



Bazsáné dr. Szabó Marianne

Terepi vizsgálatok I: biológiai vizsgálatok, természetvédelmi értékelés



A követelménymodul megnevezése:

Általános környezetvédelmi feladatok

A követelménymodul száma: 1214-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-028-50



TALAJ TEREPI VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Erdőn–mezőn kirándulva sokszor eszünkbe jut, hogy a talpunk alatt élőlények sokasága bújik meg. Valamelyik csak egy rövid ideig, mások egész életüket a talajban töltik.



1. ábra kiránduláskor az erdő

A Föld felszínét az elpusztult növények és állatok maradványi teszik termékenyvé. A talajlakó élőlények közül tömegesen élnek a *baktériumok* és a *gombák*. Ezek annyira parányiak, hogy csak mikroszkóppal figyelhetők meg. A talajlakó élőlények jelentős része elpusztult növényi és állati maradványokkal táplálkozik és közben lebontja azokat. A bomlási folyamat eredménye a sötét színű humusz. A humusz tovább bomlik ásványi anyagokká, ezek a növények fontos tápanyagai.

A talajban helyezkedik el a *növények* gyökerei, amin keresztül veszik fel a táplálékot és vizet a benne oldott sókkal. Amikor a növények elpusztulnak, részeik visszakerülnek a talajba és a humuszképződés folyamata előlről kezdődik.

A talajlakó élőlények közül az *állatok* szabad szemmel is láthatók. Ilyen pl. a férgek és ízeltlábúak. A férgek közül fontos szerepe van a *földigilisztának*, akik járataikban a talajjal együtt fogyasztják a bomló leveleket. Tevékenységükkel keverik és szellőztetik a talajt.

A terepi vizsgálatok során vizsgálhatják a közösség összetételét és működését (kor eloszlás, egyedszám, egyedsűrűség, egészségi állapot, szaporodási ráta, stb.), valamint az életközösség genetikai jellegzetességeit (rezisztens fajok, genetikai jellemzők), a bioakkumulációt, biodegradációt és biomarkereket is.

Feltehetjük a kérdést, miért fontos, hogy a talajban élőlények telepedjenek meg?

Kitaibel Pál (1757–1817): polihisztor, flórákutató, zoológus, geológus, balneológus. Több száz új növényfajt fedezett fel. Utazásai során bejárta az egész Kárpát-medencét, melynek során nemcsak botanizált, hanem az ásványvizeket is elemezte és geokémiai vizsgálatokat is végzett. Felfedezte a tellúr fémet. Kitaibel fedezte fel először Magyarországon a Neritina prevostiana C.Pfr. Csigafajt Diósgyőr és a Pozsega megyei Velika melegvízes forrásaiban.

Balogh János (1913–2002) Kossuth-díjas zoo-cönológus, talajzoológus. Főleg a talajban lévő állati szervezetekkel kapcsolatos kutatásai tették nemzetközileg is elismert kutatóvá 1963–72 között 10 expedíciót vezetett Afrika, Dél-Amerika, Új-Guinea, Ausztrália és Óceánia trópusi területeire, ahol talajzoológiai vizsgálatokat végzett.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

1. • Talaj fogalma

A talaj a földkéreg felszínén az élővilág és az éghajlat együttes hatására kialakuló, bonyolult összetételű, állandóan változó képződmény. Az anyakőzet fizikai és kémiai mállása révén létrejött anyagokból alakul ki a talajképző folyamatok hatására.

2. • A talajképződés legfontosabb tényezői:

- • 1. kőzettörmelék (pl. homok, agyag)
- • 2. a növényzet
- • 3. az éghajlat
- • 4. az állatvilág és a mikroflóra
- • 5. a domborzat
- • 6. a víz és a nedvesség
- L 7. a levegő

• Az anyakőzet mállása révén létrejött közeget csak a biológiai történések teszik talajjá. A sötétebb színű talajok humuszban gazdagabbak, ezért termékenyebbek.

3. • A talajképző folyamatok hatására a talaj szintekre tagolódik.

• A szintek vastagsága és tulajdonságai talajtípusonként változnak. A talaj jellegzetes alkotórésze az állati és főleg növényi anyagok bomlásából a humifikáció folyamatában keletkező humusz.

4. • A talajszelvények szintjei:

• A-szint(humuszszint): az élő szervezetekkel legsűrűbben benépesült, nagy szervesanyag-tartalmú réteg

- B-szint: Az A és a C szint között elhelyezkedő, főleg oxidált vasvegyületekben gazdag, barna, okkersárga, vagy vörös réteg
 - C-szint: az el nem mállott, vagy kevésbé megváltozott anyakőzet
 - *pl-k: rozsdabarna erdőtalaj, réti szolonyec, fekete rendzina, csernozjom*
- A szerves maradványok bontásában jelentős szerepe van a talajenzimeknek, amelyek a mikroszervezetekből és a talajlakó mikro- és makrofaunából származnak
- A humuszos szint anyagát a talajban élő állatok (edafon): földigiliszták, ikerszelvényesek, kisemlősök keverik el járataik készítése közben az alsóbb szintekkel



2. ábra talaj rétegzettség

A talajban élő szervezetek mennyisége jóval kevesebb a talaj többi alkotórészénél, de a talajokban lévő szerves anyagok elbontásánál nélkülözhetetlen. Jelenlétük nélkül a szén és a többi növényi tápanyagok körforgalma megállna, és megszűnne a földi élet.

A talajban található élőlények életközösséget (biocönózis) alkotnak, melyek tagjai szoros együttműködésben élnek egymással.

A talajlakó állati szervezetek mozgásukkal (járatok készítése és elfoglalása), táplálkozásukkal, kiválasztott anyagaikkal, szaporodásukkal és elpusztulásuk után testük fehérjében gazdag anyagaival olyan fizikai és kémiai változásokat idéznek elő, amelyek döntő befolyással vannak a növényi és egyéb élő szervezetek fejlődésére. A talajlakó állatoknak főként a talajba jutó szerves növényi és állati maradványok elbontásában van fontos szerepük. Táplálkozásuk során állandóan rágnak, őrlik, zúzzák, szívják ezeket a szerves maradványokat, keresztülhajtják bélcsatornájukon és nagytömegű ürüléket raknak le. Ezt a felaprózott és sokszor ásványi anyagokkal is összekevert ürüléket a baktériumok könnyebben bonthatják szét alapvegyületekre.

5. Talajszennyezés:

- Az ipari–technikai fejlődés sajnálatos velejárója, hogy környezetünk alkotóelemei – köztük a talajok – sokféle káros anyaggal szennyeződnek. Ezek hatása környezeti tényezőként eltérő: pl. a levegőben vagy a nyílt vizekben gyorsan szétterjednek (felhígulnak), a talajban viszont lassan, vagy egyáltalán nem mozognak. Ezért a szennyező anyagok a talajban koncentráltan és tartósan felhalmozódhatnak. A környezeti elemek bonyolult anyag– és energiaforgalmi kapcsolatban vannak egymással, ezért törvényszerű, hogy a szennyeződés kisebb–nagyobb mértékben a szomszédos közeg(ek)be is áttérjed, s halmozottan káros hatást fejt ki. Ily módon kerül szennyeződés pl. a levegőből a felszíni vizekbe, ezekből a talajvízbe; a szennyezett talajból a talajvízbe, mészkőterületeken a kőzetrepedésekbe, majd ezeken keresztül a karsztvízbe....stb.
- Az emberiség megjelenésével egyidejű az a felismerés, hogy a talaj „mindent megemészt”, ezért a szükségtelen és élettelen, járványveszélyt okozó, bomló szerves anyagokat el kell földelni. E funkcióját a talaj évezredekken keresztül kitűnően ellátta, mígnem az utóbbi kb. másfél évszázadban, a felgyorsult ipari–technikai fejlődés következtében olyan mennyiségű és gyakran „talajidegen” anyaggal (pl. kőolaj–származékok) szennyeződött, amely több helyütt meghaladta terhelhetőségét,
- Valamint természetes körülmények között páratlanul hatékony lebontó és átalakító (transzformáló) képességét. A talajszennyezés az ember számára alapvetően fontos talajfunkciók kedvezőtlen irányú megváltozása. A talajszennyezés a talaj adott szennyező anyag által a megengedhető határértéket meghaladó terhelése.

A talajszennyezés következménye a talajszennyezettség, ami a következőkben mutatkozik meg

- 1, pH csökkenés (savanyodás)
 - 2, az élet és az élőlények szempontjából káros, toxikus elemek (nehézfémek, sók, szerves vegyületek) felhalmozódása és ennek következtében a talaj kémiai összetételének kedvezőtlen megváltozása
 - 3, Az élőlényekre és az emberre veszélyes kórokozók (baktériumok, vírusok, gombák) elszaporodása és ezek hatására a talaj mikroflóra és fauna arányának kedvezőtlen eltolódása
- A vízállások távjelzése 1960-ban kezdődött el, először folyamatosan működő távjelzéssel, postai vonalon. Három dunai (Rajka, Komárom, Budapest) és egy tiszai (Tiszabecs) állomás volt a VITUKI Országos Vízjelző Szolgálatával közvetlen összeköttetésben. 1995-ben már 23 törzsállomáson működött távjelző műszer.



3. ábra talajvizsgálat

6. Az Európai Talaj Charta:

• Az EU tagállamai elfogadták az Európai Talaj Charta alapelveit és vállalták, hogy magas szintű talajvédelmi politikát valósítanak meg és ehhez megfelelő pénzalapokat is biztosítanak. Magyarország különösen érdekelt a talajvédelemben, hiszen a hasznosított terület részaránya Európában az egyik legnagyobb. Hazánkban a talaj képezi a legnagyobb természeti erőforrást. Védelme az egész nemzet létalapjának, az eljövendő generációk életének védelmét is jelenti, nemcsak átvitt értelemben.

Alapelvei:

- • 1. A talaj az emberiség egyik legdrágább kincse, amely életteret jelent a növények, állatok és az ember számára.
- • 2. A talaj korlátozottan áll rendelkezésre és könnyen tönkretelhető.
- • 3. Az ipari társadalmak a talajt ipari és mezőgazdasági célokra egyaránt hasznosítják. A ma és a holnap társadalma érdekében szükséges kidolgozni olyan talajhasznosítási politikát, amely a talajtulajdonságokon és a regionális sajátosságokon alapul.
- • 4. A mező- és erdőgazdaságban alkalmazott technológiáknak biztosítani kell a talajminőség védelmét.
- • 5. A talajt meg kell védeni az eróziótól.
- • 6. A talajt meg kell védeni a szennyezésekkel szemben.
- • 7. A városfejlesztési tervezésben a minimális talajkárosodás elsőbbsége érvényesüljön.
- • 8. Objektumok tervezésekor hatástanulmányt kell készíteni, beleértve a talajvédelmi intézkedések költségeit is.
- • 9. Elkerülhetetlen a talaj erőforrásainak leltárszerű felmérése.
- • 10. A talaj ésszerű használata és megóvása érdekében további kutatásokra és interdiszciplináris együttműködésre van szükség.
- • 11. A talaj megóvásának fontosságát minden szinten be kell építeni a köztudatba.
- • 12. A kormányok és a helyi hatóságok céltudatos intézkedésekkel kötelesek segíteni a talajvédelem ügyét.

Összefoglalás

A talaj a földfelszín legfelső termékeny rétege, amely tápanyagokat és vizet biztosít a növények számára.

A talaj összetevői: élő (baktériumok, gombák, növények és állatok) és élettelen alkotók (kőzettörmelék, humusz, víz, levegő és ásványi anyagok)

Összefoglalásként válasz a felvetett esetre

A talajban a bomlási folyamatokat segítik a baktériumok, gombák, aminek eredménye a humusz. A Növények a gyökereiken keresztül veszik fel a talajból a vizet és tápanyagot, ásványi anyagokat, miután elpusztulva a humuszképzés folyamatát segítik. A férgek tevékenységükkel keverik és szellőztetik a talajt.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Tanulmányozza internetes oldalakon a szikesedés és talajsavanyodás problémáját!
2. Mi idéztek elő a problémát? Gyűjtsön rá példát!

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Végezzétek el kísérletet a településeken található kerti talajjal! Dobjatok gesztenye nagyságú száraz talajdarabot egy vízzel teli üvegbe! Így megtudhatjátok, milyen alkotórészek vannak a talajmintában? Sorold fel!

2. feladat

Melegítsetek kémcsőben száraz talajszemcséket! Mi történik a kémcső falán? Mire következtetünk a jelenségből!

3. feladat

Folytassátok az előző kísérletet! Hosszabb hevítésre mi történik?

MEGOLDÁSOK

1. feladat

A vízben buborékok és kisebb úszó állatok jelennek meg. Ez azt bizonyítja, hogy a talajban élőlények vannak, akik lélegeznek, táplálkoznak, kiválasztanak és szaporodnak.

2. feladat

Melegítés hatására a kémcső fala bepárásodik. Tehát a talajban levegő is található, ami a benne lévő élővilág meglétéhez szükséges.

3 feladat

Hosszabb hevítés után a talajból erős szagú gázok távoznak. Ilyenkor a humusz elég.

VÍZMINŐSÉG, TEREPI VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A víz az egyik legfontosabb anyag a Földön. A víz az élőlények alapvető tápanyaga, amely testük felépítéséhez és működéséhez nélkülözhetetlen. Nélküle az élőlények elpusztulnak. Az emberek naponta 2 liter vizet kell fogyasztania, hogy egészségüket megőrizték.



4. ábra vízmintavétel

Földünkön a víz mennyisége megközelítőleg állandó. Ezt a víz körforgása biztosítja.

A fogyasztásra alkalmas ivóvíz színtelen, szagtalan, kellemes ízű folyadék. Vízet használunk főzéshez, mosáshoz, takarításhoz. Víz szükséges a mezőgazdaságban az öntözéshez, az iparban a gépek hűtéséhez is. A felszíni vizek számtalan élőlénynek biztosítanak élőhelyet. Ivóvizünk többségét a kutak segítségével főleg a felszín alatti vizekből nyerjük. Másik része folyóinkból, tavainkból származik.

Mindnyájan tudjuk, hogy a víz nagy érték, mégsem vigyázunk rá eléggé. Hogyan takarékoskodhatunk a vízzel? Mondjunk példákat!

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

1. Elektrokémiai vizsgálatok

Az elektroanalitikai módszerek a vizsgálandó anyag elektrokémiai tulajdonságainak mérésén alapuló, mennyiségi meghatározásra alkalmas módszerek. A meghatározás alapja, hogy az általában két elektródból és egy elektrolit oldatból álló mérőcella olyan, a vizsgált komponens koncentrációjától valamilyen módon függő fizikai adatát mérjük, amely az elektród és az elektrolit érintkezési felületén, az ún. fázishatáron lejátszódó, illetve az elektrolit oldatban az áramvezetéssel kapcsolatos jelenségek következménye. Az UW2000 környezetvédelmi mérődoboz segítségével a vízminta pH-ját és fajlagos elektromos vezetését határozhatjuk meg.



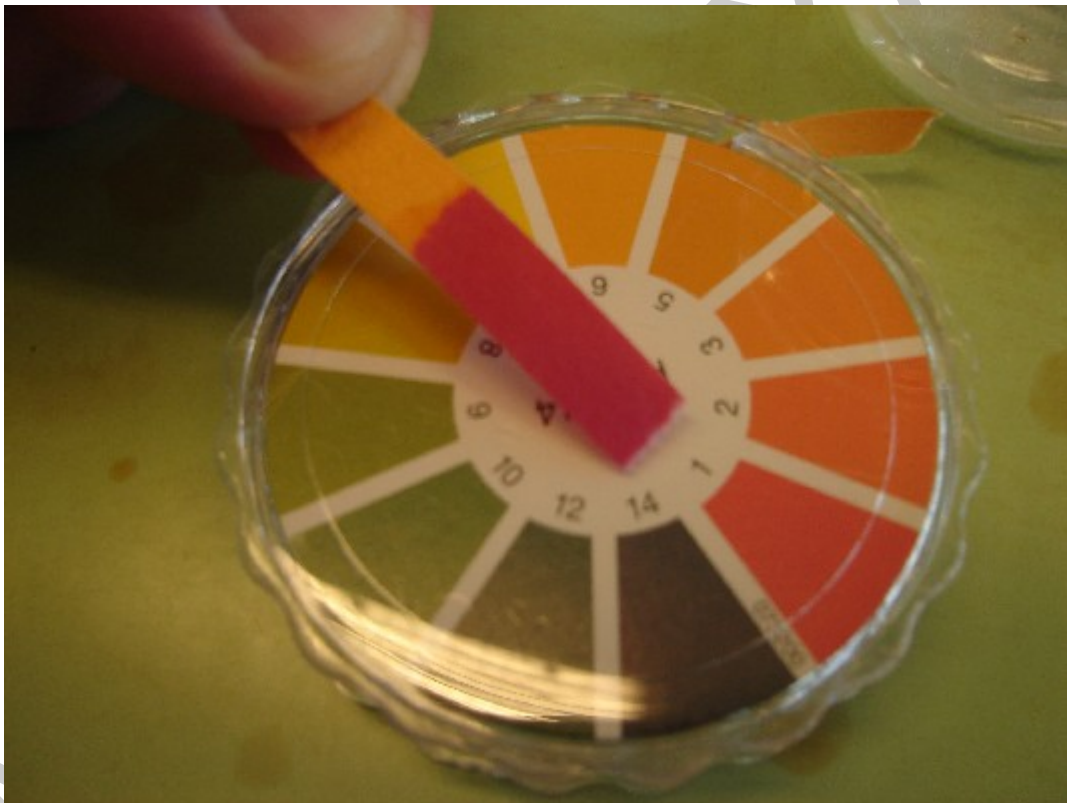
5. ábra mérődoboz

2. pH-mérés

Az UW2000 környezetvédelmi mérődobozhoz tartozó pH-mérő segítségével 0 - 14 pH-tartományban lehet mérni. A berendezés egy db 9 V-os elemmel működik. Mérés (sőt lehetőleg még a helyszínre való indulás) előtt mindig ellenőrizni kell az elemet. A mérés kivitelezéséhez szükség van két kalibrációs puffer oldatra. Az egyik pH-ja kb. 7, a másiké - a vizsgálandó minta pH-jától függően - lúgos vagy savas legyen. A pH-mérő elektródot először a kb. 7-es pH-jú oldatba kell meríteni, és a műszeren az oldat pontos pH-ját beállítani. Ezt követően a másik pufferbe kell mártani az elektródot, és ismét beállítani a puffer pontos pH-ját. A kalibráció után a mérés az elektródnak a mintába mártásából és a pH-érték leolvasásából áll. Fontos az elektród karbantartása (le mosás, megfelelő tárolás).

pH fogalma

A hidrogénion koncentráció negatív logaritmus.



6. ábra pH mérés

3. Fajlagos elektromos vezetés mérése

Az UW2000 környezetvédelmi mérődobozhoz tartozó konduktométerrel három különböző méréshatáron mérhetünk: mS/cm (a felső méréshatár 20 mS/cm) $\mu\text{S/cm}$ $\mu\text{S/cm}$. A berendezés egy db 9 V-os elemmel működik. Mérés (sőt lehetőleg még a helyszínre való indulás) előtt mindig ellenőrizni kell az elemet. A mérés elején be kell állítani a minta előzetesen megmért hőmérsékletét, majd a mérőfejet be kell mártani a mintába. A műszer bekapcsolása után ki kell választani a megfelelő méréshatárt, és az eredményt leolvasni. Fontos az elektród karbantartása (lemosás, tárolás).

4. Fajlagos elektromos vezetés fogalma

1 cm élhosszúságú kocka szemközti lapjai között mért ellenállás reciproka.

5. Voltammetria fogalma

A képen látható olyan elektroanalitikai vizsgálati módszer, melyben a vizsgálandó oldatot és a munka-, valamint a vonatkozási (összehasonlító) elektródot tartalmazó mérőcellában folyó áram erősségét mérjük a munkaelektrod potenciáljának függvényébe.



7. ábra mérés közben

6. Oldott oxigén tartalom mérése

Az oldott oxigén tartalom meghatározás alapja, hogy az oxigén jelenléte zavarhatja a polarográfiás mérést, mivel az oxigén a higany felületén redukálható, és két, azonos magasságú polarográfiás lépcsőt ad. Az első - 0,3, a második - 1,1 V-nál jelentkeznek, azaz a mérésre alkalmas potenciáltartomány jelentős részében zavarja a meghatározást. A lejátszódó reakciókban - 0,3 V-nál hidrogénperoxid, míg - 1,1 V-nál víz keletkezik. Az erre a célra kialakított műszerben ólom anód és ezüst katód van. A mérőműszert minden mérés előtt kalibrálni kell 0 és 100 % oxigén telítésre. A 100 %-ot alaposan átlegegőztetett, a 0 %-ot oxigénmentes vízzel állítjuk be



8. ábra oldott oxigén meghatározás

7. Fotometriás mérések

A berendezés egy db 9 V-os elemmel működik. Mérés (sőt lehetőleg még a helyszínrre való indulás) előtt mindig ellenőrizni kell az elemet. Az UW2000 környezetvédelmi mérődobozhoz tartozó fotométerrel négy különböző hullámhosszon (635, 585, 565 és 480 nm) mérhetünk. A mérődobozban található 16 mm átmérőjű küvettát félig meg kell tölteni a vak oldattal (ez általában desztillált víz), be kell helyezni a fotométerbe, rá kell tenni a kupakot és nullázni kell a műszert: Ezt követően a küvettába töltjük a mérési utasítás szerint előkészített vizsgálandó oldatot, behelyezzük a műszerbe, rátesszük a kupakot, és megmérjük az oldat fényelnyelését. A fényelnyelésből a megadott számítási kulcs, ill. kalibrációs görbe segítségével számíthatjuk ki a vizsgált minta koncentrációját.

Fotometria fogalma

A fotometria az anyag és valamilyen elektromágneses sugárzás (fény) kölcsönhatásán alapuló analitikai módszer.



9. ábra laborban

A berendezés egy db 9 V-os elemmel működik. Mérés (sőt lehetőleg még a helyszínrre való indulás) előtt mindig ellenőrizni kell az elemet. Az UW2000 környezetvédelmi mérődobozhoz tartozó fényerősségmérővel két különböző méréshatáron mérhetünk: 2 KLux állásban a tartomány felső határa 2000 Lux 200 KLux állásban a tartomány felső határa 200.000 LuxA mérőcellát a mérendő közegbe kell meríteni, és 10 másodperc után le kell olvasni a mért értéket. Mérés után a mérőcellát mindig el kell mosni desztillált vízzel, és meg kell szárítani.

Fényáteresztés mérés fogalma

Olyan vizsgálati módszer, melynek alapja az anyagok fényáteresztésének mérése.

Összefoglalás

A víz alapvető tápanyag, fontos élőhely. Az ivóvíz szintelen, szagtalan, kellemes ízű folyadék.

Összefoglalásként válasz a felvetett esetre

Fürdéskor inkább zuhanyozást kell választanunk, amikor szappanozzuk magunkat el kell zárni a csapot. Fogmosáskor el kell zárni a csapot. Víztakarékos wc- tartályt kell használni. Mosógépet telerakva indítjuk el. Csak öblítésnél és kevés edény esetén mosogatunk folyóvízben. Csöpögő csapot azonnal meg kell javítani.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Keressen vízszennyezésre példát a világhálón!
2. Földünk egyes helyein kevés az ivóvíz. Hol található erre példa?

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Töltsetek félig egy poharat csapvízzel! Tegyetek hozzá egy kanál talajt és keverjétek össze! Hagyjátok ülepedni 3 percig és szűrjétek le! Mit tapasztaltok? Tapasztalataitod jegyezd fel!

2. feladat

Nézz utána, hogy a világon hol vannak sóban gazdag vizek? Milyen érdekes jelenséget olvastál róla?

3. feladat

Miért lehet még az emberre is veszélyes a vízi élőlényekben felhalmozódott vegyi anyag?

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Ülepítésnél a nagyobb szemcsék leülepednek, de a víz zavaros maradt. A szűrőpapírral átszűrt víz tisztább, átláthatóbb lett.

2. feladat

Sóban gazdagok a hazánk szikes vizei (pl. Hortobágyon). A világon a Holt tenger a legsósabb víz, ahol az emberek úszás közben a felszínen maradnak.

3. feladat

A vízszennyezés napjaink egyik legfontosabb problémája. A vízi élőlényekben felhalmozódott veszélyes anyagok egy toxikus koncentráció értéket elérve az emberre is mérgezővé válhat.

MUNKANYELV

A LEVEGŐ MÉRÉSE

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A Földön bármerre járhatunk, mindenhol körülvesz bennünket a levegő. Jelenléte minden élőlény számára nélkülözhetetlen. Szükséges a légzéshez, a növények tápanyaga, szállítja a virágport, stb.

Nézzük meg a képet! Miért félhetünk a jövőnket illetőleg?



10. ábra városi levegő

A légszennyezés különös formája a füstköd, azaz szmog. Kétféle típusát különböztetjük meg és annak a városnak a neve után nevezték el, ahol először fordult elő. A Londoni-típusú szmog kialakulásához nagy légnedvesség, 0 °C körüli hőmérséklet. Főleg télen és az ipari üzemek szennyező anyagainak következtében alakult ki. Fő károsító anyaga kén-trioxid és a kénsav. A Los Angeles típusú szmog főleg nyáron jön létre, kialakulásáért a közlekedés a felelős, a nitrogén-oxidok, a szénhidrogének és az ózonmolekulák. Reakciójukat a napfény ultraibolya sugárzása katalizálja, melynek hatására különféle szerves peroxidgegyületek alakulnak ki.



11. ábra Los Angeles-i szmog



12. ábra London-i szmog

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

1. A levegő fogalma

A levegő a szárazföldi élőlények életközege és tápanyagforrása. Ökológiai jelentősége a levegő páratartalmának, oxigén és szén-dioxid tartalmának és a szennyezőanyagoknak van.

A levegő oxigén tartalma a légzéshez elengedhetetlen. Biogén eredetű. A levegőben az oxigén tartalom 21%. Kb. 20 km magasságban vékony ózonréteg (O₃) képződik, ami pajzsként védi az élőlényeket a káros sugárzástól. A fotoszintézis során a növények a levegő vagy a víz oldott szén-dioxid tartalmát használják, ennek mennyisége azonban csekély (0,03%). A levegő vízgőztartalma is fontos környezeti tényező. A portartalom (vulkánkitörés) a fény mennyiségét csökkentheti.

A levegő mozgása a szél. Szerepe a megporzásban és a magvak, termések terjesztésében. A fákon az uralkodó széljárás jellegzetes koronát alakít ki. Az állatok is képesek helyváltoztatásra használni (pl. pókfonal- ökörnyál a repülésnél segít).

A tiszta levegő fogalma kémiaiilag nehezen adható meg, mert összetétele helytől és időtől függően változik: „Tiszta levegő az, amelyben a szennyező anyagok mennyisége nem haladja meg a kísérletileg megállapított élettani határértékeket”. Más szóval: növényre, állatra emberre sem rövid, sem hosszú távon káros, vagy kellemetlen hatást nem fejt ki”.

A Egészségügyi Világszervezet (WHO) szerint: „...a levegőt akkor nevezhetjük tisztának, ha a szennyeződés nem olyan koncentrált, és a koncentrációja nem olyan tartós, hogy károsítsa a bioszférát, egészségi, vagy gazdasági károkat okozzon ..és zavarja az ember jó közérzetét.”

Mindkét meghatározás magában hordozza azt az engedményt, hogy a levegő tartalmazhat szennyező anyagokat, de azok koncentrációja és hatásuk időtartama meghatározó abból a szempontból, hogy károkat okoz-e a bioszférában, betegé teszi-e az embert, zavarja-e közérzetét, pihenését, vagy éppen gazdasági károkat okoz-e.

2. Levegőtisztaság védelmi egyezmények:

Egyezmény a nagy távolságokra jutó, országhatárokon átterjedő légszennyezésről

Genf, 1979. nov. 13. Magyar csatlakozás 1980. Jegyzőkönyv a nagy távolságra jutó, országhatárokon átterjedő levegőszennyezésre vonatkozó 1979. évi Egyezményhez a levegőszennyező anyagok nagy távolságra való eljutásának megfigyelésére és értékelésére kidolgozott európai együttműködési program (EMEP) hosszútávú finanszírozásának tárgyában

Genf, 1984. szept. 28. Magyar csatlakozás 1985. Jegyzőkönyv a nagy távolságra jutó, országhatárokon átterjedő levegőszennyezésre vonatkozó 1979. évi Egyezményhez a kénbocsátások, vagy azok országhatárokon való átáramlásának legalább 30%-al történő csökkentéséről (Az 1980-as bázisévhez képest 30%-os csökkentés 1993-ig)

Helsinki 1985. július 8. Magyar csatlakozás: 1986 Jegyzőkönyv a nagy távolságokra jutó, országhatárokon áttérjedő levegőszennyezésre vonatkozó 1979. évi Egyezményhez a nitrogénoxidok kibocsátásának, vagy azok országhatárokon való átáramlásának szabályozásáról (Az 1987-es bázisév szintjén az NO_x kibocsátás befagyasztása 1994. végéig)

Bécsi Egyezmény az ózonréteg védelméről (Bécs, 1985 márc.22., Magyar csatlakozás 1988-ban)

Montreáli Jegyzőkönyv az ózonréteget lebontó anyagokról (Montreál, 1987. szeptember 16., Magyar csatlakozás 1989) Az illékony szerves vegyületek kibocsátásának szabályozása (Genf 1991, hatályba lépés 1997 szeptember) A kénkibocsátások további csökkentése (Oslo, 1994. hatályba lépés 1998. aug.5.)

A környezetben tartósan megmaradó szerves szennyezőanyagok kibocsátásának csökkentése (Aarhnus /Dánia/, 1998., hatályba lépés: 2003. okt.

A savasodás, az eutrofizáció és a talaj közeli ózon csökkentése (Göteborg, 1999)

Az ózonkárosító anyagok kibocsátás-szabályozásának szigorításai:

- London 1990
- Koppenhága 1992
- Montreál 1997
- Peking 1999 (hatályba lépés 2002)
- Üvegházhatású gázok kibocsátásának korlátozása (New York 1992, hatályba lépés 1994) Az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése (Kiotói Jegyzőkönyv az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményéhez): Elfogadás 1997., Magyar csatlakozás 2002
- Célkitűzés: a fejlett és átmeneti gazdaságú országok számára átlagosan 5.2 %-os kibocsátás csökkentés a 2008–2012 közötti időszakra éves átlagban az 1990-es szinthez képest. Fontos szerepe van a légköri szén-dioxid megkötésében szerepet játszó erdők védelmének, területük növelésének is.

3. • A levegőszennyeződés :

- „ Levegőszennyezőnek kell minősíteni származásuktól és állapotuktól függetlenül azokat az anyagokat, amelyek olyan mértékben jutnak a levegőbe, hogy azok az embert és környezetét kedvezőtlenül befolyásolják vagy anyagi kárt okoznak”
- A levegőminőség alakulását a kibocsátás mennyiségén és a forrás jellegén kívül befolyásolják még a helyrajzi, domborzati, talajfelszín minőségi, növényzeti, beépítettség és éghajlati tényezők, aktuális meteorológiai viszonyok

4. • A levegőszennyezés forrásai:

- *A légszennyezésnek két jól elkülöníthető forrása van:*
- *1. természetes eredetű légszennyező források*
- *2. mesterséges források, melyek főként emberi tevékenység hatására jutnak a légkörbe*

Természetes eredetű légszennyező források

- A szennyező anyagok jelentős része természetes forrásokból kerül a légkörbe és ez az ún. háttérszennyeződést adja.
- Felszíni vizekből (pl. óceánok): vízcseppek, melyek beszáradásával Na, Ca, K, klorid, szulfát és jodidionok jutnak a levegőbe.
- A talaj és kőzetfelszínének mállásából. Ezek a finom szemcsék legtöbbször karbonátok, szulfátok és oxidok alkotják:
- CaCO_3 , CaSO_4 , MgCO_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , MgCO_3 .
- Eredetét tekintve a porszennyezés jórészt természetes forrásokból származik.
- Hatalmas mennyiségű por származik a sivatagi területekről.
- Nagy forgószelek idején a Szahara finom homokja 8000 m magasra is feljuthat.
- A kínai löszterületeken a port a szelek 18 km magasra is felrepítik.
- A vulkáni tevékenység igen nagy mennyiségű port, gáz- és gőz halmazállapotú anyagot (H_2S , CO_2 , CO , SO_2) bocsát légterünkbe. Például Indonéziában a Tambora tűzhányó 1815-ös kitörésekor becslések szerint 30–150 km^3 hamut juttatott a levegőbe.

<i>A légkör természetes eredetű szennyeződései</i>	
<i>Források</i>	<i>Emisszió (t/év)</i>
<i>Talaj és kőzetek mállása</i>	<i>100–500</i>
<i>Erdőtűzek</i>	<i>3–150</i>
<i>Tengeri só</i>	<i>300</i>
<i>Növényekből származó szénhidrogének</i>	<i>75–200</i>
<i>Nyomgázokból képződő részecskék:</i>	
<i>H₂S-ből keletkező szulfát</i>	<i>130–200</i>

<i>NH₃-ből keletkező ammónium</i>	<i>80–270</i>
<i>NO_x-ből keletkező nitrát</i>	<i>60–430</i>
<i>Összes természetes forrás</i>	<i>773–2 200</i>
<i>Vulkánkitörések</i>	<i>25–150</i>

Mesterséges szennyező forrás:

- Az emberi tevékenységen belül a legnagyobb légszennyezést az ipar, közlekedés, szállítás és a kommunális szennyezőanyag-kibocsátások adják.
- Napjainkban a nagyüzemi mezőgazdaság is egyre több és veszélyesebb anyagot juttat a légkörbe.
- A mesterséges forrásokat a kibocsátás felületének nagysága és terjedési-hígulási szempontok alapján két főcsoportra lehet felosztani.

Pontforrások:

- *a légszennyező anyagok koncentrációja és a környezetbe lépő káros anyagok mennyisége egyértelműen meghatározható és a terjedési-hígulási szempontból a szennyezőanyag kibocsátás „egy pontban” történik*

Területi vagy felületi források:

- Azok a kibocsátó létesítmények, melyeknél kiterjedt és meghatározható területen történik a káros anyagok kibocsátása (diffúz források).
- Vonalas légszennyező források. Ide tartoznak a közutak, a vasutak, a vízi utak és a légifolyosók.

5. A szennyezés folyamata:

- Emisszió: A különböző típusú forrásokból a levegőbe időegység alatt kibocsátott szennyező anyagok mennyiségét adja meg. Értékét általában kg/h egységben adják meg.
- Transzmisszió: Ebben a fázisban történik a szennyező anyagok hígulása, terjedése.
- Imisszió: A kialakult környezeti állapot, mely a szennyező anyagoknak a talaj közeli levegőben kialakult koncentrációját adja meg.

6. A légszennyező anyagok káros hatásai

- Kén-dioxid: A szem és a felső légutak nyálkahártyáját izgatja. A védekezőképesség csökkenésével gyulladós betegségek kialakulását eredményezheti.

- Zavarja a fehérje–anyagcserét.
- Izgatja az idegvégződéseket.
- Akut mérgezés esetén halált is okozhat.
- Fluor: Mindössze 10 mg/m³ hidrogén–fluorid koncentráció esetén a gyümölcsfák, a virágok és egyéb természetű növények károsodnak.
- A méhek rendkívül érzékenyek a fluorvegyületekre.
- Nitrózus gázok: Vérerek tágulása, tüdő szövetének roncsolódása, a szem és a légutak nyálkahártyájának izgatása (NO_x, NO₂).
- Szén–monoxid: Már kis koncentrációban is mérgezési tüneteket okoz. 30 ppm CO hatására a hemoglobinnak 5%-a inaktiválódik, ami légzési zavarokat, fejfájást okoz.
- Szilárd szennyeződések (korom, por, pernye): Szilikózis, portüdő. Akkor, ha gáznemű és szilárd szennyeződések egyidejűleg vannak jelen, az egészségkárosító hatás nagyobb.
- Szénhidrogének: A gépkocsik kipufogógázaiából és petrokémiai iparból származnak.
- Állatkísérletek alapján rákkeltő (karcinogén) tulajdonságúak.
- Legjelentősebb képviselőjük a rákkeltő 3,4–benzpirén.
- A környezetbe kerülő porszennyezés közvetlenül hat az állatvilágra.
- Közvetve pedig a növényzet károsításán keresztül zavarja az állatvilág biológiai funkcióit.
- A szennyezett levegőjű városokból számos madárfaj elvándorol.
- Több esetben mutatták ki a méhek pusztulását a kohóiparból származó arzéntartalmú portól.
- A szennyezés megjelenése áttételesen a mézből is kimutatható.
- Ismertek olyan felmérések, amikor a szálló por a vadállományt károsította.
- Sokkal jelentősebb az állatvilág másodlagos károsodása a növényzetben okozott elváltozások, vagy lerakódások révén.
- A takarmánynövényeket a lerakódó porszennyezés miatt az állatok nehezen fogyasztják el.
- Tiszaújváros térségében a pirolízis véggázkéményéből lerakódó korom több tíz km²-en szennyezte a mezőgazdasági növényzetet.
- Az állatok különösen a kátrány és a fenol szagára érzékenyek.

- A nagy forgalmú utak mellett a zöldtakarmányok jelentősen szennyezettek a kipufogó gázokból eredő ólomtetraetil maradványoktól.
- A növények sokszor jóval érzékenyebbek a szennyeződéssel szemben, mint az állatok, vagy az ember.
- A szilárd szennyezők káros hatásukat főleg azáltal fejtik ki, hogy a levélre ülepedve az asszimilációra hasznos felületet csökkentik.
- A kolloid méretű porok eltömik a növény légcserenyílásait.
- A szennyező gázok a légzőnyíláson a sejt közötti térbe jutnak, továbbá a sejtek felületén megkötődve és vízzel reagálva bekapcsolódnak az anyagcserébe.
- A kén-dioxid a vízzel kénessavvá, majd kénsavvá alakul és roncsoló hatást fejt ki.
- Másrészt közvetlenül a klorofillal reagálva a fotoszintézist bénítja.
- Ezekkel a hatásokkal szemben a levél epidermisze a legellenállóbb, a szivacsos parenchima és az oszlopos sejtek (az asszimiláció fő helyei) igen érzékenyek.
- A kis koncentrációjú mérgező anyagot a sejt semlegesíteni tudja.
- Nagyobb mérvű szennyeződés károsító hatása szemmel látható elváltozással jár: a levél összezsugorodik, elfonnyad.
- A klorofill és a színanyagok pusztulása miatt színváltozás, klorózis észlelhető, a levélen sárga, barna és vörös foltok jelennek meg.
- A kén-dioxid főleg a szivacsos parenchimat támadja, a levélerezet között száraz, áttetsző vagy világos foltok jelentkeznek.
- Az ózon az oszlopos sejtekre fejt ki hatást, a levél szórtan pettyes.
- A fluor kártétele marginális nekrozisban (a levél széle elsárgul) nyilvánul meg.
- Az egyes növények a különböző szennyező anyagokkal szemben nem egyformán érzékenyek: A burgonya a kén-dioxiddal szemben ellenálló, míg az ózonnal érzékeny.
- A fiatal szövetek – bár érzékenyebbek, jól regenerálódnak, míg az idős szövetek károsodása maradandó.
- Az 50-es évek elején Inotán az Alumíniumkohó beindítása után néhány év alatt ment tönkre a kohó felől széljárta oldalon lévő tűlevelű erdő.
- Az állandó fluorhatásnak csak az igénytelen gyomnövények képesek ellenállni.
- Az 1970-es, 80-as években az északi féltekén kontinentális méreteket öltött, a „savas esőnek” nevezett jelenség.

- A savas égéstermékek (SO_2 , NO_x) a légköri nedvességgel savakat alkotnak és csapadék formájában, vagy száraz kihullás formájában a földfelszínre jutnak.
- A talajok különböző típusai különböző mértékben közömbösítik a savas ülepedést .
- A savasodás következtében fellépő pH-változás általában nem közvetlenül károsítja a növényzetet, hanem a talajban oldott anyagok (fémek) oldhatóságának növelésével, melyek így a növénybe jutva felszívódhatnak és mérgezést okozhatnak. Emellett a talaj mikroorganizmusai is pusztulnak.
- A savas esők leglátványosabb hatása az erdőpusztulás. Ezek a gombák szimbiotikus kapcsolatban állnak egyes magasabb rendű növényekkel (pl. tölgyek), melyek hajszálgyökereivel összekapcsolódva többszörösére növelik a tápanyagfelszívó rendszer kapacitását. A Mikorrhiza-gombák igen érzékenyek a savasodásra. Hasonló a helyzet számos ritka, védett növénnyel, mint pl. az orchidea- és tárnicsfélékkel. Ezek fajai egyes helyeken teljesen eltűntek, vagy jelentősen megritkultak. Magyarországon elsősorban a tölgyek pusztulnak, helyenként már 50%-os arányban. Az Északi-középhegység kocsánytalan tölgyeseinek jóval több, mint 10%-a halt el a savas esők következtében a pusztulás oka a gyökérzethez kapcsolódó Mikorrhiza-gombák pusztulása. További gondot okoz, hogy a savasodásra legérzékenyebb élőlények: Talaj-mikroorganizmusok, gombák, tölgyek pusztulása következtében az életközösségek szerkezetében, anyag- és energiamérlegében kedvezőtlen hatások következnek be. Az édesvizek savasodása tulajdonképpen a semlegesítő-kapacitás elvesztése pH 6 alatt ritkulni kezdenek a rákok, csigák, kagylók, lazacok, pisztrángok és más halfajok pH 5 alatt az édesvizekben már nincs „normális” élet.

7. A növények szerepe a bioindikációban

Minden szervezet a környezet hatásaira mint ingerre reagál.

A felvett ingerek reakciókat váltanak ki, mellyel az élőlények a környezet állapotát jelzik. Ezt nevezzük bioindikációnak. A biológiai indikátorok azok a szervezetek, amelyek előfordulása, életképessége és reakciója a terhelés hatására megváltozik.

- A fizikai és kémiai mérőműszerek pontos mennyiségi adatokat adnak a különböző szennyező anyagokról. Ezek mégsem adnak valós képet az élő szervezetet érő szennyeződés mértékéről, ill. az előidézett hatásról. Az élő szervezetek által szolgáltatott adatok alapján viszont következtetni lehet az ember egészségének potenciális veszélyeztetettségére is!

- A levegő-, a talajszennyeződések kimutatására – többek között– különböző növényfajokat, a vízszennyeződés megállapítására legtöbbször állatfajokat használnak fel.
- Az indikátorfajok elsősorban előfordulásukkal vagy hiányukkal jelzik meghatározott környezeti faktorok (víz, levegő, talaj) minőségének változását. Bioindikációra azok a fajok alkalmasak, melyek tűrőképessége kicsi a meghatározott környezeti faktoral szemben (sztenok – szűktűrűsű fajok). Előnyeik miatt a környezetszennyeződés komplex hatásának kimutatására, mérésére mind elterjedtebben alkalmazzák az élő szervezeteket.

8. A bioindikátorok típusai

- Pozitív indikátorok azok, amelyek előfordulásukkal, megjelenésükkel jeleznek
- Negatív indikátorok – az eltűnésükkel jelzik a környezet változását (pl. zuzmófajok)
- Szenzitív indikátorok: rendkívül érzékenyek a szennyező anyagokkal szemben, csökken az életképességük, károsodásukat külső tünetek jelzik
- Akkumulációs indikátorok: Szervezetükben a különféle szennyező anyagok rendszerint károsodás nélkül halmozódnak fel. Egyes fajok csak meghatározott szennyező anyagokat akkumulálnak

A biológiai indikátorok alkalmazásának előnyei

- A környezeti tényezők összhatását, a teljes környezetet tükrözik. Főlegessé teszik a biológiai hatások fizikai és kémiai mérésének bonyolult feladatát. Láthatóbbá teszik a környezeti változások mértékét és irányát. Megmutatják az ökológiai rendszer azon pontjait, ahol a szennyező és toxikus anyagok felhalmozódnak. A bioindikációs módszerek olcsók, egyszerűek és gyorsak.

A bioindikáció hátránya

- A növényi bioindikáció általában csak bizonyos évszakokban, a vegetációs időszakban lehetséges (tavasztól ősziig). Ez alól kivételt képeznek a zuzmók, mert azok az év teljes időszakában vizsgálhatók. A zuzmók megfigyelésére a legalkalmasabb az ősztől tavaszig terjedő időszak és a nedvesebb időjárás – mert ekkor teltebbek, s így jobban vizsgálhatóak. Minden szervezetnek van a rá ható tényezőkkel szembeni genetikailag meghatározott, a törzsfajlás folyamán szerzett tűréstartománya, amelyen belül elviseli a stresszfaktort. Elvben tehát bármely organizmus megfelel bioindikátorként.

9. • Zuzmótérképezés

- A terepi munka első lépéseként a vizsgálandó területen ki kell választani a mintavételi pontokat. Olyan fákat kell választani, melyek:
 - – egy-két fajhoz tartoznak (pl. akác és nyárfa)
 - – hasonló korúak (átmérő és magasság)

- – egyenes törzsűek
- – 10 méteres környezetükben nem található semmi zavaró tereptárgy (fa, kő-vagy deszkakerítés, bokrok, stb.)
- – kérgük egészséges
- – nem parkban állnak
- Ezek a tényezők mind befolyásolhatják a vizsgálati eredményt
- A fákat 50 cm-től 200 cm-ig terjedő magasságban vizsgáljuk, mely „sáv” egyúttal a az emberek többségének életterét is jelenti
- A törzsön 50 cm alatt található zónában nem a levegő szennyezettsége a zuzmók előfordulásának meghatározó tényezője, hanem a N-dús környezet
- A fatörzsek 200 cm felett többnyire elágaznak és nem függőlegesek
- Az akác és a nyárfa vizsgálata azért célszerű, mert mindkét fa gyakori sorfa
- Sok más városi fafajon nem érdemes zuzmót keresni, mert pl. az ostorfán meg sem élnek, a platán kérge pedig gyakran leválik
- A zuzmók megfigyelésére alkalmas fafajok még:
- Juhar, kőris, alma, szil, körte, hárs, éger, nyír, szilva, tölgy

•A MEGADOTT KRITÉRIUMOK ALAPJÁN VIZSGÁLT ZUZMÓTÁRSULÁSOKAT A LEVEGŐMINŐSÉG-INDEX (LMI) MÉRŐSZÁMMAL JELÖLJÜK

- Ennek kiszámításakor az egyes zuzmófajok kén-dioxidra való érzékenységét és a mintavételi helyek zuzmóval való teljes borítottságát vesszük alapul
- **Az LMI kiszámítása**
- $LMI_n = ZE \times B$ ahol
- n – a mintavételi pontok száma
- ZE – az adott fán található zuzmótaxonok (faj, család) Z értékeinek összege
- Minden zuzmótaxonhoz egy saját Z- értéket rendelünk 1-10-ig – a fajok ismert érzékenysége alapján
- B – a fa teljes zuzmóborítottsága, százalékos érték alapján 1-10-ig pontozva (87.dia)

10. A levegőminőségi osztályok az LMI értékek alapján

- 0 • Zuzmósivatag (piros)
- 1–35 • Belső küzdelmi zóna (citromsárga)
- 36–55 • Középső küzdelmi zóna (narancss.)
- 56–79 • Külső küzdelmi zóna (világoszöld)
- 80– • Normál zóna (sötétzöld)

11. A zuzmótérkép elkészítésénél a következőket kell szem előtt tartani:

- 1, A település térképét észak felé tájoljuk
 - 2, Jelöljük meg az uralkodó szélirányt (a szél szellőző hatása miatt javítja a levegő minőségét)
 - 3, Térképünkhöz készítsünk jelmagyarázatot
 - 4, A térképen jelöljük a mintavételi helyeket (fákat) adott lapi sorszámuk megadásával. Az LMI -értékek alapján jelöljük különböző színekkel a zónákat
 - 5, Az azonos LMI zónába tartozó mintavételi helyeket kössük össze egy-egy vonallal ((izovonal)
 - Az izovonalak rajzolják ki a vizsgált település levegőszennyezettségi viszonyait tükröző zuzmótérképet
- Keskenylevelű ágzuzmó 6 pont
 - Közönséges tölgyfazuzmó 6 p
 - Zöld tányérzuzmó 8p
 - Kékesszürke tányérzuzmó 6p
 - Barna tányérzuzmó 6p
 - Lámpazuzmók 6p
 - Lepényzuzmók 2p
 - Gödörkés ágzuzmó 9p
 - Leveles hólyagzuzmó 4p

- Szürke pillász. 8p
- Ál-tölgyfaz. 7p
- Ajakos tányérz. 5p
- Sárgazuzmó 5p

- Példa a levegőminőségi index (LMI) kiszámítására
- Az x mintavételi ponton talált zuzmófajok és értékeik:
 - lámpazuzmó 3 pont
 - lepényzuzmó 2 pont
 - leveles hólyagzuzmó 4 pont
 - sárgazuzmó 5 pont
 - zöldülő tányérzuzmó 8 pont
- A fa borítottsága 21 és 30 % között, azaz 3 pont
- Tehát:
 - $LMI_x = ZE \times B = (3+2+4+5+8) \times 3 = 66$, azaz
 - külső küzdelmi zóna

Összefoglalás

A levegő a szárazföldi élőlények életközege és tápanyagforrása. A levegő oxigéntartalma a légzéshez elengedhetetlen.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Tanulmányozza a világhálón a levegő mérési módszereket!
2. Határozza meg az alábbi légszennyezés mértékét!

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Hogyan képződik a légszennyezés? Mondjunk példákat rá!

2. feladat

Mit figyelnek meg a zuzmótérkép készítése során?

3. feladat

Hogyan takarékoskodsز otthonodban az napenergiával?

MEGOLDÁSOK

1. feladat

A levegő szennyeződése a Föld felszínén, vagy annak közelében jelentkezik. Fűtés, gépjármű használat, tüzelőanyagok égetése során a levegő szennyeződik.

2. feladat

A zuzmó indikátor növény, hol, milyen fán, milyen mennyiségben, stb található tudunk következtetni a levegő szennyezettségére.

3. feladat

Napelemes ház, ahol a nap energiájával fűtünk, napkollektor felhasználásával meleg vizet állítunk elő ami fürdésre, mosogatásra és mosásra használható. A számítógép is napelemes. Takarékoskodhatunk az energiával ha tömegközlekedéssel, illetve kerékpárral közlekedünk vagy gyalogolunk. A szélenergia szintén a szél energiáját alakítják át elektromos energiává. A folyóvizek turbinákat hajtanak meg, melyek szintén áramot termelnek.

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Csókási Andrásné_ Horváth Andrásné- Mészáros Balogh Ágnes: Környezetünk titkai. 2006, MOZAIK kiadó. Szeged.

AJÁNLOTT IRODALOM

Berger Józsefné: Az élő természet. 2001. Nemzeti tankönyvkiadó. Budapest.

MUNKANYAG

A(z) 1214-06 modul 028-as szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 850 01 0010 54 01	Energetikai környezetvédő
54 850 01 0010 54 02	Hulladékgazdálkodó
54 850 01 0010 54 03	Környezetvédelmi berendezés üzemeltetője
54 850 01 0010 54 04	Környezetvédelmi mérés technikus
54 850 01 0010 54 05	Nukleáris energetikus
54 850 01 0010 54 06	Vízgazdálkodó
54 850 02 0000 00 00	Természet- és környezetvédelmi technikus
54 851 01 0000 00 00	Települési környezetvédelmi technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

30 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató