

Kölcsönkapott levegő

Ismeretterjesztő anyag a légszennyezésről, levegőtisztaság méréséről és a témához kapcsolódó szemléletformáló játékokról

Budapest

2023. március 1.



ENERGIAÜGYI MINISZTERIUM



Környezetvédelmi
Szolgáltatók és Gyártók
Szövetsége



Kölcsönkapott levegő

Animátori kézikönyv

Tartalom

Légszennyezés.....	3
A légszennyezés eredete.....	4
A légszennyező források típusai.....	5
A légszennyező anyagok típusai.....	5
A légszennyező anyagok és hatásuk.....	6
A légszennyezés antropogén forrásai.....	10
Határértékek.....	14
A légszennyezés mérése.....	16
A légszennyezés csökkentése.....	19
Speciális probléma, az azbeszt.....	23
Speciális probléma, a bűz.....	24
Speciális probléma, a legionella baktérium.....	27
Feldolgozó játékok.....	29
World Cafe instrukció.....	30
Játszóház.....	32
Fűts okosan!.....	32
Levegőminőség.....	35
Közlekedés.....	37
Mérés.....	40
Plakát versenyfelhívás.....	41

Légszennyezés

Általános értelemben levegőterhelésről akkor beszélhetünk, ha a levegőbe olyan anyagok kerülnek, amelyek az élővilág és az élettelen környezet folyamatait károsan befolyásolják, esetlegesen károsodását okozzák. Gyakran találkozhatunk a légszennyezés kifejezéssel is a mindennapi kommunikációban, amit a levegőterhelés szinonimájaként használunk.

A légszennyező anyagok **emberi tevékenység** (pl. fűtés), vagy **természeti jelenség** (pl. vulkánkitörések) következtében kerülnek a környezetbe. Azt a technológiát, létesítményt, vagy természeti képződményt, melyből a légszennyező anyag a légkörbe kerül, **légszennyező forrásnak** nevezzük. A légszennyező anyagoknak a levegőbe történő juttatását hívjuk **emisszió**nak. A levegőbe jutott légszennyező anyagok a légáramlatok által szállítva a forrástól eltávolodnak (ezt hívjuk **transzmisszió**nak), aminek következtében a forrástól viszonylag távoli területeken is jelen vannak a levegőben (**immisszió**).



1. ábra A légszennyező anyagok terjedése (Forrás: ismeretlen)

A légszennyezés eredete

Közismert tény, hogy a legkülönbélebb emberi tevékenységek következtében a levegőbe légszennyező anyagok kerülhetnek. Egy tábornútól mellettsz ülve tanúi lehetünk annak, amint apró porszemcsék (füst) kerül a levegőbe. A búza aratásakor szintén láthatjuk, ahogy a betakarítást végző gép mellől hatalmas porfelhő emelkedik a magasba. Amikor rossz minőségű kőszénnel fűtjük otthonainkat a szén kéntartalmát juttatjuk a levegőbe kén-dioxid formájában. Ezt a csoportot emberi eredetű, vagy idegen szóval **antropogén** szennyezőknek nevezzük. Az emberi tevékenység során a környezetbe juttatott légszennyező anyagok egy része a természetben egyáltalán nem fordul elő. Ilyen anyagok például a halogénezett szénhidrogének, melyeknek legismertebb csoportját jelentik a freonok.

Kevésbe közismert, de a légszennyező anyagok egy része emberi beavatkozás nélkül is a levegőbe kerülhet. Egy sivatagos területen fújó erős szél a levegőbe emeli a porszemcséket, és egy vulkán kitörésekor szintén sok por és kén-dioxid kerül a levegőbe. A légszennyezőknek ezt a csoportját **természetes eredetű** szennyezőknek nevezzük.



2. ábra Emberi és természetes eredetű légszennyezés Forrás: ismeretlen



A légszennyező források típusai

A légszennyező forrásokat csoportosíthatjuk **geometriájuk** alapján. A légszennyező anyagok származhatnak **pontszerű**, illetve **diffúz** forrásból.

- ⇒ **Pontforrásnak** azokat a forrásokat nevezzük, melyeknél egyértelműen meghatározhatók a kibocsátás jellemzői (a kibocsátott anyag koncentrációja, a kibocsátott szennyezett levegő térfogatárama (időegység alatt kibocsátott térfogat)).
- ⇒ **Diffúz (vagy felületi)** forrás az a berendezés vagy tevékenység, ahol a kibocsátás jellemzői egyértelműen nem határozható meg, de a környezetbe kerülő anyag mennyiségére közvetett mérések és számítások utalnak. Ilyen diffúz forrás például egy nyitott ablak (épületforrás), a szántás közbeni porkibocsátás, egy halom baromfitrágya, melynek felületéről kipárolgás történik, vagy épp egy égő fáklya. A diffúz források alcsoportjának tekinthetők a vonalas légszennyező források (például egy autópálya).

A légszennyező anyagok típusai

A légszennyezést okozó anyagokat többféle szempont alapján csoportosíthatjuk.

A leggyakoribb csoportosítási szempontok:

- ⇒ halmazállapot szerint,
- ⇒ kémiai összetétel szerint.

A halmazállapot szerinti csoportosítás esetén beszélhetünk **porokról, aeroszolokról**, és **gáz halmazállapotú légszennyezőkről**.

Porok és aeroszokok

A **porok** kis szemcseméretű szilárd részecskék, melyeknek környezetre és emberi egészségre gyakorolt hatásuk szemcseméretüktől függ. A gyakorlatban a finom poroknak,



a 10 mikrométernél (μm) kisebb szemcseméretű alkotóknak (melyet PM_{10} -nek is neveznek) és a 2,5 mikrométernél (μm) kisebb szemcseméretű alkotóknak (melyeket $\text{PM}_{2,5}$ -nek is neveznek) van jelentősége környezetvédelmi szempontból, élettani hatásuk miatt.

Az **aeroszolok** a légkörben jelenlévő mikrométer, vagy kisebb mérettartományba eső szemcseméretű részecskék, melyek lehetnek szilárd vagy folyékony halmazállapotúak.

Gáz halmazállapotú szennyezők

A gáz halmazállapotú légszennyezők molekulái szabadon keverednek a légkörben, nem alkotnak különálló szemcséket vagy cseppeket.

Kémiai összetétel szerinti csoportosítás

Szervetlen szennyező anyagoknak a szervetlen vegyületeket, illetve a kémiai elemeket nevezzük. Ezek lehetnek gáz halmazállapotúak, mint például a kén-dioxid (SO_2), szén-monoxid (CO), vagy az ózon (O_3), vagy szilárd halmazállapotúak, mint például az ólom-szulfid (PbS), vagy a kalcium-szulfát (CaSO_4).

Szerves szennyező anyagoknak a légkörbe kerülő szerves vegyületeket nevezzük. Ezek lehetnek gáz halmazállapotúak, mint például a metán (CH_4), a benzol (C_6H_6), a szén-tetraklorid (CCl_4), vagy a különböző freonok. Lehetnek szilárd halmazállapotúak (a légkörben szilárd porszemcsékhez kötődőek), mint például az égési folyamatokban keletkező dioxinok, vagy a poliaromás szénhidrogének (rövidített nevükön PAH-ok).

A légszennyező anyagok és hatásuk

A legfontosabb légszennyező anyagok, és azok hatásai:

Szálló por, 10 μm -nél kisebb szemcsemérettel (PM_{10})



A PM (az angol particulate matter rövidítéséből) a levegőben lebegő szilárd és folyékony (aeroszol) részecskék gyűjtőneve. Magyarországon a „szálló por” elnevezés terjedt el az ülepedő portól való megkülönböztetés érdekében. A PM₁₀ a 10 mikrométernél kisebb átmérőjű részecskék elnevezésére szolgál. Azért fontos meghúzni ezt a mérethatárt, mert a nagyobb részecskék egészségkárosító hatása nagyságrenddel kisebb, mivel a légzőrendszer szűrőin fennakadnak, így nem jutnak le a tüdőhöz.

Forrásától függően a PM₁₀ igen sokféle anyag lehet, tartalmazhat elemi szenet, aromás és alifás szerves vegyületeket, halogéntartalmú szerves vegyületeket, fémeket beleértve a nehézfémeket is, nyomelemeket, nitrátokat, szulfátokat és egyéb sókat, szilikátokat és egyéb talaj eredetű anyagokat végül, de nem utolsósorban élő eredetű részecskéket, spórákat, polleneket is.

Az összetételétől függ az általa okozott egészségügyi kockázat mértéke is. Egy talaj eredetű kisméretű részecske kisebb kockázatot jelent, mint a felületén toxikus anyagokat megkötő elemi szén részecske.

Szálló por, 2,5 µm-nél kisebb szemcsemérettel (PM_{2,5})

A szálló por 2,5 µm-nél kisebb szemcseméretű frakciója. Eljut a tüdőbe, de szemben a nagyobb szemcseméretű részecskékkel nem, vagy csak nagyon nehezen ürül ki a szervezetből (akkumulálódik).

Szén-dioxid (CO₂)

A szén tökéletes égése, illetve a szerves vegyületek biológiai oxidációja során keletkezik. Fontos szerepe van a növények fotoszintézisében, mint szerves szénforrás. Antropogén hatásra mennyisége a légkörben növekszik, ami hozzájárul a klímaváltozáshoz.

Metán (CH₄)

A természetben is megtalálható szénhidrogén, a földgáz legfontosabb alkotója. Igen hatékony üvegházhatású gáz, légköri mennyiségének növekedése hozzájárul a



klímaváltozáshoz. A fosszilis szénhidrogének kitermelése során, a mezőgazdaságból, és a permafroszt területek kiolvadása során kerül a légkörbe.

Szén-monoxid (CO)

A szén tökéletlen égése során keletkezik. A vér hemoglobinjához kötődve gátolja a szervezetben az oxigéntranszportot. A légkörbe égési folyamatokból kerül (közlekedés, fűtés, ipar).

Kén-dioxid (SO₂)

Kéntartalmú anyagok égése során keletkezik, de vulkánkitörések során is jelentős mennyiségben kerül a légkörbe. A környezetben vízzel reagálva kénessavvá, majd kénsavvá alakul. A savasesők fő kiváltó anyaga, ezen keresztül károsíthatja az épített környezetet is, a növényvilágban elsősorban a tűlevelűek érzékenyek a jelenlétére. Fontos szerepe van az ún. londoni típusú füstköd kialakulásában (szmog).

Nitrogén oxidok (NO, NO₂, NO_x)

Magas hőmérsékleten lejátszódó folyamatokban keletkezik a nitrogén-monoxid és a nitrogén-dioxid. A két anyag dinamikus egyensúlyban van, egymásba átalakulhatnak, egymáshoz viszonyított koncentrációjuk a környezeti körülményektől függ. Együttes mennyiségüket jelöli a nitrogén oxidok kifejezés, melyet NO_x-el jelölnek. Szerepük lehet a savas esők kialakulásában és az ún. Los Angeles-i típusú füstköd kialakulásában (szmog).

Ózon (O₃)

Az oxigén, mint kémiai elem egy allotróp módosulata. Környezeti hatása szempontjából meg kell különböztetni magaslégköri és talajközeli ózont. A légkör felső rétegeiben napsugárzás hatására képződő magaslégköri ózon elnyeli a napsugárzás élőlények számára káros UV tartományát, ezért fontos szerepe van a földi élet fennmaradásában („ózonpajzs”). A talajfelszínen bonyolult fotokémiai folyamatokban képződő talajközeli ózon viszont oxidáló hatása révén káros az élővilágra.



PAH (policiklusos aromás szénhidrogének)

A szénhidrogének egy csoportja. Tökéletlen égés során, illetve más, magas hőmérsékleten lejátszódó folyamatokban keletkeznek. Többségük nem illékony, a környezeti levegőben a szilárd részecskék (szálló por) felületén megtapadva vannak jelen. Egyes képviselőik eltérő mértékben rákkeltőek.

BTEX (monoaromás szénhidrogének)

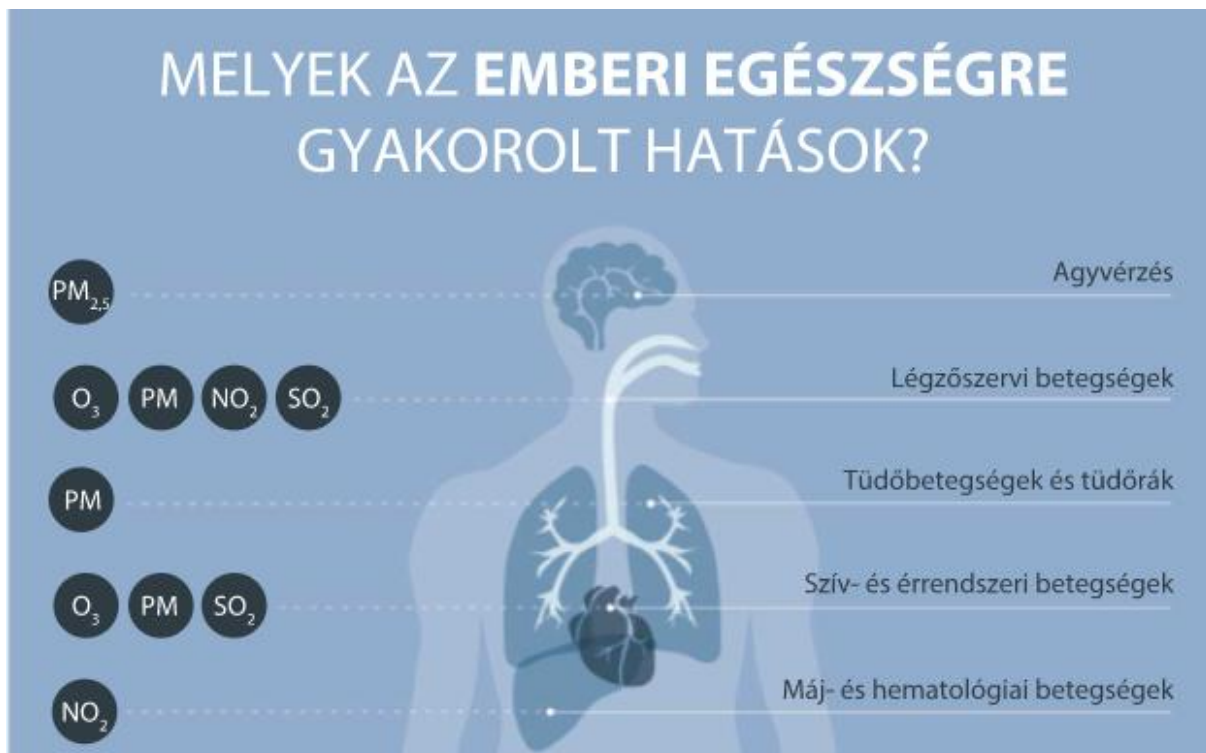
A szénhidrogének egy csoportja. A motorhajtó anyagokban megtalálhatóak. A környezetbe leginkább ezekből, illetve a szerves vegyiparból kerülnek ki. Illékonyak, a környezeti levegőben gáznemű alkotóként vannak jelen. Egyes képviselőik eltérő mértékben rákkeltőek.

Dioxinok (poliklórozott dibenzo-furánok és dioxinok)

A halogénezett szénhidrogének egy csoportja. Halogének jelenlétében képződnek szénhidrogénekből alacsony hőmérsékleten történő, illetve tökéletlen égés során. Erősen rákkeltő, és mutagén hatásúak. Nem illékonyak, a környezeti levegőben a szilárd részecskék (szálló por) felületén megtapadva vannak jelen.

Freonok és halonok

A halogénezett szénhidrogének egy csoportja. Mesterségesen előállított vegyületek, melyeket korábban hűtőgépekben és spray-s flakonokban használtak. Károsítják a magaslégi ózont, ezért ma gyártásuk és felhasználásuk erősen korlátozott, csupán néhány speciális területen engedélyezett a felhasználásuk (pl. repülőtereken tűzoltó anyagként), ahol helyettesítésük nem megoldható.



3. ábra A légszennyező anyagok emberi egészségre gyakorolt hatásai Forrás: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/air-quality-23-2018/hu/#box2>

A légszennyezés antropogén forrásai

Összeségében elmondható, hogy az emberi tevékenység szinte minden formája kapcsolatban van a légkörrel, és szennyezi azt. A szennyezés mértéke (a légkörbe juttatott légszennyező anyag mennyisége) és hatása azonban eltérő az egyes emberi tevékenységek esetén.

Ipari kibocsátó források

Ha **légszennyezésre** gondolunk, legtöbbszörnek egy füstölő gyárkémény jelenik meg a fejében. Az ipari forradalom korától kezdődően valóban jelentős légszennyezést eredményeztek a legkülönbözőbb ipari tevékenységek. Napjaink szigorú környezetvédelmi szabályozásának köszönhetően azonban az ipar szennyezőanyag kibocsátása jelentősen csökkent, így az Európai Unióban ma már nem tekinthető a legnagyobb kibocsátónak. Az **ipari kibocsátásokról** általában elmondható, hogy jól lehet jelentős anyagforgalmú tevékenységekhez kötődnek, de a kibocsátás földrajzi értelemben kis területen történik, így jól lokalizálható, csökkenthető, vagy akár teljesen

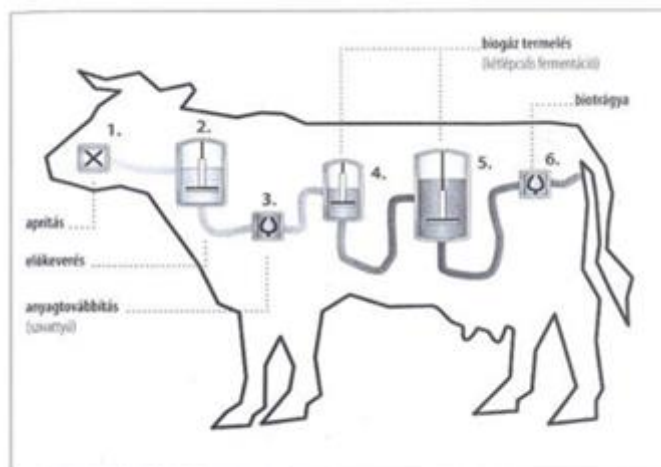


megszüntethető. Gyakorlati munkákban gyakran az ipari forrásoktól különálló szegmensnek tekintik az energetikai szektort. Tekintettel arra, hogy az **energetikai szektor** kibocsátásai jellegükben (térben koncentráltan jelentkező kibocsátások) hasonlóak az egyéb ipari kibocsátásokhoz, most nem kezeljük elkülönítetten az ipari kibocsátásoktól.

A mezőgazdaság kibocsátó forrásai

A **mezőgazdaság** esetében meg kell különböztetnünk a növénytermesztés és az állattartás kibocsátásait. A növénytermesztés jelentős nyílt földterületeken történik. A szántás, betakarítás, vegyszeres növényvédelem, trágyázás nem, vagy csak részben tehető zárt technológiává, ezért a mezőgazdaság jelentős légszennyezést okoz. A szántóföldi művelés porkibocsátása különösen jelentős lehet. A növénytermesztéshez kapcsolódik a terményszárítási tevékenység, mely szintén porkibocsátással jár.

Az **állattartás** esetében a kibocsátás függ a haszonállatok fajtától, és a tartási körülményektől. A szarvasmarhák sajátos emésztési folyamataik során metánt bocsátanak a légkörbe, ami üvegházhatású gáz. A baromfitartás során a trágyából ammónia szabadul fel, mely elsősorban kellemetlen szaghatása miatt okoz a környéken élőknek problémát. Az állattartáshoz minden esetben kapcsolódik a trágya begyűjtése és elhelyezése (ideális esetben szántóföldi felhasználása), ami kellemetlen szagú anyagok (ammónia, kénhidrogén és szerves vegyületek) levegőbe jutását eredményezi.

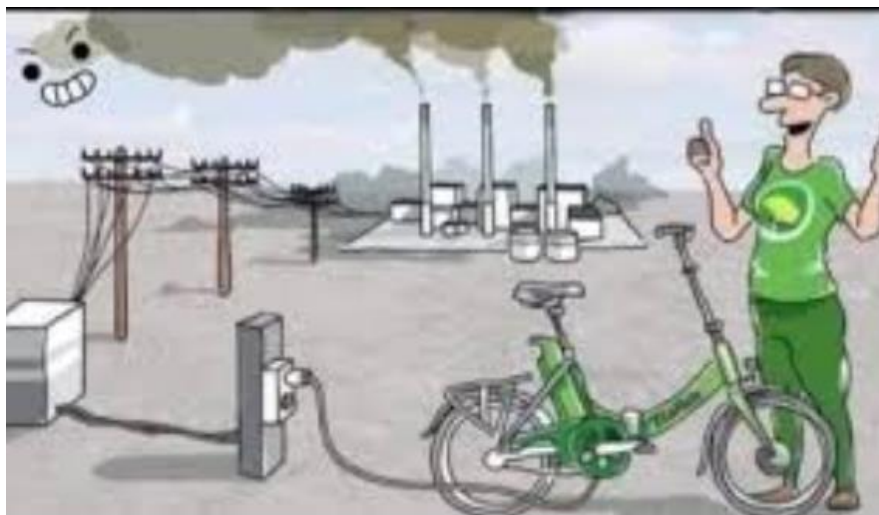


Biogáz üzemi technológia – a tehén utánzata

4. ábra Biogáz üzemi technológia szarvasmarhán bemutatva (Forrás: <https://adoc.pub/biomassza-energetikai-celu-hasznositasara-szolgalo-technolog.html>)

A lakosság légszennyező tevékenységei

A **lakosság** tevékenységeiről általánosságban elmondható, hogy egyedileg kis volumenűek, egy-egy lakos kibocsátása önmagában nem jelentős. Ugyanakkor a lakosság nagy száma miatt, valamint azért, mert a lakossági kibocsátások többsége közvetlenül a lakosság tartózkodási helyén (falvakban, városokban) keletkezik, napjainkban a legnagyobb jelentőséggel bír. A két legjelentősebb tevékenység, mely a lakosság légszennyezését okozza: a közlekedés és a fűtés. A közlekedésből származó légszennyezést a belsőégésű motorok okozzák. A dízelüzemű járművek esetében a kibocsátott **por** (PM₁₀, illetve PM_{2,5}), míg benzinüzemű járművek esetén az **elégetlen szénhidrogének**, illetve a keletkező **nitrogén-oxidok** a fő szennyező anyagok. Napjainkban rohamos tempóban terjednek az elektromos üzemű járművek, melyek működésük során nem bocsátanak ki káros anyagokat a légkörbe. Fontos azonban megemlíteni, hogy csak akkor tekinthetjük őket a légszennyezés szempontjából környezetbarát megoldásnak, ha az általuk felhasznált elektromos áramot is légszennyezés nélkül állítottuk elő (pl. megújuló energiából).

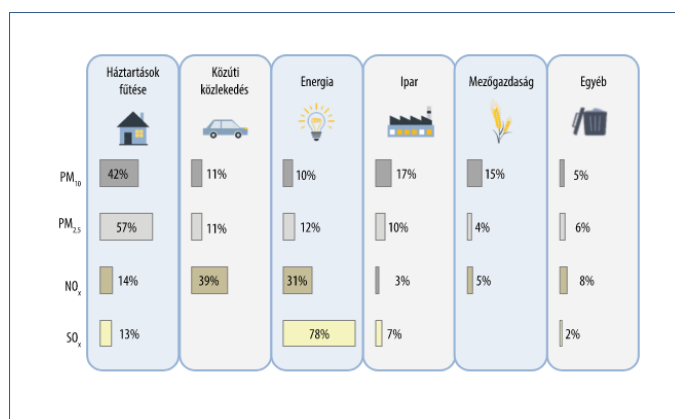


5. ábra Forrás: <https://www.ilbenecomune.it/2022/02/26/non-siamo-mica-tutti-gretini/>

A lakossági fűtés szinte kizárólag valamely energiahordozó elégetésével valósul meg, melynek során füstgázok keletkeznek. A légszennyezés mértéke és jellege, a füstgázok összetétele függ a felhasznált fűtőanyagtól. A leggyakrabban alkalmazott lakossági fűtőanyagok a **biomassza** (elsősorban fa), a **kőszén** és a **földgáz**. A földgázzal történő fűtés esetén **szilárd szemcsék** (porok: PM₁₀, PM_{2,5}) nem kerülnek a levegőbe. Modern tüzelőberendezések alkalmazása esetén az egyéb, gáz halmazállapotú légszennyező anyagok (elsősorban **nitrogén-oxidok**) mennyisége is kisebb az más tüzelőanyagok esetében tapasztaltnál. Mivel a **földgáz** kénvegyületeket nem, vagy csak nagyon csekély mennyiségben tartalmaz, így földgáztüzelés esetén a **kén-dioxid-kibocsátás** is csekély. A fával, vagy kőszénnel történő fűtés esetében jelentős mennyiségben kerülnek a levegőbe porok, míg kőszén esetében a kén-dioxid-kibocsátás is jelentős, a kőszén magas kéntartalma miatt. A helyzetet súlyosbítja, hogy a lakosság által használt kályhákban-kazánokban a szén és a fa égése alacsony hőfokon történik, így szilárd porszemcséken a tökéletlen égésből származó szerves szennyező anyagok (**dioxinok, PAH-ok**) szintén megtalálhatóak.

Ezen a ponton érdemes megemlíteni egy napjainkban megfigyelhető jelenséget. A háztartásokban jelentős mennyiségben keletkeznek éghető hulladékok (elsősorban papír és műanyag), melyeket a lakosság egy része eléget a kazánokban, kályhákban. A hulladékok alacsony hőfokon történő égése során kiemelkedően nagy mennyiségben képződnek egészségre ártalmas légszennyező anyagok, ezért ezt a tevékenységet a legtöbb országban jogszabályi úton tiltják.

Szintén a lakossági légszennyezés témakörébe tartozik a **kerti zöldhulladékok égetése**. Az ősszel lehulló falevelektől, kerti nyesedéktől sokan úgy szabadulnak meg, hogy halomban összerakják, majd meggyújtják. Ilyen körülmények között, vagyis a szabadban, nyílt téren történő égetés során kiemelkedően nagy mennyiségben kerülnek légszennyező anyagok a levegőbe. A keletkező égéstermékek között a légszennyező anyagok széles spektruma megfigyelhető, így a **szálló porok** (PM₁₀, PM_{2,5}), **nitrogén-oxidok, szén-monoxid, kén-dioxid**. Sajnos a kerti nyesedékek, zöld hulladékok lakosság általi égetése sok országban ma is engedélyezett. Ez azért is szomorú tény, mert ezek az anyagok komposztálást követően kiválóan használhatóak lennének a talajok trágyázására, talajerő utánpótlásra.



6. ábra A légszennyező anyagok forrásai az Unióban (Forrás: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/air-quality-23-2018/hu/>)

Határértékek

A levegőben lévő **légszennyező anyagok** a levegővel érintkező minden élőlényre vagy élettelen tárgyra hatást gyakorolhatnak. A környezeti levegőben jelenlévő anyagokat a levegővel együtt belélegezzük, az általuk kiváltott élettani hatás a belélegzett mennyiségtől függ. Azt a mennyiséget, melyet egy adott anyagból egy élőlénybe juttatunk, az adott anyag dózisének nevezzük. Kutatásokkal minden anyag esetében meg lehet határozni azt a legkisebb mennyiséget, melyet az emberi szervezetbe juttatva, jelen esetben belélegezve az már elfogadhatatlan élettani hatásokat okozna. Mivel légzésünk során folyamatosan szervezetünkbe kerül a környezeti levegő a benne lévő légszennyező anyagokkal együtt (adott sebességgel „szűrjük” a környezeti levegőt légzésünk során) így,



ha ismerjük egy légszennyező anyag esetén a káros élettani hatást kiváltó mennyiséget, akkor ki tudjuk számítani azt, hogy adott koncentrációjú levegőből mennyi idő alatt lélegezzük be ezt a mennyiséget:

DÓZIS = koncentráció x belélegzett térfogat

Ez az oka annak, hogy a környezeti levegő esetén, ha egy légszennyező anyagra megadunk egy koncentrációban kifejezett megengedett értéket, akkor azt is meg kell adni hozzá, hogy az milyen hosszú ideig állhat fenn.

Mivel a légszennyező anyagok a levegővel együtt áramlanak, országhatárokon is átjutnak, ezért az Európai Unió egységes határértékeket állapított meg a környezeti levegőre. Ezeket az értékeket minden tagállam saját jogi szabályozásába emelte.

1. táblázat Részlet a magyar 4/2011 (I.14.) VM rendeletről, a szálló por PM₁₀ frakció határértékei

Határérték (µg/m ³)	Időtartam átlagában	Egyéb megkötés
50	24 óra	a naptári év alatt 35-nél többször nem léphető túl
40	1 év	Meghatározására alkalmazott mérési program: folyamatos mérés vagy legalább heti egy-egy, véletlenszerűen kiválasztott 24 órás mérés , egyenletesen elosztva az év során; vagy az év során egyenletesen elosztott, legalább nyolc héten keresztül végzett 24 órás mérés.

Az **emisszió** (kibocsátás) esetén szintén nemzetközileg harmonizált határértékekről beszélhetünk az Európai Unióban. A kibocsátási határértékek megállapításakor a légköri terjedést is figyelembe véve arra fókuszáltak, hogy a kibocsátások következtében ne alakulhasson ki a környezeti levegőben az **immissziós határértéket** meghaladó koncentráció.



A légszennyezés mérése

A környezet állapotának objektív megítélése, vagy a környezetterhelések mértékének meghatározása miatt szükséges a levegőbe történő károsanyag kibocsátások (**emisszió**) és a környezeti levegőben kialakuló koncentrációk (**immisszió**) mérése, számszerű meghatározása.

Az **emisszió** és **immisszió** mérése műszakilag összetett feladat, melynek kivitelezése során nagyon fontos, hogy szakszerűen járjunk el. A vizsgálatok számszerű eredményét befolyásolja a mérés elve, a mérőberendezés felépítése stb. Mivel a légszennyező anyagok a levegővel együtt áramlanak, országhatárokon is átjutnak, ezért az Európai Unió, a határértékekhez hasonlóan, szabályozta a tagállamok részére a környezeti levegővel kapcsolatos mérési feladatok műszaki minimumkövetelményeit. Az Európai Unió szabványügyi szervezete, a CEN műszaki szabványokban leírta a leggyakoribb légszennyező anyagok mérésének szakszerű módszereit. Emellett jogszabályban nevesítették azokat a szabványos módszereket, melyekkel mért értékeket megfelelőnek elfogadnak. Ezeket a módszereket referenciamódszereknek nevezzük. Ha a környezeti levegőben jelenlévő légszennyező anyagok mennyiségét, koncentrációját a jogszabályokban leírt határértékekkel össze szeretnénk hasonlítani, akkor referencia módszert kell alkalmaznunk a mérés során. Ha ez nem lehetséges, akkor meg kell győződnünk róla, hogy az általunk alkalmazott módszer a referenciamódszerrel azonos eredményt szolgáltat.

A környezeti levegő vizsgálatai

A környezeti levegő mérésére alkalmazott vizsgálati módszereket két nagy csoportba sorolhatjuk. Megkülönböztethetünk **szakaszos** és **folyamatos** méréseket.

A **szakaszos mérések** jellemzője, hogy adott hosszúságú ideig tartó („szakasz”) mintavételből, majd a vett minta laboratóriumi méréséből áll. Ebben az esetben a mért eredmény a mintavételi időszakra vonatkozó átlagkoncentrációt jelenti. A mért érték a mintavételhez képest időbeli késéssel, a laboratóriumi analízis végeztével áll rendelkezésünkre.

Ezt a fajta mérést a szálló por **PM₁₀ frakciójának** mérésén keresztül érthetjük meg. A PM₁₀ frakcióra 24 órás időtartamra vonatkozó határérték 50 µg/m³.

A **szakaszos mérés** során egy adott ponton elhelyezett mintavevő berendezésen 24 órán keresztül adott áramlási sebességgel átszívjuk a környezeti levegőt. Megmérjük az átszívott levegő mennyiségét, így ismerni fogjuk a térfogatát (hány m³). A berendezésen átáramló levegőt egy szűrőn szívjuk keresztül, melynek tömegét a mérés megkezdése előtt a laboratóriumban megmértük. A szűrő felfogja, kiszűri a levegőben lévő port. A mérés végeztével a szűrő tömegét a laboratóriumban ismételten megmérjük, így a kezdeti tömeg ismeretében meg tudjuk határozni, hogy a szűrő tömege mennyivel növekedett a mintavétel során, azaz mekkora a 24 órás időszakban kiszűrt por tömege (hány µg). A 24 óra alatt kiszűrt por tömegének, és a 24 óra alatt megszívott levegő térfogatának hányadosa megadja a szálló por PM₁₀ frakciójának a mintavétel 24 órás időtartamára vonatkozó átlagkoncentrációját.



7. ábra Szálló por (PM₁₀) szakaszos mérés (Forrás: Ágoston)

A szálló por szakaszos mérésének nagy előnye, hogy összegyűjtésre kerül a levegőben lévő por, amely egyéb laboratóriumi mérésekre is használható. Gyakori, hogy meghatározzák a gyűjtött porminta toxikus elem tartalmát (kadmium, ólom, higany stb.), vagy a PAH tartalmát.



8. ábra: Gyűjtött porminta Forrás: ismeretlen

A **folyamatos mérések** során a környezeti levegőt a mérőberendezés átáramoltatja egy detektoron, melyben a mérni kívánt paraméterrel arányos nagyságú elektromos jel keletkezik. A berendezés megfelelő beállítása esetén az elektromos jel nagyságából a szennyező anyag mennyisége közvetlenül meghatározható. A gyakorlatban ezt a berendezés vezérlő számítógépe elvégzi, így a mérés során azonnal, valós időben kapunk egy pillanatnyi koncentráció értéket. A pillanatnyi koncentrációkat az idő függvényében ábrázolva egy görbét kapunk, melynek segítségével tetszőleges időtartamra vonatkozó átlagkoncentrációk határozhatók meg. A folyamatos mérések nagy előnye, hogy azonnal rendelkezésre áll a mért adat, így a levegőminőség romlása esetén a lakosság tájékoztatása megtehető, vagy a levegő minőségének javítása érdekében kellő időben intézkedések tehetők (szmogriadó).

Mérőhálózat

Az **Európai Unió** előírja a tagállamok számára, hogy folyamatosan vizsgálják a levegő minőségét minden 100 ezer lakosnál nagyobb lélekszámú településen. Ennek érdekében a tagállamok mérőpontokat jelölnek ki, ahol mérőállomásokat üzemeltetnek. A mérőállomások adatai nyilvánosak, a tagállamok internetes portálokon elérhetővé teszik a mért értékeket. Emellett az államilag üzemeltetett mérőállomások (együttesen mérőhálózat) adatai az Európai Unió felé történő adatszolgáltatás, valamint levegőminőség javító programok alapjául is szolgálnak, és ezek alapján az adatok alapján



megítélhető a lakosságot a környezeti levegőn keresztül érő káros anyag expozíció mértéke.

Eseti mérések

Jelentős **légszennyező tevékenységek** esetén – mint például egy nagy volumenű építési-bontási tevékenység **porkibocsátása**, vagy egy petrokémiai üzem **szénhidrogén kibocsátása** – eseti mérésekre lehet szükség. A mérendő paraméterek körét, amely minden esetben az ellenőrzött tevékenység konkrét kibocsátásaihoz kell, hogy igazodjon, az esetek többségében az illetékes környezetvédelmi hatóság határozza meg. Ezek a mérések ideiglenesen létesített mérőállomásokon (gyakran gépjárműbe épített műszereket tartalmazó „mérőbusz”) történnek meg. Ezeknek a méréseknek a helyi kibocsátások ellenőrzése a célja.

A lakosság mérései

Az utóbbi időben egyre gyakrabban találkozhatunk azzal a véleménnyel, hogy a viszonylag kisszámú államilag fenntartott **mérőállomás** nem ad kellően részletes képet a környezeti levegő állapotáról. A mérőállomások egymástól nagy távolságra találhatók, így lehetséges, hogy egy-egy, a mérőállomásoktól távolabbi területen a helyi kibocsátó források miatt lokálisan jelentősen eltér a levegő minősége a mérőállomás környezetében lévő környezeti levegőétől. Emiatt egyre több **civil szerveződés** és **helyi önkormányzat** végez, vagy végeztet környezeti levegő vizsgálatokat. A mért helyi adatok értékes adalékként szolgálhatnak a mérőállomások adataihoz, de sok esetben jelentős eltéréseket mutatnak. Ennek oka lehet, hogy a mérésekhez használt eszközök, módszerek nem felelnek meg a referenciamódszerekkel szemben támasztott igényeknek, illetve a méréseket végző személyzet nem rendelkezik a kellő gyakorlattal tapasztalattal.

A légszennyezés csökkentése

A környezeti levegőben lévő egészségre ártalmas, a környezet állapotát hátrányosan befolyásoló anyagok koncentrációjának csökkentése három módon lehetséges:



- ⇒ **megelőzés** (légszennyező anyag keletkezésének megelőzése),
- ⇒ **kibocsátás csökkentés** (a keletkezett légszennyező anyag légtérbe kerülésének megakadályozása),
- ⇒ **a kialakult levegőterheltség csökkentése.**

Megelőzés

A megelőzés témakörébe elsősorban a technológiaváltás, a légszennyezést nem okozó műszaki megoldások választása sorolható. A teljesség igénye nélkül néhány jellemző megoldás:

- ⇒ Az energetikai szektor átalakítása, a **megújuló energiák preferálása** a fosszilis energiahordozókkal szemben, a széntüzelés háttérbe szorítása.
- ⇒ A közlekedésben a **belsőégésű motorizáció felváltása** más technológiai megoldásokkal, például elektromobilitás preferálása.
- ⇒ Lakossági **energetikai korszerűsítési programok**. Korszerű tüzelőberendezések használata, a megújuló energiaforrások lakosság általi használatának ösztönzése.
- ⇒ Mezőgazdasági folyamatok **levegőtisztaság-védelmi felülvizsgálata**, a porkibocsátással járó műveletek csökkentése (minimálművelés).
- ⇒ A lakosság körében **felvilágosító, szemléletformáló** kampányok folytatása. A komposztálás népszerűsítése, a hulladékkal való fűtés veszélyeinek ismertetése.

Kibocsátás-csökkentés

Amennyiben egy technológiában keletkezik egy **légszennyező anyag**, akkor törekedni kell rá, hogy ne kerüljön ki a környezeti levegőbe. Ez történhet az anyag levegőből történő **leválasztásával** vagy más, ártalmatlan anyagokká történő **átalakításával**.

Kibocsátás-csökkentés a közlekedésben

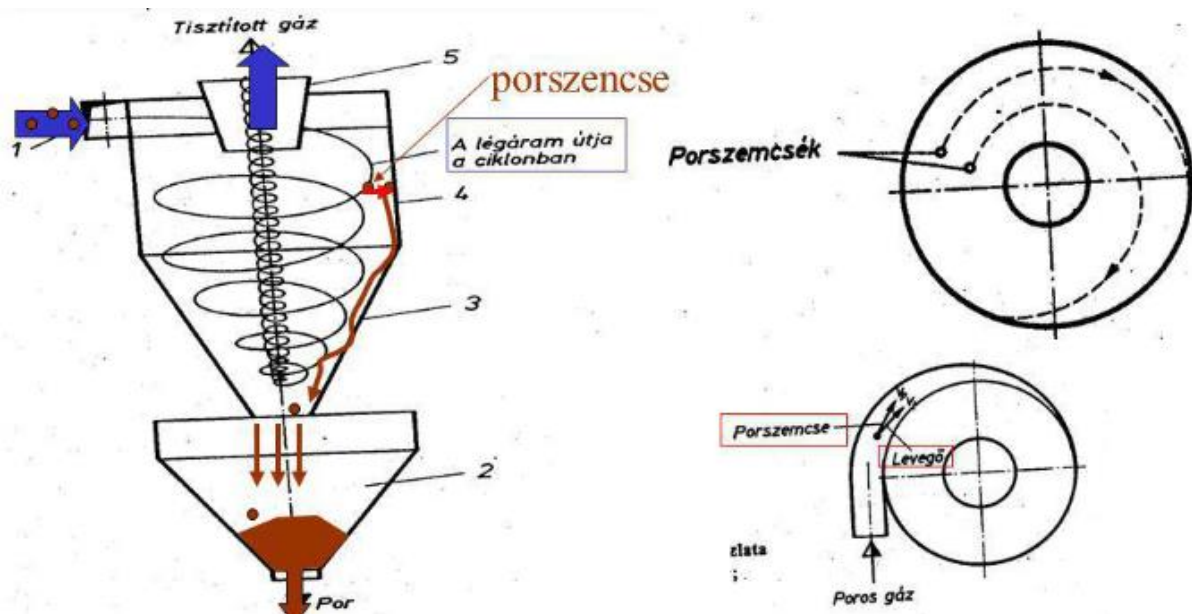
A belsőégésű motorok használata során légszennyező anyagok keletkeznek, elsősorban az üzemanyagok tökéletlen égése miatt. Ezek a dízelüzemű járművek esetében

elsősorban **szilárd részecskék**, míg a benzinüzemű járművek esetében elsősorban gáznemű légszennyezők: **szénhidrogének, nitrogén-oxidok, szén-monoxid**.

A belsőégésű motorral szerelt közlekedési eszközök esetében a keletkező légszennyező anyagokat a kipufogógázoknak a légtérbe kerülését közvetlenül megelőző kezelésével átalakítják, elősegítik tökéletes égésüket. A kipufogógázokat átvezetik egy berendezésen, mely elősegíti a **légszennyező anyagok elbomlását, illetve átalakulását**. A szilárd porokat, az elégetlen szénhidrogéneket és a szén-monoxidot **szén-dioxid**dá és **víz**zé alakítják, míg a nitrogén-oxidok bomlását elősegítik **nitrogénre** és **oxigénre**.

Kibocsátás-csökkentés ipari források esetén

Ipari kibocsátó forrásoknál a kibocsátás jellegéhez igazodó leválasztókat alkalmaznak. A porkibocsátás esetében a zsákos szűrők, vagy a ciklonok a leggyakoribbak. A zsákos szűrőben egy olyan szűrőrétegen halad keresztül a gáz, melyen a szilárd részecskék fennakadnak. A szűrőt időszakosan cserélni, vagy üríteni szükséges. A ciklonok esetében a portartalmú levegőt nagy sebességgel egy spirál alakú pályára kényszerítik. A porszemcsék tehetetlenségük miatt nem képesek a gázzal együtt áramlani, a spirális pálya külső ívéhez repülnek, ahol az eszköz falának ütköznek.



9. ábra Porcikolonok (Forrás: <https://slideplayer.hu/slide/2140508/>)



Gáz halmazállapotú szennyezők esetében a **gázmosók** és az **adszorberek** alkalmazhatóak.

A **gázmosók** esetében folyadékban nyeletjük el a gáz halmazállapotú légszennyező anyagot. Példaként említhetjük a széntüzelésű erőművek esetén alkalmazott kénleválasztókat. A kőszén égése során annak kéntartalmából kén-dioxid keletkezik. A füstgázt mésztejen (kalcium-hidroxid vizes oldata) átvezetve a kén-dioxid elnyelődik és kalcium szulfát keletkezik. A módszer előnye, hogy amellet, hogy a kén-dioxid nem kerül ki a környezetbe (a füstgázból leválasztottuk), a keletkező kalcium-szulfát (gipsz) hasznosítható, például gipszkarton lapok előállítására.

Az **adszorbensek** olyan szilárd anyagok, melyeknek a felületén képesek megkötődni egyes gáz halmazállapotú alkotók. Általában szerves szennyező anyagok, például oldószer gőzök és gázok eltávolítására alkalmazzák. A módszer hátránya, hogy az adszorber egy idő után telítődik, így cseréje, vagy (amennyiben lehetséges) regenerálása szükséges.

Az ipari források szerves szennyező kibocsátása esetén meg kell említenünk a **fáklyázást**, mint légszennyezés csökkentési megoldást. A módszer lényege, hogy az éghető, gáz halmazállapotú szerves szennyezőket egy ipari fáklya felhasználásával elégetik. A környezetbe így az égéstermékek (döntően szén-dioxid és víz) kerülnek ki, és nem a nagyobb környezetterhelést okozó szerves szennyezők. A fáklyázást elterjedten alkalmazzák hulladéklerakók kis mennyiségben képződő, rossz minőségű depóniagázának megsemmisítésére, valamint a szerves vegyiparban.

A kialakult levegőterheltség csökkentése

A légkörbe kerülő szennyező anyagok a légáramokkal haladva keverednek, hígulnak. Emiatt a környezeti levegő tisztítása nehéz feladat. Szerencsénkre a légkör képes az öntisztulásra, a légkörbe került szennyező anyagok egy idő után a légkörből kikerülnek. A szilárd részecskék a felszínre ülepednek, esetleg a csapadék kimossa őket a légkörből. A gáz halmazállapotú részecskék kémiai karakterüktől függő ideig megmaradhatnak a légkörben. Egy részük kémiai reakciókban elbomlik, átalakul, míg más részük a csapadékkal kimosódik, esetleg a világtengerekben elnyelődik.



A környezeti levegő tisztítását a gyakorlatban csak kis térrészekre koncentrálva, lokálisan végzik. Ennek tekinthetőek például a lakóterületek és forgalmas utak közé telepített erdősávok, melyek kihasználva a fák leveleinek felületét elősegítik a porok kiülepedését és így csökkentik a lakóterületek környezetében a szállópor koncentrációt.

Speciális probléma, az azbeszt

Az **azbeszt** (gör. azbesztosz= kiolthatatlan) a természetben megtalálható anyagok, az ásványi szilikátok egy csoportjának olyan gyűjtő elnevezése, melyek különleges, szálas szerkezetet mutatnak. Az azbeszt struktúrája rendkívül vékony elemi szálakból (rostokból) áll, melyeknek átmérője a milliméter ezredrészénél is kisebb. Az azbesztet hőszigetelő, hőálló és szálás szerkezetéből adódóan struktúrát adóan **hőszigetelő anyagként**, és **struktúraanyagként** széles körben használták. Legelterjedtebb felhasználása tetőfedő anyagokban (azbesztpala) és hőszigetelésekben (szórt azbeszt), valamint azbesztcement vízvezeték csövekben történt.

Az elmúlt évtizedekben fény derült **egészségkárosító tulajdonságára**: az azbesztszálak belélegezve a tüdőben megtapadnak, és ott jellemzően 20-30 év elteltével daganatot okoznak. Emiatt az azbeszt bányászata és felhasználása világszerte tilos. Az évtizedek alatt beépített azbeszttartalmú anyagok jelentős része azonban ma is használatban van, így ezek kiporzása terhelheti az épületek légterét és a környezeti levegőt is.



Az **azbeszt** sajátossága, hogy kizárólag belélegezve okoz egészségkárosodást, ezért a korábbi időszakokból megmaradt azbeszttartalmú anyagok mozgatása, azbeszttartalmú épületek bontása jelent kiemelt környezeti-egészségügyi kockázatot. Az **azbesztmentesítés** ma egy speciális ismereteket igénylő területe a kármentesítésnek, illetve az építési-bontási műveleteknek. Az azbesztpala tetőfedő elemek, illetve azbesztcement vízvezetékek bontása viszonylag kis kiporzás mellett végezhető. Az épületszigetelések céljából laza kötőanyaggal felvitt, úgynevezett szórt azbeszt azonban kevesebb kötőanyaggal került kijuttatásra, bontása, manipulációja közben jelentős



kiporzás valószínű. Az azbeszttel bármilyen munka kizárólag megfelelő légzésvédő eszközök alkalmazásával végezhető.

Speciális probléma, a bűz

Bizonyos anyagok légtérbeli jelenlétének érzékelésére külön érzékszervvel rendelkezünk. Az orrunk „jelez” számunkra, ha egy pékség előtt elhaladva onnan friss kenyér illata áramlik ki. Az orrunk akkor is „jelez”, ha megromlott egy tejes étel, mert az abból a légtérbe távozó anyagokat belélegezve az orrunkban elhelyezkedő szaglóból érkező ingerületek „szagérzetet” generálnak agyunk ezért felelős területén. A **bűz**, vagy más néven **zavaró környezeti szag** ezért egy érzet.

Hogyan lesz egy érzetből környezeti probléma?

Ha huzamosabb ideig fennáll egy szagérzet, az **zavaró** lehet az érzékelő számára. Rontja a közérzetét, a koncentráció képességét. Álmatlansághoz, étvágytalansághoz vezethet, szédülést okozhat. Szélsőséges helyzetben hányáshoz vagy ájuláshoz vezethet. Fontos hangsúlyozni, hogy abban az esetben, ha egy levegőt terhelő kibocsátás szaghatással jár, és a szaghatást vizsgáljuk, akkor nem merül fel a szagot okozó anyagok, mint kémiai vegyületek élettani hatásainak (rákkeltő, mutagén, toxikus stb.) vizsgálata. A bűz, mint környezeti zavaró szag vizsgálata kizárólag a bűzérzet vizsgálatára koncentrál.

A **bűz** szaghatással járó légszennyező anyag vagy anyagok keveréke, amely összetevőivel egyértelműen nem jellemezhető, az adott környezetben környezetidegen, és az érintett terület rendeltetészerű használatát zavarja.

A leggyakoribb bűzkibocsátó források az alábbiak:

⇒ **Lakott területen belül;**

- 1) melegkonyhával rendelkező vendéglők, szórakozóhelyek;
- 2) gyorséttermek, látványpékségek;
- 3) élelmiszeripari kisüzemek, vágóhidak;
- 4) festőműhelyek, festéküzemek;



- 5) szennyvízcsatorna hálózatok, szennyvízátemelők, szennyvíztisztítók;
- 6) hulladékszállítás, hulladékgyűjtő udvarok, hulladékátrakó állomások;
- 7) belterületi kisüzemi állattartás.

⇒ **Lakott területen kívül** található, túlnyomórészt jelentősebb termelési, feldolgozási tevékenységet folytató, és így nagyobb szagkibocsátási potenciállal jellemezhető, leggyakoribb szagforrások a következők:

- 1) hulladékkezelő, hulladékhasznosító létesítmények (hulladéklerakók, hulladékválogatók, komposztáló, biogáz üzemek, állati hulladék feldolgozók);
- 2) szennyvízkezelő létesítmények;
- 3) állattartó telepek; növénytermesztés a tápanyag visszapótlás, trágyakijuttatás időszakában;
- 4) növényi és állati termékek feldolgozását végző élelmiszeripari létesítmények;
- 5) kőolaj feldolgozás;
- 6) vegyipari üzemek.

Összességében elmondható, hogy a **szagkibocsátó források** lakott területen és lakott területen kívül egyaránt nagy számban előfordulnak. Kialakításukat tekintve lehetnek pontforrások és diffúz források egyaránt, és a kibocsátott anyagok kémiai jellemzői is igen sokrétűek.

A bűz mérése

A **szag nagyságának, erősségének** mérése az EN 13725:2022 „Levegőminőség – a szagkoncentráció meghatározása dinamikus olfaktometriával” európai szabványban leírt módon, **olfaktométerrel** (szagmérő berendezéssel) történik. Az olfaktométer tulajdonképpen egy precíziós gázhígító berendezés, amelynek detektora az emberi orr. A vizsgálandó bűzös levegőt tiszta, szagmentes levegővel hígítják egyre csökkenő mértékben mindaddig, amíg a mérő személyek a detektálásra kiképzett orrmaszokban



megérik a szag megjelenését. A mért érték az a hígítási arány, melyre a szagszennyezett levegőt szagmenetes levegővel hígítani kell ahhoz, hogy a szaga már ne legyen érezhető. Ezt az arányt nevezte el a szakirodalom **szagegységnek** (SZE), pontosabban szagegység/m³ (SZE/m³) **szagkoncentrációnak**.

Bűz határértékek

A környezeti zavaró szag (bűz) kérdéskörét az **Európai Unió** nem szabályozta teljeskörűen. Az EU szabványügyi szervezete kidolgozott egy mérési módszert, azonban nem állapított meg határértékeket a környezeti levegő vonatkozásában. Az egyes tagállamok egyedileg, **nemzeti hatáskörben** szabályozták a bűz kérdéskört. Magyarországon, az egyes ágazatok esetén rendelkezésre álló legjobb elérhető technológiákat leíró (BREF) dokumentumokat is alapul véve egy háromfokozatú határérték rendszer került bevezetésre. Ennek lényege, hogy a szag jellegét is figyelembe veszi, amikor a kibocsátás eredményeként a lakott területen kialakuló megengedett legnagyobb szagkoncentrációt meghatározza.



A bűzkibocsátás csökkentése

A különböző technológiai tevékenység szagkibocsátásának csökkentésére **aktív** és **passzív** védelmi eljárások alkalmazhatók. Az **aktív szagkibocsátás csökkentési eljárások** lényege, hogy a kibocsátó technológia vagy az alap, illetve segédanyagok megváltoztatásával megakadályozzák a szaganyagok képződését, vagy csökkentik a képződés intenzitását. A **passzív szagkibocsátás csökkentési eljárások** lényege, hogy a technológiai műveletek során keletkezett szaganyagokat a szagszennyezett technológiai levegőnek a környezetbe történő kilépése előtt a légáramból különböző leválasztó berendezésekkel leválasztják.

⇒ **Passzív szagcsökkentési eljárások:**

- 1) adszorpció alkalmas anyagokon;
- 2) abszorpció, mosóeljárás vízzel, vagy alkalmas oldatokkal;
- 3) kondenzáció;



- 4) oxidatív eljárás megfelelő oxidáló szerekkel (tisztá oxigén, ózon, hidrogén-peroxid);
- 5) termikus véggáztisztítás;
- 6) biomasó, biofilter alkalmazása;
- 7) fedés, közömbösítés szagmegkötő, fedőanyagok alkalmazásával (pl. bepermetezéssel).

Felületi szagforrások esetén gyakran alkalmazott eljárás a **szagforrás lefedése** speciális anyagokkal, membrántakarókkal. Nagyon fontos, hogy a kiválasztott csökkentési eljárás jól **illeszkedjen** az adott kibocsátás **kémiai karakteréhez**. Példaként elmondható, hogy a biomasók, más néven **biofilterek** kiválóan alkalmazhatóak biológiai eredetű szagszennyezett levegő tisztítására. Ezért nagy számban találkozhatunk velük kommunális szennyvíz tisztítását végző telepeken, állattartó telepeken, vágóhidakon. A berendezésben a szagot okozó, biológiai eredetű és ezért biológiailag bontható anyagokat mikroorganizmusok bontják le, miközben táplálékként felhasználják őket élettani folyamataikban. A **biofilterek** hatékonysága jóval kisebb a szerves vegyiparban, vagy a gyógyszeriparban. Ebben az ipari szegmensben a szagszennyezett levegőben jellemzően oldószergőzők, vagy más, nem biológiai eredetű szerves anyagok okozzák a szagérzet kialakulását. Adsorberek, esetleg oxidatív eljárások célravezetőek lehetnek ezekben az esetekben.

Aktív szagcsökkentési eljárások

A szagkibocsátás elleni **aktív védelemről** beszélünk, ha a technológiai folyamatban a szagszennyező anyag keletkezési lehetőségeit csökkentjük, megakadályozzuk (pl. nyitott helyett zárt technológiai folyamattal, megfelelő alapanyag megválasztásával, illetve az alapanyagok technológiai folyamatot befolyásoló jellemzőinek optimalizálásával, technológiai változtatással).

Speciális probléma, a legionella baktérium



A hatvanas évek óta ismert probléma, hogy a legionella baktérium, mely egy környezeti, a környezetünkben szinte mindenhol fellelhető **mikroorganizmus**, vízpermetben belélegezve súlyos megbetegedést, atípusos tüdőgyulladást okozhat (legionellózis).

A probléma megjelenése és terjedése összefügg a **klímaváltozással**, illetve egyes vízhasználati módok terjedésével. A betegség kialakulásának feltétele, hogy az érintett személy olyan apró vízcseppeket (aeroszolt) lélegezzen be, melyekben előzetesen jelentős mértékben elszaporodott a legionella baktérium. A legionella baktérium szaporodásához a langyos, enyhén meleg vizek (30-45 °C) teremtenek ideális körülményeket.

Ilyen víztestek, melyekből vízpermet is keletkezhet a következők:

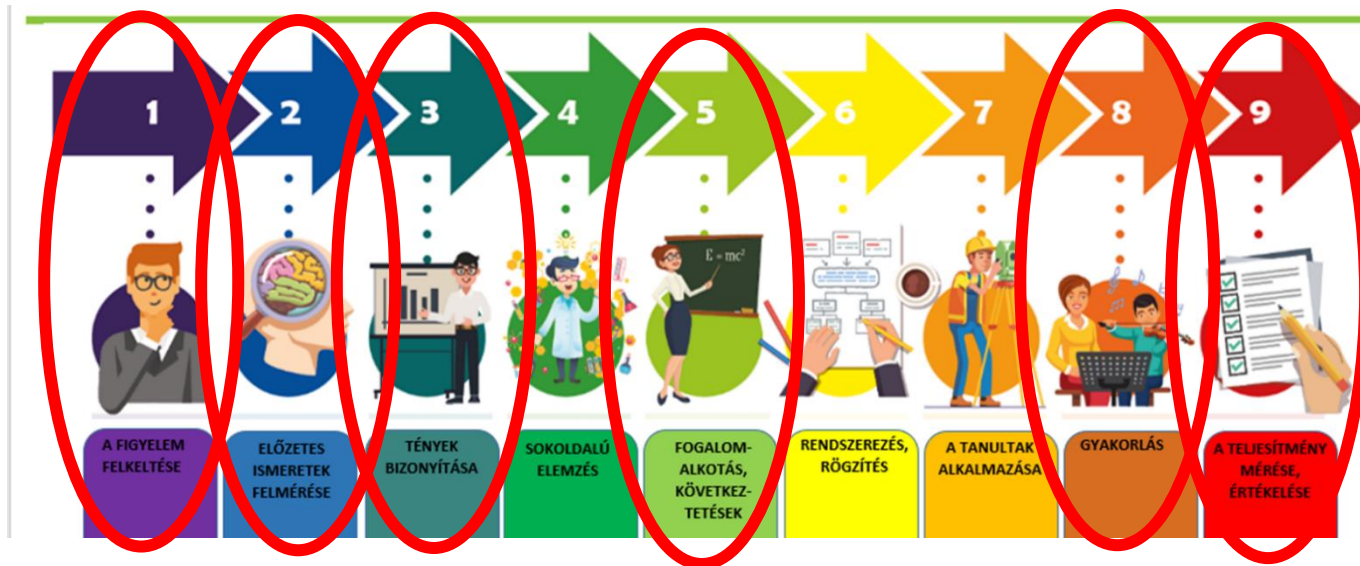
- ⇒ nyitott hűtőtornyok (ipari létesítményeknél, szállodáknál gyakori),
- ⇒ szökőkutak,
- ⇒ nagy kiterjedésű használati melegvíz rendszerek (kórházak, szállodák, irodaházak),
- ⇒ kis gyakorisággal használt melegvízrendszerek (nyaralók),
- ⇒ fogorvosi kezelés során használt vízpermet,
- ⇒ pezsgőfürdők, jakuzzik.

Nyári meleg időszakban dokumentáltak olyan eseteket is, amikor a forrástól több kilométer távolságban is történtek megbetegedések. Tömeges megbetegedéseket **hűtőtornyok**, illetve **városi szökőkutak** okoztak.

A megbetegedés **megelőzése** érdekében fontos a kritikus víztestek antibakteriális szerekkel történő kezelése (hűtőtornyok, szökőkutak), vagy időszakosan olyan magas (>80°C) hőmérsékletre történő felfűtése, melyen már elpusztulnak a legionella baktériumok (használati melegvíz rendszerek).

Feldolgozó játékok

Szemléletformálási program mely tanulási szakaszokat érinti:



10. ábra Tanulási szakaszok Forrás: ismeretlen

Iránymutató beosztás:

	kezdés	vége	foglalkozás időtartama	Előadó terem/tornaterem	tanterem	közösségi tér/tanterem	iskola területén
2. óra	8:55	9:17	0:22	6 évfolyam részére előadás	játszóház (20p) 5.b	játszóház (20p) 5.a	-
	9:17	9:40	0:22		játszóház (20p) 4.b	játszóház (20p) 4.a	-
SZÜNET	9:40	9:55	0:15				
3. óra	9:55	10:18	0:22	7 évfolyam részére előadás	Wc (20p) 6.a	játszóház (20p) 6.b	
	10:18	10:41	0:22		Wc (20p) 6.b	játszóház (20p) 4.c	mérés (20p) 6.a
SZÜNET	10:41	10:51	0:10				
4. óra	10:51	11:14	0:22	-	Wc (20p) 7.a	játszóház (20p) 6.a	mérés (20p) 6.b



	11:14	11:37	0:22		Wc (20p) 7.b	játszóház (20p) 7.b	mérés (20p) 7.b
SZÜNET	11:37	11:47	0:10				
5. óra	11:47	12:09	0:22	-	játszóház (20p) 7.a	-	mérés (20p) 7.a

World Cafe instrukció

Ahogy hallottuk rengeteg problémát okozhat a légszennyezés. *Hadd kérdezzem meg kinek mi volt az előadásban a legmegdöbbentőbb rész?*

Szerintem is nagyon sok érdekes és meglepő információ elhangzott. Az óra további részében pedig közösen fogunk ötletelni mégpedig azon, hogy mi mit tudunk tenni annak érdekében, hogy csökkentsük a légszennyezést. Ezt a world cafe módszerrel fogjuk megtenni, amit azzal kezdünk, hogy 3 csoportra fogjuk osztani az osztály. Minden csoport kap egy témát: *1. Mit tehetek otthon, hogy ügyeljek a tiszta levegőre 2. Mit tehetek az iskolában, hogy ügyeljek a tiszta levegőre? 3. Mit tehetünk a barátainkkal, hogy tisztább levegőbe éljünk? A témát önállóan kezdik el feldolgozni, plakátokat adunk, amelyekre összeírhatják a gondolataikat.*

A csoportok mind három asztalhoz oda fognak kerülni, az ötletek összegyűjtésre először 5, majd 3 és 2 percet kapnak majd.

Összegzés: A gyerekek közül kiválasztunk 3 téma felelőst, akik nem forognak, hanem fixen maradnak. A feladat közben a tanár járkal a teremben és belehallgat az ötletelésekbe, segít, ha szükséges. A 3 téma felelős a végén összefoglalja milyen ötleteket gyűjtöttek össze az asztaluknál.

Segédlet, hogy miket tudnak összegyűjteni:

1. Mit tehetek otthon, hogy ügyeljek a tiszta levegőre

- ⇒ nem dobálok be mindent a kályhába – csak, amit szabad
- ⇒ kevesebbet járunk kocsival anyáékkal
- ⇒ ha nyaralni megyünk igyekszünk a tömegközlekedést választani



- ⇒ ügyelek a szellőztetés módjára (nem egésznap résnyire az ablak, hanem naponta kétszer 3 perces keresztuzat)
- ⇒ gyakran törülgetünk
- ⇒ levesszük a cipőt az előszobába
- ⇒ kémény kommandó...?
- ⇒ minél több növény ültetünk
- ⇒ sok szobanövényt nevelünk

2. Mit tehetek az iskolában, hogy ügyeljek a tiszta levegőre?

- ⇒ készítünk felhívó plakátokat és kitesszük az iskolában
- ⇒ megkérjük az igazgatót, hogy tarthassunk előadást a többi diáknak a probléma fontosságáról
- ⇒ megkérjük a szüleinket, hogy ne az iskola előtt álljanak meg
- ⇒ biciklivel/rollerral jövünk iskolába
- ⇒ fákat ültetünk
- ⇒ váltó cipőt használunk
- ⇒ szünetben mindig szellőztetünk

3. Mit tehetünk a barátainkkal, hogy tisztább levegőbe éljünk?

- ⇒ készítünk olyan közösségi tartalmakat mellyel felhívjuk erre a figyelmet – tiktok kihívás
- ⇒ készítünk egy kisfilmet/plakátokat a probléma fontosságáról
- ⇒ mesélünk a barátainknak arról, hogy mit tanultunk
- ⇒ önkormányzattal egyeztetés, hogy előadást szervezzünk a témában
- ⇒ megszervezzük, hogy több barátunkkal 1 szülő hozzon el minket
- ⇒ ültetünk fákat

Azt hiszem mindannyian látjuk már a téma fontosságát és azt is, hogy mennyi mindent tehetünk mi magunk a tisztább levegőért. Köszönjük a figyelmeteket. A következő órán lesz még lehetőségek a témához kapcsolódó játszóházban részt venni,



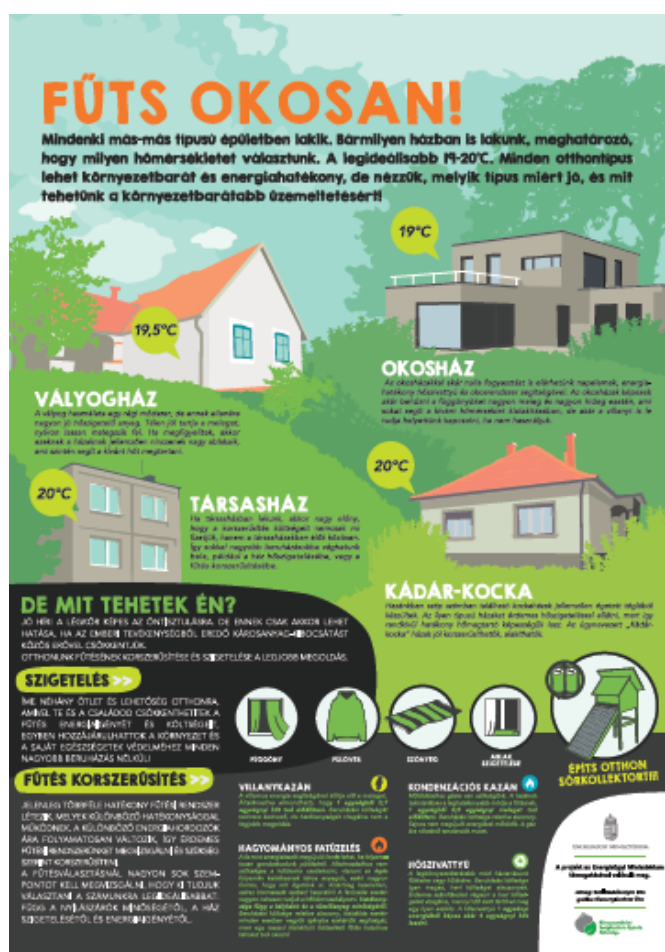
valamint kipróbálhattok majd egy mérőeszközt is, amivel magatok is megmérhetitek, hogy az iskola különböző területein mennyire tiszta a levegő.

Játszóház

Minden játék egy plakátból egy feldolgozó játékból áll.

Fűts okosan!

Plakát:



11. ábra Fűts okosan! (Forrás: KSZGYSZ)

Nézzük meg először, hogy milyen fűtési lehetőségek állnak rendelkezésünkre. *Ki az, aki a plakát segítségével tudna mondani példát/példát? /kályha/kandalló/villany kazán/ gáz kazán, /cserépkályha/hőszivattyú/?*

Nem csak az fontos, hogy mivel fűtünk, hanem hogy a házuk mennyire tudja megtartani a hőt. Minél jobban szigetelt a hátunk, annál tovább tudja megtartani a hőt,



ami azt jelenti, hogy kevesebbet kell fűtsünk. A szigetelés nem csak télen fontos, hanem nyáron is, hiszen egy jól szigetelt ház kevésbé melegszik nyáron.

Sokat számítanak a fűtésnél a függönyök, szőnyegek is, valamint régebbi nyílászárók tövébe tudunk plusz szivacsot is tenni.

Nagyon fontos a hőmérsékletválasztás is! Nem mindegy, hogy hány fokot szeretnénk a házukba, hiszen minél magasabb hőmérsékletet választunk annál magasabb lesz a számlánk... Képzeljétek Hollandiában egy átlagos háztartásban 18 C van. *Nálatok hány fok szokott lenni?* 19-20 C fok elegendő lehet, megszokás kérdése, hogy miben érezzük jól magunkat és ne felejtjük el, hogy ha fázunk akkor felvehetünk egy pulcsit is 😊

Ki hallott már a sör kollektorról? Érdeemes utána nézni egy kis barkácsolással fillérekből tudunk fűtés rásegítést készíteni. Ezekre van szükségünk hozzá: üres sörösdobozok, üveglap, fekete festék, ragasztó, némi faanyag.

Ki az, akinél van otthon kályha/kandalló/cserépkályha/ vagy egyéb vegyestüzelésű fűtő alkalmatosság? Akik ilyen módon fűtenek otthon, jó, ha tudják, hogy nem mindegy mit is dobunk a tűzre.... Persze ez egy egyszerű tábornút esetében is felmerülő kérdés!



12. ábra Mi mehet a kályhába? (Forrás: K SZGY SZ)

Játék:

A játék lényege az lesz, hogy megnézzük, hogy mit szabad a tűzbe dobni. Ha nem megfelelő dolgokat teszünk a tűzre akkor rengeteg apró, számunkra láthatatlan anyag kerül a levegőbe, amik komoly gondokat okozhatnak. Bizonyos méretig a légzőszerveink szűrik ezeket a levegőbe került anyagokat, de ha túl picik a részecskéik akkor belélegezzük őket, bejut a szervezetünkbe és a keringésünkbe.

Mindenki húz egy kártyát, amelyen különféle tárgyak vannak, és az lesz a feladata, hogy eldöntse, be szabad-e rakni az adott tárgyat a kályhába vagy sem?



Kezdhethük is!

Levegőminőség

Plakát:

Játék:

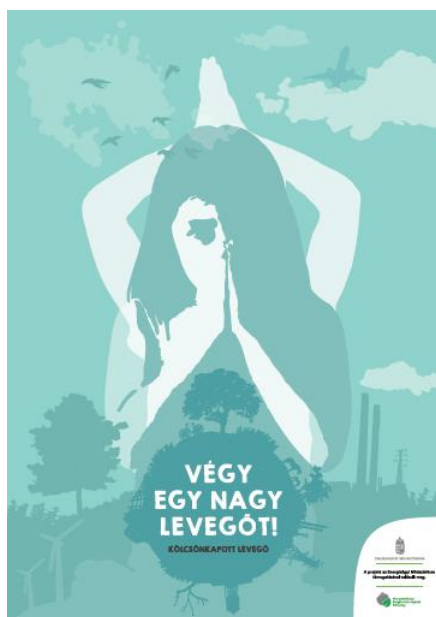
Most egy egyszerű játékkal kezdjük: *mindenki vegyen egy nagy levegőt és nézzük meg ki bírja a legtovább!*

3-2-1 és mélylevegő és indul a mérés!!!

Gratulálunk XY-nak, te bírtad a legtovább!

Ki az, aki érzett már füst szagot valahol, tegye fel a kezét! El tudnád mesélni, hogy mikor éreztél füstöt és milyen érzés volt a füstben levegőt venni?

Ahogy XY is elmesélte a füstös levegőben rendszeresen elkezdünk köhögni, kapar a torkunk, nehéznek érezzük a levegőt. Most játszunk el elméleti síkon, hogy szerintetek,



13. ábra Végy egy nagy levegőt! (Forrás: KSZGYSZ)

14. ábra A légszennyezés (Forrás: KSZGYSZ)

ha füstös levegőben veszünk egy nagy levegőt meddig bírjuk vissza tartani a levegő vételt?



Tovább tudjuk tartani vagy rövidebb ideig? Vagy nem is tudunk benne nagy levegőt venni?

Ebből is láthatjuk, hogy mennyire nem mindegy milyen levegő vesz körül minket... Ahogy az előbb is említettük „nehéznek” érezzük a füstös levegőt, ez azért van mert több anyagot tartalmaz, mint a tiszta levegő, de nézzük meg, hogy pontosan milyen anyagok lehetne a levegőben, amik károkat okozhatnak a testünkben, élővilágunkban:

Meglepő lehet, de képzeljétek a levegőszennyezés java részét nem az ipar, hanem a lakossági fűtés okozza. Azaz hatalmas változást érhetünk el ha erre jobban odafigyelünk. De nézzük meg pontosan, hogy a lakossági kibocsájtás mellett milyen módon szennyezzük a levegőt:

Közlekedés

Plakát:



15. ábra Közlekedj okosan! (Forrás: KSZGYSZ)

A különböző közlekedési eszközök különböző mennyiségben juttatnak káros anyagokat a légkörbe. Nézzük meg ezeket közösen!

Ki az, aki napi szinten jár autóval? Esetleg tudod milyen autótok van? benzines/dízel/elektromos? Egyre kevesebb a dízel autó – sok káros anyag. Benzines egy fokkal jobb tud lenni, villany autónak nincs kipufogója. Honnan tudhatjuk, hogy sok káros anyagot bocsájt ki? Minél nagyobb a kocsni mögött látható füst, annál károsabb a környezetre – tökéletlen égés

Ki az, aki utazott már repülőn? Hova mentetek? Szerinted lett volna más módja is, hogy oda jussatok? / szerinted közelebbi helyen is át tudtál volna élni hasonló élményeket?



Sajnos a repülő közlekedés az egyik legszennyezőbb. Lehet ti is hallottátok, hogy a Covid idején leálltak az utasszállítók java, aminek a következménye egyből látszódtott is: kitisztult a levegő Európában, Kínában újra látták a napot (akkora szmog van, hogy általában csak szürkés eget látnak) – persze ez azért összefüggőt a különböző gyárak átmeneti szüneteltetésével is.

Ha tehetjük kerüljük a repülő utazást, válasszunk inkább közelebbi helyszínt és próbáljunk környezetbarátabb utazási módot választani (vonat, busz, esetleg autó)

Ki utazott már vonaton? Hova mentél?

A vonatkozás az egyik legkörnyezetbarátabb közlekedés. Világszinten folyamatosan fejlődik, pl.: van olyan vonat, ami több mint 400 km/h-val közlekedik, ami 130 km/h-nál (max sebesség a sztrádán) jelentősen magasabb, azaz sokkal gyorsabb is tud lenni.

Képzeljétek, Svájcban átutazó kamionok kizárólag vonattal mehetnek keresztül az országon ennek célja, hogy megóvják természeti kincseiket, valamint csökkentsék zaj hatást.

Magyarországon is fejlesztés alatt áll egy ilyen rendszer, így a Horvátország felől érkező áruk, melyek Közép-Európába tartanak, vonatok segítségével haladhatnak át országunkon.

Ki szokott rendszeresen biciklizni? Jellemzően hova szoktál menni ezzel az eszközzel?

Ha a biciklit, rollert vagy görkorcsolyát választjuk autó vagy egyéb közlekedési eszköz helyett, nem csak hogy környezettudatosak leszünk, hanem az egészségünkért is sokat teszünk! Azok az eszközök, amiket mi hajtunk meg és nem egy motor, a legjobbak!

Mi a helyzet az elektromos közlekedési eszközökkel...? *Kinek van elektromos közlekedési eszköze? Pontosan mid van neked/nektek? Szerintetek mi szól az elektromos közlekedési eszközök mellett és ellen?*

Az elektromos eszközök nem húznak maguk után füstöt.... Ez jó dolog, hiszen nem égéssel állítja elő a motor a hajtó erőt. *De akkor mivel...? Elektromos árammal. De hogy keletkezhethet az elektromos áram?*

Jó esetben: napelemmel



Roszsabb esetben: égetéssel, atomerőművel

Ebből láthatjuk, hogy az elektromos közlekedési eszközök nem minden esetben a legkörnyezetbarátabb opció, de az biztos, hogy jobb, mint a benzin vagy dízel meghajtású járművek.

Ki az, aki szokott sétálni, kirándulni? A gyaloglás is lehet közlekedési eszköz, amihez tulajdonképpen csak egy cipőre van szükségünk és mehetünk is „a végtelenbe és tovább”. Aki volt már túrázni tudja, hogy milyen csodás élményeket tudunk szerezni egy séta során, találhatunk különleges növényeket, állatokat, állatok nyomait, elmélyülhetünk a levelek susogó hangjába is. Sokszor sokkal feltöltőbb lehet, mint egy strandolás egy tömött strandon.

Képzeliétek létezik olyan is, hogy erdő fürdőzés – ennek célja, hogy feltöltődjünk. Ha kimerültünk lelkileg érdemes ellátogatni egy erdőbe és félórát-órát ücsörögni ott, hihetetlen, hogy utána mennyivel jobban fogjátok érezni magatokat (ne bóklász el csak úgy az erdőbe!)

Játék:

A mai nap már sokat hallottatok arról, hogy mi a probléma a légszennyezéssel és hogy mennyi mindent tudunk tenni a tisztább levegőért. Szeretnénk, hogy ezekről ne csak beszélgessünk, hanem változtassunk is, ami nagyon nem könnyű! Ahhoz, hogy változtatni tudjunk érdemes kijelölni a céljainkat, hogy mikorra, min szeretnénk változtatni. A célok kijelölésénél fontos, hogy reális célokat adjunk meg pl.: nem érdemes olyat vállalni, hogy innentől csak gyalog közlekedek, mivel nem túl reális a megvalósítása, csak kudarc élményünk lesz.

A vállalásaitok megfogalmazásához adunk is egy kis vázat, mindenki fog kapni egy ilyen kártyát, melyre fel tudjátok írni, hogy miket fogtok másképp csinálni. Érdemes a környezetetekkel is megosztani ezeket pl.: a szüleitekkel, hogy őket is bevonjátok így könnyebb lehet a megvalósítás is, valamint, ha megosztjátok a környezetetekkel akkor nagyobb eséllyel fogjátok megvalósítani. Amennyiben lehetséges egy osztályfőnöki órán meg is beszélhetnétek, hogy ki mit vállalt.



16. ábra De mit tehetek én? (Forrás: KSZGYSZ)

Mérés

A gyerekek számára biztosítunk egy mérőeszközt melyet az Óbudai Egyetem hallatóinak segítségével kipróbálhatnak. Az iskola több területén mérhetik meg a levegő összetételét: iskola előtt/forgalmas út közelébe, iskolában, iskola legzöldebb részén (sok fa, távol a közlekedéstől). A mérés során a gyerekek is megtapasztalhatják, hogy mi is befolyásolja a levegő tisztasági állapotát.



Plakát versenyfelhívás

**KÖLCSÖNKAPOTT LEVEGŐ
Plakát pályázat**

Ti mit tudtok tenni a saját környezetetekben,
annak érdekében, hogy javítsátok a levegő minőségét?

A plakát követelményei:

- Tüntessétek fel iskolátok nevét, az osztályotokat a plakát jobb alsó sarkán
- Eszközhasználatban nincsenek korlátok, rajzolhattok, készíthettek montázst, de akár 3 dimenziós elemeket is helyezhettek rá

A plakátot a linken keretül tudjátok beadni jpg., jpeg vagy pdf. formátumban.

- Az osztályfőnökökötöknek kell feltöltenie az elkészült anyagot, ebben segítetek is neki (pl: ti fotózzátok le a plakátot, készítetek hozzá videóanyagot ha szeretnétek, amit IDŐBEN jutassatok el a részére, a kívánt formátumban)
- Minden osztály 1 pályaművel jelentkezhet

Leadási határidő

Iskolánként eltér, de minden esetben látogatásunk lezárulásához képest, mérő autó távozásától számított 7 naptári nap.

Eredményhirdetés

Az eredményhirdetés az összes plakát beérkezését követően történik, mely legkésőbb 2023.06.20 13:00. Az eredményről minden esetben tájékoztatjuk a beküldő osztályt.

Nyeremény

A nyertes osztály számára egy 100.000 Ft értékű ajándéksomagot biztosítunk, mely célja a környezettudatos életmód kialakítása.
Részletek hamarosan.

A változás jogát fenntartjuk.

Jelentkezz itt!
<https://szemleleformalas.kszgysz.hu/kolcsonkapott-levegő/>

A projekt az Energiaügyi Minisztérium támogatásából valósul meg.

17. ábra Kölcsönadott levegő plakát pályázat (Forrás: KSZGYSZ)