrojem hluku doprava.; každý rok se zvyšuje intenzita dopravy. Tedy narůstá i množství hluku generovaného do okolí. Před několika lety bylo v ČR zavedeno tzv. semaforové zobrazení, ve kterém se zobrazují:

Červenou barvou místa s vysokou hlukovou zátěží.

Žlutou barvou místa se střední hlukovou zátěží.

Zelenou barvou místa, jejichž hlučnost splňuje hlukové limity.

(Barevné škálování může disponovat i jinými barvami, jež jsou popsány v legendě mapy).

Dle typu rozlišujeme druhy hlukových map na:

1. Horizontální – ukazují plošné zatížení území hlukovou emisí.
2. Vertikální – používají se pro zjištění hlukových hladin na fasádách staveb.
3. Bodové – pro přesné zjištění hlukového zatížení zejména na fasádách budov.

Studenti si na internetu najdou jednotlivá mapová zobrazení, na jejich základě pak splní úkol 8.

Strategická hluková mapa vyjadřuje pomocí ukazatelů $L_{den-večer-noc}$ a L_{noc} zatížení lokality hlukovou emisí a to v 5 dB izofonách (izofona je spojnice stejných hodnot hlukových hladin). Náležitosti hlukových map jsou stanoveny Vyhláškou č. 523/2006 Sb., o hlukovém mapování. Strategické hlukové mapy slouží státním autoritám, architektům, stavebním firmám k rozhodování, kde stavět obydlí a kde naopak nestavět či jaká protihluková opatření je nutno přijmout (orientace domů, výběr protihlukových oken, stavebních materiálů). Směrnice 2002/49/ES vybízí členské státy, aby prováděly každých 5 let strategické hlukové mapování. V 1. kole pro všechny aglomerace s více než 250 000 obyvateli, všechny hlavní silnice, po kterých projede více než šest milionů vozidel za rok, hlavní železniční trati, po kterých projede více než 60 000 vlaků za rok, a pro hlavní civilní letiště určená členským státem, která mají více než 50 000 vzletů nebo přistání za rok, velká města nad 250 000 obyvatel s letištěm a v dalších kolech pak pro menší silnice a menší města. Na základě výsledků z 1. kola strategického hlukového mapování pak velká města (Praha, Brno, Ostrava) vypracovala tzv. Akční plány (přístupné na webových stránkách uvedených měst). V těchto plánech jsou uvedena místa ve městech, kde hluk překračuje limitní hodnoty 60 dB. Na těchto místech jsou pak provedena protihluková opatření, která maximálně ochrání obyvatele měst před nadměrným hlukem. První vlna strategického hlukového mapování je v ČR již ukončena a nyní probíhá druhá vlna mapování. Strategické hlukové mapování probíhá i v ČR vždy po 5 letech a výsledky protihlukových opatření je možné najít na webu <http://hlukovemapy.mzcr.cz/silnice.html>.

Principu šíření zvuku se využívá při vytváření protihlukových opatření stavbě silnic. Protihlukovým opatřením je věnován samostatný pracovní list.

Hluk je všudepřítomný a doprovází od nepaměti lidskou činnost. V současné době je to hluk z dopravy, který velmi intenzivně narůstá úměrně s narůstající intenzitou dopravy.

Správné odpovědi jsou vždy vyznačeny tučným písmem.

: ÚKOL 1

Doplň:

Akustika je věda, která se zabývá **zvukem**. Základy v poznání v oblasti akustiky ve starověkém Řecku položili **Pythagoras** a **Aristoteles**.

Staří Řekové znali principy akustiky, což dokládají stavby amfiteátrů, které sloužily k pořádání divadelních představení a slavností. Doplň vše, co víš o jejich akustice: **Staří Řekové znali principy akustiky, což dokládají i stavby amfiteátrů, kdy hlasy herců stojících na podiu bylo slyšet až do výšky 11 metrů, podmínky minimalizovaly hlučnost obecnstva a směrem nahoru se k divákům naopak dobře šířily hlasy herců. Řady sedadel tomu napomáhaly.**

: ÚKOL 2

Byly také zachovány starověké hudební nástroje. Na základě video ukázky přiřaď k obrázkům správné názvy starověkých hudebních nástrojů ze závorcky: (mandolína, tamburína, lyra, kanonaki)

Video, ve kterém žáci shlédnou různé řecké hudební nástroje a zaposlouchají se do jejich zvuku, který je příjemný sluchu člověka.

Ukázka č. 1



lyra



mandolína



tamburína



kanonaki

: ÚKOL 3

Zakroužkuj správnou možnost:

- a. zvuk vyskytující se kolem nás je: **přirozený** × uměle vytvořený člověkem;
- b. hluk u člověka vyvolává sluchové pocity: příjemné × **nepříjemné**.

: ÚKOL 4

Napiš, co z ukázek může být:

- a. zdroj zvuku: **ptačí zpěv, hudba**;
- b. zdroj hluku: **hluk z dopravy, emoční (varovný) hluk**.

Pro nápovědu využij obrázky:



Zpěv ptactva

Ukázka č. 2



Hudba

Ukázka č. 3



Dopravní hluk

Ukázka č. 4



Emoční hluk – vyvolává v člověku emoce (používají jej: sanitky, hasiči, policie)

Ukázka č. 5

: ÚKOL 5

Rozhodni a zakroužkuj správnou odpověď: ano / **ne**.

Stručně vysvětli svoji odpověď.

Ve vakuu nejsou částice, přes které by se zvuková vlna šířila.

: ÚKOL 6

Jaký bude hluk za deště?

Zakroužkuj správnou odpověď: **vyšší** / nižší než za suchého počasí.

Svoji odpověď zdůvodni: **Za deštivého nebo mlhavého počasí budeme mít pocit zvýšené hlučnosti automobilového provozu, protože zvuková vlna se ohýbá směrem k zemi, tj. do výšky, ve které se člověk pohybuje a tedy i energie zvukové vlny, která vstupuje do sluchového orgánu, je vyšší. Další zvukový efekt, který vzniká na mokré vozovce při odvalování kol po jejím povrchu, způsobuje voda, která je vysávána koly automobilů z pórů vozovky ven a znova dopadá zpět na její povrch.**

: ÚKOL 7

Urči, za jakou dobu (za slunečného počasí) dorazí hluk z silnice k obytné zástavbě vzdálené 5 m od silnice, bude-li venkovní teplota vzduchu:

a) 0° C

Výpočet:

Studenti musí nejdříve vypočítat rychlost šíření zvuku při teplotě 0° Celsia. Jakmile získají rychlost, tak z ní běžným způsobem vypočtou čas:

$$v = 331,8 + 0,61 \times 0^\circ \text{C} = 331,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$v = s/t$$

$$t = s/v$$

$$t = 5 \text{ m} : 331,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} = 0,0150 \text{ s}$$

Odpověď:

Hluk dorazí při teplotě 0° C k obytné zástavbě 5 m vzdálené za 0,0150 s.

b) 20° C

Výpočet:

Studenti musí nejdříve vypočítat rychlost šíření zvuku při teplotě 20° Celsia. Jakmile získají rychlost, tak z ní běžným způsobem vypočtou čas:

$$v = 331,8 + 0,61 \times 20^\circ \text{ C} = 344 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v = s/t$$

$$t = s/v$$

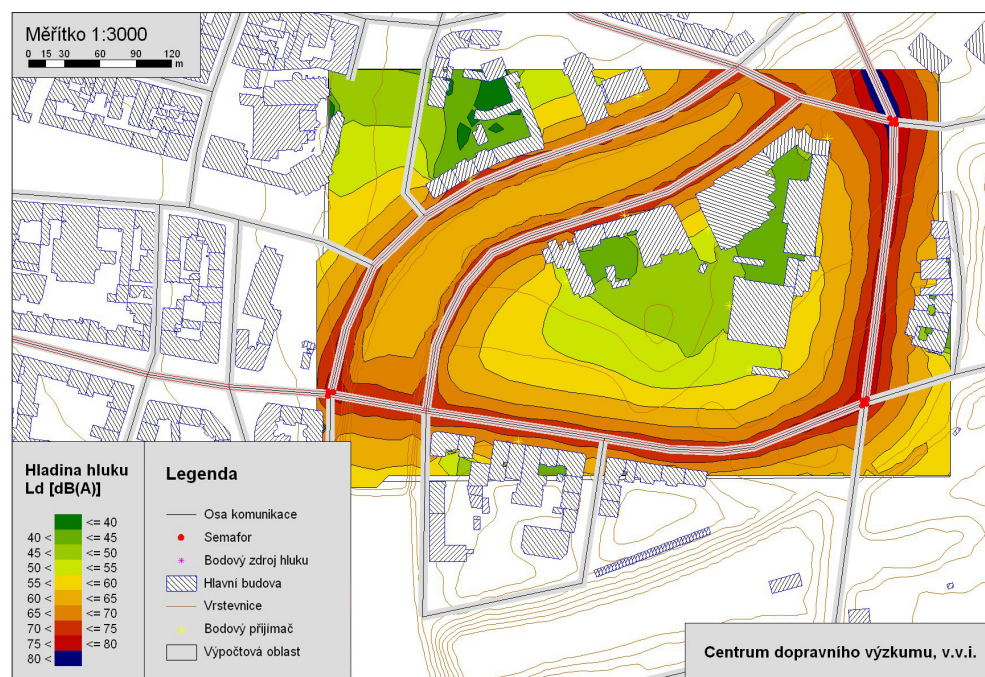
$$t = 5 \text{ m} : 344 \text{ m.s}^{-1} = 0,0145 \text{ s}$$

Odpověď:

Hluk dorazí při teplotě 20° C k obytné zástavbě 5 m vzdálené za 0,0145 s.

: ÚKOL 8

Napiš správný název k typu hlukové mapy níže: **horizontální mapa**



: ÚKOL 9

Kterou z uvedených národností bude hluk pravděpodobně více obtěžovat z pohledu jejich životního stylu a kulturních zvyklostí? Zakroužkuj z nabízených odpovědí:

- „seveřané“ - Norové, Finové, Švédí
- „jižané“ - Italové, Španělé, Portugalci



finská lidová hudba

Zdroj: www.theguardian.com/travel/gallery
Ukázka č. 6



španělská tradiční hudba

Zdroj: artsbeatblogdotcom.files.wordpress.com
Ukázka č. 7

Jižní národy jsou obecně k hluku méně vnímaví vzhledem ke svému způsobu života a životnímu stylu. Národy severské jsou více vnímavé ke zvýšené hlučnosti.

DOBROVOLNÝ ÚKOL NAVÍC

Žák si může změřit hluk na svém chytrém mobilu. Z přehrávače si pustí písničku a druhý žák může měřit mobilem změnu hlučnosti ve vzdálenosti: u zdroje, ve vzdálenosti 1 m, 3 m od zdroje, nebo ve výšce 1 m či 2 m nad zemí. Výsledky se mohou prodiskutovat s vyučujícím.

B : PRACOVNÍ LIST – 1 (SŠ) STRUČNÝ PŘEHLED O AKUSTICE

: ÚKOL 1

Doplň:

Akustika je věda, která se zabývá ...

.....

Základy v poznání v oblasti akustiky ve starověkém Řecku položili...

.....

Staří Řekové znali principy akustiky, což dokládají stavby...

.....

kteřé sloužily k pořádání divadelních představení a slavností.

Doplň vše, co víš o jejich akustice:

.....

.....

: ÚKOL 2

Byly také zachovány starověké hudební nástroje. Na základě video ukázky č. 1 přiřaď k obrázkům správné názvy starověkých hudebních nástrojů ze závorcky: (mandolína, tamburína, lyra, kanonaki)



.....

: ÚKOL 3

Zakroužkuj správnou možnost:

- a. zvuk vyskytující se kolem nás je: přirozený × uměle vytvořený člověkem;
- b. hluk u člověka vyvolává sluchové pocity: příjemné × nepříjemné.

: ÚKOL 4

Napiš, co může být:

a. zdrojem zvuku:

b. zdrojem hluku:

Pro nápovědu využij obrázky:



Zpěv ptactva

Ukázka č. 2



Hudba

Ukázka č. 3

Zdroj: Youtube – Ludwig van Beethoven: Óda na radost



Dopravní hluk

Ukázka č. 4



Zdroj: upload.wikimedia.org

Emoční hluk – vyvolává v člověku emoce (používají jej: sanitky, hasiči, policie)

Ukázka č. 5

: ÚKOL 5

Rozhodni a zakroužkuj správnou odpověď:

Přenáší se zvuk ve vakuu? ano / ne

Stručně vysvětli svoji odpověď:

.....

: ÚKOL 6

Jaký bude hluk za deště? Zakroužkuj správnou odpověď: vyšší / nižší než za suchého počasí. Svoji odpověď zdůvodni:

.....
.....
.....
.....

: ÚKOL 7

Urči za jakou dobu (za slunečného počasí) dorazí hluk z dálnice k obytné zastavbě vzdálené 5 m od silnice, bude-li venkovní teplota vzduchu:

a) 0° C

Výpočet:
.....

Odpověď:
.....

b) 20° C

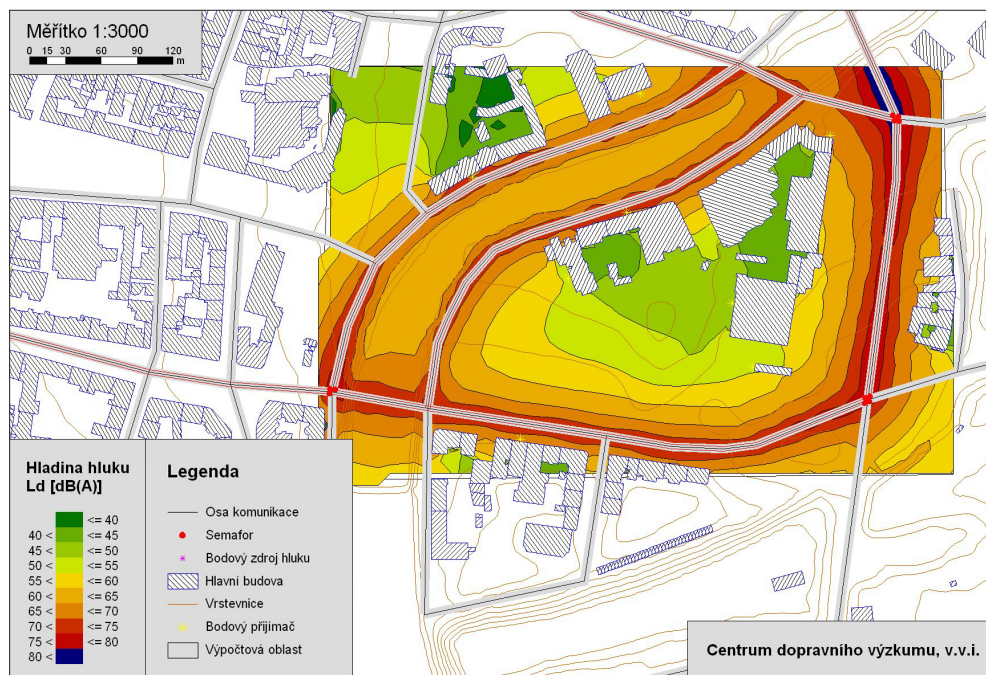
Výpočet:
.....

Odpověď:
.....

: ÚKOL 8

Napiš správný název k typu hlukové mapy vyobrazené na další straně:

.....



: ÚKOL 9

Kterou z uvedených národností bude hluk pravděpodobně více obtěžovat z pohledu jejich životního stylu a kulturních zvyklostí? Zakroužkuj z nabízených odpovědí:



a) „sevefané“ – Norové, Finové, Švédí

Zdroj: www.theguardian.com/travel/gallery
Ukázka č. 6



b) „jižané“ – Italové, Španělé, Portugalci

Zdroj: artsbeatblogdotcom.files.wordpress.com
Ukázka č. 7

B ● METODICKÝ LIST – 2 (SŠ)

● ZDRAVOTNÍ RIZIKA Z DOPRAVNÍHO HLUKU

: CÍL

Zopakovat si různé hladiny zvuku a jejich hodnotu v souvislosti se zdravotním rizikem expozice silnému hluku.

: TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Ucho je sluchový orgán, zachycující zvukové vjemy, které jsou předávány pomocí nervového systému do mozku. Lidské ucho slyší velmi dobře střední frekvence. Avšak příliš vysoké ani příliš nízké frekvence neslyší:

Tento způsob slyšení se začal vyvíjet již v pravěku, kde lidé žili v úzkém sepětí s přírodou v přírodních stanovištích. Protože hmyz, který vydával vysoké zvuky, by neumožnil lidem spát, začal sám lidský organismus tyto zvuky jako bzučení, pískání hmyzu rušit, tak aby se v noci člověk mohl vyspat. Když by totiž lidé slyšeli frekvence nízké, pod 20 Hz, mohli by slyšet např. dorozumívání slonů či hučení pohybujících se zemských desek (což je skutečný případ člověka v ČR). Tato jeho schopnost mu bohužel neumožňuje klidně spát. Vývoj sluchového vnímání člověka stále pokračuje. Tento proces je dán vývojem zvukové situace v životním prostředí člověka.

Jednotkou používanou vyjádření hladiny zvuku (případně pocíťovaného jako hluk) je decibel (dB). Decibel je bezrozměrná logaritmická veličina. Lidský sluch slyší jen určitou část zvukové vlny. Ucho slyší zvuky např. už od přejetí prstu po kůži ruky, až po hluk startující stíhačky. Z pohledu intenzity je hluk stíhačky 1 000 000 000 000 krát silnější než ten nejmenší slyšitelný zvuk. Jak je vidět, prosté poměry dvou čísel by vedly k nepřehledným výsledkům s řádově vysokými čísly. Z tohoto srovnání si žáci také mohou udělat představu o intenzitách hluku.

Na decibelové stupnici je nejslabší zvuk 0 decibelů, což označujeme za absolutní ticho. Zvuk, který má hodnotu 10 dB, vyvolá již 10 krát vyšší akustický tlak. Zvuk, který působí 100 krát silnější akustický tlak, má na decibelové stupnici hodnotu 20 dB.

Absolutní ticho si člověk nedokáže představit, avšak přece existuje - ve vesmíru. Zvuk se totiž ve vakuu nemůže šířit. Kosmonautům při pobytu ve vesmíru pouštějí na pozadí do sluchátek speciální zvukovou kulisu, aby se jejich nervový systém z absolutního ticha ve vesmíru nezhroutil.

Zvuk je vyvolán vnější událostí (např. bouchnutím dveří), kdy dojde ke stlačení molekul vzduchu ev. jakéhokoli plynu a zvuková vlna se předáváním energie sousedním částicím vzduchu (plynu) šíří do okolního prostoru.

: ÚKOL 1

Doplň: Lidské ucho je **sluchový** orgán, zachycující zvukové vjemy, které jsou předávány pomocí **sluchového nervu** do mozku.

: ÚKOL 2

Můžeme slyšet velmi hluboký tón pohybujících se zemských desek (20 dB)?

Odhadni na základě znalostí z fyziky pro SŠ. Zakroužkuj správnou odpověď: ano / **ne**

: ÚKOL 3

Doplň hodnotu v decibelech pro hranici, kde má člověk:

- práh slyšitelnosti **20 dB;**
- práh bolesti **130 dB;**
- práh obtěžujícího hluku **65 dB.**

Kde tyto hladiny zvuku můžeme slyšet? Přiřaď písmena uvedená pod obrázky k hodnotám prahů výše:



a) přibližně **130 dB**

Ukázka č. 8



b) přibližně **20 dB**



c) přibližně **65 dB**

Ukázka č. 9

: ÚKOL 4

Doplň do tabulky chybějící hodnoty, co sis zapamatoval/a o hladině zvuku:

Hluk v dB:	Kde lze zvuk slyšet:
0	absolutní ticho ve vesmíru
10	ticho ve speciálních akustických komorách
20	nejnižší slyšitelný zvuk pro člověka; tzv. práh slyšitelnosti
30	velmi tichý pokoj v domě, tikot budíku, šepot
60	běžný hovor
80	hluk ze silniční dopravy
90	projíždějící vlak
130	vzlétající letadlo; tzv. práh bolesti

: ÚKOL 5

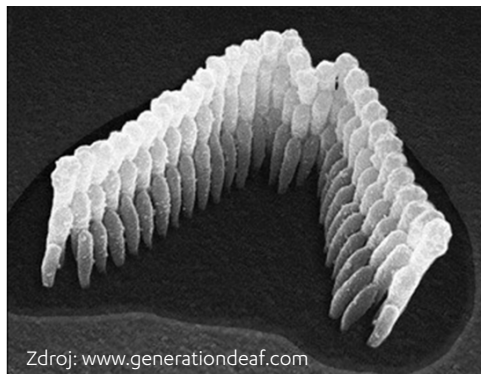
Zakroužkuj, ve kterou dobu během dne tě hudební produkce více obtěžuje?

- na diskotéce, když se bavíš;
- když večer usínáš a v sousední místnosti hraje velmi nahlas hudba.

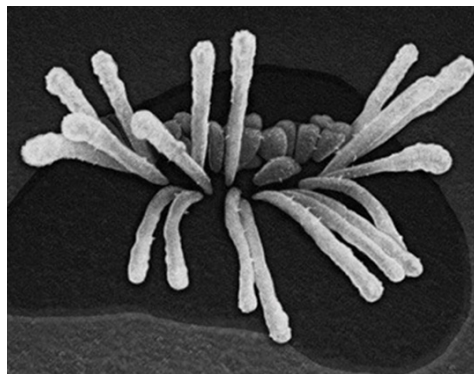
Prodiskutuj se spolužáky a poznatky shrňte do společného závěru.

Jaký hluk způsobují různé zvukové jevy, si studenti mohou demonstrovat na web linku: http://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/noisemeter_html/hp98.html

Vysvětlí ústně, co se stane, jestliže budeš dlouhodobě vystavovat sluch zátěži větší než 60 dB, např. hlasitou hudbou. K vysvětlení použij obrázky, na kterých jsou vyfotografovány sluchové buňky:



a) zdravé buňky



b) buňky poškozené hlukem

: ÚKOL 6

Znáš opatření vedoucí ke snížení hluku. Jak můžeš snížit hluk, který vychází z dopravy, ve svém pokoji? Navrhní řešení a napiš:

- **zavřít okno;**
- **přestěhovat svůj pokoj na druhou stranu bytu;**
- **v případě vysokého překročení hlukových limitů lze příslušný úřad požádat o další protihluková opatření, např. protihluková okna.**

: ÚKOL 7

Vyber sluchátka, která si pořídíš, abys při poslechu hudby chránil svůj sluch:



A



B

Jedná se o správné nasměrování zvukových vln boltcem do vnitřního ucha. Zvuková vlna se prochází zvukovodem, kde dochází k odrazům od stěn zvukovodu a tím i ke změně akustické energie, která dopadá na bubínek v uchu. Zvuk je směřován do vnitřního ucha za využití boltce.

Samozřejmě zde záleží i na intenzitě zvuku, který do ucha vstupuje.

Novinkou na trhu jsou sluchátka se zvukovou limitací, kdy při nadměrném zesílení zvuku je do ucha emitována pouze limitovaná hladina zvuku tj. 80 dB.

: ÚKOL 8

Znáš ještě jiné zdravotní dopady nadměrného hluku na lidský organismus? Jestli ano, tak je vyjmenuj.

Diskutujte ve třídě.

B : PRACOVNÍ LIST – 2 (SŠ) ZDRAVOTNÍ RIZIKA Z DOPRAVNÍHO HLUKU

: ÚKOL 1

Doplň: Ucho je orgán zachycující zvukové vjemy,
které jsou předávány pomocí do mozku.

: ÚKOL 2

Můžeme slyšet velmi hluboký tón pohybujících se zemských desek (20 dB)?
Odhadni na základě znalostí z fyziky pro SŠ. Zakroužkuj správnou odpověď: ano / ne

: ÚKOL 3

Doplň hodnotu v decibelech pro hranici, kde má člověk:

práh slyšitelnostidB;

práh bolestidB;

práh obtěžujícího hlukudB.

Kde tyto hladiny zvuku můžeme slyšet? Přiřaď písmena uvedená pod obrázky
k hodnotám prahů výše:



a)

Ukázka č. 8



b)



c)

Ukázka č. 9

: ÚKOL 4

Doplň do tabulky chybějící hodnoty, co sis zapamatoval/a o hladině zvuku:

Hluk v dB:	Kde lze zvuk slyšet:
0	absolutní ticho ve vesmíru
10	
20	nejnižší slyšitelný zvuk pro člověka; tzv. práh slyšitelnosti
30	
60	běžný hovor
80	hluk ze silniční dopravy
90	projíždějící vlak
130	

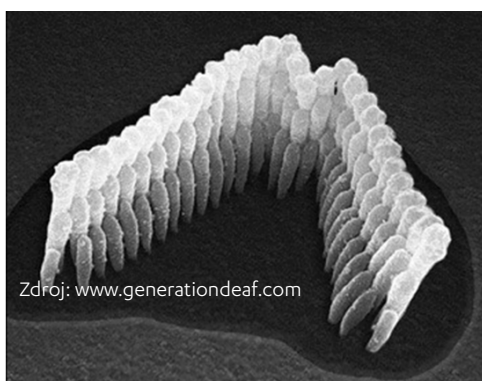
: ÚKOL 5

Zakroužkuj, ve kterou dobu během dne tě hudební produkce více obtěžuje?

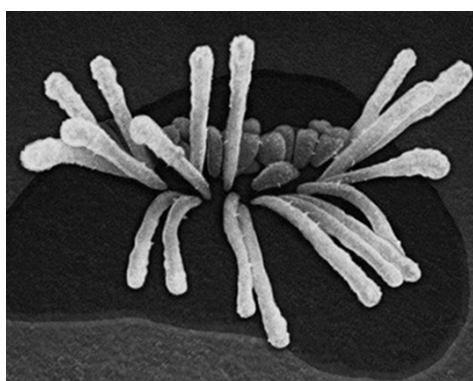
- c. na diskotéce, když se bavíš
- d. když večer usínáš a v sousední místnosti hraje velmi nahlas hudba

Prodiskutuj se spolužáky a poznatky shrňte do společného závěru.

Vysvětli ústně, co se stane, jestliže budeš dlouhodobě vystavovat sluch zátěži větší než 60 dB, např. hlasitou hudbou. K vysvětlení použij obrázky, na kterých jsou vyfotografovány sluchové buňky:



a) zdravé buňky



b) buňky poškozené hlukem

: ÚKOL 6

Znáš opatření vedoucí ke snížení hluku.

Jak můžeš snížit hluk ve tvém pokoji, který vychází z dopravy na ulici?

Navrhni řešení a napiš:

.....

.....

: ÚKOL 7

Vyber sluchátka, která si pořídíš, abys při poslechu hudby chránil svůj sluch.

Pro vybraná sluchátka zakroužkuj písmeno pod obrázkem:



A



B

: ÚKOL 8

Znáš ještě jiné zdravotní dopady nadměrného hluku na lidský organismus?

Jestli ano, tak je vyjmenuj.

Diskutujte ve třídě.

B ● METODICKÝ LIST – 3 (SŠ)

● STRUKTURA A MÍSTA VZNIKU HLUKU Z DOPRAVY

: CÍL

Diskuse o rozlišování zvuků a jejich intenzitě a dalších vlastnostech. Práce s hlukoměrem na mobilu. Seznámení se s nízkohlučným gumoasfaltovým povrchem vozovky v nejbližším okolí. Možnosti ochrany proti hluku ve vlastním bydlišti.

: TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Hluk z dopravy je mezi konstantními zdroji hluku (stacionárními provozy, zemědělskými, průmyslovými, vodohospodářskými, apod.) nejrozšířenějším hlukem. Na rozdíl od vyjmenovaných kategorií hluku je téměř všude přítomný a navíc jeho působení je velmi blízké lidským obydlím, zdravotnickým i rekreačním zařízením či školám, protože silniční síť zasahuje téměř všude do obytných čtvrtí. Na rozdíl od stacionárních zdrojů hluku, které je možné různými stavebními či technickými opatřeními odstínit, je hluk z liniových zdrojů, tj. hluk dopravní, obtížně odstranitelný.

ZAJÍMAVOST:

Hlučnost motoru u aut je také snižována novými technologiemi přímo při jejich výrobě v automobilkách. Hluk motoru však závisí i na celkovém designu automobilu. Zvuk je regulován tvary součástí vstřikovacího palivového systému a rovněž tvarem součástí výfukového potrubí či nasávání vzduchu. Stejnými principy se řídí výrobní technologie různých automobilových výrobců.

Např. firma Ferrari upravuje jednotlivé součásti motorů tak, aby naplnila nejen požadované legislativní hlukové limity, ale zároveň také přání zákazníka na vyladění zvuk motoru (tzv. tuning motoru).

ZDROJE, ZE KTERÝCH SE DOPRAVNÍ HLUK UVOLŇUJE:

1) z motoru dopravního prostředku – je převážně slyšet při rychlostech do 40 km.hod⁻¹. Je slyšitelný zejména na sídlištích, kde auta jedou pomalu či parkují.

Ukázka č. 9

2) z odvalování pneumatik, tj. z místa doteku pneumatiky jedoucího auta s povrchem silnice – převažuje při rychlostech do 200 km.hod⁻¹ na silnicích pro motorová vozidla. Je slyšitelný na dálnicích.

Ukázka č. 4

3) z obtékání vzduchu kolem velkých letadel; tzv. hluk aerodynamický vzniká při rychlostech nad 200 km.hod⁻¹ (slyšitelný při letu letadla).

Ukázka č. 8

: ÚKOL 1

Poslechni si tyto hlukové rozdíly:

- hluk z motoru (ukázka č. 9) při pomalé jízdě automobilů, například v silniční zácpě;
- hluk vznikající za jízdy při doteku pneumatiky automobilu s vozovkou (ukázka č. 4) při rychlé jízdě (dálnice ev. na rychlostní silnici);
- hluk vzlétajícího letadla (ukázka č. 8).

Zkus si pořídit nahrávky hluku pocházejícího z dopravy na mobilní telefon (kdo jej má). Tyto prezentuj ve třídě. Diskutujte.

: ÚKOL 2

Porovnej sluchem (případně hlukoměrem) dopravní hluk v následujících případech a poznatky prodiskutujte ve třídě:

- na asfaltovém povrchu – na novém i poškozeném výtlučky;
- při jízdě auta do prudkého kopce;
- na betonové silnici nebo mostě.

: ÚKOL 3

Vyhledej na webu souřadnice GPS míst s gumoasfaltem, která jsou nejbližší tvému bydlišti.

<http://www.gasfalt.cz/index.php/cz/%C3%BAseky-z-gumoasfaltu/2013>

Které to jsou?

.....

: ÚKOL 4

Doplň správnou možnost:

Když na silnici uvidíš dopravní značku „Nebezpečné stoupání“, jaký bude na této silnici automobilový hluk v porovnání se silnicí bez stoupání? Zakroužkuj správnou odpověď:

vyšší / nižší



Svoji odpověď zdůvodni

.....

: ÚKOL 5

Spíš v pokoji, kde slyšíš nadměrný hluk z dopravy. Co můžeš udělat proto, abys mohl klidně spát?

Možnosti prodiskutujte ve třídě.

Možné odpovědi:

- **zavřít okno;**
- **požádat rodiče o přemístění tvého pokoje na hlukově méně exponovanou stranu bytu (pokud lze);**
- **rodiče požádají Krajskou hygienickou stanicí o změření hladiny hluku a tato následně učiní další kroky dle platné hlukové legislativy.**

B : PRACOVNÍ LIST – 3 (SŠ)

STRUKTURA A MÍSTA VZNIKU HLUKU Z DOPRAVY

: ÚKOL 1

Poslechni si tyto hlukové rozdíly:

- hluk z motoru při pomalé jízdě automobilů, například v silniční zácpě;
- hluk vznikající za jízdy při doteku pneumatiky automobilu s vozovkou při rychlé jízdě (dálnice ev. na rychlostní silnici);
- případně, kdo má možnost, může si poslechnout hluk vzletajícího letadla.

Zkus si pořídit nahrávky hluku pocházejícího z dopravy na mobilní telefon (kdo jej má). Tyto prezentuj ve třídě. Diskutujte.

: ÚKOL 2

Porovnej sluchem (případně hlukoměrem) dopravní hluk v následujících případech a poznatky prodiskutujte ve třídě:

- na asfaltovém povrchu – na novém i poškozeném výtlučky;
- při jízdě auta do prudkého kopce;
- na betonové silnici nebo mostě.

: ÚKOL 3

Vyhledej na webu souřadnice GPS míst s gumoasfaltem, které jsou nejbližší tvému bydlišti.

<http://www.gasfalt.cz/index.php/cz/%C3%BAseky-z-gumoasfaltu/2013>

Které to jsou?

.....

.....

.....

.....

: ÚKOL 4

Když na silnici uvidíš dopravní značku „Nebezpečné stoupání“, jaký bude na této silnici automobilový hluk v porovnání se silnicí bez stoupání? Zakroužkuj správnou odpověď: nižší / vyšší



Svoji odpověď zdůvodni

.....

: ÚKOL 5

Spíš v pokoji, kde slyšíš nadměrný hluk z dopravy.
Co můžeš udělat proto, abys mohl klidně spát?

Možnosti prodiskutujte ve třídě.

B ● METODICKÝ LIST – 4 SŠ

● PROTIHLUKOVÁ OPATŘENÍ

: CÍL

Ukázat, kde a jaké množství hluku vzniká z dopravy. Měření hluku se studenty: práce s aplikací „Hlukoměr“ (návod viz projekt BOV 3 SŠ tématu B Zdravotní rizika z dopravy).

: TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Množství hluku uvolněného z dopravy je závislé na těchto faktorech:

1. Intenzitě dopravy
2. Rychlosti dopravního proudu
3. Sklonu a kvalita povrchu vozovky
4. Typ povrchu vozovky

Protihluková opatření jsou možná v podobě:

5. Instalace protihlukových oken
6. Instalace protihlukových stěn

INTENZITA DOPRAVY

Tam, kde je vysoký počet projíždějících automobilů, je hluk mnohem vyšší než tam, kde je množství menší. *(Lze si poslechnout hluk z hlavní komunikace a srovnat jej s hlukem ve vnitřní zástavbě domů).*

Množství hluku uvolněného z dopravy se také liší v závislosti na tom, zda je den či noc. V noci je doprava v okolí měst méně intenzivní než během denní doby. Hluk závisí také na složení dopravního proudu, tzn., jestliže převažuje nákladní doprava, je hluk vyšší než tam, kde převažujícím typem dopravy jsou osobní vozidla. Je to z toho důvodu, že nákladní auto je těžší, jeho motor pracuje na vyšší výkon. Nákladní souprava má rovněž větší množství náprav, jejichž odvalováním po vozovce vzniká tedy i větší množství hluku než u osobních automobilů.

K určení míry obtěžování hlukem byly vymezeny tzv. hlukové limity, které jsou rozdílně určeny zvláště pro denní a zvláště pro noční dobu. Při jejich překročení se občané mohou domáhat u příslušných institucí protihlukových opatření.

RYCHLOST DOPRAVNÍHO PROUDU

Dalším faktorem ovlivňujícím uvolňování hluku z dopravy je rychlost automobilů. Snižováním nejvyšší povolené rychlosti (např. dopravní značkou), lze snížit i hluk generovaný silniční dopravou. Příklad: snížením jízdní rychlosti automobilů o 10 km / hod docílíme snížení hlučnosti o rozdíl, který již citlivé lidské ucho zaznamená.

SKLON A KVALITA POVRCHU VOZOVKY

Kvalita povrchu vozovky je velmi silným zdrojem hluku, v případě, že povrch vozovky je poškozen tzv. dírami nebo jsou na něm vyjeté koleje, zvyšuje se hlučnost vozovky.

Snížením sklonu vozovky asi o 4 % lze snížit hlučnost přibližně o čtvrtinu. Je to tím, že při jízdě do svahu se zvyšují otáčky motoru a zároveň s nimi se zvyšuje i uvolněný hluk.

TYP POVRCHU VOZOVKY VE VZTAHU K JEJÍ HLUČNOSTI – NÍZKOHLUČNÉ ASFALTOVÉ POVRCHY

Abychom mohli snížit hluk z dopravy, jsou vyvíjeny tzv. nízkohlučné povrchy. Nízkohlučné povrchy rozlišujeme na povrch neasfaltové a asfaltové. Asfaltové povrchy mohou obsahovat gumovou drť z ojetých pneumatik. Gumová drť totiž dokáže tlumit hluk. Gumová drť se navíc tímto způsobem opětovně využije - neznečišťuje tak životní prostředí na skládkách. Tento speciální silniční povrch má větší velikost a objem pórů, protože póry absorbují část hluku, který vzniká z odvalování pneumatik. Tyto povrchy jsou zkoušeny v různých zemích světa a také v ČR. Používají se zejména v blízkosti bytové zástavby. Na internetu je uveden seznam českých silnic, na kterých jsou položeny nízkohlučné povrchy (www.gasfalt.cz). Prakticky je při jízdě autem nájezd na nízkohlučný povrch sluchově poznat - nízkohlučný asfalt je mnohem tišší. Nevýhodou gumoasfaltových povrchů je, že jsou dražší a vyžadují častou údržbu čištění.

PROTIHLUKOVÁ OKNA

Instalace protihlukových oken se používá tam, kde již nelze snížit hluk žádným z předchozích opatření (tj. snížením hluku přímo u zdroje). Je to opatření velmi drahé, proto je k němu přistupováno jen v nejnútnejších případech. Protihluková okna jsou schopna zásadně snížit pronikající hluk do budov.

PROTIHLUKOVÉ STĚNY

Stěny jsou rovněž opatřením pasivním. Stavějí se jak ve městech, tak i podél rychlostních silnic i dálnic. Protihlukových stěn (PHS) je mnoho typů, podle použitých materiálů či technologií (dřevěné, gabionové, plastové, aj.). Žáci mohou vyhledat informace o dalších typech protihlukových stěn na internetu.



a) dřevěná protihluková stěna



b) protihluková stěna vyplněná skelnou vatou, na povrchu je plast



c) plastová protihluková stěna



d) protihlukový tunel (nadúrovňový) u města Vchynice

Foto: OÚ Vchynice

B : PRACOVNÍ LIST – 4 (SŠ) PROTIHLUKOVÁ OPATŘENÍ

: ÚKOL 1

Vyjmenuj protihluková opatření, která znáš:

.....

.....

.....

: ÚKOL 2

Popiš funkci jednotlivých protihlukových opatření:

.....

.....

.....

.....

: ÚKOL 3

Pojmenuj typy protihlukových stěn na obrázcích:



.....

.....

.....



Foto: OÚ Vchynice

.....

.....

.....

B : METODICKÝ LIST – 5 SŠ MĚSTO BEZ DOPRAVNÍHO HLUKU?

: CÍL

Seznámení se s možnostmi snížení dopravního hluku v městských aglomeracích

: ÚKOL 1

a) Jakou dopravu můžeš ve městě využít, aby se snížil hluk ve městě?

Označ křížkem pod příslušným obrázkem:



b) Doplně názvy dopravních prostředků pod obrázky. Které dopravní prostředky učiní město tichou oázou? Příslušný obrázek podtrhni.



autobus MHD



trolejbus MHD

Zdroj CDV: Foto I. Dostál



tramvaj MHD

Zdroj: wikipedia.org



elektrobus „Škoda Perun“

Foto: Škoda Transportation



podzemní dráha (metro)

Zdroj CDV: Foto M. Janků



tiché příměstské vlaky

Zdroj: archiv Českých drah

: ÚKOL 2

Pojmenuj jeden z nejtíšších druhů dopravy, který vidíš na obrázku níže:

cyklistická doprava



Pojmenuj systém cyklistické dopravy, který vidíš na obrázcích níže:

sdílení kol - bikesharing



Zdroj: www.prahakola.cz

Jak na to jdou v Japonsku?

<https://www.youtube.com/watch?v=pcZSU40RBrg>

A jak my v České republice?

<https://www.youtube.com/watch?v=tB61zdlorT8>

: ÚKOL 3

Poznáš co je na obrázku?

Nápověda: Vozidlo nemá výfuk. Agregát je umístěn v podvozku automobilu. Diskutujte.

elektromobil (značka Tesla)



Zdroj CDV: Foto A. Pávková ve spolupráci s ing. A. Marušincem, Ph.D., MBA a Asociací elektromobilového průmyslu a VUT v Brně

: ÚKOL 4

Barevně označ na mapě Evropy země, kde je systém sdílení kol využíván.



- Česká republika
- Rakousko
- Dánsko
- Švédsko a další země

Diskutujte o vlastních zkušenostech.

B : PRACOVNÍ LIST – 5 (SŠ) MĚSTO BEZ DOPRAVNÍHO HLUKU?

: ÚKOL 1

a) Jakou dopravu můžeš ve městě využít, aby se snížil hluk ve městě?

Označ křížkem pod příslušným obrázkem.



b) Doplně názvy dopravních prostředků pod obrázky. Které dopravní prostředky učiní město tichou oázou? Příslušný obrázek podtrhni.



Zdroj CDV: Foto I. Dostál

Zdroj: wikipedia.org



Foto: Škoda Transportation

Zdroj CDV: Foto M. Janků

Zdroj: archiv Českých drah

: ÚKOL 2

Pojmenuj jeden z nejtíšších druhů dopravy, který vidíš na obrázku níže:



Pojmenuj systém cyklistické dopravy, který vidíš na obrázcích níže:



Zdroj: www.prahakola.cz

: ÚKOL 3

Poznáš co je na obrázku?

Nápověda: Vozidlo nemá výfuk. Agregát je umístěn v podvozku automobilu.

Diskutujte.



Zdroj CDV: Foto A. Pávková ve spolupráci s ing. A. Marušincem, Ph.D., MBA a Asociací elektromobilového průmyslu a VUT v Brně

: ÚKOL 4

Barevně označ na mapě Evropy země, kde je systém sdílení kol využíván.
Napiš názvy zemí:



.....

.....

.....

B ● METODICKÝ LIST – 6 SŠ

● PEVNÉ ČÁSTICE, PRACH

: CÍL

Student vyjmenuje zdroje prachu v životním prostředí, vysvětlí pojem „pevné částice“, definuje zdravotní rizika vlivu částic, chápe rozdělení částic podle velikosti.

: TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Ve vzduchu se kromě plynů vyskytují prachové částice (pevné částice PM - „Particulate matter“) různého charakteru a velikosti. Mezi ně patří saze, pyl, krystalky mořské soli, minerální prach, azbestová vlákna, popílek a jiné typy částic. Částice mají velkou škálu velikostí od subnanometrů (velikost menší než nanometr) až po milimetrové prachové částice. Částice škodlivé pro člověka mají aerodynamický průměr částic menší nebo roven $10\ \mu\text{m}$ a označujeme je jako částice PM_{10} . Největší pozornost je ovšem celosvětově věnována tzv. respirabilním částicím (pronikají až do plic) menším než $2.5\ \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$), protože mají potenciálně největší negativní vliv na zdraví člověka. Atmosférické částice se skládají z organické hmoty (v Evropě 33 – 66 %) a minerálních složek jako jsou sírany nebo dusičnany; je zastoupen amonný kationt NH_4^+ , anionty organických kyselin i voda v tuhém skupenství. Zdrojem pevných částic může být přírodní proces, např. výbuch sopky, větrná bouře, lesní požár, ale také lidská činnost, např. spalování uhlí v domácnostech a průmyslových podnicích, spalování ropy, dřeva nebo odpadů, těžba uhlí, kamene nebo štěrků. Významným zdrojem prachových částic jsou automobily. Nebezpečnost těchto částic nespočívá jen v jejich mechanických vlastnostech, ale především v obsahu rizikových organických nebo anorganických škodlivin.

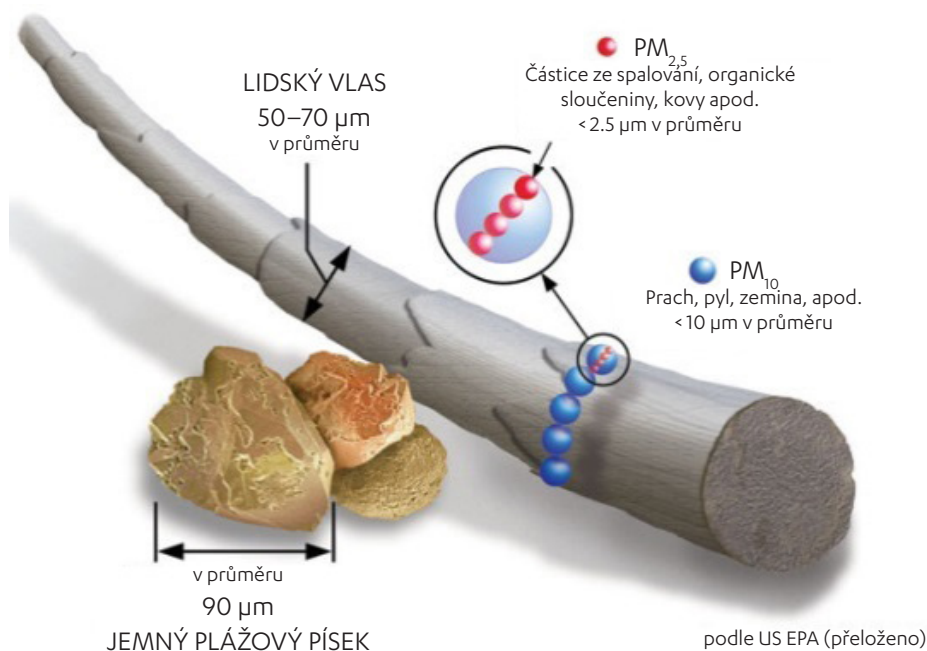
Dlouhodobé vystavení účinkům PM zkracuje očekávanou délku života vlivem onemocnění srdečními a plicními chorobami, nezanedbatelné jsou i změny v imunitním systému člověka. Zatímco biologické účinky a zdravotní rizika plyných škodlivin (např. NO_x , CO, SO_2) jsou na základě jejich nebezpečnosti dobře definovatelné, aplikace tohoto přístupu není pro PM nejvhodnější, poněvadž stejná koncentrace částic na dvou různých lokalitách nemusí představovat stejné riziko vzhledem k často velmi odlišnému chemickému složení škodlivin na ně vázaných. Pevnou složku suspendovaných částic (jedná se v ovzduší o příměsi pevného nebo kapalného skupenství, které kvůli své velikosti a hmotnosti v ovzduší zůstávají, vznášejí se, jsou v něm rozptýleny/suspendovány); v zásadě tvoří malé částičky prachu, proto je běžně nazýváme prašné či pevné částice. Samotné suspendované částice na organismus nepůsobí toxicky, ale mechanicky (např. dráždí dýchací cesty, omezují obranyschopnost organismu). Jejich škodlivost pro zdraví je tím větší, čím jsou částice menší a mohou lépe pronikat do dýchacího traktu. Prostřednictvím suspendovaných částic se mohou do organismu dostávat další látky, které jsou nebezpečné, např. polyaromatické uhlovodíky.

Navíc poznatky z posledních několika let ukazují, že i nižší koncentrace, než jsou stanovené limity, mohou vyvolávat poškození zdraví člověka, a to zejména při dlouhodobé expozici. Proto dnes již není tato skupina škodlivin vnímána jen jako inertní masa částic, která může zanášet plíce a poškozovat organismus, ale jako heterogenní směs částic s různými fyzikálními a chemickými vlastnostmi, které jsou závislé na zdroji a mechanismu vzniku částic a předurčují jejich biologické účinky. Podle průzkumu

na následky znečištění ovzduší zemře v Evropě ročně více lidí než na dopravní nehody, z toho velká část úmrtí může být vnímána jako důsledek dlouhodobé expozice vůči znečištění způsobenému dopravou v evropských městech. Z toho ještě přibližně 35 % úmrtí může být přímo vztaženo ke znečištění pevnými částicemi.

Podle nejnovějších průzkumů provedených Evropskou unií (EU) zemře v celé unii na nemoci související se znečištěním ovzduší ročně 310 000 lidí a jemný prach v průměru snižuje délku života každého Evropana o devět měsíců. Znečištění ovzduší má na svědomí přibližně sedmkrát více životů než dopravní nehody na evropských silnicích, při kterých zemře přibližně „jen“ 45 tis lidí ročně.

V ČR žije v současnosti více než 25 % české populace v oblastech, kde limity pro PM_{10} jsou překračovány. Z tohoto důvodu je nutné studovat podrobně fyzikální a chemické vlastnosti částic emitovaných z dopravy a metody jejich identifikace. Pevné částice se pomocí speciálních přístrojů nacyklují na filtr a následně se zjišťuje obsah organických (PAU, atd.) a anorganických látek (těžké kovy). Také se měří zastoupení jednotlivých složek prachu (podle velikosti částic) a jejich množství.



Organické látky jsou např.:

(v hodině chemie bude vhodné ukázat obrázky nebo modely molekul těchto látek)

- polyaromatické uhlovodíky (česky PAU/anglicky PAH)
- polychlorované bifenyly (PCB)
- polychlorované dibenzo – p- dioxiny a furany
- organochlorové pesticidy, například DDT a jeho metabolity
- toxafen
- chlordan
- a hexachlorcyklohexan (HCH)

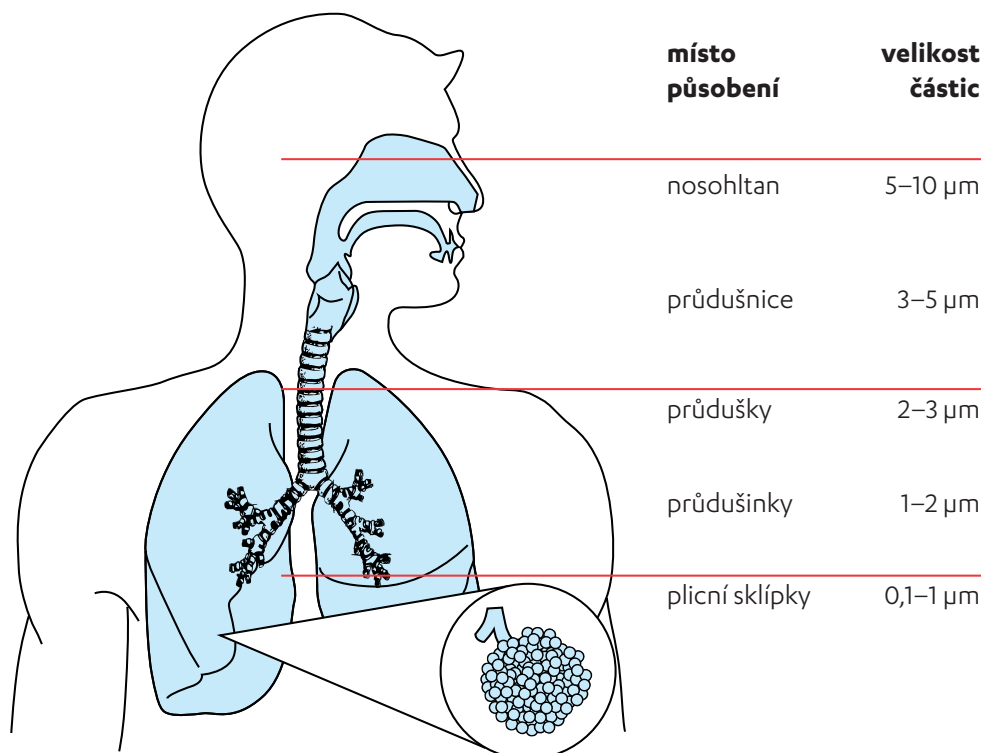
Anorganické látky jsou prvky periodické soustavy prvků.

V souvislosti s dopravou se jedná převážně o:

- olovo (Pb)
- platinu (Pt)
- paladium (Pd)
- rhodium (Rh)

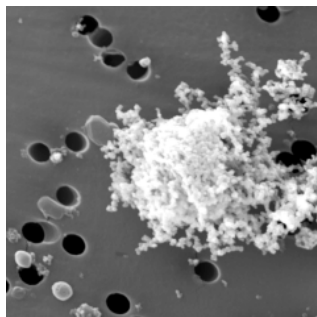
- kobalt (Co)
- kadmium (Cd)
- arsen (As)
- nikl (Ni)
- mangan (Mn)

Koncentrace celkově naměřeného prašného aerosolu (všechny částice sledované ve vzduchu) bývá v zimě vyšší než v létě. Tento jev je silně ovlivněn meteorologickými podmínkami, rychlostí větru a atmosférickou stabilitou. Studie prokazují, že v zimě je koncentrace aerosolů třikrát vyšší než v létě. Je to způsoben tím, že některé plynné látky při nízké teplotě ztuhnou a přechází do pevného skupenství.

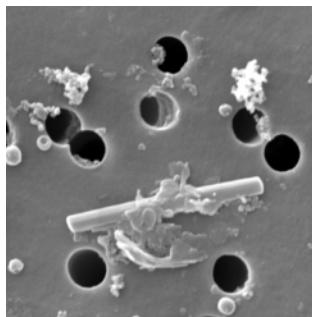


Distribuce jednotlivých velikostí částic v dýchacím systému

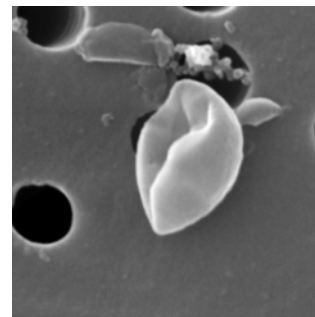
Zdroj: upraveno dle US EPA: www.epa.gov



Porovnání různě velkých částic



Pevné částice mají různý tvar, velikost a jsou různého původu



Pevné částice mají různý tvar, velikost a jsou různého původu

Foto: R. Ličbinský



Přístroj na chytání prachu na filtr

Foto: R. Ličbinský

: ÚKOL 1

Charakterizujte pojem „pevné částice“.

Student vlastními slovy popíše, co si pod pojmem představuje.

Odpověď:

Ve vzduchu se kromě plynů vyskytují prachové částice (pevné částice PM) různého charakteru a velikosti. Mezi ně patří saze, pyl, krystalky mořské soli, minerální prach, azbestová vlákna, popílek a jiné typy částic. Částice mají velkou škálu velikostí od sub-nanometrů až po milimetrové prachové částice. Částice škodlivé pro člověka mají aerodynamický průměr částic menší nebo roven $10\ \mu\text{m}$ a označujeme je jako částice PM_{10} . Největší pozornost je ovšem celosvětově věnována tzv. respirabilním částicím menším než $2.5\ \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$), protože mají potenciálně největší negativní vliv na zdraví člověka. Atmosférické částice se skládají z organické hmoty (v Evropě 33 – 66%) a minerálních složek jako jsou sírany nebo dusičnany, je zastoupen amonný kationt NH_4^+ , anionty organických kyselin i voda v tuhém skupenství. Zdrojem pevných částic může být přírodní proces, např. výbuch sopky, větrná bouře nebo lesní požár, ale také lidská činnost, např. spalování uhlí, ropy, dřeva nebo odpadů, těžba uhlí, kamene či štěrků. Významným zdrojem prachových částic jsou automobily.

: ÚKOL 2

Co znamená zkratka PM?

Napiš:

Z anglického „Particulate Matter“ – pevná částice.

: ÚKOL 3

Jak působí PM na lidský organismus?

Napiš:

- **nepříznivé účinky na kardiovaskulární systém;**
- **vznik respiračních onemocnění, astmatu a bronchitidy;**
- **zvýšení počtu zánětlivých onemocnění plic;**
- **snížení plicních funkcí u dětí i dospělých;**
- **růst onemocnění dolních cest dýchacích;**
- **zvýšení počtu chronických onemocnění plic a rakoviny plic;**
- **snížení délky dožití (úmrťi na srdečně-cévní a plicní onemocnění);**
- **zvýšení úmrtnosti.**

: ÚKOL 4

Které pevné částice jsou pro lidský organismus nejvíce nebezpečné a proč?

Napiš:

Částice o velikosti 10 mikrometrů a menší, protože ty se již dostanou přes dýchací cesty do organismu.

: ÚKOL 5

Jak se zjišťuje obsah pevných částic v ovzduší?

Napiš:

Částice se pomocí speciálních přístrojů nachytají na filtr a následně se zjišťuje obsah organických (PAU atd.) a anorganických látek (těžké kovy). Také se měří zastoupení jednotlivých složek prachu (podle velikosti částic) a jejich množství.

: ÚKOL 6

Jaké nebezpečné chemické látky jsou nachytány na PM?

Napiš:

Anorganické látky: **prvky periodické soustavy prvků; v souvislosti s dopravou se jedná převážně o olovo Pb, platinu Pt, paladium Pd, Rhodium Rh, kobalt Co, kadmium Cd, Arsen As, nikl Ni, mangan Mn**

Organické látky: **polyaromatické uhlovodíky (PAU), polychlorované bifenyly (PCB), polychlorované dibenzo – p- dioxiny a furany, organochlorové pesticidy, například DDT a jeho metabolity, toxafen, chlordan a hexachlorcyklohexan (HCH)**

: ÚKOL 7

Vyskytují se PM více v zimě nebo v létě? Zdůvodněte.

Napiš:

Koncentrace celkového naměřeného prašného aerosolu bývá v zimě vyšší než v létě. Tento jev je silně ovlivněn meteorologickými podmínkami, rychlostí větru a atmosférickou stabilitou. Studie prokazují, že v zimě je koncentrace aerosolů třikrát vyšší než v létě. Je to způsobeno tím, že některé plynné látky při nízké teplotě ztuhnou a přechází do pevného skupenství.

Diskutujte o odpovědích na všechny otázky.

B : PRACOVNÍ LIST – 6 SŠ **PEVNÉ ČÁSTICE, PRACH**

: ÚKOL 1

Charakterizujte pojem „pevné částice“. Napiš:

.....

.....

.....

.....

: ÚKOL 2

Co znamená zkratka PM? Napiš:

.....

: ÚKOL 3

Jak působí PM na lidský organismus? Napiš:

.....

.....

.....

.....

: ÚKOL 4

Které pevné částice jsou pro lidský organismus nejvíce nebezpečné a proč? Napiš:

.....

.....

.....

: ÚKOL 5

Jak se zjišťuje obsah pevných částic v ovzduší? Napiš:

.....
.....
.....

: ÚKOL 6

Jaké nebezpečné chemické látky jsou nachytány na PM? Napiš:

Anorganické

.....
.....
.....

Organické

.....
.....
.....

: ÚKOL 7

Vyskytují se PM více v zimě nebo v létě? Zdůvodněte. Napiš:

.....
.....
.....
.....

Diskutujte o odpovědích na všechny otázky.

B ● METODICKÝ LIST – 7 SŠ

● ALTERNATIVNÍ POHONNÉ HMOTY

: CÍL

Seznámit studenty s členěním a se základními typy alternativních paliv. Poznat suroviny pro výrobu alternativních paliv. Umět popsat optimální životní cyklus vybraných perspektivních biopaliv.

: TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Paliva pro pohon dopravních prostředků se z pohledu dlouhodobé dostupnosti surovin pro jejich výrobu dělí na dva typy:

- paliva vyráběná z neobnovitelných zdrojů, jako jsou např. ropa, zemní plyn a uhlí
- paliva vyráběná z obnovitelných zdrojů, mezi které se řadí např. produkty zemědělství, rozložitelné nebo spalitelné odpady, vedlejší produkty z průmyslové výroby apod.

Světové zásoby neobnovitelných surovin, zejména ropy, se postupně snižují. Spolu s tím roste potřeba postupné náhrady paliv vyráběných z ropy za paliva vyráběná z obnovitelných zdrojů.

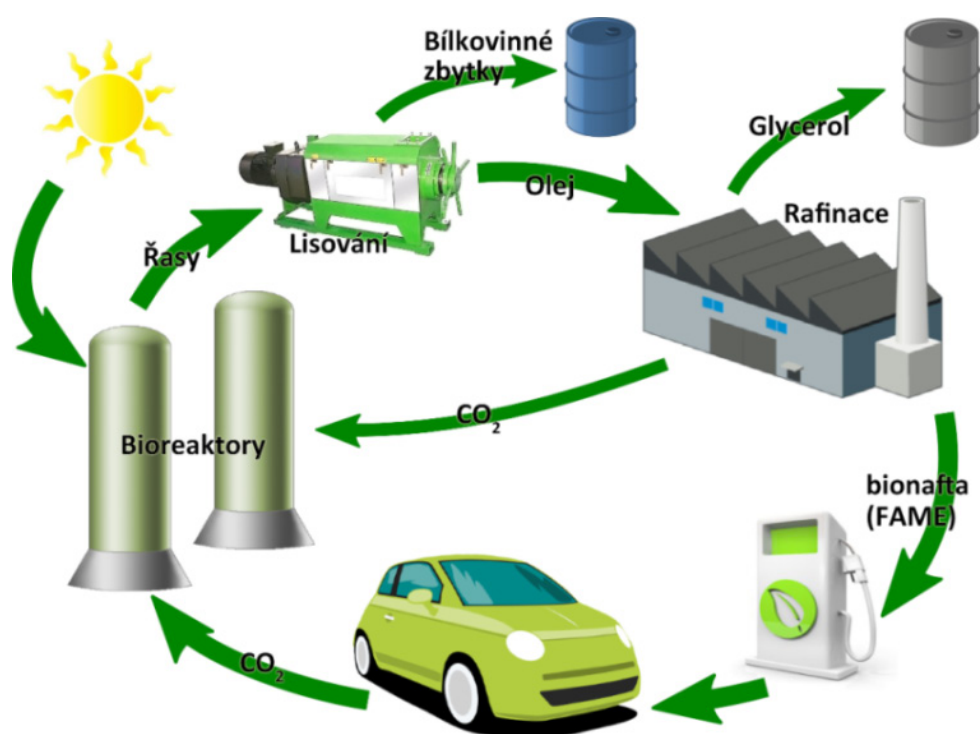
Obvyklé hlavní dělení motorových paliv je podle jejich skupenství. Dělí se na paliva:

- pevná
- kapalná
- plynná

Pevná paliva, označovaná také jako tuhá, se dnes v dopravě již téměř nepoužívají. Mezi nejstarší paliva, použitá při vývoji spalovacího motoru, patří uhelný prach. Ten se však neosvědčil. Největší rozmach zažila pevná paliva v období mezi světovými válkami a zejména během druhé světové války. Pro tuto dobu byl charakteristický nedostatek kapalných paliv, která navíc v době války byla přednostně využívána pro armádní účely. Jako náhrada se používalo dřevo, ze kterého se vyráběl dřevoplyn přímo v zařízení instalovaném na vozidle. Jednalo se o palivo vyráběné z obnovitelných zdrojů. Nevýhodou bylo značné snížení výkonu a zkrácení životnosti motoru, zvýšení hmotnosti vozidla a nároků na údržbu. Zástavbové rozměry a hmotnost generátorů plynu a zařízení pro jeho úpravu snižují užitkovou hodnotu vozidla.

Kapalná paliva jsou v současné době na našem trhu dominantní. Platí to jak pro konvenční naftu a benzín, tak i pro jejich kapalně alternativy – metylestery mastných kyselin (FAME) a alkoholová paliva. Alkoholová paliva se používají především k nahrazení benzínu. Metylestery mastných kyselin mají podobné vlastnosti jako motorová nafta, kterou nahrazují. V malé míře se používá také rostlinný olej, a to zejména v zemědělských strojích. Tyto alternativy (označované jako kapalná biopaliva) jsou vyráběny z obnovitelných surovin, zatímco benzín s naftou z neobnovitelné ropy. Biopaliva se používají buď v čisté formě, nebo ve směsi konvenčními palivy. Podle surovin použitých na jejich výrobu se rozdělují na tři generace. Biopaliva první generace jsou vyráběna z potravinových zdrojů. V našich podmínkách se jedná o řepku olejku (výroba metylesterů řepkového oleje - MEŘO) a cukrovou řepu, obilí nebo kukuřici (výroba bioetanolu). Obecně pro výrobu FAME může být použita jakákoliv surovina,

kteřá má chemický charakter tuku, případně volných mastných kyselin. Kromě rostlinných olejů lze tedy použít také odpadní suroviny, jako jsou kafilerní tuky nebo upotřebené rostlinné oleje. Výroba z potravinových surovin není z dlouhodobého hlediska udržitelná a vhodná. Vede k výrazné změně ve využívání půdy a k zásadním zásahům do ekosystému. Typickým příkladem je kácení deštného pralesa v Brazílii z důvodu pěstování plodin pro výrobu biopaliv, anebo rozsáhlé plochy oseté řepkou olejkou v ČR. Kvůli nepříznivým dopadům se bude produkce první generace postupně snižovat a bude podporován nástup vyšších generací. Surovinou pro biopaliva druhé generace je především dřevo, zbytky po těžbě dřeva a rostlinné odpady. Z těchto surovin se vyrábí zejména syntetická nafta a etanol. Třetí generace biopaliv používá jako vstupní surovinu řasy. Z řas je možné získat oleje pro výrobu FAME, ale i cukry a proteiny pro výrobu bioetanolu. Řasy jsou považovány za vysoce perspektivní surovinu, mají malé nároky na plochu, je možné je pěstovat průmyslovým způsobem v bioreaktorech. Produkce je zajištěna celoročně a při pěstování lze použít odpadní vodu a odpadní oxid uhličitý (CO_2).

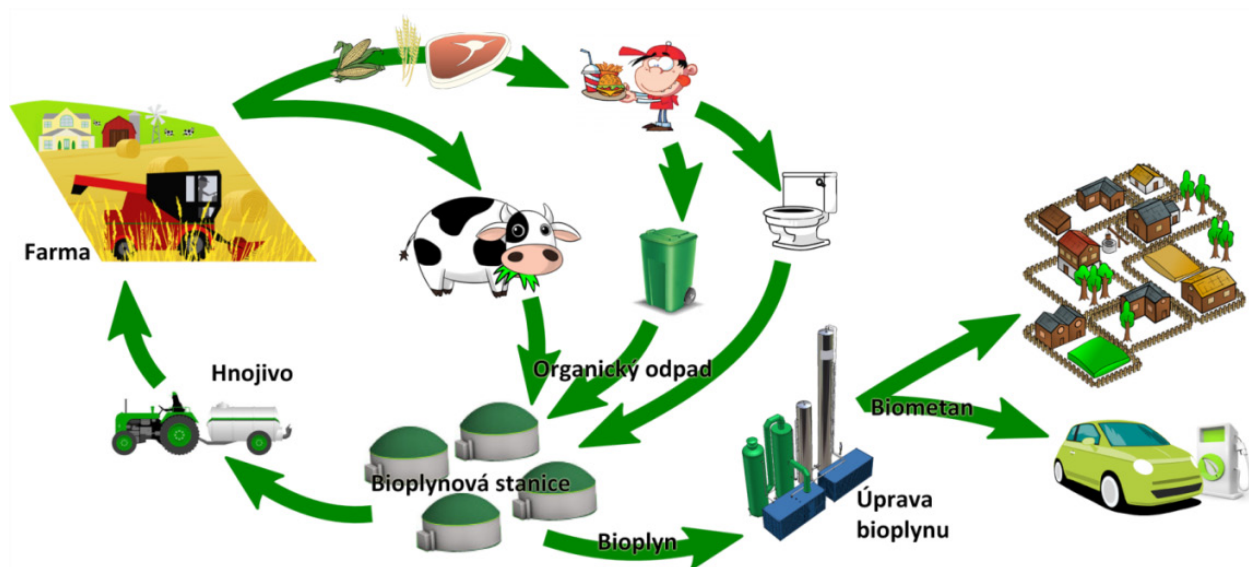


Optimální životní cyklus výroby bionafty vyráběné z řas

Zdroj CDV: Libor Špička

Plynná paliva. Mezi nejvýznamnější plynná paliva patří svítiplyn, zkapalněný ropný plyn (LPG), stlačený zemní plyn (CNG), bioplyn (resp. biometan), zkapalněný zemní plyn (LNG) a vodík. Svítiplyn byl prvním významněji uplatněným plynným alternativním palivem. K pohonu automobilů se začal používat po skončení první světové války. Největšího rozmachu dosáhl ve 30. a 40. letech dvacátého století, ale poté byl postupně nahrazen zemním plynem a dnes se již nepoužívá. Zkapalněný ropný plyn (LPG) je u nás nejrozšířenějším plynným palivem. Je tvořen převážně směsí propanu a butanu. Získává se jako vedlejší produkt při zpracování ropy nebo při čištění zemního plynu, pochází tedy z neobnovitelných zdrojů. To je také jeden z důvodů, proč není v Evropské unii (EU) podporován jako ekologické alternativní palivo, i když jeho spalováním dochází ke snížení produkce škodlivých látek oproti benzínu. Zemní plyn sice patří také mezi neobnovitelné zdroje, ale jeho zásoby několikanásobně překračují zásoby ropy. Produkce škodlivých látek ve výfukových plynech je výrazně nižší než

u ostatních běžně používaných paliv, a to díky jeho chemickému složení. Zemní plyn je převážně tvořen nejjednodušším uhlovodíkem – metanem (více než 97 %). Pro pohon dopravních prostředků se používá jako stlačený (CNG) nebo zkapalněný (LNG). Význam a spotřeba CNG v dopravě v ČR od roku 2005 výrazně narůstá. Jedná se o nejdostupnější ekologickou alternativu benzínu, nafty, ale i LPG. Ve vozidlech musí být uložen ve speciálních tlakových nádobách, protože jeho tlak v naplněné nádobě je přibližně 200 × vyšší než tlak okolního vzduchu. LNG se začíná objevovat v dálkové dopravě (nákladní automobily a autobusy), kde je jeho výhoda ve větším dojezdu. LNG má přibližně 600 krát a CNG 200 krát menší objem než zemní plyn při normálním atmosférickém tlaku. Vozidlo poháněné LNG tak ujede třikrát větší vzdálenost než CNG vozidlo. Technickou komplikací představuje nutnost skladování ve speciálních tepelně izolovaných nádržích. Skladuje se při teplotě $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bioplyn je palivem z obnovitelných zdrojů, s vysoce pozitivním přínosem pro ochranu a tvorbu životního prostředí. Řadí se mezi biopaliva 2. generace. Produkuje se v bioplynových stanicích působením mikroorganismů. Surovinu pro jeho tvorbu tvoří zemědělské odpady rostlinného i živočišného původu, kaly z čistíren odpadních vod, biologicky rozložitelné odpady. Bioplyn vzhledem k chemickému složení není vhodný pro provoz automobilů. Musí ještě projít procesem čištění, kde se z něj získá plyn kvalitativně srovnatelný se zemním plynem, tzv. biometan.



Optimální životní cyklus výroby bioplynu

Zdroj CDV: Libor Špička

Vodík je plynné palivem budoucnosti. V současné době se může k pohonu automobilů používat dvěma způsoby. Jednou možností je spalování v motoru (neperspektivní), druhou možností je výroba elektrické energie v palivových článcích. Vodík lze vyrábět mnoha způsoby; často vzniká jako meziprodukt v chemickém průmyslu. Lze jej vyrábět také elektrolýzou vody, která je ale energeticky náročná. Pokud je však vyráběn pomocí elektrické energie vyrobené např. větrnými, vodními, geotermálními, případně solárními elektrárnami, potom o něm lze říci, že je neekologičtější palivem. Využije-li se v palivových článcích, odpadem je pouze vodní pára.

: ÚKOL 1

S využitím internetu (wikipedia.org, vyhledávač) zjisti základní informace o těchto surovinách:

1. řepka olejka (*brassica napus*)
2. kukuřice setá (*zea mays*)
3. cukrová řepa (*beta vulgaris*)
4. pšenice setá (*triticum aestivum*)
5. palma olejná (*elaeis guineensis*)
6. sója luštinatá (*glycine max*)
7. dávivec černý (*jatropha curcas*)
8. topinambur hlíznatý (*helianthus tuberosus*)
9. cukrová třtina (*saccharum officinarum*)
10. chlorela (*chlorella*)

: ÚKOL 2

U jednotlivých fotografií surovin níže:

- a. Ke každému obrázku přiřaď název.
- b. Urči pro výrobu jakého biopaliva (bioetanol, bionafta, bioplyn) lze použít a do závorky uveď, která část (plod, kořen apod.).
- c. Je pěstování nebezpečné pro živé organismy? Uveď zároveň, v čem je nebezpečné.
- d. Uveď, co jiného tě na dané surovině zaujalo.

Teoreticky lze všechny uvedené suroviny, nebo jejich části, využít i pro výrobu bioplynu. Záleží však na efektivitě produkce metanu a na ekonomice provozu bioplynové stanice.



A dávivec černý

B bionafta (semeno)

C ano; semena obsahují jedovatý toxalbumin curcin

D např.: může růst v místech, která jsou nevhodná pro jiné druhy (např. zasolená půda); semena obsahují až 35 % oleje

Zdroj: Wikimedia Commons



A kukuřice setá

B bioetanol (semeno) možný i bioplyn (zbylé části rostlin - fermentace)

C ne

D např.: je větrosprašná; za dobrého osvětlení rychle roste a produkuje velké množství biomasy; maximální výnos až 23 t/ha

Zdroj: Wikimedia Commons



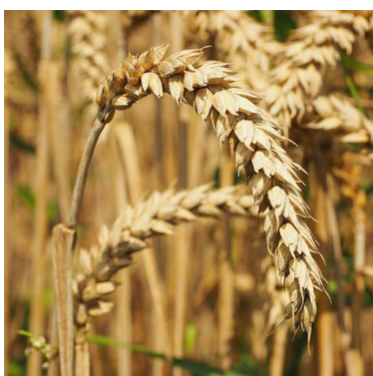
Zdroj: Wikimedia Commons

A palma olejná

B bionafta (oplodí)

C ano, pokud dochází k rozsáhlému mýcení tropického pralesa kvůli rozšiřování plantáží

D např.: široké využití oleje v potravinářství a kosmetice; rostlina poskytuje i sladkou mizu (výroba vína, cukru, octa).



Zdroj: pixbay.com

A pšenice setá

B bioetanol (semeno)

možný i bioplyn (semeno)

C ne

D např.: významný zdroj proteinů (více než kukuřice a rýže); užívá se k výrobě pšeničného piva



Zdroj: beefgravy.blogspot.ca

A cukrová řepa

B bioetanol (kořen)

možný i bioplyn (kořen)

C ne

D např.: vylouhované zbytky kořene se používají pro krmení dobytka; k výrobě lihu se používá melasa (obsahuje cca 40 % cukru); zelená část rostliny se používá jako hnojivo



Zdroj: Wikimedia Commons

A sója luštinatá

B bionafta (semeno)

C ano, pokud dochází k rozsáhlému mýcení tropického pralesa kvůli rozšiřování osevních ploch

D např.: dokáže fixovat vzdušný dusík; je bohatá na proteiny; surovina pro potravinářský a kosmetický průmysl



Zdroj: Wikimedia Commons

A sója luštinatá

B bionafta (semeno)

C ano, pokud dochází k rozsáhlému mýcení tropického pralesa kvůli rozšiřování osevních ploch

D např.: dokáže fixovat vzdušný dusík; je bohatá na proteiny; surovina pro potravinářský a kosmetický průmysl



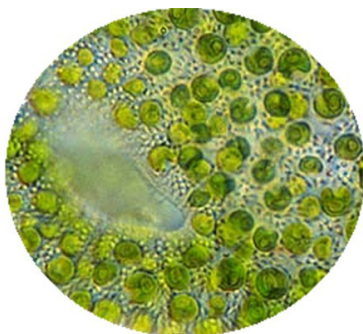
Zdroj: Wikimedia Commons

A topinambur hlíznatý

B bioetanol (hlíza) bioplyn (hlízy, nať - fermentace)

C ne

D např.: rostlina je nenáročná na prostředí, odolává i mrazům hlízy obsahují sacharid inulin (vhodné pro diabetiky) morfologicky se podobá slunečnici



Zdroj: Wikimedia Commons

A chlorela

B bionafta (celý organismus) bioetanol (celý organismus)

C ne

D např.: jednobuněčný organismus – řasa; průměr 3-10 µm; biopalivo 3. Generace; průmyslové pěstování; celoroční produkce; možné využití odpadních vod a CO₂



Zdroj: Wikimedia Commons

A cukrová třtina

B bioetanol (stonek)

C ano, pokud dochází k rozsáhlému mýcení tropického pralesa kvůli rozšiřování plantáží

D např.: z melasy se kromě biopaliva vyrábí také rum; ideální teplota pro růst je cca 30 °C; vysoká výnosnost i přes 20 t/ha. Vylisovaná stébla jsou surovinou pro výrobu papíru a lepenky

B : PRACOVNÍ LIST – 7 SŠ

ALTERNATIVNÍ POHONNÉ HMOTY

: ÚKOL 1

Na internetu (wikipedia.org, vyhledávače) zjisti základní informace o těchto surovinách:

1. řepka olejka (brassica napus)
2. kukuřice setá (zea mays)
3. cukrová řepa (beta vulgaris)
4. pšenice setá (triticum aestivum)
5. palma olejná (elaeis guineensis)
6. sója luštinatá (glycine max)
7. dávivec černý (jatropha curcas)
8. topinambur hlíznatý (helianthus tuberosus)
9. cukrová třtina (saccharum officinarum)
10. chlorela (chlorella)

: ÚKOL 2

U jednotlivých fotografií surovin níže:

- a. Ke každému obrázku přiřaď název.
- b. Urči pro výrobu jakého biopaliva (bioetanol, bionafta, bioplyn) lze použít a do závorcky uveď, která část (plod, kořen apod.)
- c. Je pěstování nebezpečné pro živé organismy? Uveď zároveň, v čem je nebezpečné.
- d. Uveď, co jiného tě na dané surovině zaujalo.



- A
- B
- C
- D

Zdroj: Wikimedia Commons



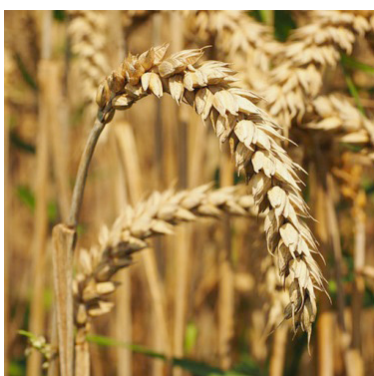
- A
- B
- C
- D

Zdroj: Wikimedia Commons



Zdroj: Wikimedia Commons

- A
- B
- C
- D



Zdroj: pixbay.com

- A
- B
- C
- D



Zdroj: beefgravy.blogspot.ca

- A
- B
- C
- D



Zdroj: Wikimedia Commons

- A
- B
- C
- D



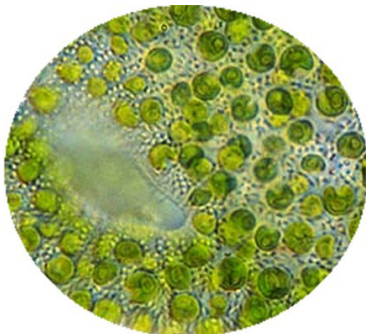
Zdroj: Wikimedia Commons

- A
- B
- C
- D



Zdroj: Wikimedia Commons

- A
- B
- C
- D



Zdroj: Wikimedia Commons

- A
- B
- C
- D



Zdroj: Wikimedia Commons

- A
- B
- C
- D

B ● METODICKÝ LIST – 8 SŠ

● CHEMICKÉ ŠKODLIVINY V OVZDUŠÍ

: CÍL

Žák umí charakterizovat zdroje znečištění ovzduší, umí rozdělit chemické látky na organické a anorganické, chápe, co znamenají jednotlivé chemické vzorce, zná pojmy „emise“ a „imise“.

: TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Působením člověka neustále dochází ke znečišťování životního prostředí, přičemž jedním z negativních faktorů jsou nejrůznější druhy dopravy. Jedním z nejzávažnějších problémů dopravy, a to zejména v důsledku významného rizika pro zdraví člověka, je znečištění ovzduší emisemi.

Emise jsou látky znečišťující prostředí s maximální koncentrací u svého zdroje. V rámci hodnocení úrovně znečištění ovzduší jsou sledovány naměřené koncentrace různých škodlivin. K vlastním měřením se využívají nejrůznější typy přístrojů, čidel či analyzátorů v závislosti na charakteru měřené škodliviny. Imise je znečištění, které je již v životním prostředí (v půdě, vodě, potravním řetězci atd.).

Imise jsou následkem emisí.

Příčinou emisí škodlivin z motorů vozidel do volného ovzduší jsou výfukové plyny vznikající při spalování pohonných hmot (nafta, benzín, plyn). Jsou to komplexní směsi obsahující stovky chemických látek v různých koncentracích přispívající k dlouhodobému oteplování atmosféry, k tzv. „skleníkovému efektu“ nebo často s toxickými, mutagenními i karcinogenními vlastnostmi pro člověka. Nejvýznamnější škodliviny z dopravy znečišťující ovzduší je možné rozdělit na látky limitované, na které se vztahují emisní limity a látky nelimitované. Jiné dělení je možné na látky organické a anorganické. Nelimitované škodliviny mají často závažnější dopady na zdraví člověka. Do této skupiny řadíme látky přispívající k dlouhodobému oteplování atmosféry.

: ÚKOL 1

Charakterizujte pojmy emise a imise. Jaký je mezi nimi rozdíl?

Napište:

Emise jsou látky, které vychází ze zdroje znečištění (např. komín, výfuk) a jejich koncentrace se postupně snižuje se vzdáleností od zdroje (promíchávání se vzduchem). Jakmile se tyto znečišťující látky dostanou do životního prostředí (do vody, půdy, jako spadený prach atd.) jejich koncentrace se ustálí a nazýváme je Imise. Koncentrace emisí se měří přím u zdroje a imisí se stanovuje chemickým rozborem půd, vod, prachu atd.

: ÚKOL 2

Jaké škodliviny jsou v ovzduší?

Rozdělte je na anorganické a organické sloučeniny.

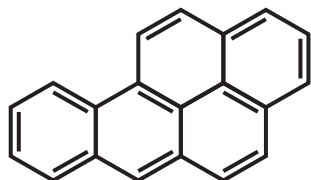
Napište:

škodlivina anorganická	Co to je?
NO _x	Oxidy dusíku - skupina těchto látek zahrnuje širokou škálu oxidů dusíku. Mezi nejčastěji se vyskytující patří: oxid dusnatý (NO, bezbarvý plyn bez zápachu) a oxid dusičitý (NO ₂ , červenohnědý plyn štiplavého zápachu). Dále do této skupiny patří oxid dusitý (N ₂ O ₃), tetraoxid dusíku (N ₂ O ₄) a oxid dusičný (N ₂ O ₅). Další oxidy dusíku se vyskytují v menších množstvích a nepředstavují významné riziko.
SO ₂	Oxid siřičitý - kyselý, bezbarvý, ostře zapáchající a toxický plyn. Reaguje s chlorofylem (fotosyntetickým barvivem rostlin) a narušuje tak fotosyntézu. V ovzduší oxiduje se vzdušným kyslíkem za přítomnosti vody na kyselinu sírovou, která je spolu s kyselinou siřičitou příčinou kyselých dešťů. Hlavní podíl na jeho produkci má lidská činnost - zejména spalování fosilních paliv, jak při průmyslových procesech, tak v domácích topeništích. Hlavními zdroji SO ₂ jsou teplárny a elektrárny, které používají oleje nízké kvality a uhlí s vysokým obsahem síry.
CO ₂	Oxid uhličitý - bezbarvý plyn bez chuti a zápachu vznikající reakcí uhlíku a kyslíku (spalováním, dýcháním živých organismů). Oxid uhličitý je běžnou součástí atmosféry. Množství oxidu uhličitého v atmosféře se za uplynulých 150 let zvýšilo přibližně o 110 ppm (z 280 na 390 ppm), přičemž každým rokem se zvyšuje o další 2 ppm. Výrazný nárůst množství CO ₂ v atmosféře v uplynulých 150 letech byl způsoben především spalováním fosilních paliv (uhlí, ropa, zemní plyn), dýcháním čím dál většího počtu lidí a rozvojem živočišné výroby (dýcháním čím dál většího počtu hovězího dobytka, prasat, ovcí a drůbeže).
CO	Oxid uhelnatý je silně jedovatý plyn, který se uvolňuje při nedokonalém spalování a jeho nebezpečí je v tom, že je neviditelný a bez zápachu. Vdechováním se váže na červené krevní barvivo a blokuje tak schopnost krve vázat a přenášet kyslík.
Pb	Chemický prvek olovo je modrobílý, na čerstvém řezu lesklý, měkký kov.
škodlivina organická	Co to je?
benzen	Benzen je organická sloučenina se sladkým zápachem. Při pokojové teplotě je to bezbarvá, hořlavá a toxická kapalina známá svými karcinogenními účinky.
CH ₄	Metan je nejjednodušší uhlovodík, netoxický plyn, patří mezi škodliviny, které se významně podílí na skleníkovém efektu.
PAU	Polyaromatické uhlovodíky jsou skupinou aromatických uhlovodíků s nejméně dvěma benzenovými jádry, které vznikají převážně během nedokonalého spalování.

Jaké škodliviny jsou v ovzduší?
Rozdělte je na anorganické a organické sloučeniny.
Napište:

Anorganické: **oxid uhličitý, oxid uhelnatý, oxidy dusíku, oxid siřičitý, oxid dusný**

Organické: **polyaromatické uhlovodíky (PAU), metan, benzen atd.**



Benzo[a]pyren (příklad PAU)



Benzen

: ÚKOL 3

Napište chemický vzorec vybraných plynů:

- oxid uhličitý – CO_2 ;
- oxid uhelnatý – CO ;
- oxid dusný – NO_2 ;
- oxid siřičitý – SO_2 ;
- metan – CH_4 .

: ÚKOL 4

Co je tzv. „skleníkový efekt“?

Popište:

Skleníkový efekt je přirozeným jevem, kdy dochází k oteplení atmosféry. Avšak působením lidskou činností dochází ke zvyšování koncentrací skleníkových plynů v atmosféře (oxid uhličitý, metan), a tedy k většímu oteplení atmosféry.

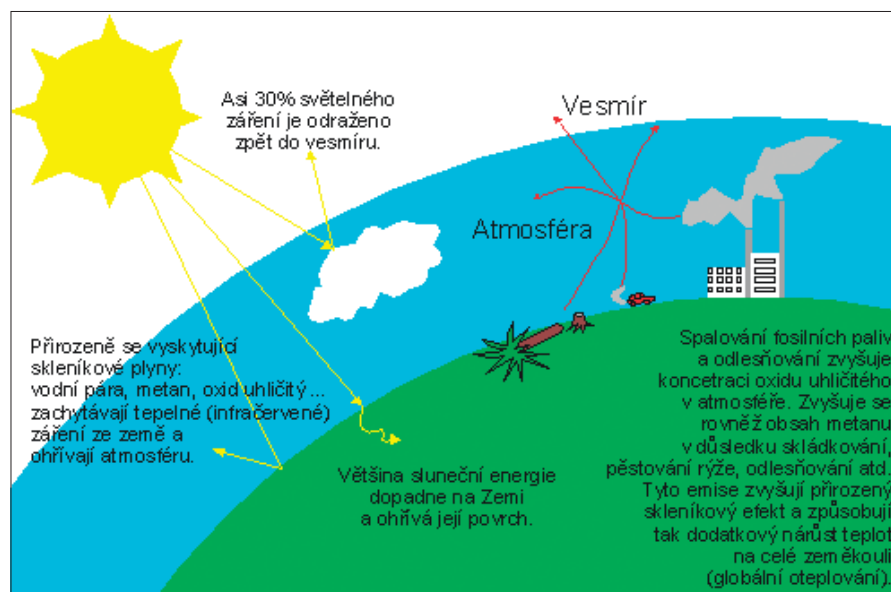


Schéma skleníkového efektu

Zdroj: www.wikipedia.org

: ÚKOL 5

Které látky způsobují skleníkový efekt?

Napište:

oxid uhličitý, metan, oxid dusný

: ÚKOL 6

Co je jedním z hlavních zdrojů znečištění ovzduší?

Doplň a vyluštíš tajenku:

1. Co negativně ovlivňuje znečištěné ovzduší u člověka?
2. Jak nazýváme obecně chemické látky tvořené vždy prvkem uhlíkem a dále pak převážně prvky O, N, S, H?
3. Napište zkratku označení polyaromatických uhlovodíků.
4. Co sledujeme při analýze ovzduší u jednotlivých škodlivin?
5. Do jako skupiny látek patří oxidy uhličitý, uhelnatý, dusný atd.?
6. Jak nazýváme efekt způsobující oteplování atmosféry?
7. Jaká organická látka způsobuje skleníkový efekt?

							1	Z	D	R	A	V	Í						
							2		O	R	G	A	N	I	C	K	É		
							3		P	A	U								
	4	K	O	N	C	E	N	T	R	A	C	E							
							5		A	N	O	R	G	A	N	I	C	K	É
6		S	K	L	E	N	Í	K	O	V	Ý								
							7	M	E	T	A	N							

B : PRACOVNÍ LIST – 8 (SŠ) **CHEMICKÉ ŠKODLIVINY V OVZDUŠÍ**

: ÚKOL 1

Charakterizujte pojmy emise a imise. Jaký je mezi nimi rozdíl? Napište:

.....

.....

.....

: ÚKOL 2

Jaké škodliviny jsou v ovzduší? Rozdělte je na anorganické a organické sloučeniny. Napište:

Anorganické:

.....

.....

Organické:

.....

.....

: ÚKOL 3

Napište chemický vzorec vybraných plynů:

oxid uhličitý

oxid uhelnatý

oxid dusný

oxid siřičitý

metan

: ÚKOL 4

Co je tzv. „skleníkový efekt“? Popište:

.....

.....

.....

: ÚKOL 5

Které látky způsobují skleníkový efekt? Napište:

.....

.....

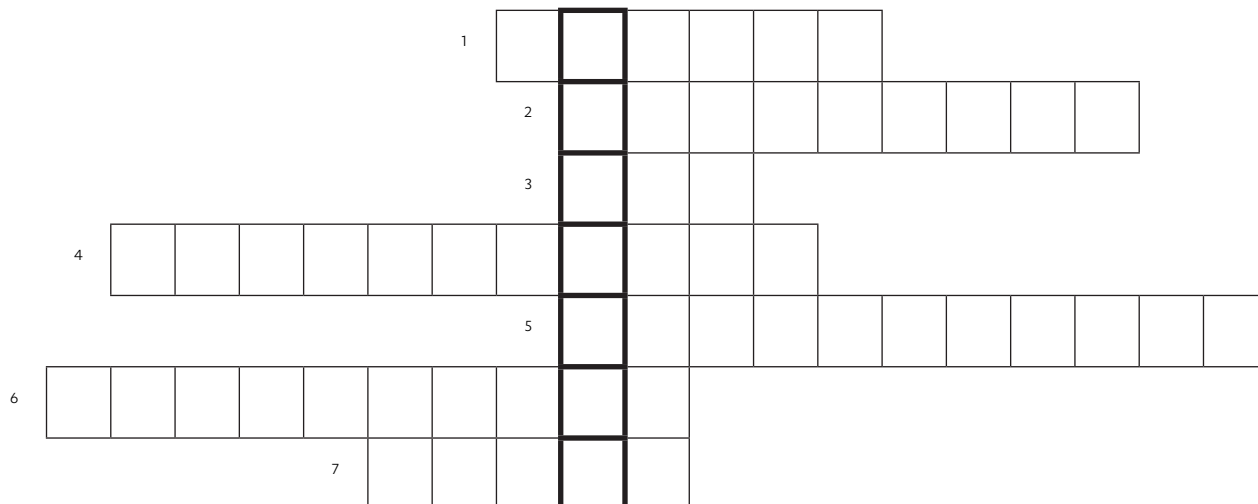
.....

: ÚKOL 6

Co je jedním z hlavních zdrojů znečištění ovzduší?

Doplň a vyluštěš tajenku:

1. Co negativně ovlivňuje znečištěné ovzduší u člověka?
2. Jak nazýváme obecně chemické látky tvořené vždy prvkem uhlíkem a dále pak převážně prvky O, N, S, H?
3. Napište zkratku označení polyaromatických uhlovodíků.
4. Co sledujeme při analýze ovzduší u jednotlivých škodlivin?
5. Do jako skupiny látek patří oxidy uhličitý, uhelnatý, dusný atd.?
6. Jak nazýváme efekt způsobující oteplování atmosféry?
7. Jaká organická látka způsobuje skleníkový efekt?



B:

: TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK

POJEM	DEFINICE
biodiverzita	biologická rozmanitost, různorodost; rozmanitost organismů na všech úrovních organizace druhů, populací i společenstev
biota	soubor všech prvků flóry i fauny v daném prostředí (oblasti)
decibel; dB	jednotka používaná pro měření hladiny zvuku
deponovaný	uložený
ekosystém	obecné označení pro ucelenou část přírody (biosféry), která ovšem není uzavřená a komunikuje s ostatními částmi přírody
elektrifikace	proces úpravy nebo změny podstaty systému tak, aby ke své činnosti využíval elektrickou energii, nebo také plošné rozšíření používání elektrického proudu, resp. elektrické sítě
emise	přímé nebo nepřímé uvolňování látek, vibrací, tepla nebo hluku z jednotlivých (bodových) nebo difúzních (liniových) zdrojů v zařízeních do ovzduší, vody nebo půdy
environmentální	vztahující se k prostředí; vztahující se k životnímu prostředí
expozice	míra působení látky na živý organismus
globalizace	abstraktní jev, zahrnující různé změny společnosti, které vedly k větší propojenosti politických, sociokulturních a ekonomických událostí na světové úrovni
imigrace	přistěhovalectví
imise	transportem a rozptylem chemicky i fyzikálně pozměněné látkové emise (úlety polutantů vypouštěných do ovzduší), které přicházejí do styku s živými organismy, neživou přírodou i lidskými výtvy
infrastruktura	množina propojených strukturálních prvků, které udržují celou strukturu pohromadě; obvykle se používá pouze pro struktury, které jsou uměle (člověkem) vytvořené; zde především dopravní infrastruktura (silnice, železnice atd.)
karcinogenita	vlastnosti látek, které mohou po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží vést k onemocnění rakovinou nebo zvýšit četnost jejího výskytu
kontaminace	znečištění
městská aglomerace	buď seskupení vzájemně blízkých sídel, kde jedno dominuje, tzn. město se svým okolím (předměstí, satelitní města); nebo několik srovnatelně velkých měst srostlých v jednu souvisle zastavěnou plochu - konurbace (souměstí)
mutagenita	schopnost látek vyvolat nebo zvýšit pravděpodobnost výskytu dědičných genetických vad

polutant	chemická látka znečišťující životní prostředí; při určitých koncentracích a délce působení má škodlivý vliv na živé organismy
práh slyšitelnosti	nejtišší zvuk, který je člověk vůbec schopen vnímat; při frekvenci 1000 Hz odpovídá hodnotě 0 dB
predikce	předpověď, prognóza, odhad
práh bolesti	nejhlasitější zvuk, který je člověk schopen vnímat bez bolesti v uších; při frekvenci 1000 Hz odpovídá hodnotě přibližně 130 dB
subkultura	minoritní skupina se specifickými kulturními znaky, které ji odlišují od většinové kultury
toxická	vlastnost chemických sloučenin, spočívající ve vyvolání otravy osob nebo zvířat, které látku požíly, vdechly nebo absorbovaly přes kůži
urbanizační proces	proces koncentrace obyvatelstva do měst, a s tím související změny kultury; soustředování hospodářského a kulturního života do měst na úkor venkova

: LITERATURA

POUŽITÁ LITERATURA

ADAMEC, V. a kol. *Doprava, zdraví a životní prostředí*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 80-247-1417-5.

ANDĚL, P. Metodika badatelsky orientované výuky. *Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě: Workshop k badatelsky orientované výuce v dopravě*. Olomouc, 5. 2. 2015.

ANDĚL, P., Z. STRNADOVÁ, J. VRTALOVÁ a E. GELOVÁ. *Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě. Obecné metodiky vzdělávání mládeže*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2015. ISBN 978-80-88074-08-3.

Beethoven L. van. *Óda na radost*. Český sbor Kantiléna s kyperským sborem a slovenským orchestrem. Praha, 17. 4. 2011 [cit. 2015-05-07].
Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=5OQw53KXdvY>

Dopravní politika ČR pro období 2014 – 2020 [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2013. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/099AB8C6-3DD2-4621-9E83-FA26B84B4A24/0/DP1420verze15_01_2013.pdf

DVOŘÁKOVÁ, M. *Projektové vyučování v české škole*. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2009. ISBN 987-80-246-1620-9.

FILLIGER, P., V. POYBONNIEUX-TEXIER a J. SCHNEIDER (eds.). *Health costs due to road-traffic related air pollution*. Geneve (Switzerland): WHO and Federal Department of Environment, Transport, Energy and Communications, Bureau for Transport Studies, 1999. 128 p.

HELLMUTH, T., a D. POTUŽNÍKOVÁ. *Problematika hluku v komunálním prostředí*. Seminář. Hradec Králové, 18. listopadu 2014.

KRATOCHVÍLOVÁ, J. *Teorie a praxe projektové výuky*. Brno: Masarykova univerzita, 2006. 160 s. ISBN 80-210-4142-0.

KŘIVÁNEK, V. *Změna hluku povrchu vozovek v průběhu několika let používání*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2012.

KVASNIČKOVÁ, D. *Základy ekologie*. Praha: Scientia, 1991.

KVASNIČKOVÁ, D., V. MIKULOVÁ, a E. PLACHEJTOVÁ. *Životní prostředí. Doplnkový text k Základům ekologie*. Havlíčkův Brod: FRAGMENT, 1998.

Loituma. *levan Polkka* [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: http://www.dailymotion.com/video/x64uy4_loituma-levan-polkka-leva-s-polka_music

MACOUN, T. Zdravotní rizika z dopravy. *Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě: Workshop k badatelsky orientované výuce v dopravě*. Olomouc, 5. 2. 2015. Brno, 6. 2. 2015.

MATĚJOVSKÝ, V. *Automobilová paliva*. Praha: Grada, 2005. 223 s. ISBN 80-247-0350-5.

NOVÝ, R. *Hluk a chvění*. Praha: ČVUT, 2009. 400 s.

Projektové vyučování v chemii a souvisejících oborech, sborník z konference. Praha 2012, Karlova Universita, ISBN 978-80-7290-591-1.

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2007 [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/skolskareforma/ramcove-vzdelavaci-programy>

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání [online]. Praha, 2013. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/zakladni-vzdelavani/upraveny-ramcove-vzdelavaci-program-pro-zakladni-vzdelavani>

Spanish traditional music [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=ejreYfKMOKU>

STRNADOVÁ, Z. Metodika badatelsky orientované výuky. *Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě: Workshop k badatelsky orientované výuce v dopravě*. Brno, 6. 2. 2015.

Vyhláška č. 523/2006 Sb., kterou se stanoví mezní hodnoty hlukových ukazatelů, jejich výpočet, základní požadavky na obsah strategických hlukových map a akčních plánů a podmínky účasti veřejnosti na jejich přípravě (Vyhláška o hlukovém mapování), ve znění platných předpisů [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=63182&nr=523~2F2006&rpp=15#local-content>

Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů, ve znění platných předpisů [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-86-2002-sb-a-souvisejici-predpisy>

Žákovské projekty, cesta ke kompetencím, příručka pro učitele středních odborných škol. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské zařízení a zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků, 2011. ISBN 978-80-86856-77-3.

DOPORUČENÁ LITERATURA

Agentura ochrany přírody a krajiny [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.ochranaprirody.cz>

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. [online]. [cit. 2015-05-07].

Dostupné z: <http://www.cdv.cz>

Centrum pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy [online]. [cit. 2015-05-07].

Dostupné z: <http://www.czp.cuni.cz>

Český ekologický ústav [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.ceu.cz>

Český statistický úřad [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.czso.cz>

DOSTÁL, I., M. HAVLÍČEK, L. PELIKÁN, E. KABOURKOVÁ, P. ANDĚL a Z. STRNADOVÁ. *Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě. Téma A: Fragmentace krajiny dopravní infrastrukturou a využívání území*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2015. ISBN 978-80-88074-09-0

DVOŘÁKOVÁ, M. *Projektové vyučování v české škole*. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2009. ISBN 987-80-246-1620-9.

Evropská agentura pro životní prostředí [online]. [cit. 2015-05-07].

Dostupné z: <http://www.eea.europa.eu>

Gumoasfalt – informace o povrchu vozovek [online]. [cit. 2015-05-07].

Dostupné z: <http://www.gasfalt.cz/index.php/cz/>

Charta měst směřujících k udržitelnému rozvoji. *Schválená účastníky Evropské konference měst v Aalborgu* [online]. Aalborg: Evropská konference měst, 1994.

[cit. 2015-05-07]. Dostupné z: http://sustainable-cities.eu/upload/pdf_files/ac_czech.pdf

Lipka, *Dům ekologické výchovy* [online]. [cit. 2015-05-07].

Dostupné z: <http://www.lipka.cz>

MARTINEK, J., J. VRTALOVÁ, M. MARTINKOVÁ, S. LOSERT, J. ŘIHOŠEK, K. SYROVÝ, P. ANDĚL a Z. STRNADOVÁ. *Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě. Téma D: Udržitelná mobilita*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2015. ISBN 978-80-88074-12-0.

MARTINEK, J., M. MARTINKOVÁ, J. VRTALOVÁ, Z. HANYŠOVÁ CELÁ, J. ŘIHOŠEK, P. ANDĚL a Z. STRNADOVÁ. *Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě*.

Téma F: Zavádění nástrojů udržitelné mobility do praxe. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2015. ISBN 978-80-88074-14-4

Ministerstvo dopravy ČR [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.mdcr.cz>

Ministerstvo zdravotnictví ČR, *hlukové mapy* [online]. [cit. 2015-05-07].

Dostupné z: <http://hlukovemapy.mzcr.cz/silnice.html>

Ministerstvo životního prostředí ČR [online]. [cit. 2015-05-07].

Dostupné z: <http://www.mzp.cz>

PAVLÍČEK, D. *Implementace dopravní výchovy v technickém vzdělávání: Bakalářská práce*. Dubnica nad Váhom: Dubnický technologický inštitút, 2014.

Rada vlády pro udržitelný rozvoj [online]. Dostupné z: <http://rvur.vlada.cz/>

Ředitelství silnic a dálnic ČR [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.rsd.cz>

Strategický rámec udržitelného rozvoje České republiky (SRUR). Vládní dokument schválený dne 11. ledna 2010 usnesením vlády č. 37. Praha: Ministerstvo

životního prostředí ČR, 2010. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie_udrzitelneho_rozvoje/\\$FILE/KM-SRUR_CZ-20100602.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie_udrzitelneho_rozvoje/$FILE/KM-SRUR_CZ-20100602.pdf)

STRNADOVÁ, Z., R. TUREK, J. AMBROS, M. KYSELÝ a P. ANDĚL. *Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě. Téma C: Bezpečnost, nehodovost v dopravě a prevence*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2015. ISBN 978-80-88074-11-3.

Světová zdravotnická organizace [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.who.cz>

ŠVÉDOVÁ, Z., a kol. *Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě. Téma E: Chytrá města*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2015. ISBN 978-80-88074-13-7.

Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.vmud.cz>

Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, ve znění platných předpisů, ve znění platných předpisů [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/data/web/soubory/legislativa/silnicni-zakon-2013.pdf>

Zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon) [online]. Praha: Ministerstvo školství ČR, 2011 [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/dokumenty/skolsky-zakon>

Zvukoměr pro instalaci [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.sira.sound&hl=cs>

Zvuky nástrojů [online]. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=X474SdMVn3Y>

