

Drámapedagógiai módszerek a földrajztanításban

Dilemma

A légszennyezés világméretű következményei

Készítette: Gelencsér Flóra – ELTE TTK osztatlan képzés, III. évfolyam
2016. március

A dilemma drámapedagógiai módszer részletes metodikai bemutatása

A drámapedagógia egy nagyon jó módszer arra, hogy a tanítási órán szerzett ismereteket a tanulók át is éljék, a mindennapi életbe bele tudják helyezni az adott ismereteket. E módszer segítségével a tanulók közelebb kerülhetnek a tananyaghoz, mintha „üres mondatokat” olvasnának a könyvek véget nem érő soraiban. Ehelyett egy valós, életszerű helyzetbe tudják beleélni magukat, miközben ismereteik is gyarapodnak. A drámapedagógia egy interdiszciplináris személyiségfejlesztő módszer, mely során az ismeretek jobban, mélyebben rögzülnek, a tanulók különböző kompetenciája és képessége egy szociális, társas közegben fejlődik.

A dilemma a drámapedagógiai módszerek egyik típusa, amiben az ismeretszerzés mellett gondolkodási folyamat társul, a diákok kommunikációs képessége fejlődik, illetve azáltal, hogy részesei lehetnek a különböző problémáknak, a megfelelő viselkedési formák is kialakulnak az átélt szerepekkel. Az egész folyamat a tanulást élet- és élményszerűvé teszi, a tudás „kézzel foghatóvá” válik, közelebb érzik magukat a tananyaghoz. Kiemelt fejlesztési területe a döntési és a beleélő képesség, hiszen a tanulók információk, előzetes tapasztalatai, valamint saját logikájuk alapján elmondják véleményüket, érzésüket, gondolataikat, döntésüket az adott szituációval kapcsolatban. Célja tehát egy helyzet érzelmi átélése és az élmény kifejezése. Az empátián túl figyelmet kell szentelni a racionalitásnak is, hiszen a tanulóknak fel kell mérniük, hogy az adott döntési helyzetben milyen érvek/ellenérvek szólnak az adott döntés mellett/ellen.

Minden drámapedagógiai módszer szerkezete négy elemből épül fel. Először a bemelegítés fázisában a tanulók megszerzik az előzetes ismereteket, lefektetjük a szabályokat, kialakítjuk a megfelelő légkört. Utána az akció során kezdődik a dilemma, amelynél egy döntést, ítéletet kell hozniuk azáltal, hogy beleképzelik magukat valaki helyzetébe. A megbeszélés fázisában jön az összegzés, a tanulságok levonása, csoportmegbeszélés, elemzés stb. Valójában itt történik meg az az összefüggés, amit alkalmazni tudnak majd a saját életükben is. Végül pedig a visszajelzés, amely során levonjuk a következtetéseket, és értékeljük a feladatot.

A módszer konkrét feladat leírása

Mielőtt elkezdeném a feladat konkrét leírását, fontos lenne tisztázni, hogy melyik évfolyamon alkalmaznám a módszert. Mivel a légszennyezés világméretű következményeiről van szó, úgy gondolom, hogy megfelelő mélységben a 9-10. évfolyam tudná elsajátítani a tananyagot, hiszen nekik már van némi előzetes ismeretük, tapasztalatuk, így könnyebben érznek empátiát, és megfelelő döntést tudnak hozni az adott helyzetben. Természetesen

fontos, hogy a kisebbekkel is tisztázzuk Földünk globális problémáit, és már jó előre kialakítsuk bennük a környezettudatosság első lépcsőfokait.

Visszatérve, a kerettanterv alapján két lehetőség is van ennek bemutatására, az egyik a légkör földrajza 11 órás tematikai egység, a másik pedig a globális kihívások – a fenntarthatóság kérdőjelei 10 órás tematikai egység. Talán a légkör földrajza alkalmasabb lenne rá, mivel ebben az egységben 11 óra jut csak a légkör tárgyalására, míg a globális kihívásoknál nem csak a légszennyezés kerül tárgyalásra, hanem fel kell hívnunk a diákok figyelmét a többi globális problémára is.

Sokat gondolkoztam azon, hogy miképp lehetne a lehető legjobban megtervezni a feladatot, hogy a tanulók minél több ismeretet sajátítsanak el a légszennyezés következményeiről. Az egyik ötletem az volt, hogy ha egy 30 fős osztályt veszünk alapul, akkor 5 db 6 fős csoportot alkotnánk, az osztályteremben 5 különböző állomással. Az állomásokon egy-egy problémát dolgozna fel minden csapat, majd mindenki végigmenne az állomásokon, pl. 1. állomás: ózonlyuk; 2. állomás: üvegházhatás; 3. állomás: mezőgazdaság; 4. állomás: savas eső és szmog; 5. állomás: egészségügy. Ennek hátránya, hogy mivel kevés a 45 perc, a diákok nem tudják minden helyzetbe kellően beleélni magukat, kevés idő marad egy-egy problémára, így féltő, hogy alig marad meg bennük valami. A feladatot és az ismeretterjesztő szöveget elolvasni lenne idejük, de hosszasan kifejteni a véleményüket, átélni a szerepeket már kevésbé.

A másik lehetőség idő tekintetében sokkal egyszerűbb, és emiatt sajnós vonzóbb is. Minden csoport csak egy feladatra koncentrálna, így azt több idő alatt, de mélyebben és alaposabban megismerik, megbeszélik. (míg az előző lehetőségben ugyanennyi idő alatt az összes állomáson/feladaton végig kellene haladniuk). Így a csoportoknak van ideje bemutatni a saját „problémáját”, értelmezni és levonni annak tanulságait az egész osztály előtt. Az összegzések után pedig az osztály közösen a tanár irányítása segítségével értékeli az órát, levonja a következtetéseket, stb.

Azt hiszem, az utóbbit kell választanom, bár nekem személyes tapasztalatom volt az a gimnáziumban, hogy ha csoportban dolgoztunk különböző feladatokat, akkor mindig csak az maradt meg számomra a legjobban, amit a mi csoportunk dolgozott fel. A többiek feladatára kevésbé figyeltünk. Viszont, hogy ezt ellensúlyozzam, azt találtam ki, hogy minden csoport külön feladatlapot kap a megbeszélés fázisában is, amit csak az alapján tudnak megválaszolni, ha figyelnek társaira, amikor összegzik a feladatukat. Így talán sikerül kihozni a lehető legtöbbet ebből a feladatból.

Fontos, hogy úgy alkalmazzuk a módszert, hogy előző órán akár általánosságban is, de említsünk néhány szót az éghajlatváltozásról, légszennyezésről is. Legyenek tisztában a légszennyezés folyamatával (emisszió, transzmisszió, imisszió). Nem probléma, ha nem tudnak mindent, hiszen itt is fognak majd új ismereteket tanulni, de fontos, hogy legyen némi előismeretük.

A bemelegítés fázisában a szabályok lefektetése, csoportrendezés után, ráhangolódás céljából egy gondolattérképet rajzolnánk fel közösen a táblára. Ismétlésként, illetve előzetes ismeretük, tapasztalatuk alapján, mi jut eszükbe a légszennyezésről (a savas esőtől a

cigarettafüstig bármi szóba jöhet). Erre 4-5 percet számoltam. Majd minden csoport kap egy feladatlapot, amin a fentiekben említett állomások egyike szerepel. Kapnak egy feldolgozandó szöveget, amit néhol ábrákkal, képekkel szemléltettem (hiszen így sokkal szívesebb, figyelemfelkeltőbb). Egy-két kérdés a konkrét ismeretanyagra vonatkozik, majd utána jön a dilemma, egy-egy helyzet ismertetése. Miután minden csoport elolvasta, értelmezte, megbeszélte és kitöltötte a feladatokat, jöhet a drámapedagógia harmadik fázisa, a megbeszélés. Ekkor minden csoport szószólója kijön a táblához és ismerteti az adott környezeti problémát. Esetleg amíg a szószóló beszél, a csoport egy másik tagja a táblára felírhatja a fontosabb fogalmakat, légszennyező anyagokat stb. Például a mezőgazdaságnál ismerteti, hogy milyen folyamatok járulnak hozzá a légszennyezéshez és milyen anyagok jutnak a levegőbe, illetve ennek mik a következményei. Majd végül a dilemmájuk kimenetelét is ismertetik, hogy miért jutottak erre a döntésre. Amíg a beszámoló tart, a többi négy csoportnak válaszolniuk kell a mezőgazdasággal kapcsolatos kérdésekre a feladatlapon (ha nem tudták befejezni, házi feladatként feladható). Ha minden csoport végzett, közösen jöhet az értékelés, tanulságok, következtetés levonása.

1. csoport – Az ózonréteg vékonyodása (ózonlyuk)

Az ózonréteg és a halogén tartalmú gázok

Az ózonlyuk kialakulása, a sztratoszférikus ózon mennyiségének csökkenése – a klímaváltozás mellett - tipikus példája az emberi tevékenység környezetre gyakorolt hatásának. A környezet változása azonban visszahat az ember egészségére, ami arra készteti az emberiséget, hogy olyan egyezményeket, rendelkezéseket alkosson, amelyek segítségével megpróbálja helyreállítani környezete eredeti állapotát.



Az ózonréteg Földünkön a sztratoszférában (az ózon 90%-a), kb. 20-40 km-es magasságban található és alapvető szerepe van a Napból érkező káros UV-sugárzás megszüntetésében. Az UV-sugárzás ugyanis nemcsak bőrrákot és szürkehályogot okoz, de sok állatnak súlyos szaporodási problémái lesznek tőle, ezenkívül a növényekre is káros.

Az ózonkeletkezéshez és az ózonbomláshoz egyaránt UV-sugárzás szükséges. A nap sugarai kettébontják az oxigénmolekulát (O_2) két oxigénatomra (O), ami így csatlakozik egy másik oxigénmolekulához ($O_2 + O \rightarrow O_3$), és így létre is jött az ózon. Az ózon folyamatosan keletkezik és bomlik, és a két folyamat egészen addig egyensúlyban van, amíg valaki bele nem avatkozik kívülről. Például a több százmillió aeroszolos spray-t, vagy a CFC gázokkal működő hűtőket és légkondicionálókat használó ember. Halogén tartalmú gázoknak (halogénezett szénhidrogének) nevezzük azokat a gázokat, amelyek klórt vagy brómot tartalmaznak. Eredetük szerint lehetnek természetesek és mesterségesek. A mesterségesen előállított halogénezett szénhidrogének legfontosabb képviselői a klorofluorokarbonok (CFC-k) és a halonok. A CFC-k életideje az atmoszférában 5-100 év, ami miatt nagymértékben hozzájárulnak az ózonréteg bomlásához. A halonok felhasználása rendkívül sokrétű (hűtőgépekben hűtőközegként, elektronikai iparban oldószerként, a tűzoltásban töltőanyagként, vegyi oldószerként, dezodorokban, spray-kben hajtóanyagként, az anyagok csomagolásakor szigetelőhabként és a mezőgazdaságban növényvédőszerként stb.)

A CFC-k a legfontosabbak a halogéntartalmú gázok közül, melyek az ózonréteg bomlásában szerepet játszanak. Ezek az emberi tevékenység révén a troposzférába kerülnek és ott – mivel nem reaktívak és nem oldódnak vízben - feldúsulnak. Végül a sztratoszférába kerülnek, ahol az UV sugárzás hatására reaktív halogén gázokká alakulnak. Lényegében a gázban található klór ellopja a harmadik oxigénmolekulát az ózomból. *(Nem utolsósorban pedig egy klóratom sajnos ezt több ezerszer meg tudja csinálni, mert ha felvesz még egy oxigénatomot, visszaalakul klórrá, és kezdődhet az egész átalakulás előlről).*

Mi a szerepe az ózonnak és hogyan keletkezik?

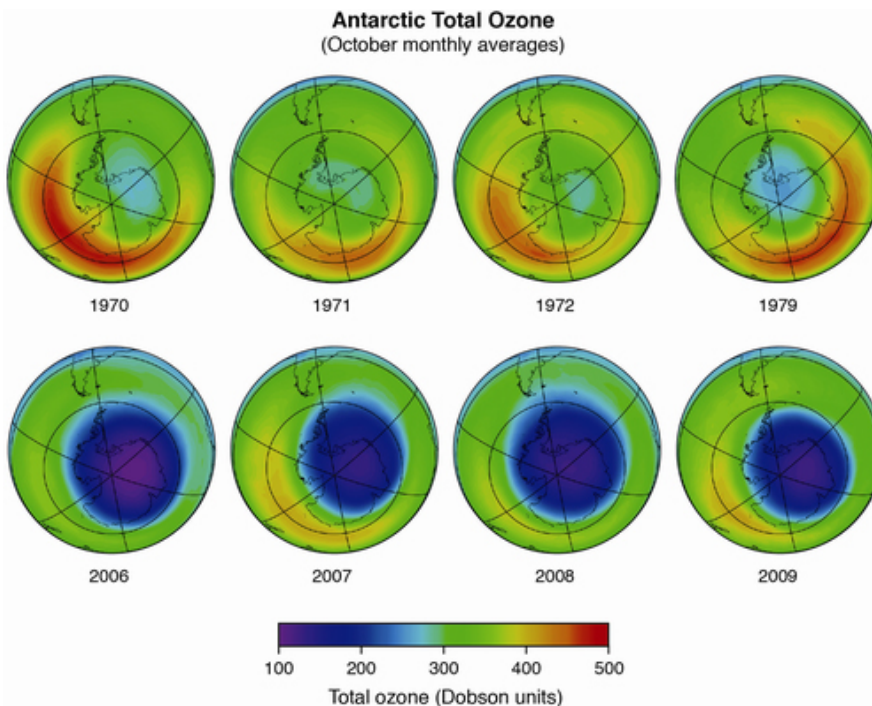
Mi károsítja az ózonréteget? Hol találkozhatunk ilyen anyagokkal a környezetünkben?

Mit tehetsz a mindennapokban? Hogyan védekezhetsz az UV-sugárzás káros hatásai ellen?

Dilemma

A FREON* COOL Hűtés-, Klíma- és Légtechnikai vállalat igazgatója vagy. Mit tehetsz, hogy vállalatod környezettudatosabban működjön? Mik az intézkedéseid?

* A CFC-gázok freon néven is ismertek, ennek oka, hogy az említett gázokat egy FREON nevű cég munkatársai fejlesztették ki, illetve a kezdetekben ezeket a gázokat egyedül ez a cég gyártotta.



A sikertörténet

Az ózonszint vékonyodását megfigyelő brit tudósok rögtön azonosították a jelenség kockázatát és a jelenségért felelős CFC gázokat is, amivel rögtön egy kézzel fogható megoldás is kínálkozott: meg kell szüntetni a CFC gázok felhasználását. 1987-ben, két évvel az ózonszint felfedezése után megszületett minden idők legsikeresebb ENSZ-egyezménye, a montreali szerződés.

A CFC gázok fokozatos

kiváltásáról és betiltásáról szóló egyezményt az ENSZ minden tagja aláírta, és már ez a maga nemében egyedülálló volt. Az aláírás önmagában persze nem lett volna elég az ózonszint befolyásához, de az egyezményben foglaltakat nagyon komolyan be is tartották az aláíró országok, és ma már a fejlődő országok sem használnak CFC gázon alapuló technológiákat. Az ózonszintet veszélyeztető gázok listája folyamatosan frissült és változott, ahogy egyre többet tudtak meg a kutatók az ózonszint működéséről, és ez mind bekerült a montreali egyezménybe, az országok pedig sorozatosan tiltották be.

Ma az egyezménynek köszönhetően ott tartunk, hogy az ózonszint évek óta nem nőtt tovább, és a kutatók prognózisa szerint 2080-ra visszaállhat az Antarktisz fölötti ózonszint sűrűsége az 1950-ben mért szintre.

Dilemma: A FREON COOL cég tulajdonosaként ti aláírtátok volna a montreali egyezményt? Milyen érvek szólnak ellene és mellette?

Házi feladat

Milyen anyagok kerülnek a légkörbe a különböző mezőgazdasági tevékenységekkel?

Miért okolhatjuk a nagyüzemű állattartást az éghajlatváltozásért?

Sorold fel a három legfontosabb üvegházhatású gázt! Mik ezeknek a forrásai?

Mi a következménye a légkör felmelegedésének? Sorolj fel néhányat!

Mi okozza a savas esőt és mik a hatásai?

Milyen időben alakul ki a London- és a Los Angeles-típusú szmog?

Milyen betegségeket okoznak az elsődleges légszennyező anyagok?

Hogyan tudnánk csökkenteni a légszennyező anyagok légkörbe jutását?

2. csoport – A mezőgazdaság mint a légszennyezés forrása

A légszennyező mezőgazdaság

A mezőgazdasági tevékenységet végzők óriási felelősséggel tartoznak bolygónk és légkörünk elszennyeződéséért. A rizsföldekből kigőzölgő üvegházhatású metán (CH_4) és mérgező ammónia (NH_3), a műtrágyákból felszabaduló szintén üvegházgáz dinitrogén-oxid (N_2O), a növényvédő szerek kipárolgása és a kérődző állatok emésztése során keletkező metán közvetlen hatással van a légkörre. Továbbá a tömegesen termesztett hüvelyesek, mint a szója vagy a bab nitrogén-megkötése, szintén módosíthatják a légkör összetételét. Az ésszerűtlen mezőgazdasági termelés része a gátlástalan, megfelelő szabályozás nélküli erdőirtás, mellyel a szennyező gázok, különösen a szén-dioxid nyelői fogyatkoznak.

A háztáji kertek környékén a légszennyezés két fajtáról érdemes említést tenni. Komoly egészségkárosító hatása is lehet a szakértelem nélküli permetezés (peszticidek használata) következményeként a levegőbe, vízbe, talajba és a terménybe kerülő, sokszor ismeretlen hatású vegyszereknek. Gondot okoz a Magyarországon szinte megszokott kerti avarégetés, amibe nem ritkán szemét is kerül. A tökéletes égés elérésére - amikor a szerves anyagok (például avar, fa, termékek) szén-dioxiddá és vízzé égnék el - ilyen körülmények között nincs lehetőség, ezért számtalan, általában mérgező gáz és szilárd részecske (pernye) keletkezik. Az avarégetéskor keletkező légszennyezői a rákkeltő poliaromás-szénhidrogének (PAH-ok). Szinte az összes növényi maradványt házilag komposztálhatjuk, így a szennyező anyagok helyett tápanyagokat nyerünk a hulladékból.

**Milyen tevékenységekből, esetleg anyagokból szabadul fel szennyező anyag a légkörbe?
Mik ezek a szennyező anyagok? Soroljátok fel azokat!**

Dilemma: Egy kertés házban laktok a város szélén. A kertben sok gyümölcsfa van, amit azonban megtámadott valamilyen kórokozó, így le kell permetezni. A pincében van egy nagypapa által használt „csoda permetszer” – ami azonban igen sok vegyszert tartalmaz. A mezőgazdasági bolt azonban a város túlsó végén van, és tudjátok, hogy jó drága olyan szert venni, ami kevésbé szennyezi a környezetet és elég hatásosnak is bizonyul a kórokozók ellen.

Mit tennétek? Miért?

Az állattartás felelőssége a légszennyezésben

Mindenekelőtt a kérődző állatok tartásával kerül szén-dioxid és metán a légtérbe. Az említett két gáz közül mennyiségileg a szén-dioxid a jelentősebb, viszont a metán a légkörben 23-szor hatékonyabban fogja fel a hőt, azaz ennyiszor erősebb üvegházhatással bír a szén-dioxidhoz képest.



A légtérben fellelhető metán egyik legfontosabb forrásának a WHO a szarvasmarha-állományt jelölte meg. A szarvasmarhák (és más kérődző állatok) beleiben a rostok megemészthetlensége miatt nagy mennyiségben termelődik metán. Így a mezőgazdasági metántermelésért – a rizstermesztés mellett – elsősorban a szarvasmarha-állomány a felelős. (Árasztásos rizstermesztéskor a vízzel elöntött rizsföldek talajában lévő szerves anyagok elegendő oxigén hiányában lebomlanak, és az egyik keletkező melléktermék a metán [ezért a vízben élő anaerob/oxigént nem igénylő mikroorganizmusok a felelősök]. Mivel a rizs alapvető élelmiszer a Távol-Keleten, hatalmas területeken termesztik, ami jelentős kibocsátással jár). A kérődző állatok körében természetesen - állomány nagyságuk és nagy termetük miatt - elsősorban a szarvasmarha a metántermelés fő okozója. Mennyit is termelnek? Az USA-ban a szarvasmarha-telepekről több millió tonna (!) szén-dioxid és metán kerül a légtérbe, így az állattartó telepek nagyon is jelentős mértékben járulnak hozzá a globális felmelegedéshez.

A juhtermeléséről híres Új-Zéland különösen nagy mértékben járul hozzá állattartásával a metántermeléshez. 45 millió juh és 8 millió körüli szarvasmarha az ország összes metántermelésének 90%-át (!) adja, az összes üvegházhatást okozó emisszióért 43%-os mértékű felelősséggel. Nagy-Britanniában az állatállomány évi 1,15 millió tonnás kibocsátásával a teljes metántermelés 26%-áért felelős.

Mennyiben felelősök a szarvasmarhák a klímaváltozásért? Hogyan kerül metán a légkörbe rizstermesztéskor?

Dilemma

A kínai rizsültetvény főigazgatója vagy. Már sokszor megkerestek téged különböző civil szervezetek, többek között a Greenpeace képviselői és sokan tüntettek már a céged ellen, hogy a rizs ilyen mértékű termesztése súlyosan növeli az üvegházhatást, ezáltal a Te céged is jelentősen hozzájárul a globális felmelegedéshez. Te viszont tudod, hogy ha csökkented a termelést, sokan munka nélkül maradnak, hiszen sokaknak adsz munkalehetőséget. Másrészt Kína egyik fő gabonaféléje a rizs, szinte minden háztartásban napi szinten fogyasztják és a rizs exportja is jelentős. Ha csökken a termelés, kevesebb jut exportra, ami gazdaságilag nem túl előnyös számodra.



Mit tennél? Miért? Beszéljétek meg közösen! Ha eltérő véleményen vagytok, vitassátok meg!

Csökkenhető-e a gáz kibocsátás?

Minthogy a szarvasmarhák az említett két gázból tetemes mennyiséget bocsátanak a légtérbe, a jóval veszélyesebb üvegházhatású gáz, a metán kibocsátásának csökkentésére több próbálkozás is történt. Rájöttek arra, hogy a takarmányozás jellege erősen kihat a

gáztermelésre. Így organikus, legeltetési állattartás esetén 40 %-kal sikerült a gázkibocsátást csökkenteni. Ha szarvaskerepet fehér herével és angol perjével keverve adtak az állatoknak, ennek köszönhetően a gáztermelés jelentősen csökkent. Svéd vizsgálatok megerősítették, hogy erőtakarmány helyett az olaszperjével etetett állatok gázkibocsátása 40 %-kal csökkent. Bizonyos növényfajokkal való takarmányozás, illetve azok takarmányokban megnövelt arányú felhasználása előnyösen hatott a metántermelés csökkentésére. Új-Zélandon egy bizonyos lótuszfajta olyan mennyiségű tannint tartalmazott, mely alkalmazásával a gázkibocsátást 16 %-kal sikerült csökkenteni. Ezekben az esetekben a takarmánynövényben jelenlévő csersav üdörös hatására kell a figyelmet felhívni. A csersav ugyanis visszafogja a tehének gyomrában lévő baktériumok aktivitását, amely megakadályozza a metán termelését kiváltó fehérjék bontását.

Milyen ötleteitek vannak arra, hogy a mezőgazdaságban csökkentsétek a metán és a széndioxid kibocsátását?

_____Házi feladat_____

Mi az a montreali egyezmény és mit mond ki? Mi lett az eredménye?

Milyen anyagok járulnak hozzá az ózon bomlásához? Sorolj fel néhány példát, amiben megtalálhatók ezek az anyagok!

Sorold fel a három legfontosabb üvegházhatású gázt! Mik ezeknek a forrásai?

Mi a következménye a légkör felmelegedésének? Sorolj fel néhányat!

Mi okozza a savas esőt és mik a hatásai?

Milyen időben alakul ki a London- és a Los Angeles-típusú szmog?

Milyen betegségeket okoznak az elsődleges légszennyező anyagok?

Hogyan tudnánk csökkenteni a légszennyező anyagok légkörbe jutását?

3. csoport – Az üvegházhatás mint a légszennyezés következménye

Az üvegházhatás és az üvegházhatást okozó legfontosabb gázok

A Föld hőmérsékletét a Napból érkező és a Föld felszínéről a világűrbe távozó sugárzási energia egyensúlya határozza meg. A Nap felszínéről széles spektrumú elektromágneses sugárzás lép ki. A Föld felszínét főleg a látható és infravörös tartományba tartozó sugarak érik el, melynek felét a fölfelszín elnyeli. A felszínről visszasugárzott (hő)energia (hosszuhullámú infravörös sugárzás) egy része nem jut ki a légkörből, mert a benne található üvegházhatású gázok elnyelik. Ettől az alsó légkör felmelegszik, s ezek is hősugarakat bocsátanak ki magukból, ezáltal a talaj közelében tartják a meleget. Az üvegházhatás természetes folyamat, amely nélkül a földi átlaghőmérséklet kb. 30°C-kal lenne alacsonyabb.

A legfőbb természetes üvegházhatású gázok (ÜHG) a vízgőz (H_2O), a szén-dioxid (CO_2), a metán (CH_4) és a dinitrogén-oxid (N_2O), valamint hozzájárulnak még a klímaváltozáshoz a fluorozott szénhidrogének és a kén-hexafluorid is. A legnagyobb mértékben (36-66%) a vízgőz járul hozzá az üvegházhatáshoz. Mennyiségét leginkább a természetes folyamatok, valamint a légkör hőmérséklete határozza meg, tartózkodási ideje a légkörben nagyon rövid, körülbelül 10 nap. Ezzel szemben a másik három gáz légköri tartózkodási ideje viszonylag hosszú (10-200 év), a be- és kikerülési arányukat és így légköri koncentrációjukat az emberi tevékenységek jobban meghatározzák.

Az ipari forradalom óta az emberiség fosszilis tüzelőanyag-felhasználása (szén, kőolaj, földgáz stb.) és a fokozódó mezőgazdasági termelés növelte az összes, hosszú tartózkodási idejű üvegházhatású gáz kibocsátást. Az ÜHG antropogén eredetű kibocsátása mintegy 70%-kal növekedett 1970 és 2004 között. Az ÜHG kibocsátás növekedéséért elsősorban az energiaellátás (főleg a hőerőművek), közlekedés és ipar (pl. bányászat, ércfeldolgozás) volt felelős 1970 és 2004 között, míg a lakóházak, kereskedelmi célú épületek fűtése, az erdőgazdálkodás és a mezőgazdaság kisebb mértékben növekedtek (az állattartás állítja elő az ember okozta szén-dioxid 9%-át, a metán 37%-át, és a dinitrogén-oxid 67%-át). Az iparban kiemelkedő példa a cementgyártás, melynek szén-dioxid kibocsátása kettős: egyrészt hatalmas a cementgyár áramigénye, másrészt a mészkő dekarbonizációja/kiégetése során a karbonátból szén-dioxid keletkezik. Minden tonna előállított cement 830 kg szén-dioxid felszabadulásával jár!

A légkör összetételének változásához nagyban hozzájárul az erdők kiirtása, a természetes életközösségek pusztulása is, hiszen így a növények egyre kevesebb szén-dioxidot kötnek meg, hiszen csak a fotoszintézis csökkenti jelentősen a légköri szén-dioxid mennyiségét. Az erdőirtások klímára gyakorolt hatásánál figyelembe kell vennünk a fában tárolt szén felszabadulását, másrészt az erdők helyén megjelenő irtások megváltozott albedóját, azaz a sugárzás-visszaverő, és ezáltal eltérő hőtároló képességét.



Mi az üvegházhatás és milyen gázok okozzák? Soroljátok fel ezeknek a forrásait!

Dilemma

Új munkát kaptál a város másik végében, így reggelente 1 órát kéne utaznod tömegközlekedéssel vagy kb. fél órát az autóval. Melyiket választanád, miért? Esetleg van más megoldás?

Hogyan tudnátok környezettudatosabban élni a mindennapokban?

Az üvegházhatás fokozódása és következményei

Jelenleg az üvegházhatás fokozódása figyelhető meg. A légkör fokozott felmelegedését elsősorban a szén körforgásának megbomlása, a légkör növekedő szén-dioxid tartalma okozza. A mérések szerint az utóbbi száz évben a Föld átlaghőmérséklete mintegy 0,5 °C-kal emelkedett. A szén-dioxid mennyisége a légkörben jelenleg évi 0,3%-kal nő, ami csak első pillantásra elhanyagolható mennyiség. Ha a szén-dioxid aránya a légkörben a jelenlegi 0,033%-ról 0,066%-ra nőne, akkor a Föld átlaghőmérséklete 2,8 °C-kal emelkedne.

A légkör felmelegedésének egyik legfontosabb következménye az éghajlati övek eltolódása, a száraz területek, a sivatagok terjeszkedése. A mérsékelt övezetben folyik a gabonatermelés nagy része, és hatalmas területeket foglal el a zöldség- és gyümölcsstermesztés is. Ezeken a területeken a tartós aszály, a csapadék mennyiségének csökkenése katasztrofális következményekkel járhat (pl. élelmezési válság). Sok helyen már ma is probléma a vízellátottság, de a felmelegedés még súlyosabb problémákhoz vezethet az ivóvíz mennyiségének tekintetében. A felmelegedés következtében a folyók, és a tavak vize sokkal gyorsabban párolog, és ezzel csökken az a vízmennyiség is, amiből ivóvizet lehet előállítani. Az üvegházhatás növekedése miatt megváltoznak a légköri folyamatok, aminek következménye az időjárás változékonyabbá, bizonytalanabbá válása. A nagy szárazságokat hirtelen felváltó felhőszakadások, vagy a téli hótömegek gyors olvadását követő tavaszi áradások rengeteg gazdasági kárt és emberi tragédiát okoznak.

A légkör felmelegedésének következménye lehet a sarki jégsapkák és a gleccserek megolvadása, ami a tengerek vízszintjének emelkedéséhez vezet. A XIX. század eleje óta a tengerek és az óceánok vízszintje 15-20 cm-rel lett magasabb. Ha a felmelegedés a továbbiakban is ilyen ütemben folytatódik, a század végére a világóceán szintje 1m-rel is meghaladhatja a jelenlegi értékeket. Ez pedig több mint 1 milliárd ember lakóhelyét veszélyezteti.

A korallzátonyok a világ legváltozatosabb és leggazdagabb ökológiai rendszerei. A sokféle korallból felépülő építészeti műremek az összes tengeri élet negyed részét tartják fenn. "Nyelik" és forgatják a légkör szén-dioxid-tartalmát; enyhítik a viharokat és áradásokat; élelemmel és gyógyszerforrásokkal segítik az embereket. A globális felmelegedés azonban rájuk is kihat, a bizonyítékok egyértelműek. A víz hőmérséklete lassan, de állandóan emelkedik. A kis korallpolipok parányi algákkal élnek kölcsönösen előnyös kapcsolatban (szimbiózisban), viszont egyes algafajok nem képesek alkalmazkodni a változáshoz, így ún.



korallfehéredés következik be, a korallak elpusztulnak. A korallzátonyok ökológiailag és gazdaságilag is egyaránt fontos szerepet töltenek be, számtalan állatfajnak adnak otthont és biztosítanak táplálékot, kulcsszerepet töltenek be a biodiverzitás fenntartásában, és több országban is a jelentős hatásuk van a turizmusban, így nem meglepő, hogy pusztulásuk mekkora kárt okozhat.

Milyen következményekkel jár a globális felmelegedés?

Mit tehetünk mi?

Házi feladat

Mi az a montreali egyezmény és mit mond ki? Mi lett az eredménye?

Milyen anyagok járulnak hozzá az ózon bomlásához? Sorolj fel néhány példát, amiben megtalálhatók ezek az anyagok!

Milyen anyagok kerülnek a légkörbe a különböző mezőgazdasági tevékenységekkel?

Miért okolhatjuk a nagyüzemű állattartást az éghajlatváltozásért?

Mi okozza a savas esőt és mik a hatásai?

Milyen időben alakul ki a London- és a Los Angeles-típusú szmog?

Milyen betegségeket okoznak az elsődleges légszennyező anyagok?

Hogyan tudnánk csökkenteni a légszennyező anyagok légkörbe jutását?

4. csoport – Savas eső és szmog

A szmog

A szmog elnevezés az angol smoke (füst) és fog (köd) kifejezésekből származik, magyarul néha füstködnek is szokták nevezni. Jelentős mértékű légszennyezőanyag-kibocsátás és tartósan kedvezőtlen légköri hígulási viszonyok együttes fennállásakor kialakuló jelenség. Két típusa fordul elő: a korábban észlelt, elsősorban az intenzív ipari tevékenység következtében kialakuló London-típusú szmog és a később megjelent, elsősorban a közlekedés károsanyag-kibocsátása következtében fellépő Los Angeles-típusú (fotokémiai) szmog. A Los Angeles-i típusú szmog kialakulása során másodlagos légszennyező anyag, a troposzférikus ózon keletkezik.



A London típusú szmog fő összetevői a por, korom, CO, SO₂. Leggyakrabban decemberben, januárban alakul ki, a kora reggeli órákban, magas páratartalom, 0 °C körüli hőmérséklet és szélcsend mellett, amikor köd keletkezik. Ebben az időjárási környezetben a szennyezőanyagok nagy koncentrációban felhalmozódnak. A korom szolgál redukáló ágensként. Tipikus megnyilvánulása ennek a típusú szmognak az 1952-es Londoni ködkatasztrófa volt. A Los Angeles típusú szmog fő alkotói a közlekedési eredetű NO_x, CO és a belőlük keletkező másodlagos légszennyezők, a O₃, peroxiacetil-nitrát (PAN), hidrogén-peroxid, aldehidek, salétromsav. Keletkezéséhez erős napsugárzásra, gyenge légmozgásra van szükség. Általában olyan városokban alakul ki, ahol nyáron (augusztus, szeptember) nagy a forgalom, a város katlanban fekszik, ezrét megreked a száraz levegő. A szmog a reggeli órákban kezd kialakulni, csúcskoncentrációját délben éri el. A másodlagos légszennyezők a fentebb már részletezett reakciókban jönnek létre. A fotokémiai szmog erősen irritálja a nyálkahártyát.

Az alábbi táblázat a London- és Los Angeles-típusú szmogot hasonlítja össze:

Tulajdonság	Los Angeles-típusú szmog	London-típusú szmog
A levegő hőmérséklete:	25–30 °C	-1 – +4 °C
Páratartalom:	70%-nál kisebb	85% felett (köd)
Szélesebesség	3 m/s-nál kisebb	szélcsend
Évszak:	nyár	tél
Napszak:	napközben	reggel
Látótávolság:	1–1,5 km	30 méternél kisebb
Fő okozója:	közlekedés	fűtés, ipari üzemek
Összetevői:	O ₃ , NO _x , CO, SO ₂	korom, SO ₂ → H ₂ SO ₄
Lejátszódo reakciók:	reduktív	oxidatív
Egészségkárosító hatása:	szemirritáció	légzőszervi károsodás

**Mi a különbség a két típusú szmog között? Foglaljátok össze röviden!
Hogyan tudátok csökkenteni a szmog kialakulását?**

A savas eső kialakulása

A savas esők a levegőszennyezés következményei. Az energiahordozók (kőszén, kőolaj, földgáz) és az üzemanyagok elégetésekor a szén-dioxid és a víz mellett más égéstermékek, például nitrogén- és kén-oxidok is képződnek. Az égéstermékek reakcióba lépnek a levegőben található vízgőzzel. Az átalakulás során savak: szénsav, salétromsav és kénsav keletkeznek. Természetesen a levegő szén-dioxid molekulái is szénsavat képeznek a levegő víztartalmával, ezért a tiszta esővíz is gyengén savas kémhatású. A savas esők azonban sokkal savasabbak. Los Angelesben olyan felhőket is észleltek, amelyek alsó részében a szennyezett csapadék savassága megegyezett a citromléével.



A légkörben képződő savak a felfelé áramló levegővel a felhőkbe jutnak. A savas kémhatású szennyeződések tartalmazó felhőket a szél messzire szállítja. A felhőkből hulló savas eső így a szennyezést kibocsátó helytől távolabb fejt ki káros hatásait. A savas esőket okozó szennyező anyagok főként az ipari központokból jutnak a levegőbe. A környezeti kár a szennyezés helyétől több száz, akár 2000 kilométerre is jelentkezhet. Németország nagy iparvidékei felől az uralkodó szelek a Skandináv-félsziget felé hajtják a felhőket. A savas esők ezért Észak-Európában okozzák a legnagyobb károkat. A savas csapadék legnagyobb része a szárazföldek 5%-áról, Európa és Észak-Amerikaiparvidékeiről származik.

A légkörben képződő savak a felfelé áramló levegővel a felhőkbe jutnak. A savas kémhatású szennyeződések tartalmazó felhőket a szél messzire szállítja. A felhőkből hulló savas eső így a szennyezést kibocsátó helytől távolabb fejt ki káros hatásait. A savas esőket okozó szennyező anyagok főként az ipari központokból jutnak a levegőbe. A környezeti kár a szennyezés helyétől több száz, akár 2000 kilométerre is jelentkezhet. Németország nagy iparvidékei felől az uralkodó szelek a Skandináv-félsziget felé hajtják a felhőket. A savas esők ezért Észak-Európában okozzák a legnagyobb károkat. A savas csapadék legnagyobb része a szárazföldek 5%-áról, Európa és Észak-Amerikaiparvidékeiről származik.

A savas esők hatása

A savas esők tönkreteszik a fák lombját és gyökérzetét, elpusztítják a növényeket. A fák levelei elsárgulnak, leszáradnak. Különösen a fenyők érzékenyek a savas esőkre. A savas esők nem csak közvetlenül károsítják az élővilágot. A savas csapadék hatására a talajból kioldódnak az alumínium és a nehézfémek (pl. ólom, higany) mérgező vegyületei, és bejutnak a talajvízbe, a tavakba, a folyókba és a tengerekbe. A vízi életközösségekben megmérgezik a plankton, majd a táplálékláncon végighaladva a terület egész élővilágát. Az emberi élelmiszerekbe is bekerülnek ezek az anyagok, tehát az emberek egészségét is veszélyeztetik. A savas esők az épített környezetet is pusztítják. Oldják a mészkőből, fémből készült tárgyakat, építményeket. A vasutak, a hidak gyors rozsdásodása, a felüljárók és az utak károsodása pedig óriási gazdasági károkat okoz. A savas esők pótolhatatlan veszteségeket okoznak a műemlék épületekben és a köztéri szobrokban is.

Mi okozza a savas esőt és mi a hatása?

Dilemma

Egy ipari cég tulajdonosa vagy. Nagyon jól megy az üzlet, nagy a nyereség, de rendkívül sok szennyező anyag kerül a levegőbe, amely nem csak savas esőt, szmogot okoz, de még üvegházhatású gázok is kerülnek a levegőbe. Milyen intézkedéseket tennél annak

érdekében, hogy üzemed kevésbé legyen szennyező? Tennél egyáltalán intézkedéseket a környezet védelme érdekében? Miért?

Házi feladat

Mi az a montreali egyezmény és mit mond ki? Mi lett az eredménye?

Milyen anyagok járulnak hozzá az ózon bomlásához? Sorolj fel néhány példát, amiben megtalálhatók ezek az anyagok!

Milyen anyagok kerülnek a légkörbe a különböző mezőgazdasági tevékenységekkel?

Miért okolhatjuk a nagyüzemű állattartást az éghajlatváltozásért?

Sorold fel a három legfontosabb üvegházhatású gázt! Mik ezeknek a forrásai?

Mi a következménye a légkör felmelegedésének? Sorolj fel néhányat!

Milyen betegségeket okoznak az elsődleges légszennyező anyagok?

Hogyan tudnánk csökkenteni a légszennyező anyagok légkörbe jutását?

5. csoport – A légszennyezés hatása az emberi szervezetre

A levegőszennyezők

A tiszta és egészséges levegő az élet elengedhetetlen feltétele. A légszennyezés hatása a klímaváltozás, az ózonlyuk, a savas esők, illetve nagyon sok környezetegészségügyi probléma. A légszennyezés különböző anyagok vagy energiák levegőbe jutása olyan koncentrációban, amely ártalmas az ökológiai rendszerekre, veszélyezteti az élővilágot és az ember egészségét.



A légszennyező anyagok alapvetően kétféle forrásból származhatnak. A természetes biológiai folyamatok közé tartozik a szerves anyagok lebomlása, illékony szerves vegyületek (izoprének, terpének) zöld növények általi kibocsátása, a természeti jelenségekhez tartoznak pl. az erdőtüzek, vulkánkitörések, kozmikus por, talajok pora, a levegőbe kerülő spórák, pollenek. A természetes légszennyezők határozzák meg a globális háttérszennyezettséget.

Az antropogén légszennyezés az ipari forradalom óta vált számottevővé. Korábban, az 1960-as évekig a városi légszennyezésért az ipar volt felelős, jelenleg azonban - mivel a gyárakat a városok mellé kitelepítették - a legnagyobb szennyező a közlekedés (kb. 50%). Az ipari tevékenység (a fosszilis tüzelőanyagok elégetése, vegyszerek, oldószerek használata) mintegy 20-30%-kal járul hozzá a szennyezéshez. A mezőgazdaság a hulladékok lerakása és elégetése, a lakosság a fűtés, hűtés, főzés, dohányzás és hulladéklerakás, elégetés révén járul hozzá a légszennyezéshez.

Az elsődleges légszennyezők közvetlenül a forrásból jutnak a légkörbe, míg a másodlagos légszennyezők az elsődleges légszennyezőkből keletkeznek az egymással vagy a légkört alkotó más anyaggal lejátszódó kémiai reakciókban.

Az elsődleges szennyezők

A kén-dioxid (SO_2) fosszilis tüzelőanyagok (kőolaj, szén) elégetése során keletkezik (közlekedés, ipar), bár az utóbbi időben folyamatosan csökken a koncentrációja a fejlett országok városi levegőjében (üzemanyagok kénmentesítése miatt). Ipari tevékenységek során pl. műtrágyagyártás, alumíniumipar, acélgyártás során keletkezik. Élettani hatása, hogy vizes közegben salétromsavat alkot, ami a nyálkahártyán lejátszódva izgatja a nyálkahártyát, illetve vérbe jutva gátolja az oxigénszállítást. Csökkenti a tudókapacitást és különböző légúti betegségeket okozhat (pl. bronchitis).



A nitrogén-oxidok (NO_x) a fosszilis tüzelőanyagok magas hőmérsékleten való elégetése során keletkezik. Szintén a nyálkahártyához kötődve helyileg károsítja a szöveteket és a vér oxigénszállító képességét is csökkenti. Tüdőfunkciók csökkenése figyelhető meg, illetve növeli a légzőszervrendszeri és a szívbetegségek kórházi felvételét, fokozza az asztmások tüneteit. Nem utolsó sorban pedig a kénsav és a savas esők alkotórészei amelyek károsítják a növényeket (és az épített környezetet is).

A szén-monoxid (CO) színtelen, szagtalan gáz, amely a szénhidrogének tökéletlen égése során keletkezik (szén, olaj). Erősen mérgező gáz, mivel a vörösvértestek hemoglobinjában található vasatomhoz 200-250-szer erősebben kötődik, mint az oxigén, így megakadályozza az oxigén kötődését a hemoglobinhoz. Szén-monoxid mérgezés akut hatásai a fejfájás, szédülés, émelység, a látás- és hallásképesség csökkenése. Krónikus hatása, hogy csökkenti és szűkíti a szívizmot ellátó koszorúerek keringését, növeli a szívinfarktus kockázatát a koronáriás szívbetegségben szenvedő betegeknél. Koncentrációtól függően tartós belélegzésnél halált is okozhat (0,08% → 2-3 órán belül halál; 0,32% → 15-20 percen belül halál).

Az illékony szerves vegyületek legfontosabb képviselője a formaldehid, mely gázt vagy üzemanyagot tartalmazó tartályokból, szerves oldószerekből (festékek) párologással; fosszilis tüzelőanyagok égetése (el nem égett vagy részlegesen elégett) során keletkezik. A dohányfüstben különösen magas koncentrációban van jelen (60-130 mg/m³). A nyálkahártya felszínéhez kötődve roncsolja a fehérjéket. Irritálja a szemet, az orr és a garat nyálkahártyáját, köhögést, hányást és nehézlégzést, a tüdőben ödémát, tüdőgyulladást és végül halált okoz a koncentráció növekedésével.

A szálló por, más néven szuszpendált részecske tulajdonképpen egy aeroszol. Az aeroszolak kisméretű szilárd vagy folyadék-részecskék, amelyek a levegőben szuszpendált formában vannak jelen. Fosszilis tüzelőanyagok és a biomassza égetése során keletkezik. Két fő típusa a por és a füst. Külső és belső (pl. bútorzat, dohányzás) légszennyezők is lehetnek. Hatásukat az eredeti összetétel, átmérőjük, vízdékonyságuk határozzák meg. A tüdőben gyulladós reakciót válthatnak ki, légzőszervi betegségeket okoz. Növekedhet a trombózis kialakulásának veszélye és növekszik a szív- és érrendszeri betegségek száma és az adott betegségek miatti halálozása.

Mik az elsődleges szennyezők? Sorold fel ezeknek a forrását és következményeit/hatását!

Dilemma

Egy súlyosan szennyezett levegőjű városban laksz. Reggelente melyik közlekedési eszközt választod arra, hogy eljuss az iskolába? Autó, tömegközlekedés, gyaloglás vagy biciklizés? Miért?

Hogyan csökkenthetnénk a légszennyezést a városokban? Milyen ötleteitek vannak erre?

Házi feladat

Mi az a montreali egyezmény és mit mond ki? Mi lett az eredménye?

Milyen anyagok járulnak hozzá az ózon bomlásához? Sorold fel néhány példát, amiben megtalálhatók ezek az anyagok!

Milyen anyagok kerülnek a légkörbe a különböző mezőgazdasági tevékenységekkel?

Miért okolhatjuk a nagyüzemű állattartást az éghajlatváltozásért?

Sorold fel a három legfontosabb üvegházhatású gázt! Mik ezeknek a forrásai?

Mi a következménye a légkör felmelegedésének? Sorold fel néhányat!

A konkrét feladat metodikai értékelése

A drámagyakorlatokat kiváló feladatnak tartom a 9-10. évfolyamos tanulók számára, hiszen ők már tudnak önállóan megoldásokat keresni az adott problémákra, képesek döntést, ítéletet hozni az adott helyzetben, jelen esetben a légszennyezés mérséklése, csökkentése szempontjából. Először tartottam attól, hogy egy-egy csoportnak túl sok feldolgozandó anyagot adok, de azért választottam végül a 9-10. évfolyamos tanulókat, mert az ő ténybefogadó képességük nagy, problémaérzékenységük viszonylag fejlett, érdeklődésük mélysége mélyülő, bár olykor változó.

A csoportmunkát többféleképpen is meg lehet valósítani. A feladat konkrét leírása című részben már kifejtettem aggodalmamat arról, ha a csoportok külön-külön témát dolgoznak fel. Ennek hátránya az, hogy a többi csoport feladatához kapcsolódó ismeret kevésbé rögzül, mint a sajátjuk. Ezt kétféleképpen próbáltam ellensúlyozni. Egyrészt a csoportok utolsó feladata, a „Házi feladat” alatt található kérdések megválaszolásával, másrészt a csoportok bemutatásának logikai sorrendjével. A csoportoknak meghatározott sorrendben kell bemutatni a feladatukat, ezáltal egyfajta összefüggés alakulhat ki az egyes feladatok között. Az ózonréteg elvékonyodása a légszennyezés világméretű következményének talán egyik legszembetűnőbb, és egyben a „legtávolibb” következménye. Ezt követi a mezőgazdasággal kapcsolatos légszennyező források, amit az üvegházhatás követ. Így, mikor a tanulók megismerték, hogy mit okoz például az állattartás, a következő csoport bemutatja annak a jelenségnek (üvegházhatás) konkrét magyarázatát, kiegészítve más szennyező anyagokkal. A harmadik csoport pedig részben új, részben pedig a már megismert anyagok egy másik hatását is bemutatja, a savas esők és a szmog példáján. Majd végül elérkeztünk a számunkra „legközelebbi” problémához, a saját magunkkal kapcsolatos lehetséges megbetegedésekhez. Ezzel a logikai sorrenddel folyamatos, egyre mélyülő kapcsolatok alakulnak ki a részfeladatok között, és végül a megbeszélés fázisában válnak teljes egészé, hiszen az utolsó csoport foglalja össze általánosan a különböző szennyező anyagokat, azok forrásait és hatásait, ezzel rendszerezve saját maguk, és az osztály többi tagja számára is az eddigi ismereteket.

Az időhiány számomra még mindig szűk keresztmetszet. Ezért próbáltam úgy tervezni, hogy az előzetes és általános ismeretekről a csoportmunka előtti órán legyen szó, így a diákok könnyebben tudnak azonosulni a problémákkal, mert már van róla egy általános ismeretük. Az időbeosztást a következőképpen osztottam be: 5 perc a bemelegítés fázisára: gondolattérkép felrajzolása, csoportokba osztás, szabályok ismertetése; 15 perc az akcióra: feladatok csoportos feldolgozása; 15 perc a megbeszélés fázisára: csoportok beszámolója, tanulságok levonása, végül, de nem utolsó sorban 10 perc a visszajelzés fázisára: következtetések levonása, értékelés.

Az óra nevelési-fejlesztési célja, hogy ebben a témakörben is tudatosítsuk a tanulókat arra, hogy a természeti és társadalmi-gazdasági folyamatok közötti egyensúly megőrzése, a környezettudatos magatartás Földünk jövője szempontjából alapvető fontosságú. A „gondolkodj globálisan, cselekedj lokálisan” mottó elmélyítése, amely már a csoportok egyéni feladatában is rögzül, (pl. Mit tehetünk a mindennapjainkban? – kérdések formájában), de teljes mértékben az óra végi összefoglalás az, ami a tanár részéről kulcsfontosságú. Hiszen a tanárnak kell összefüggésbe hoznia az ismereteket, következtetéseket, hogy végtére az, amin a csoportok külön-külön dolgoztak, annak kimenetele ugyanaz lesz, ha nem vigyázunk bolygónkra: Földünk a jövő generációja számára

élhetetlen hely lesz. Ezáltal vélhetően kialakul a tanulóknál a környezet iránti érzékenység, a környezettudatos magatartás egy formája.

Felhasznált források

- A korallok és a globális felmelegedés. <http://nol.hu/archivum/archiv-44134-32483>
- A légszennyezés következményei – savas esők. In: A megsebzett bolygó <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-7-efolyam/a-megsebzett-bolygo/a-levegoszennyez-es-kovetkezm-enyei-savas-esok>
- A légszennyező anyagok forrásai és hatásai. <http://www.meteoline.hu/?m=230>
- A levegőt szennyező anyagok. In: Globális problémák <http://globalproblems.nyf.hu/a-levego/a-levegot-szennyezo-anyagok/>
- A mezőgazdaság, mint a légszennyezés forrása: <http://tisza.levego.hu/mezogazdasag.html>
- Az állattartás felelőssége a légszennyezésben: <http://www.agroinform.com/kornyezetvedelem/mennyiben-feelosok-a-szarvasmarhak-a-klimavaltozasert-16230>
- Az éghajlatváltozás emberi okai <http://www.zoldmuzeum.hu/az-eghajlatvaltozas-emberi-okai>
- Makádi M. (2015): Földrajztanulás drámapedagógiai alapon. In: Tevékenykedtető módszerek a földrajztanításban, ELTE, TTK, Budapest, 59–71.o.
- Makádi M. – Farkas B. P. - Horváth G. (2013): Az életkori sajátosságokhoz való alkalmazkodás pedagógiai kihívásai a földrajzi tartalmak tanítása-tanulása során. In: Tanulási-tanítási technikák a földrajztanításban, ELTE TTK, Budapest
- Sárváry A. (2011): A levegőszennyezés globális hatásai. In: Környezetgazdaságtan http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Kornyezetegeszsegtan/ch03s02.html
- Sárváry A. (2011): A levegőszennyezés hatása az emberi szervezetre. In: Környezetegészsegtan. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Kornyezetegeszsegtan/ch03.html