



Demkó Csaba

## Felszíni vizek terepi gyorsvizsgálata



A követelménymodul megnevezése:

Víz- és szennyvíztechnológus és vízügyi technikus feladatok

A követelménymodul száma: 1223-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-039-50



## BIOINDIKÁCIÓ

### ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Az élőlény centrikus környezetvédelem egyik nehezen megválaszolható kérdése, hogy melyik élőlény biológiai reakcióját vesszük figyelembe a szennyeződésekkel szembeni érzékenység megállapításánál? Első válasz lehet az, hogy az embert. A szennyeződések sokfélesége miatt több olyan anyag van, amelynek nem ismerjük az élettani hatását. Bonyolítja a helyzetet, hogy a bioszféra minimálisan 4 millió faja közül elenyésző azok száma, amelyek szennyeződésekkel szembeni érzékenysége egzakt vizsgálatokkal megállapították. Ha még azt is figyelembe vesszük, hogy egy fajon belül az egyedek érzékenysége is különböző, akkor a feladat még nehezebbé válik. Az élőlények eltérő érzékenysége alkalmas arra, hogy az érzékenyebbek mintegy jelezzék a veszélyt az ember és tudatos cselekvésen keresztül a többi, kevésbé érzékeny szervezet számára. Mind a növény-, mind pedig az állatvilágban szép számmal vannak jelen fajok, amelyeket összefoglaló néven a környezetszennyezés biológiai indikátorainak nevezünk. Vajon milyen élőlényeket használunk a környezetszennyezés jelzésére? Mik a biológiai indikációk használatának előnyei, és mik a hátrányai? Milyen toxikológiai tesztekkel használnak a környezetvédelmi laboratóriumok?

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### **Környezetszennyezés fogalma:**

A környezet valamely elemének a kibocsátási határértéket meghaladó terhelése. A szennyezők lehetnek kontaminánsok ami azt jelenti, hogy az ember által a környezetbe juttatott anyag még nem szennyezők, de átalakulásuk útján szennyezővé válnak a környezetben.

#### **A szennyezők csoportosítása:**

Elsődleges szennyezők: Az a formája a szennyezőknek, ahogyan kijutnak a környezetbe, kisebb hatást gyakorolnak a környezetre.

Másodlagos szennyezők: Az elsődleges szennyezők a környezet anyagaival reakcióba lépve átalakulnak, és gyakran erősebben károsító másodlagos szennyezőkké válnak. PL.:  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

Környezeti alrendszerek szerint: légszennyezők, vízszennyezők, talajszennyezők, kőzetszennyezők, bioszféra-szennyezők

Szennyezők eredete szerint: ipari eredetű termékek, háztartási vagy intézményi eredetű termékek, mezőgazdasági eredetű termékek, közlekedési, katonai tevékenységek termékei

Használat szerint: iparban használt anyagok, háztartásban, kórházban, egyéb intézményekben használt anyagok, mezőgazdaságban és kertészetben használt anyagok, közlekedésben használt anyagok, katonaságnál használt anyagok

Hatásuk időtartama szerint: rövid élettartamú: napok-hónapok, pl.:hő, kommunális szennyvíz, közepes élettartamú: Hónapok-évek, pl.:olaj, hosszú élettartamú: Évek-évtizedek, pl.:PCB,DDT, állandó szennyezők: évszázadok-évezredek, pl.:mérgező fémek, hosszú felezésű idejű izotópok.

#### **Környezetszennyezést jelző és mérő élőlények:**

Biológiai indikátorok lehetnek jelző fajok, amikor meglétük vagy hiányuk jelez, lehetnek pozitív indikátor, ezek tápanyag dús környezetet jeleznek, lehetnek negatív indikátorok.

#### **Biológiai indikáció értékelése:**

**Makroszkópikus** tünetek  
– levélnekrózis (elhalás): a lombos levelű fajoknál a szélektől indul befelé, a tűleveléknél a csúcs felől befelé

– levélklorózis: sárgul, halványul a levél, vöröses színeződés is megjelenik rajta, ez a kis koncentráció krónikus hatása

– növekedésbeli változás: kevesebb és kisebb levelek, kevesebb virág; lehullnak a levelek, a növény kisebb termetű

**Mikroszkópikus** tünetek:

– citológiai károsodás: a szennyezőanyag hatására plazmolízis, kloroplasztisz deformáció

– ökofiziológiai károsodás: légzési, asszimilációs, fotoszintetikus folyamatok változása

– biokémiai károsodás: enzimaktivitás, sejthártya permeabilitás változása

– kémiai változás: ez az akkumulációra képes növényekre jellemző, felhalmozzák a szennyezőanyagot

#### **A biológiai indikáció használatának előnyei:**

- a bioindikátorok tükrözik a környezeti tényezők komplex hatását,
- a körülményes fizikai és kémiai mérések helyettesítők a biológiai hatások tanulmányozásával,
- szemléletesen követhető a környezeti változások foka (rátája) és iránya,
- az ökoszisztémák működését, viselkedését változtatják meg a felhalmozódó (akkumulálódó) szennyező anyagok.
- A biomonitoring alapját a biológiai indikáció szolgáltatja. Minden élő szervezet vagy populáció, mint nyitott rendszer, jelzi a környezetében végbemenő változásokat.
- Bizonyos karakterisztikus elváltozásokkal az immisszió méréssel nem kimutatható légszennyező anyagok veszélyét megmutatják, illetve
- Olcsóbb, mint a monitoros vizsgálat, amely éppen a jelentős költségei miatt csak pontszerű értékeket ad. Ezzel szemben a bioindikátorok lehetőséget nyújtanak egy egész területet lefedő, kis raszteres immissziós hatásvizsgálatra.

#### A biológiai indikáció használatának hátrányai:

- A módszer előrejelzésre nem alkalmas, hisz a kapott értékek a megelőző időszakra vonatkoznak,
  - Továbbá nehézséget jelenthetnek a meteorológiai adottságokból, és a növényi fejlettségéből eredő, a növény érzékenységét befolyásoló különbségek.
- Példák jó indikátorokra: Lombos fák
- SO<sub>2</sub> érzékeny: szil, fűz, bükk
  - SO<sub>2</sub> rezisztens: babérfa
  - Nehézfém érzékeny: gyertyán, korai juhar
  - Nehézfém rezisztens: esetfa, ezüstfa, akác
  - Légszennyező anyagokra kevésbé érzékeny: vörös tölgy
- Tűlevelű fák
- SO<sub>2</sub> érzékeny: jegenye, luc, douglas fenyő
  - Fluor érzékeny: lucfenyő
  - Nehézfém érzékeny: luc, erdei, douglas fenyő
  - Tiszafa akkumulálja a nehézfémeket - ólom, réz, Hg, Cr
  - Gombák nehézfémeket jelző: csiperke - Cd, Hg; nagy őzlábgomba - Hg.

#### Tesztorganizmusok:

Toxikológiai organizmusok, melyek laboratóriumi körülmények között teszt módszerek elvégzésére alkalmasak a vízben lévő ismeretlen, vagy kémiai eljárással nem azonosítható anyag, anyagok vagy termékek mérgezőképességének meghatározására. Helyes toxikológiai véleményt csak akkor alakíthatunk ki, ha az anyagnak különböző élőlényekkel, illetve egy adott élőlénycsoport különböző érzékenységű fajaival végezzük el a vizsgálatot. A minősítéskor a legérzékenyebbnek mutató teszt szervezettel kapott érték a mértékadó.



Víztoxikológiai vizsgálat során a szennyezet területről a mintát üvegedénybe kell venni, és lehetőleg úgy kell szállítani, hogy annak hőmérséklete a vizsgálat megkezdéséig ne változzon. A minta laboratóriumba történő érkezése után a toxikológiai vizsgálatokat haladéktalanul meg kell kezdeni, mert előfordulhat, hogy a halpusztulást, vagy egyéb környezet szennyezést valamilyen könnyen bomló anyag például növényvédőszer, okozta. A toxikológiai vizsgálat hígítási sor segítségével történik. A vizsgálat során meg kell határozni az ártalmatlan koncentrációt, vagy hígítást, továbbá azt, amelyben 50 %-os a pusztulás. A vizsgált mintával párhuzamosan kontroll mintából is elvégezzük a toxikológiai vizsgálatot. Az eredmény kiértékelését akkor szabad megkezdeni, ha a kontroll mintában nincs változás, illetve ennek mértéke a 10 %-ot nem haladja meg. A vizsgálat eredményének megadása a biológiai teszt megnevezésével, a tesztelőlény származási helyének feltüntetésével, és a vonatkozó vizsgálati szabvány egyéb előírásainak közlésével kell megadni.

### **Csíranövényteszt:**

A teszt elsősorban a felszíni és felszín alatti vizek vizsgálatára, a szennyvizek öntözővízként történő felhasználásának megítélésére, valamint más víztoxikológiai tesztek kiegészítésére használjuk.

A módszer elve: Friss kezeletlen, azonos méretű és színű, sértetlen küllemű fehér mustármagvakat a vizsgálandó minta hígítási sorozatával nedvesített szűrőpapíron csíráztatunk, a kontrollal azonos körülmények között. A víz hatását a csírázás elmaradásával, gátlásával és a csíranövények gyökerének növekedésével értékeljük.

### **Daphnia teszt:**

Ezzel a módszerrel meg lehet határozni azt a kezdeti koncentrációt, amely 24 órás expozíciós idő alatt a Daphnia magnának 50 %-át mozgásképtelenné teszi. Ezt a töménységet kezdeti hatásos gátló koncentrációnak nevezzük és 24h-EC50i-vel jelöljük. A tesztet egy vagy két lépésben lehet végrehajtani. Előteszt, amely meghatározza a végső toxicitási tesztben alkalmazandó koncentráció tartományt és megadja a 24h-EC50i közelítő értékét. Végleges teszt, amelyet akkor végeznek el, ha az előtesztben kapott közelítő érték nem elégséges, és amelynek az eredménye önmagában felhasználható a 24h EC50i továbbá a 0 és a 100 %-os immobilizációnak megfelelő koncentrációk meghatározásához.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Olvassa el az információ tartalmát! A szöveg elolvasása után foglalja össze saját szavaival a szöveg lényegét!

Oldja meg az alábbi feladatokat:

1. feladat

Mit nevezünk környezetszennyezésnek?

2. feladat

Milyen környezetszennyezést jelző élőlényeket ismer?

3. feladat

Milyen előnyei és hátrányai vannak a biológiai indikátoroknak?

**Megoldások**

1. feladat

A környezet valamely elemének a kibocsátási határértéket meghaladó terhelése

2. feladat

Szil, fűz, bükk, babérfa, gyertyán, vörös tölgy, tiszafa, őzlábgomba.

3. feladat

**Előnyei:** Tükrözik a környezeti tényezők komplex hatását, fizikai és kémiai mérések helyettesítők a biológiai hatások tanulmányozásával, követhető a környezeti változások iránya.

**Hátrányai:** Előrejelzésre nem alkalmas.

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Írja le a környezetszennyezés fogalmát, csoportosítsa a szennyezőanyagokat hatásuk időtartama szerint.

---

---

---

---

### 2. feladat

Sorolja fel a bioindikátorok előnyeit.

---

---

---

---

### 3. feladat

Mik a tesztorganizmusok

---

---

---

---

4. feladat

Írja le a csíranövényteszt módszerének elvét.

---

---

---

MUNKANYAG



## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

A környezet valamely elemének a kibocsátási határértéket meghaladó terhelése. Hatásuk időtartama szerint: rövid élettartamú: napok–hónapok, pl.:hő, kommunális szennyvíz, közepes élettartamú: Hónapok–évek, pl.:olaj, hosszú élettartamú: Évek–évtizedek, pl.:PCB,DDT, állandó szennyezők: évszázadok–évezredek, pl.:mérgező fémek, hosszú felezési idejű izotópok.

### 2. feladat

- a bioindikátorok tükrözik a környezeti tényezők komplex hatását,
- a körülményes fizikai és kémiai mérések helyettesítők a biológiai hatások tanulmányozásával,
- szemléletesen követhető a környezeti változások foka (rátája) és iránya,
- az ökoszisztémák működését, viselkedését változtatják meg a felhalmozódó (akkumulálódó) szennyező anyagok.
- A biomonitoring alapját a biológiai indikáció szolgáltatja. Minden élő szervezet vagy populáció, mint nyitott rendszer, jelzi a környezetében végbemenő változásokat.
- Bizonyos karakterisztikus elváltozásokkal az immisszióméréssel nem kimutatható légszennyező anyagok veszélyét megmutatják, illetve
- Olcsóbb, mint a monitoros vizsgálat, amely éppen a jelentős költségei miatt csak pontszerű értékeket ad. Ezzel szemben a bioindikátorok lehetőséget nyújtanak egy egész területet lefedő, kis raszteres immissziós hatásvizsgálatra.

### 3. feladat

Toxikológiai organizmusok, melyek laboratóriumi körülmények között teszt módszerek elvégzésére alkalmasak a vízben lévő ismeretlen, vagy kémiai eljárással nem azonosítható anyag, anyagok vagy termékek mérgezőképességének meghatározására.

### 4. feladat

Friss kezeletlen, azonos méretű és színű, sértetlen küllemű fehér mustármagvakat a vizsgálandó minta hígítási sorozatával nedvesített szűrőpapíron csíráztatunk, a kontrollal azonos körülmények között. A víz hatását a csírázás elmaradásával, gátlásával és a csíranövények gyökerének növekedésével értékeljük.

## TEREPI GYORSVIZSGÁLATOK ESZKÖZEINEK HASZNÁLATA

### ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

A felszíni- és felszín alatti vizek monitoringjának egységes szabályait EU szinten a Víz Keretirányelv állapítja meg a jó ökológiai állapot elérése céljából. A hazai alapvető előírásokat a környezet védelméről, valamint vízgazdálkodásról szóló törvények tartalmazzák.

De vajon milyen szempontok szerint történik a mintavételi helyek kiválasztása?

Hogyan történik, a víztestekből a mintavétel?

Milyen vizsgálatokat kell végezni a helyszínen?

Milyen típusú helyszíni vizsgálatok vannak?

MUNKAANYAG

**SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM**

Ennek megfelelően a Környezetvédelmi hatóságok rendszeres időközönként a természetes vizekből monitoring jelleggel mintákat gyűjtenek a területükön lévő víztestekből, mely mintákat az alap komponenseken kívül (pH, kémiai oxigénigény, biológiai oxigén igény, nitrogén formák, foszfor formák), kockázati besorolásukra jellemző szennyezőanyag komponensekre (toxikus fémek, szerves vegyületek) is vizsgálják és az eredmények birtokában évente elkészítik a kémiai- és biológiai jellemzők alapján a vízminősítést. Ezzel párhuzamosan rendszeresen ellenőrzik a Környezetvédelmi hatóságok a területükön lévő kommunális és ipari szennyvízkibocsátókat, és mintákat vesznek az elfolyó vizükből, hogy megállapítsák a befogadó víztesteket ért terhelést. A fent leírt célok elérése érdekében elengedhetetlenül fontos a reprezentatív (a víztest minőségére adott pillanatban jellemző) mintavétel, melynek elérése érdekében az aktuálisan élő mintavételi-, mintatartósítási-, helyszíni vízvizsgálatok szabványaiban leírtakat a balesetvédelmi szabályokat maradéktalanul be kell tartani. A mintavételi helyszínre történő megérkezés után legelőször az időjárási körülményeket kell vizuálisan megvizsgálni. Az időjárási körülmények nagyban befolyásolhatják a vízminta összetételét. Például tartósan alacsony levegőhőmérséklet hatására csökken a víz hőmérséklete, melynek következtében a vízben várhatóan nő az oldott oxigén tartalom, csökken a biológiai tevékenység ezáltal csökken a szerves anyag tartalom és fordítva. Először megvizsgáljuk az időjárást, derült, napos, felhős, szeles, párás, ködös, esős stb., majd megmérjük a levegő és a víz hőmérsékletét. Ezután megnézzük a víz eredeti színét, azért az eredeti színét, mert a víz színét nagyban befolyásolja a vízben lévő lebegőanyag színe és mennyisége. Végül pedig megállapítjuk a víz szagát. A víz szagának megállapítása nem közvetlenül történik. Egy edénybe mintát öntünk, jól összerázzuk, majd a kezünkkel legyező mozdulatokat végezve levegőáramlást létrehozva szagoljuk meg. A mintavételi körülmények meghatározása után elvégezzük a szükséges helyszíni vizsgálatokat, amelyek történhetnek

potenciometrikus módszerekkel,

titrimetrikus módszerekkel,

fotometriás módszerekkel,

kolorimetriás módszerekkel és

kvalitatív ( minőségi meghatározás ) tesztpapírok módszerrel.

Az alkalmazható módszerek pontossága felülről lefelé haladva csökken, olyannyira, hogy a kvalitatív tesztpapíros módszerek alkalmazása csak a szennyezőanyag jelenlétének kimutatására használható. Az alábbiakban az előbb felsorolt vizsgálati módszerekkel fogunk megismerkedni.

## 1. Potenciometrikus vizsgálatok:

Ezzel a mérési módszerrel nagyon pontosan és gyorsan meg lehet határozni a minta pH-ját, vezetőképességét, oldott oxigén tartalmát, oldott oxigén telítettségét. A méréshez hordozható, akkumulátoros mérő készülék és a hozzá tartozó elektródok szükségesek. A reprodukálható potenciometrikus méréshez elengedhetetlen a mért vízminta hőmérsékletének mérése. Ezért célszerű kombinált elektródot használni amelyben van hőmérséklet érzékelő is.

### pH mérés:

A készüléket ismert pH-jú pufferoldatokkal bekalibráljuk. A méréshez indikátor- és összehasonlító elektródot tartalmazó kombinált elektródot használunk és a közte kialakult potenciálkülönbséget pH-mérővel mérjük. Az új elektródok már lineárisak, ezért elegendő két ponton történő kalibráció. A két elektród között kialakult potenciál különbség a hőmérséklettől is nagyban függ ezért a méréshez hőmérsékletérzékelővel ellátott elektródot használunk.

A magyar szabványok szerint az eredményeket 20 °C-ra vonatkoztatva kell megadni. A beüzemelt és bekalibrált készülék üzemkész állapotát ellenőrizzük ismert koncentrációjú használati etalonnal. A készülék szondáját a vizsgált víztest sodorvonalába és várunk amíg az érték állandó nem lesz. A mért értékeket leolvassuk (fél-1 perc) és beírjuk a mintavételi jegyzőkönyvbe. Megfelelően hosszú elektród kábel esetén akár 20–30 m-es mélységben is meg lehet határozni a víztest pH-ját. A mérőérzékelők az idő előrehaladtával öregednek, ennek folyamán megváltozik a mérőérzékelő meredeksége, ezért a készüléket rendszeres időközönként kalibrálni kell.

**Vezetőképesség mérése:** Első lépésként a készüléket bekalibráljuk. Pontosán 0,01 mol/l-es kálium-klorid oldattal, melynek vezetőképessége 1274  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 20 °C-on. A méréshez kombinált elektródot használunk, mert a hőmérséklet változásával változik az ionmozgás és így a vezetőképesség. A magyar szabványok szerint az eredményeket 20 °C-ra vonatkoztatva kell megadni. A készülék szondáját a vizsgált víztest sodorvonalába és várunk amíg az érték állandó nem lesz (fél-1 perc). A mért értékeket leolvassuk és beírjuk a mintavételi jegyzőkönyvbe. Megfelelően hosszú elektród kábel esetén akár 20–30 m-es mélységben is meg lehet határozni a víztest vezetőképességét.

**Oldott oxigén és oldott oxigén telítettség mérése:** Első lépésként a készüléket bekalibráljuk. A kalibrációhoz légmentesen lezárható edényben nedves vattát helyezünk az elektród mérőérzékelőjéhez. A készülék szondáját a vizsgált víztest sodorvonalába és várunk amíg az érték állandó nem lesz. A mért értékeket leolvassuk és beírjuk a mintavételi jegyzőkönyvbe. Megfelelően hosszú elektród kábel esetén akár 20–30 m-es mélységben is meg lehet határozni a víztest oldott oxigén tartalmát. A készülék megfelelő nyomógombjának segítségével át lehet váltani oldott oxigén mérésről oldott oxigén telítettség mérésre, így megtudhatjuk a mért oldott oxigénhez tartozó telítettségi értéket.

Léteznek multi készülékek is, melyek az elektródok számától függően egyidejűleg képesek, hőmérséklet, pH, redox-potenciál, vezetőképesség, oldott-oxigén és oldott-oxigén telítettség mérésére.



1. ábra WTW típusú multi készülék, és a hozzá tartozó kombinált elektródok

## 2. Titrimetriás vizsgálatok:

A helyszíni vizsgálatok, másik megbízható csoportja a titrimetriás elemzések csoportja. Ezzel a módszerrel a szennyezőanyag koncentrációjának gyors és pontos meghatározása kivitelezhető. Különböző titrimetriás eljárások léteznek, a teljesség igénye nélkül néhány komponens meghatározásának módját az 1. táblázatban láthatóak.

Titrimetriás módszer	mérőoldat	Indikátor	Vizsgálandó komponensek
Sav-bázis titrálás	0,1 mol/l-es sósav, vagy nátrium-hidroxid oldat	Metil narancs, fenolftalein, keverék indikátor	Lúgosság, savasság
Csapadékos titrálás	0,01 mol/l-es ezüst-nitrát oldat	Kálium-kromát	Klorid-ion
komplexometria	EDTA mérőoldat	Eriokrómfekete-T, murexid + puffer oldatok	Összes keménység, kalcium, magnézium
jodometria	0,01 mol/l-es nátriumtioszulfát	keményítő	Szabad klór, összes klór, oldott oxigén

1. táblázat



2. ábra büretta

**Lúgosság meghatározása (sav-bázis titrálás):** A vizek lúgosságának nevezzük a pontosan 0,1 mol/l koncentrációjú sósav mérőoldat fogyott ml-einek a számát. A tiszta vizek esetében a lúgosságot a hidrogén-karbonátió és egyéb ionok mint karbonát, szilikát, borát adják. Szervesanyaggal szennyezett vizek esetében a lúgosságban a fehérjék és egyéb lúgos kémhatású anyagok, illetve bomlástermékek is szerepelhetnek. Amennyiben a  $\text{pH} > 8,3$  abban az esetben a mintának fenolftalein lúgossága is van, ha a minta  $\text{pH} < 8,3$  akkor metilnarancs lúgossága van. A fenolftalein lúgosság a mintában lévő hidrogénkarbonátra utal, a metilnarancs lúgosság pedig a karbonátra. Tétélezzük fel, hogy a mintának a  $\text{pH}$ -ja 8,6. Ebben az esetben a lúgosság meghatározása a következő:

- 100 ml mintát töltünk Erlenmeyer-lombikba
- Tegyük 2–3 csepp fenolftalein indikátort a mintához
- 0,1 mol/l-es sósav oldattal titráljuk a mintát amíg a rózsaszínű minta éppen elszíntelenedik, majd jegyezzük fel a fogyást. Fogyás = 1,15 ml p-lúgosság = 1,15 mmol/l
- Tegyük 2–3 csepp metilnarancs indikátort a mintához
- 0,1 mol/l-es sósav oldattal titráljuk a mintát amíg a sárga színű minta vöröshagyma színű nem lesz, majd jegyezzük fel a fogyást. Fogyás = 6,30 ml m-lúgosság = 6,30 mmol/l
- **Klorid ion meghatározása (csapadékos titrálás):**

A vízben lévő klorid iont semleges, vagy gyengén lúgos közegben kálium-kromát-indikátor jelenlétében ezüst-nitrát mérőoldattal titráljuk.

- 100 ml mintát töltünk Erlenmeyer-lombikba
- Tegyük körülbelül 1 ml kálium-kromát indikátor oldatot a vizsgálati mintához
- 0,01 mol/l-es ezüst-nitrát oldattal titráljuk a mintát amíg a sárgaszínű oldat vörösbarna színűvé nem változik, majd jegyezzük fel a fogyást. Fogyás = 4,85 ml
- A mintával azonos módon vakpróbát is készítünk, megismételve a fent leírt műveletet, de most minta helyet használjunk desztillált vizet. Vakpróba fogyás = 0,30 ml



- Kiszámítjuk a fogyásból a minta klorid ion koncentrációját. 1 ml 0,01 mol/l ezüst-nitrát mérőoldat 10 mg klorid iont köt meg. Ennek megfelelően a számítás a következő: (minta fogyás-vakpróba fogyás) x faktor x 10 = (4,85-0,30) x 1 x 10 = 45,5 mg klorid ion/l minta

#### Kalcium, magnézium és az összes keménység meghatározása (komplexometria):

A vízmintában lévő kalciumot murexid indikátor jelenlétében, 12-13 pH-tartományban komplexometriásan, közvetlenül vizsgáljuk. A magnéziumok koncentrációját a vízminta összes keménységének és kalcium tartalmának különbségeként számítjuk ki. Összes keménység a víz kalcium- és magnézium ion tartalmának mennyiségét fokokban kifejező szám. Számos keménységfok jelző szám létezik, többek között angol-, német-, orosz-, karbonát-, nemkarbonát-keménységi fok. Leggyakrabban a német keménységi fokot alkalmazzuk, 1 fok 10 mg kalcium-oxiddal egyenértékű vízben oldott kalcium, vagy magnézium só.

#### Kalcium meghatározása:

- 50 ml mintához murexid indikátort adunk
- Hozzáadunk 2 ml nátrium-hidroxid oldatot, így a magnézium ionok hidroxid formájában leválnak.
- A lúg hozzáadása után azonnal megkezdjük a titrálást. A lazacvörös oldat színe a titrálás vége felé bíborvörös színű lesz és a végpontban teljesen lila színűvé válik.
- A kalcium koncentrációjának kiszámítása a következő képlettel történik:  

$$c_{Ca} = 14,294 \times f \times a$$
- ahol f = az EDTA mérőoldat faktora,
- a = a fogyott EDTA mérőoldat fogyása
- 14,294 = az 1 l-re való átszámításból és a mérőoldat 1 ml-e által mért kalciumion mennyiségéből adódó tényező

#### Összes keménység és a magnézium ion meghatározása:

- 50 ml mintát töltünk Erlenmeyer-lombikba
- Adjunk hozzá 2 ml puffer oldatot és eriokrómfekete-T indikátort
- 0,01 mol/l EDTA (etilén-diamin-tetra-ecetsav nátrium sója) mérőoldattal titráljuk a mintát amíg a borvörös oldat kék színű nem lesz, majd jegyezzük fel a fogyást. Ezután kiszámítjuk a magnézium ion koncentrációját.
- $$c_{Mg} = (b-a) \times f \times 8,670$$
- ahol: b = az összes keménység meghatározásakor fogyott EDTA-mérőoldat
- a = a kalciumion meghatározásakor fogyott EDTA mérőoldat
- f = az EDTA mérőoldat faktora
- 8,670 = az 1 l-re való átszámításból és a mérőoldat 1 ml-e által mért magnéziumion mennyiségéből adódó tényező

- Az összes keménység a víz kalcium és magnéziumion tartalmából kiszámítható olyképpen, hogy a kalcium ionnak mg/l-ben kifejezett mennyiségét megszorozva 0,140-nel, a magnézium ionoknak ugyancsak mg/l-ben kifejezett mennyiségét 0,232-vel, kapjuk a kalcium- illetve magnézium keménységeket német keménységi fokban, amelyet összeadva az összes keménységhez jutunk.

#### Oldott oxigén tartalom meghatározása (jodometria):

- Winkler-palackot töltünk meg légmentesen mintával, majd adjunk hozzá 1 ml nátrium-azid oldatot és 2 ml mangán(II)-klorid oldatot, így a mintában lévő oldott oxigén tartalom a keletkező barna csapadékban megkötődik. Adjunk a mintához 1 ml tömény kénsavat, ezáltal a csapadék feloldódik és sárga színű oldatot kapunk.
- 100 ml mintát töltünk Erlenmeyer-lombikba
- 0,01 mol/l koncentrációjú nátrium tioszulfát-mérőoldattal, szalmaszárga színig titráljuk, majd keményítő indikátort adunk a mintához, hogy az átcsapási pontot jól lássuk. Folytassuk a titrálást amíg a minta kék színe éppen elszíntelenedik, majd jegyezzük fel a fogyást. A kapott fogyásból kiszámítjuk a minta oldott oxigén tartalmát a következő képlettel.
- Oldott oxigén mg/l = Minta fogyás x faktor x 0,8

### 3. Fotometriás vizsgálatok:

A fotometriás analitikai módszerek a legalaposabban kifejlesztett színreakció – szín intenzitás elvén működő vizsgálati eljárások. A fotometriás analízis alapja a műszeres fényelnyelés kiértékelés, melyet a színes vegyületre jellemző szín specifikus hullámhosszán végeznek el.



3. ábra helyszíni vizsgálathoz fotometriás koffer küvettákkal reagens oldatokkal

Ezzel a módszerrel a helyszínen a színe bármilyen vizsgálandó komponens gyorsan és pontosan meghatározható. A teljesség igénye nélkül néhány komponens és annak mérési tartománya a 2. táblázatban látható. Abban az esetben, hogy ha a mérési tartományon kívül esik az érték a megfelelő hígítás elvégzése után meg kell ismételni a meghatározást.

Tesztkészlet	Méréstartomány mg/l
ammónium	0,1 – 1,5
cianid	0,01 – 0,2
cink	0,1 – 3,0
fluorid	0,1 – 2,0
foszfát	0,2 – 5,0
kálium	2 – 15
klorid	1 – 40
szabad klór	0,1 – 2,0

összes klór	0,1 – 2,0
kromát	0,02 – 0,5
mangán	0,1 – 1,5
nikkel	0,1 – 1,5
nitrát	1 – 27
nitrit	0,01 – 0,15
króm (VI)	0,1 – 1,0
szilikát	0,1 – 2,5
szulfát	20 – 200
szulfid	0,05 – 1,00
vas	0,1 – 7,0

*2. táblázat egyes komponensek mérési tartományai fotometriás vizsgálattal*

A helyszíni fotometriás vizsgálat általános lépései:

- Bekapcsoljuk a fotométert
- Kiválasztjuk a vizsgálni kívánt komponenshez tartozó mérési metódust
- Beállítjuk a készülék által jelzett színszűrőt azaz a fény hullámhosszát
- Bemérjük a kívánt mennyiségű mintát az üvegeküvetába
- Hozzá adjuk a szükséges reagenseket a mintához
- Alaposan homogenizáljuk a mintát, majd várunk, hogy a színreakció végbemenjen
- A mintával párhuzamosan desztillált vízzel vakpróbát készítünk
- Papírvattával megtöröljük a küvetát és a fotométerbe helyezzük
- A készülék megméri a minta abszorbanciáját (fényelnyelődését) majd a gyártó által előre elkészített és a készülékben tárolt kalibrációs görbe segítségével az abszorbanciából meghatározza a szennyezőanyag koncentrációját mg/l-ben.

#### 4. Kolorimetriás vizsgálatok:

A kolorimetria bizonyos anyagok azon tulajdonságát használja ki, melyek a vizsgálandó komponenssel színreakcióba lépnek és a kialakult szín intenzitása arányos a paraméter koncentrációjával. Vizuális szín összehasonlításnál a mérési eredmény a mellékelt színskáláról közvetlenül leolvasható.



4. ábra mangán vizsgálata kolorimetriás készlet segítségével

### 5. kvalitatív tesztpapírokkal történő vizsgálatok:

A kvalitatív tesztpapírok információt adnak a mintában lévő kérdéses anyag egy bizonyos koncentráció feletti jelenlétéről. A gyakorlati alkalmazás általában „mártsd be – várj rövid ideig – olvasd le a mért értéket”. A tesztpapír színét – ami a kérdéses anyag koncentrációjának függvénye – össze kell hasonlítani a saját színskálájával és a koncentráció leolvasható. Ezzel a módszerrel számos szennyezőanyag jelenlétét ki lehet mutatni.



5. ábra tesztpapír

Attól függően tehát, hogy a helyszínen történő vizsgálatok milyen módszerekkel történnek, milyen célt szolgálnak nagyon pontos képet tudnak nyújtani a minta szennyezőanyag tartalmáról, és így ha szükséges azonnali beavatkozás elvégzésére ad lehetőséget. Azonban, ha csak arra vagyunk kíváncsiak, hogy a vizsgált szennyezőanyag megtalálható-e a mintában, akkor arra kiválóan alkalmazhatóak az olcsóbb kvalitatív tesztpapírok. Az alábbi feladatok és a feladat megoldása segít abban, hogy a témához kapcsolódó ismereteket biztonsággal alkalmazza.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A felettesétől mintavételi feladatot kapott. Mintát kell vennie valamelyik folyóból. A mintavételi helyen meg kell határozni a vízminta pH-ját, vezetőképességét, oldott oxigén tartalmát, lúgosságát és a foszfát tartalmát. Mit tenne ön, milyen készülékeket eszközöket, laboratóriumi felszereléseket készítene el a mintavételi feladat maradéktalan elvégzéséhez?

- Meghatározza hány helyről lesz mintavétel. Az éves mintavételi tervben, de a felettesének írásbeli utasítása is tartalmazni fogja a mintavétel során a mintavételi helyekről milyen vizsgálatok elvégzése szükséges. A minták csomagolási utasításában szerepel, hogy adott komponens vizsgálatához milyen edényben kell a mintát megvenni. Ezek alapján összekészíti a mintavételezéshez szükséges edényeket.
- A helyszíni vizsgálatokhoz szüksége lesz pH mérőre, hozzá tartozó hőmérséklet érzékelővel ellátott kombináltelektródra, illetve a kalibrációhoz szükséges pH pufferekre.
- Szüksége lesz vezetőképesség mérő készülékre, hozzá tartozó hőmérséklet érzékelővel ellátott elektródra, és kálium-klorid oldatra a készülék és elektróda állapotának ellenőrzése céljából.
- Szüksége lesz oldott oxigén mérő készülékre, hozzá tartozó hőmérsékletérzékelővel ellátott kombinált elektródra, vagy ha az nincs akkor Winkler-palackra, melyben nátrium-azid és mangán-klorid oldatokkal a mintában lévő oldott oxigén tartalmat csapadék formájában megköti.
- Szüksége lesz 0,1 mol/l koncentrációjú sósav-oldatot tartalmazó hordozható bürettára, térfogatmérő eszközökre, Erlenmeyer-lombikra, metil narancs és fenolftalein indikátorra a helyszínen történő lúgosság meghatározásához.
- Szüksége lesz hordozható kézi fotométerre, foszfát reagens készletre, papírvattára, desztillált vízre a foszfát tartalom meghatározása céljából.
- A helyszínen történő mérések adatainak és a mintához tartozó mintavételi edények számának rögzítése céljából helyszínen mintavételi jegyzőkönyvet kell kitöltenie.

Az alábbi feladatok a helyszíni vizsgálatokkal kapcsolatos készségek módszerek elsajátítását.

### 1. feladat

Milyen módszerei vannak a helyszíni vizsgálatoknak a mintavétel során?



---

---

---

---

2. feladat

Hogyan történik a lúgosság meghatározása?

---

---

---

---

3. feladat

Mi a pH mérés alapja?

---

---

---

4. feladat

Milyen eszközök, vegyszerek szükségesek az oldott oxigén jodometriás titrálással történő meghatározásához?

---

---

---

---

---

---

---

---

5. feladat

Mire adnak információt a kvalitatív tesztpapírok? Mi a gyakorlati alkalmazása?

---

---

---

---

---

---

---

---

6. feladat

Sorolja fel a helyszínen történő fotometriás vizsgálatok általános lépéseit.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Megoldások

### 1. feladat

Potenciometrikus módszerek, titrimetrikus módszerek, fotometriás módszerek, kolorimetriás módszerek és kvalitatív ( minőségi meghatározás ) tesztpapírok módszerei.

### 2. feladat

100 ml mintát töltünk Erlenmeyer-lombikba  
 Tegyük 2-3 csepp fenolftalein indikátort a mintához  
 0,1 mol/l-es sósav oldattal titráljuk a mintát amíg a rózsaszínű minta éppen elszíntelenedik,  
 majd jegyezzük fel a fogyást.  
 Tegyük 2-3 csepp metilnarancs indikátort a mintához  
 0,1 mol/l-es sósav oldattal titráljuk a mintát amíg a sárga színű minta vöröshagyma színű  
 nem lesz, majd jegyezzük fel a fogyást.

### 3. feladat

A méréshez indikátor- és összehasonlító elektródot tartalmazó kombinált elektródot használunk és a közte kialakult potenciálkülönbséget pH-mérővel mérjük. Az új elektródok már lineárisak, ezért elegendő két ponton történő kalibráció. A két elektród között kialakult potenciál különbség a hőmérséklettől is nagyban függ ezért a méréshez hőmérsékletérzékelővel ellátott elektródot használunk.

### 4. feladat

Winkler-palackot töltünk meg légmentesen mintával, majd adjunk hozzá 1 ml nátrium-azid oldatot és 2 ml mangán(II)-klorid oldatot, így a mintában lévő oldott oxigén tartalom a keletkező barna csapadékban megkötődik. Adjunk a mintához 1ml tömény kénsavat,ezáltal a csapadék feloldódik és sárga színű oldatot kapunk.

100 ml mintát töltünk Erlenmeyer-lombikba

0,01 mol/l koncentrációjú nátrium tioszulfát-mérőoldattal, szalmasárga színig titráljuk,majd keményítő indikátort adunk a mintához, hogy az átcsapási pontot jól lássuk. Folytassuk a titrálást amíg a minta kék színe éppen elszíntelenedik,majd jegyezzük fel a fogyást A kapott fogyásból kiszámítjuk a minta oldott oxigén tartalmát a következő képlettel.

Oldott oxigén mg/l = Minta fogyás x faktor x 0,8

### 5. feladat

A kvalitatív tesztpapírok információt adnak a mintában lévő kérdéses anyag egy bizonyos koncentráció feletti jelenlétéről. A gyakorlati alkalmazás általában „mártsd be – várj rövid ideig – olvasd le a mért értéket”. A tesztpapír színét – ami a kérdéses anyag koncentrációjának függvénye – össze kell hasonlítani a saját színskálájával és a koncentráció leolvasható. Ezzel a módszerrel számos szennyezőanyag jelenlétét ki lehet mutatni.

## 6. feladat

A helyszíni fotometriás vizsgálat általános lépései:, Bekapcsoljuk a fotométert, Kiválasztjuk a vizsgálni kívánt komponenshez tartozó mérési metódust, Beállítjuk a készülék által jelzett színszűrőt azaz a fény hullámhosszát, Bemérjük a kívánt mennyiségű mintát az üvegküvetta-ba, Hozzá adjuk a szükséges reagenseket a mintához, Alaposan homogenizáljuk a mintát, majd várunk, hogy a színreakció végbemenjen, A mintával párhuzamosan desztillált vízzel vakpróbát készítünk, Papírvattával megtöröljük a küvetta-t és a fotométerbe helyezzük, A készülék megméri a minta abszorbanciáját (fényelnyelődését) majd a gyártó által előre elkészített és a készülékben tárolt kalibrációs görbe segítségével az abszorbanciából meghatározza a szennyezőanyag koncentrációját mg/l-ben.

MUNKKANYAG

## ÖNELLENÖRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Sorolja fel, hogy potenciometrikus módszerekkel milyen helyszíni vizsgálatok végezhetőek el.

---



---

### 2. feladat

Számítsa ki annak a mintának a klorid-ion tartalmát mg/l-ben, ahol a titrálás során az ezüst nitrát mérőoldat fogyása 6,30 ml-nek adódott, a hozzá tartozó vakpróbáé 0,25 ml és 1,013 a mérőoldat faktora.

---



---

### 3. feladat

Számítsa ki a mintának a kalcium és magnézium ion tartalmát mg/l-ben az alábbi adatokból

EDTA-mérőoldat	fogyása	murexid	indikátorral:	12,10	ml
EDTA-mérőoldat	fogyása	Eriokróm	fekete-T	indikátorral	17,30 ml
EDTA-mérőoldat faktora 0,995					

---



---



---

## 4. feladat

Értelmezze a táblázat részletet. Ön szerint van lehetőség a felsorolt komponensek méréstartományán kívüli értékek pontos fotometriás meghatározására?

Tesztkészlet	Méréstartomány	mg/l
ammónium	0,1-1,5	
foszfát	0,2-5,0	
klorid	1-40	
nitrát	1-27	
összes klór	0,1-2,0	
nitrit	0,01-0,15	
szabad klór	0,1 - 2,0	

MUNKANYAG

---

---

---



## MEGOLDÁSOK

## 1. feladat

pH, mérés, vezetőképesség mérés, oldott oxigén mérés

## 2. feladat

$$X = (\text{fogyás} - V_p \text{ fogyás}) \times f \times 10 = (6,30 \text{ ml} - 0,30 \text{ ml}) \times 1,013 \times 10 = 60,78 \text{ mg/l}$$

## 3. feladat

$$X_{\text{Ca}} = 14,294 \times f \times \text{fogyás} = 14,294 \times 0,995 \times 12,10 = 172,09 \text{ mg Ca/l}$$

$$X_{\text{Mg}} = 8,67 \times f \times (\text{EKTf} - \text{Murexid } f) = 8,67 \times 0,995 \times (17,30 - 12,10) = 44,85 \text{ mg Mg/l}$$

$$X_{\text{OK}} = \text{EKT } f \times f \times 20 = 17,30 \times 0,995 \times 20 = 344,27 \text{ mg/l}$$

## 4. feladat

Tesztkészlet	Méréstartomány	mg/l
ammónium	0,1–1,5	
foszfát	0,2–5,0	
klorid	1–40	
nitrát	1–27	
összes klór	0,1–2,0	
nitrit	0,01–0,15	
szabad klór	0,1 – 2,0	

Igen, van. Megfelelő hígítással, akár tízszeres koncentráció is pontosan megmérhető.

**IRODALOMJEGYZÉK**

Környezetszennyezést jelző és mérő élőlények. A bioindikáció elmélete, alkalmazásának előnyei, korlátjai. Monitorozó rendszerek. A növényzet degradáltsági fokának értékelésében alkalmazott gyakorlati módszerek. [www.weblaboratorium.hu/kornyezetvedelem](http://www.weblaboratorium.hu/kornyezetvedelem)

Víztoxikológiai vizsgálatok általános előírások MSZ 22902-1:1989

Víztoxikológiai vizsgálatok Csíranövényteszt MSZ 22902-4:1991

Vízminőség A mobilitásgátlás meghatározása Daphnia magna Strauson. Akut toxicitási teszt MSZ EN ISO 6341:1998

pH meghatározása. Direkt potenciometria MSZ 448-21:1985

fajlagos elektromos vezetőképesség meghatározása MSZ EN 27888:1998

oldott oxigén, oldott oxigén telítettség mérése MSZ EN 25814:1998

lúgosság meghatározása MSZ 448-11:1986

klorid meghatározása MSZ 448-15:1982

összes keménység, kalcium, magnézium meghatározása MSZ 448-3:1985

wtw elektródák [www.labormuszerek.hu](http://www.labormuszerek.hu)

büretták [www.kelettanert.hu](http://www.kelettanert.hu)

A(z) 1223-06 modul 039-es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
52 853 02 0010 52 01	Szennyvíztechnológus
52 853 02 0010 52 02	Víztechnológus
54 853 01 0000 00 00	Vízügyi technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:  
20 óra

MUNKANYELVI ANYAG

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