

Lekcji nr 1 (45 min) - Scenariusz

(wprowadzenie zagadnienia jakości powietrza)

Temat lekcji : Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie

Cel główny: Uświadomienie uczniom zależności między zanieczyszczeniem atmosfery a zdrowiem człowieka

Cele szczegółowe

Uczeń : klasy VI-VIII szkoły podstawowej, szkoły ponadpodstawowe

- Rozumie jak ważne jest oddychanie czystym powietrzem
- Potrafi wymienić substancje niebezpieczne, obecne w powietrzu
- Umie wskazać źródła emisji zanieczyszczeń do powietrza i zaproponować sposoby zapobiegania nadmiernemu zanieczyszczeniu atmosfery
- Potrafi wymienić i krótko opisać niekorzystne działanie zanieczyszczeń powietrza na organizm człowieka

Metody :

- praca w grupach
- pogadanka
- dyskusja

Środki dydaktyczne :

- materiał przygotowany przez nauczyciela (prezentacja z omówieniem)
- broszura informacyjna + prezentacja multimedialna
- zewnętrzny zasób internetowy; Główny Inspektorat Ochrony Środowiska - (<http://powietrze.gios.gov.pl>); aplikacja wskazująca na poziom zanieczyszczeń w najbliższym otoczeniu; bieżące dane pomiarowe)
- tablica
- mazaki

Przebieg lekcji:

I Faza organizacyjna	
Czynności nauczyciela	Czynności ucznia
<p>1. Przygotowanie do lekcji, podział klasy na grupy.</p> <p>2. Nauczyciel wita uczniów i zapoznaje ich z tematem lekcji. Informuje o pracy w grupach i wraz z uczniami wybiera liderów grup.</p> <p>3. Nauczyciel zapoznaje uczniów z tematem lekcji (tekst wprowadzenie w Dokumencie pn. <i>Wprowadzenie nauczyciela do Lekcji nr 1</i></p>	<p>1. Uczniowie wchodzi do klasy i wybierają kolorowe karteczki. Siadają według wybranego koloru</p> <p>2. Poznają temat lekcji</p> <p>3. Uważnie słuchają zasad dotyczących przebiegu lekcji.</p>
II Faza realizacji	
<p>Nauczyciel przydziela zadania poszczególnym grupom:</p> <p>1. Grupa – Typy zanieczyszczeń powietrza i sposoby ich generowania</p> <p>2. Grupa – Wpływ zanieczyszczeń na układ oddechowy i układ krążenia</p> <p>3. Grupa – sposoby zabezpieczania się, prewencji i unikania zanieczyszczeń powietrza</p>	<p>1. Każda grupa pracuje nad swoim zagadnieniem.</p> <p>2. Liderzy omawiają opracowane zagadnienie</p>
III Faza podsumowująca	

<p>1.Nauczyciel stawia uczniom pytanie: Proszę podać przykłady wpływu zanieczyszczeń powietrza na człowieka. Jak się przed nimi zabezpieczyć.</p> <p>2.Wspólnie wypisujemy na plakacie(na tablicy) źródła zanieczyszczeń ich wpływ na człowieka i sposoby unikania.</p> <p>3.Na zakończenie lekcji uczniowie otrzymują broszurę edukacyjną aby poruszyć ten temat we własnych rodzinach.</p>	<p>1.Chętni uczniowie odpowiadają</p> <p>2.Praca zespołowa</p>
---	--

LITERATURA:

[1] Por. „Air quality in Europe – 2016 report”. EEA report, No 28/2016. doi: 10.2800/413142. European Environment Agency, Copenhagen 2016

[2] Por. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, "Ocena jakości powietrza w Polsce za rok 2015", <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/show/1000637>

[3] Na podstawie danych udostępnianych przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives> (dostęp 12.11.2016)

[4] Por. Polski Alarm Smogowy, "Żelazne płuca Polaków", www.krakowskialarmsmogowy.pl/infoair/download/id/667

Lekcja nr 1 - Wprowadzenie nauczyciela

(material w całość lub wybranych fragmentach do wykorzystania przez prowadzącego zajęcia)

1. Opis zagadnienia

Człowiek żyje dopóki oddycha. Istotny jest więc skład powietrza, którym oddychamy, gdyż to właśnie skład „mieszanki” stanowi o pozytywnym lub negatywnym wpływie na stan zdrowia i długość życia. Człowiek i inne organizmy żywe w instynktowny sposób unikają dymu. Wystarczy zaobserwować zachowania ludzi i zwierząt w przypadku pożaru. Naturalne incydenty zanieczyszczenia powietrza, takie jak pożary lasów czy też erupcja wulkanów, towarzyszyły ludziom od wieków. Natomiast problem zanieczyszczenia powietrza zaistniał odkąd człowiek zaczął budować swoją cywilizację. Początkowa działalność była jednak na tyle mała (ale też ludzi na świecie żyło niewiele w porównaniu z dniem dzisiejszym), że naturalne procesy oczyszczania środowiska radziły sobie z utrzymaniem pożądanej jakości powietrza. Dopiero dynamiczny rozwój przemysłu (rewolucja przemysłowa, która swój początek miała na przełomie XVIII i XIX w.) spowodował zaburzenie tych procesów, a jakość powietrza zaczęła się systematycznie psuć. I tak od XIX wieku to sam człowiek i jego działalność stała się głównym źródłem zanieczyszczenia powietrza na skalę globalną.

Człowiek przyczynia się do emisji, a więc wprowadzania do powietrza różnego rodzaju substancji, z których część jest dla nas nieszkodliwa, część skutkuje różnego rodzaju uciążliwościami (jak np. swędzenie oczu, drapanie w gardle, częstszy kaszel), ale są też takie, które powodują poważne choroby.

Co więc jest źródłem zanieczyszczeń powietrza ?

Obecnie jest kilka ważnych źródeł, które powodują, że zanieczyszczenia powietrza przedostają się do atmosfery. Należą do nich: produkcja energii w elektrowniach i elektrociepłowniach, przemysł, spalanie paliw w domach (ale również w małych zakładach usługowych, czy niewielkich kotłowniach węglowych), transport drogowy (a w mniejszym stopniu lotniczy, wodny, czy kolejowy), rolnictwo i zagospodarowanie odpadów. W różnych krajach źródła te mają różny wpływ na jakość powietrza. W Polsce, w której energię produkuje się przede wszystkim ze spalania węgla, elektrownie i elektrociepłownie (łącznie zwane energetyką) mają dość duży wpływ na emisję zanieczyszczeń do powietrza, choć wpływ ten jest znacznie mniejszy niż jeszcze 20 czy 30 lat temu.

Drugim źródłem, które ma dziś w Polsce mniejsze znaczenie jest przemysł. W największym stopniu powietrze jest zanieczyszczane przez spalanie węgla i drewna w domach, zakładach usługowych i małych kotłowniach przydomowych oraz przez samochody. Nie wspominając oczywiście o skrajnie nieodpowiedzialnych zachowaniach, tj. jak spalania odpadów, szczególnie wykonanych z plastiku. Obecnie Największym problemem Polski jest brak wiedzy o skutkach, jakie niesie za sobą spalanie m.in. niskiej jakości węgla powszechnie stosowanego w gospodarstwach domowych, połączony z niską zasobnością gospodarstw domowych. Często ograniczone zasoby finansowe nie pozwalają na zakup nowoczesnych urządzeń grzewczych i stosowanie np. gazu ziemnego, który jest znacznie droższy. Do tego dochodzi brak lub niedobór wiedzy o obsłudze urządzeń grzewczych na paliwa stałe i np. spalanie paliwa wilgotnego, które powoduje znacznie większe emisje zanieczyszczeń do powietrza, aniżeli paliwo dobrze wysuszone (w szczególności dotyczy to drewna). Wraz ze spalinami z tych źródeł do powietrza trafiają różne zanieczyszczenia gazowe oraz pyły. Wśród tych pierwszych najpowszechniej występują: tlenek węgla (czad, który zaburza oddychanie, powoduje niedotlenienie a w dużych ilościach może doprowadzić do śmierci), tlenek i dwutlenek azotu (powoduje trudności w oddychaniu, w dużych ilościach może powodować zapalenie oskrzeli, zapalenie płuc, zwiększa ryzyko duszności u osób chorych na astmę), węglowodory (niektóre mogą zwiększać ryzyko zachorowania na raka), czy dwutlenek siarki (występujący dziś w małych ilościach, ale mogący wpływać na podrażnienie błon śluzowych i spojówek, a w większych ilościach na spadek sprawności oddychania i zwiększenie ryzyka wystąpienia zapalenia oskrzeli). Oprócz tego w wyniku różnych przemian jakie zachodzą w powietrzu, w okresie letnim może powstawać ozon. Jest to substancja, która występuje w odległości 15-50 km nad ziemią (w stratosferze), gdzie chroni przed szkodliwym dla organizmów żywych promieniowaniem ultrafioletowym. Ozon, który powstaje przy powierzchni ziemi jest z kolei dla organizmów żywych szkodliwy (powoduje problemy z oddychaniem, zwłaszcza u dzieci, osób starszych i chorych na astmę czy inne choroby układu oddechowego, może również zwiększać ryzyko zachorowania na astmę). Z kolei pyły to różnego rodzaju cząstki stałe i ciekłe, z których dla zdrowia człowieka szczególnie niebezpieczne są te najmniejsze, które mogą swobodnie wnikać do naszych płuc, a stamtąd do układu krążenia. Rozmiar cząstek stałych jest bardzo istotny, ponieważ w zależności od niego cząstki mogą wnikać do różnych partii naszego organizmu. Stąd też wprowadzono powszechnie stosowany podział cząstek stałych ze względu na ich wielkość. Wyróżnia się dziś

(również ze względu na unormowania prawne) cząstki o średnicach $10\ \mu\text{m}$ i mniejsze (określane są one terminem PM_{10} , gdzie PM oznacza cząstki stałe, z ang. *particulate matter*) oraz cząstki o średnicach $2,5\ \mu\text{m}$ i mniejsze (oznaczane jako $\text{PM}_{2,5}$). Ze względu na coraz więcej dowodów naukowych na szczególnie szkodliwe oddziaływanie pyłów o jeszcze mniejszych rozmiarach, wyróżniono również cząstki PM_1 (o średnicach nie większych niż $1\ \mu\text{m}$), choć te nie doczekały się jeszcze uregulowań prawnych dotyczących dopuszczalnych stężeń w powietrzu. Nie tylko jednak rozmiar cząstek stanowi tu niebezpieczeństwo, ale także ich skład chemiczny. Na powierzchni takich cząstek pyłu gromadzą się inne produkty spalania, w tym w szczególności metale ciężkie (mogące działać mutagennie i rakotwórczo), jak również tzw. wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, z których wiele to substancje zwiększające ryzyko zachorowania na raka. Pyły podrażniają oczy, skórę, drogi oddechowe, płuca, mogą powodować stany zapalne i wzrost zachorowalności na choroby układu oddechowego. Stanowią także czynnik ryzyka zaostrzeń przebiegu chorób układu krążenia. W 2013 roku pyły i osobno cała grupa związków określanych mianem zanieczyszczeń powietrza została wpisana na listę substancji o udowodnionym oddziaływaniu kancerogennym, a zwiększającym ryzyko zachorowania na chorobę nowotworową.

Obecnie wiemy, że płuca działają jak potężny filtr, gdzie w przestrzeni przewodzącej, a następnie przestrzeni oddechowej, deponują się m.in. wspomniane wyżej cząstki stałe (pyły), wpływając na stan błony śluzowej, a także na stan pęcherzyków płucnych. Niektóre, szczególnie małe (o wielkości poniżej $3\text{-}4\ \mu\text{m}$), mogą przenikać do krążenia ustrojowego i być zarzewiem wielu patologii np. miażdżycy, zaburzeń mikrokrążenia, patologii ośrodkowego układu nerwowego. Podstawowym zadaniem układu oddechowego jest wymiana gazowa (dostarczenie tlenu, wydalenie dwutlenku węgla oraz pary wodnej). Do zadań dróg oddechowych należy oczyszczenie, ogrzanie oraz odpowiednie nawilżenie dostarczanego do części oddechowej płuc powietrza, aby w części oddechowej mogła się odbyć wymiana gazowa. Układ oddechowy składa się z górnej części (jama nosa, gardło) i dolnej części (krtani, tchawica, oskrzela główne, oskrzeliki, oskrzeliki końcowe i pęcherzyki płucne) Jama nosowa od tyłu łączy się z nosową częścią gardła poprzez nozdrza tylne. Jama nosowa wysłana jest wielowarstwowym nabłonkiem migawkowym, w którym znajdują się liczne komórki śluzowe oraz gruczoły węchowe (wrażliwe na bodźce zapachowe). Dzięki temu nabłonkowi pełni ona rolę pewnego rodzaju filtra (rzęski nabłonek falują w stronę ujścia, dzięki czemu

zanieczyszczenia zostają wyrzucane na zewnątrz). Dodatkowo obecne włosy zatrzymują zanieczyszczenia o nieco większym rozmiarze, które następnie zostają usunięte poza organizm w momencie np. kichania. Podsumowując, dostające się do jamy nosowej (poprzez nozdrza przednie) powietrze zostaje ogrzane, nawilżone oraz oczyszczone dzięki przefiltrowaniu z drobnoustrojów i kurzu. To filtr, na którym zatrzymują się duże zanieczyszczenia powietrza i mogą powodować przewlekłe dolegliwości lub nasilać już istniejące problemy (alergiczny nieżyt nosa, przewlekłe zapalenie zatok obocznych nosa). Krtani to głównie narząd głosu, stąd przewlekłe drażniące cząstki dostające się do niej wraz z powietrzem mogą wpływać na jakość i barwę głosu, ale także wywoływać zapalenia krtani, a przy długotrwałym narażeniu na zanieczyszczenia nawet nowotwory tego narządu. Kolejną częścią filtra oddechowego jest tchawica – jest to kilkunastocentymetrowa „rura”, zbudowana z około 20 chrząstek, położonych jedna na drugiej, połączonych łącznotkankową błoną włóknistą. W jej ścianie znajdują się włókna mięśni gładkich, wpływające na średnicę światła tchawicy. Wnętrze wyściela typowy nabłonek migawkowy, pokryty śluzem, umożliwiający zbieranie i usuwanie z powietrza zanieczyszczeń, które następnie zostają wyrzucone do gardła i odkrztuszone (lub połknięte). Powietrze wraz z zanieczyszczeniami następnie przedostaje się do oskrzeli głównych – budowa ich ścian jest identyczna jak w tchawicy (elementy chrzęstne, mięśniowe, nabłonek migawkowy i błona śluzowa), tyle że chrząstki są węższe. Oskrzela tworzą w płucach rozgałęziający się drzewiasto system. Główne rozdzielają się na płatowe, te na segmentalne, one na subsegmentalne i jeszcze dalsze. Wszystkie kolejne oskrzela mają coraz mniejszą średnicę, wszystkie posiadają chrząstkę. Od tych najmniejszych odchodzą oskrzeliki – już bez chrząstki w ścianie, które po kolejnych podziałach stają się oskrzelikami płucnymi, zawierającymi w ścianie pęcherzyki płucne. One również dzielą się kilka razy, aż podział ten kończy się na przewodach pęcherzykowych prowadzących bezpośrednio ku pęcherzykom płucnym. Pęcherzyków płucnych jest około 300 milionów. Mają kulisty kształt, tworzą je komórki nabłonkowe otoczone tkanką łączną, oplata je sieć delikatnych naczyń włosowatych. To właśnie tu dochodzi do wymiany gazowej. W zależności od wielkości zanieczyszczeń osiadają na powierzchni błony śluzowej wzbudzając odpowiedź immunologiczną układu oddechowego. Część zanieczyszczeń, wraz ze śluzem ulega wyniesieniu ku górze układu oddechowego i jest wykrztuszana. Oddychanie jest czynnością mimowolną i spontaniczną, choć mamy wpływ na częstość oraz głębokość oddechów. Wdech, w czasie którego do dróg

oddechowych wciągane jest powietrze (średnio w spoczynku 500 ml, przy czym tylko 350 ml dostaje się do pęcherzyków płucnych), to aktywna czynność, wywoływana skurczem przepony i mięśni międzyżebrowych oraz ruchem żeber na zewnątrz i ku górze. Płuca ulegają wtedy rozciągnięciu. Oddechy, czyli rytmiczne ruchy klatki piersiowej, złożone z fazy wdechowej i wydechowej, powodują dostarczenie powietrza bogatego w tlen płuc. Dzieje się tak około 12-16x/min. w trakcie spoczynku i 2-3 x szybciej w trakcie wysiłku fizycznego.

Pojemność życiowa płuc wynosi ok. 4500 ml u mężczyzn i ok. 3200 ml u kobiet. Na stałe zalega też w płucach pewna ilość powietrza (ok. 1500 ml). Infekcje wirusowe i bakteryjne upośledzają wydolność układu oddechowego. Organizm w swojej reakcji swoistej i nieswoistej dobrze sobie radzi z patogenami wnikającymi do płuc. Niestety przewlekłe narażenie na zanieczyszczenia powietrza, dym tytoniowy, tlenki azotu (NO_x), ozon w przyziemnej warstwie atmosfery (tzw. ozon troposferyczny (O_3)), węglowodory (w tym aromatyczne) czy pył zawieszony PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$ (czyli cząstki o średnicy około 1/30 ludzkiego włosa) uszkadzają mechanizmy obronne płuc i mogą powodować objawy upośledzenia wentylacji w badaniach czynnościowych oddychania, zwiększać częstotliwość występowania nadreaktywności oskrzeli, zakażeń dolnych dróg oddechowych oraz wywoływać zmiany strukturalne w miększu płuc. Oddychanie zanieczyszczonym powietrzem może indukować rozwój i zaostrzać objawy astmy oskrzelowej i przewlekłej obturacyjnej choroby płuc oraz wywoływać raka płuc i pęcherza moczowego.

Dodatkowo mikrocząstki, wnikając przez pęcherzyk płucny do układu krążenia, indukują rozwój miażdżycy naczyń. Miażdżycyca ma charakter procesu zapalnego. Jest on odpowiedzią na uszkodzenia wewnętrznej warstwy ściany naczyń. W efekcie wiedzie do wytworzenia pod tą warstwą pasma tłuszczowego zbudowanego z komórek zapalnych. Postępujący proces miażdżycowy prowadzi do gromadzenia się w błonie wewnętrznej lipidów, kolagenu i złożeń wapnia. Tak powstaje blaszka miażdżycowa, która może istotnie zmniejszyć przepływ krwi w naczyniu, a jej pęknięcie – doprowadzić do całkowitego zamknięcia tętnicy i ostrego niedokrwienia unaczynionego przez taką tętnicę narządu, czyli zawału mięśnia sercowego lub udaru mózgu.

Chcąc zatem ograniczyć narażenie ludności na oddychanie zanieczyszczonym powietrzem przede wszystkim należy ograniczać źródła emisji, poprzez ograniczenie możliwości korzystania z paliw stałych (w szczególności węgla i drewna) i przestarzałych technologicznie

urządzeń grzewczych.

Każdy człowiek, świadomy swojego oddziaływania na środowisko, powinien mieć na uwadze, że spalając węgiel (zwłaszcza niskiej jakości), czy drewno (zwłaszcza iglaste i niewystarczająco wysuszone), już nie wspominając o odpadach komunalnych, przyczynia się do emisji zanieczyszczeń, a tym samym do obniżenia jakości otaczającego go powietrza. Ta świadomość powinna skłonić go do decyzji o zmianie paliwa na mniej emisyjne. Rozwiązań jest tu kilka:

- zmiana urządzenia grzewczego na zasilane paliwem gazowym (gaz ziemny lub gaz płynny (LPG))
- przyłączenie budynku do centralnej sieci ciepłowniczej (tzw. ciepło systemowe)
- zastosowanie ogrzewania elektrycznego
- wspomaganie zasilania w ciepło urządzeniami bazującymi na odnawialnych źródła energii

Jako, że drugim kluczowym źródłem emisji zanieczyszczeń do powietrza jest transport (zwłaszcza drogowy) niezbędne są regulacje ograniczające napływ pojazdów, zwłaszcza do gęsto zaludnionych terenów miejskich.

Dopóki jednak emisji nie uda się obniżyć, my również możemy poczynić pewne kroki, aby nie narażać się na oddychanie zanieczyszczonym powietrzem. Przede wszystkim w okresach podwyższonych stężeń zanieczyszczeń osoby z grup podwyższonego ryzyka, a więc małe dzieci, osoby starsze oraz osoby chorujące na przewlekłe choroby układu oddechowego (astma, POChP), czy krążenia, powinny ograniczyć czas przebywania na dworze. Nawet osoby zdrowe nie powinny uprawiać sportów na otwartym powietrzu, gdyż ilość wdychanych wówczas wraz z powietrzem zanieczyszczeń może być zbyt duża i nawet u zdrowej osoby spowodować trudności np. w prawidłowym oddychaniu. Ostatecznością jest zastosowanie masek chroniących przed nadmiernym zanieczyszczeniem, przy czym ich stosowanie powinno być konsultowane z lekarzem, w szczególności gdy dotyczy osoby z grup podwyższonego ryzyka. Reasumując należy podkreślić, że przedstawiony tu materiał dotyczący źródeł emisji zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego, jak również relatywnie szczegółowy opis skutków, jakie zanieczyszczenia powietrza mogą powodować w obszarze zdrowia i życia człowieka, został przygotowany z myślą o nauczycielach prowadzących zajęcia z uczniami w klasach VI – VIII szkoły podstawowej i szkołach ponadpodstawowych, celu zwiększenia

poziomu ich wiedzy w tym obszarze.

2. Wskazówki do prowadzenia lekcji

Sposób prezentacji materiału powinien być dobrany do poziomu rozwoju i percepcji dzieci, ze szczególnym zwróceniem uwagi na odpowiednie informowanie o efektach zdrowotnych wynikających z narażenia na zanieczyszczenie. Mając na uwadze, że długotrwałe oddychanie zanieczyszczonym powietrzem, może przyczyniać się do zwiększonej zachorowalności na różnego rodzaju schorzenia układu oddechowego, układu krążenia, czy układ nerwowy, a także zwiększać ryzyko występowania chorób nowotworowych, zdaniem twórców niniejszego materiału, należy przede wszystkim zwracać uwagę uczniów na **zapobieganie powstawaniu zanieczyszczeń powietrza, ograniczaniu emisji i promowaniu źródeł energii, które z emisjami zanieczyszczeń nie są związane lub emisje te są znacznie mniejsze**. W efekcie należy dążyć do osiągnięcia stanu, w którym ryzyka zdrowotne są minimalizowane poprzez poprawę jakości powietrza, wynikającą ze znaczącego ograniczenia emisji do powietrza substancji zanieczyszczających, w tym w szczególności drobnych i bardzo drobnych pyłów, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, czy tlenków azotu.

Same skutki zdrowotne nie powinny być uwypuklane (i prezentowane tak detalicznie, jak to przedstawiono w materiale), aby w młodym pokoleniu nie budzić niepotrzebnego lęku przed np. wypoczynkiem, rekreacją na powietrzu i aktywnością fizyczną. Młodzież powinna natomiast mieć świadomość istnienia takich skutków i wiedzieć, jak można się przed nimi chronić, zarówno w chwili obecnej, jak również jakie działania należy przedsięwziąć, aby nie stanowiły one problemu społecznego w przyszłości.