

V. KÖRNYEZETTELMEZÉSI MÓDSZEREK

1. AZ ÉLŐVILÁG TANULMÁNYOZÁSA

Az életközösségekben mindig sok populáció él együtt. Mikroszkópikus nagyságú alacsonyabb rendűek, közismert és kevésbé ismert gombák, növények és állatok szinte megszámlálhatatlan egyede alkot minden egyes életközösséget (biocönózis). A vizsgálódásnál általában külön kezelik a növényeket (ezt a részét hívják növénytársulásnak = fitocönózis) és az állatokat (állattársulás = zöocönózis), sőt az utóbbi időben a gombákat is (gombatársulás = mikocönózis). Könnyű belátni, hogy közöttük milliányi kapcsolat lehet. Közülük egyesek könnyen, szinte ránézéssel érzékelhetőek (pl. a populációk szintekbe rendeződése, árnýekölés), mások kiatartóbb szemlelődést igényelnek (pl. táplálkozási, együttélési kapcsolatok, a populációk időrendi megjelenése) és a legtöbb huzamos ideig tartó munkával, gyakran bonyolult műszerek, számítógépek segítségével határozható csak meg. A terepyakorlatokon ez utóbbiakra nincs mód, elégedjünk meg az egyszerűbb vizsgálódással!

A biocönózisok sokféle szerkezettel rendelkeznek. A legszembetűnőbb az ún. *fiziognómiai szerkezet*. A fiziognómia egy tudományos módszer, amely egy élőlénycsoport (tágabb értelemben egy vidék, egy táj) küllemi jegyeit, illetve "összkuillemét" (habitust) vizsgálja és ezekből von le következtetéseket az élőlénycsoport (pl. biocönózis) belső, működési folyamataira vonatkozóan. Amikor például egy erdő élőlényeinek függőleges (szintezettség) vagy vízszintes (minitázat) elrendeződését, továbbá a fajgazdagságát (diverzitás) vagy a populációk időben megjelenésének egymásutániságát (aszpektusok) tanulmányozzuk, akkor a fiziognómiai szerkezetet kutajuk. Más megközelítésben fentiek az életközösség *térszerkezetét*, ill. *időszerkezetét* (tér- és időstruktúra) jelentik, hiszen, mint minden, a biocönózis is térben és időben létezik és változik. Működésére többek között a *táplálkozási kapcsolatok szerkezetéből* (trófikus struktúra) következtethetünk.

Valamennyi felsorolt szerkezet minden biocönózisban (és természetesen más egyedfeletti szerveződési szinten, mint pl. a biomban és bioszférában) egyidejűleg létezik. Tőlünk függ, hogy milyen mértékben tudjuk észlelni. Minél pontosabban ismerjük a természet ABC-jét (azaz magukat az élőlényeket), annál többet elárul nekünk magáról. Ezért a terepyakorlat előtt fel kell frissítenünk a fajismeretünket. Munkánk során ugyanis a különböző élőlényfajok segítségnek felismerni a környezetszennyezési problémákat és „tanácsokat adnak” azok kedvezőtlen hatásainak kivédésére.

1.1. A növényzet vizsgálata

A növénytársulás (fitocönózis = asszociáció) törvényszerűen ismétlődő, fiziognómiaiag állandó megjelenésű, lényegében állandó faji összetételű és meghatározott igényű egysege a vegetációnak. Elnevezése általában az uralkodó vagy jellemző faj (fajok) nevének felhasználásával történik (pl. fűz-nyár liget = *Salicetum albae-fragilis*, nádas = *Scirpo-Phragmitetum*). A társulások területileg külön elhelyezkedő (egymással nem érintkező, általában földrajzilag is elkülönült) foltjai a társulás *állományai* (pl. a nádas tiszta-tavi, balatoni, velencei-tavi foltjai ugyanazon társulás állományai).

ESZKÖZÖK, ANYAGOK

A növényzet vizsgálatahoz határozókönyvek, nagyító (lupe), mérőszalag, max. 100 m zsinór, 10 kisméretű karó vagy nagyobb szög, milliméterpapír és iróeszkek szükségessék.

MÓDSZEREK

1.1.1. A növénytársulások analitikus és szintetikus bélyegei

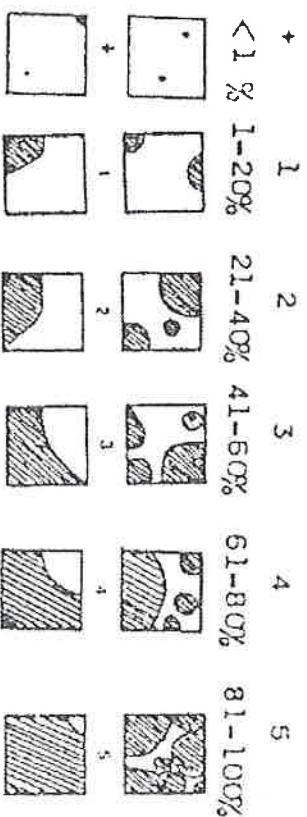
A növénytársulások leírásánál és jellemzésénél a terepen készített felvételezés-kor becsült *analitikus* és a felvételi táblázatok feldolgozásánál nyert *szintetikus bélyegeket* használjuk fel. Az analitikus bélyegeket: egyedszám, borítás, társulási-képesség és életképesség. A legfontosabb szintetikus bélyegeket az állandóság (egy állomány esetén a gyakoriság /frekvencia) és a hűség.

Egyedszám (abundancia, jele: A). Valamely populáció egyedszámának aránya a többi populáció (faj) egyedszámához viszonyítva. Pontos értékekhez az egyedek felvételi négyzetben történő megszámlolásával juthatunk. A leggyakrabban azonban becsléssel állapítjuk meg és 1-től 5-ig terjedő osztályokba soroljuk (1 = igen ritka, 2 = ritka, 3 = közepes számú, 4 = nagy számú, 5 = sok).

Borítás (dominancia, jele: D). A felvételi négyzetben az a felületsszázalék, amelyet valamely populáció egyedei felülnézetből nézve lefednek. Közép-Európában egy egyszerűsített 6-os skálával írják le értékeit, a következők szerint:

A faj egyedei által a felvételi négyzet %-ában lefedett terület	D-érték
< 1 %	+
1 - 5 %	1
5 -25 %	2
25 -50 %	3
50 -75 %	4
75 -100 %	5

A gyakorlatban az egyedszám és borítás értéket (A-D érték) összevonva becsüljük. Így az A-D érték két értékű is lehet, ugyanis a kis tenneti, de sok egyeddel képviselt növény borítás-értékét felfelé (pl. mezei veronika=*Veronica arvensis*, +-1), a kevés egyedszámú, de nagytermetű (s emiatt nagy borítás-értékű) növényt lefelé becslve adjuk meg (pl. glisztaüző varádics=*Chrysanthemum vulgare*, 1-2). A terepmunka során a Simon-féle módosított skálát alkalmazzuk (5. ábra), tekintettel arra, hogy az általános és középiskolákban használatos „Kis növényhatározó” ill. az újabb kiadású változata „Növényismeret” c. könyv is ezt tartalmazza.



5. ábra: Az A-D-érték becsülésének skálája (SIMON T. szerint)

Társulásképeség (szociabilitás, jelle: S). Azt fejezi ki, hogy a faj a társuláson belül szálanként (1-es érték), kis csoportokban (2-es érték), foltokban (3), nagy összefüggő telepekben (4), vagy összefüggő zárt tömegben (5) fordul elő. Jelölése: pl. +-1./, (az A-D érték utáni szám jelöli a szociabilitás értékét). A gyakorlatban ritkán adják meg.

Életképeség (vitalitás, jelle: különböző mértékben satrozott kör): A társulást alkotó fajok fontos informatív bélége, amely megmutatja, hogy a fajok adott élőhelyen milyen mértékben képesek egyedfejlődési ciklusukat végig élni. Számban kifejezve 1-4 közötti érték, a következők szerint:

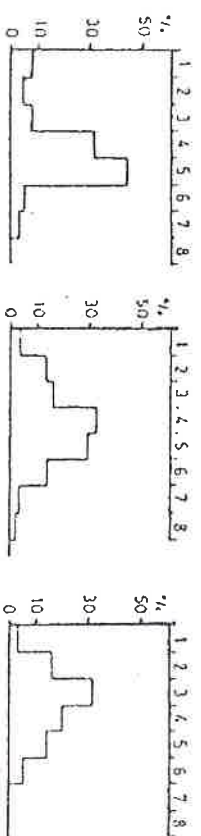
Fejlődés mértéke	Érték	Jelölés
Teljes életciklusú	1	○
Vegetatív, jól fejlődő, csak vegetatív úton szaporodó	2	◐
Vegetatív mérsékeltén fejlődő	3	◑
Kicsirázó, de tovább nem fejlődő	4	●

Állandóság (konstancia, jelle: K): Azt fejezi ki, hogy a populáció a társulás több állományában készített felvételek hány százalékában van jelen. A **frekvencia** (jelle: Fr) ugyanezt fejezi ki egy állományban történt felvételezések alapján. Az állandóságot ötös római számmal jelölt skálával fejezzük ki a következők szerint:

Felvételezett négyzetek száma, amelyben a populáció előfordul (az összes négyzet %-ában)	K (Fr) értéke	A populáció állandóságára utaló elnevezése
< 20%	I	Akciéns (véletlen) - ritka
20,1 - 40%	II	Akcesszórikus (nem gyakori)
40,1 - 60%	III	Gyakori
60,1 - 80%	IV	Szubkonstans (rendszerint megtalálható)
80,1-100%	V	Konstans (állandó – mindig van)

Hűség (fidelitás): Valamely populációnak a társulás által megjelölt környezeti feltételekhez való ragaszkodását fejezi ki. A fajok (populációk) egy részének csupán az adott társulás biztosít kielégítő életfeltételeket, ezek csak itt fordulnak elő és fejlődnek normálisan. Ezeket nevezzük a társulás **jellemző** (karakter) fajainak, általuk az adott társulás egyértelműen elválasztható más társulásoktól. A sok társulásban előforduló fajokat **társulásközömbösöknek** nevezzük. A karakterfajok cönológiai affinitása nagy, a társulásközömbösöké kicsi. A nagyzejerítő (*Dictamnus albus*) pl. a melegekedvelő tölgyesek jellemző fája, mind azt a 6. ábráról leolvashatjuk.

A növénytársulások szinterikus bélégeinek tekinthetők még a fajok **flóraelem** és **életforma összetételében** jelentkező ismétlődő törvényszerűségek, a társulások bizonyos struktúrális jegyei (preferencia, diszpergaltság, asszociáltság, diverzitás), az aszpektusváltozások, a szukcesszióban elfoglalt helyzetük és ökológiai jellemzőik (T, W, R, S értékek).



6. ábra: A nagyzevriőfű (*Dictamnus albus*), tarka koronafűrt (*Coronilla varia*) és a piros gólyaor (*Geranium sanguineum*) relatív gyakorisága (balról-jobbra) száraz gyepekben (1-2), melegekkel tölgyesekben (3-6) és mezőfű erdőkben (7-8) (JAKUCS P. 1972 nyomán)

1.1.2. A növényársulás felvételezése

A fajok listájának elkészítéséhez területbejárást végzünk. Ekkor általában mennyiségi megfigyeléseket nem végzünk, csak a fajok nevét rögzítjük.

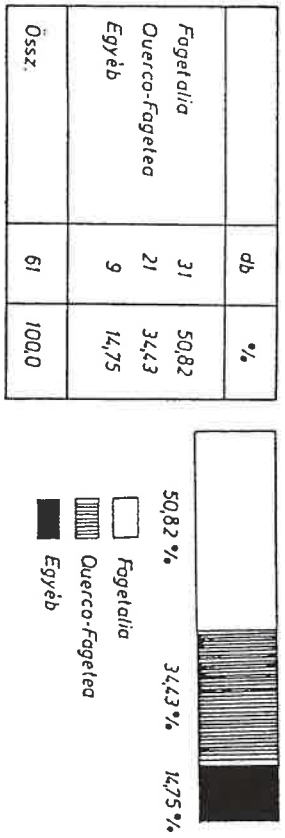
Az életközösségek megismerése általában a terepen készített növényársulástani felvétellel kezdődik. A felvételezés célja az, hogy a terepen minél több információt nyerjünk a tanulmányozandó társulásról. A cönológiai felvételezés menete:

1. A terepjegyzőkönnybe rögzítjük a következő adatokat: *datum, földrajzi hely, felvételi készítő neve, társulás neve, tszf. magasság, a lejtőszög, az égtáji kitettség, az alapkőzetre és a talajra vonatkozó adatok.*
2. Körüllátatjuk (pl. zsineggel) a felvételezendő próbatereletet, ami négyzet, vagy szalag alakú is lehet. Követelmény azonban, hogy nagyobb legyen, mint a társulás **minimiareája**, azaz annál a legkisebb területnél, amelyben már a társulás összes fontos és jellemző fája megtalálható. Ennek mérete általában - a mi munkánkánál is - a következő:

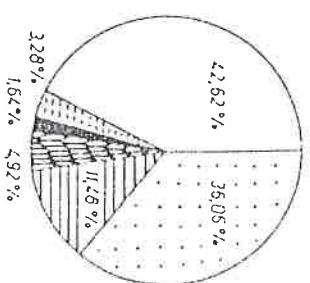
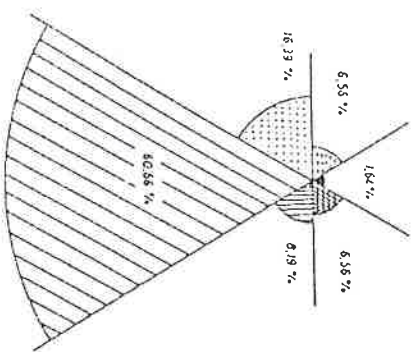
Erdőben:	20 x 20 m-es
Csejtesben:	10 x 10 m-es
Gyepekben:	1 x 1 vagy 2 x 2 m-es négyzet
Szalag alakú társulásban:	5 x 20 m-es sáv.

3. A felvételezési területen (próbanégyzetben) megbecsüljük a különböző vertikális szintek összehordási értékét százalékban, a szintet alkotó növényzet magasságát, a fák korát vagy mellmagassági törzsvastagságát és megszámláljuk a faegyedeket.

4. Elkészítjük a teljes fajlistát és megbecsüljük fajonként az A-D (abundancia-dominancia) értéket. Az A-D értékek becslésénél + - 5-ig terjedő skálát alkalmazunk, amelynél a jelölés az 5. ábrán látható %-os értékeknek felel meg.
5. A felvételezést minél több (esetünkben csoportonként 2-3) négyzetben elvégezzük.
6. Irodalomból meghatározzuk a fajok areatípusát, életformáját, cönológiai csoportját és kiszámítjuk az összesített A-D értékeket, valamint a frekvenciát (Fr). Valamennyi szükséges adat megtalálható Simon T. (1992, 2000): *A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztiok, virágos növények című munkájában.* További irodalmi forrásunkaként használható Soó R. - Jávorka S.: *A magyar növényvilág kézikönyve* (Tankönyvkiadó 1968), és Soó R. : *A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve I-VI.* (Akadémiai Kiadó 1964-83.).
7. Csoportrészesedést számolunk cönológiai fajcsoport, életforma és areatípus szerint és elkészítjük a csoportrészesedést mutató diagrammokat a 7-8-9. ábrák szerint. A számítógéppel a klasszikus életforma diagram elkészítése bonyolult, ezért azt is kördiagram formában készítjük el.
8. A cönológiai tabella elkészítéséhez mintaként használható a kutatóhelységben a terepgyakorlat idején kiftűgészített táblázat, illetve a környezetvizsgáló módszerek gyakorlaton megismert tudományos cikkben látható cönológiai táblázat.



7. ábra: Cönológiai fajcsoport részesezés táblázata és szalagdiagramja (Bükk-hg. Őserdő)



8. ábra: Klasszikus életforma diagram (Bükk-hg. Öserdő) 9. ábra: Flóraelem kördiagram (Bükk-hg. Öserdő)

1.1.3. A félértékelt terület természetvédelmi értékelése

A természetvédelemben állandó igény a különböző cönózisok értékelése. Az értékelés egyrészt a cönózis adott időpontban állapotát (mennyire természetes, természetközeli vagy leromlott), másrészt annak eszmei illetve valószínűs értéket fejezi ki. Előbbi a szükséges védelmi intézkedésekhez nyújt alapot, utóbbi pedig a döntéshozó szervek számára ad lényeges információt a terület (termőhely) eszmei, tudományos és finansziális értékéről. Ilyen típusú értékeléshez dolgozott ki módszert Simon Tibor (1984) és Borhidi Attila (1993).

A Simon-féle értékelés lényege, hogy a fajokat tíz természetvédelmi-érték csoportba sorolja. A felmérés eredményeként kapott fajlista alapján meghatározható az egyes érték-csoportok részesedését adott terület flórájában. A természetvédelmi-érték fajcsoportok a következők:

Természetvédelmi-érték fajcsoport	Jele	Jellemzői	Példa
1/ Unikális (ritka) fajok	U	endemikus, szubendemikus és relikturn fajok	<i>Salix nigricans</i> <i>Calamagrostis stricta</i> <i>Caldesia parrissifolia</i>
2/ Fokozottan védett fajok	KV	előzőekhez hasonló jellegűek, de a védett területeken elterjedtebbek	<i>Colchicum hungaricum</i> , <i>Cypripedium calceolus</i>
3/ Védett fajok	V	amelyek az előző két csoport fajjaival együtt hivatalosan védettek	<i>Dicamnus albus</i> <i>Nymphaea alba</i> , <i>Trapa natans</i>
4/ Edifikátor fajok	E	a társulásokban domináns természetes fajok	<i>Quercus robur</i> <i>Festuca rupicola</i> <i>Glyceria maxima</i>
5/ Kísérő fajok	K	természetes kísérő fajok	<i>Ranunculus ficaria</i> <i>Crataegus monogyna</i>
6/ Természetes pionir fajok	TP	gyakorori, általában a szukcesszió első stádiumban megjelenő fajok	<i>Cerastium dubium</i> <i>Arabis recta</i>
7/ Zavarásfűrő természetes fajok	TZ	elterjedt, főleg a kaszálórét és erdei írtások vágások növényei	<i>Rubus idaeus</i> <i>Bromus mollis</i> <i>Vicia hirsuta</i> <i>Veronica hederifolia</i>
8/ Adventív fajok	A	behurcolt vagy betelepített fajok	<i>Echinocystis lobata</i> <i>Brassica napus</i>
9/ Gazdasági növények	G	rendszertes természet eredményként váltak a természetes flóra tagjává	<i>Robinia pseudo-acacia</i> <i>Populus nigra</i> <i>Amorpha fruticosa</i>
10/ Gyomok	GY	szegetális és ruderalis fajok	<i>Vicia grandiflora</i> <i>Reseda lutea</i> <i>Euphorbia cyparissias</i>

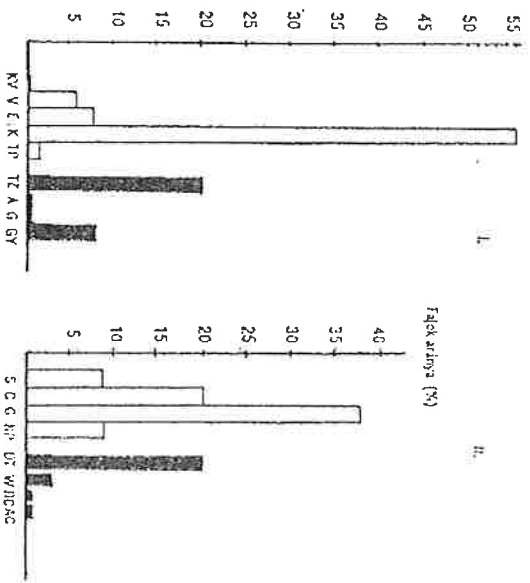
Az 1-3. csoportok fajainak finansziális (pénzben kifejezett) eszmei értéke meghatározott, a 4-5-6. csoportba tartozó fajoknál 1000.-Ft/ő értékeléssel szokás számolni.

A hazai edényes flóra természetvédelmi spektruma, amelynek összesen 2276 fajt vettek figyelembe a következő (Simon 1988):

Fajszám %	U	KV	V	E	K	TP	TZ	GY	G	A	ÖSSZESEN
	60	33	23	75	960	116	234	367	338	70	2276
	2,6	1,4	1,0	3,3	42,3	5,1	10,3	16,1	14,8	3,1	100
összesen:	1267 (55,7 %) természetes ill. természetközeli állapotot jelzők										1009 (44,3 %) zavarást, leromlást jelzők

Fenti táblázat azt tükrözi, hogy a hazai flóra florisztikai degradációja jelentős. A természetes növényi génállomány fennmaradásához a környezeti feltételek javítására, azaz jelentős természetvédelmi tevékenységre van szükség.

Adott terület állapotára következtethetnek a felvett adatokból készített diagramból. A 10. ábra az Ipoly-völgy természetvédelmi-érték diagramját mutatja.



10. ábra: Az Ipoly-völgy természetvédelmi-érték diagramja: I - Simon-féle, 2 - Borhidi-féle számítással (Horváth 1993 adataiból készítette a szerző).

Borhidi A. (1993) a magyar flóra fajait un. **szociális magatartás típusokba** (SzMT) sorolta és természetességi érték számának nevezett értéket rendelt hozzájuk. Az SzMT a növényfajoknak a társulásokban betöltött szerepére utal. Kifejezi a faj termőhelyhez való kapcsolódásának módját, a kapcsolódás információtartalmát és természetességét. A társulásban előforduló típusok arányából következtethetünk a társulás ökológiai információiban való gazdagságára, stabilitására, a társulás regenerációs készségére és képességére valamint természetességi állapotára (zavartság mértékére).

A **természetességi értékszám** (jele Borhidi táblázatában: Val) a SzMT alapértékszámából és a faj ritkasági póértékszámából addicionálisan kialakított szám, amelynek értéke -3-tól +10-ig tehető. A szociális magatartás típusokat és értékszámait az alábbi táblázat mutatja:

	SzMT	Jele	Értéke	Példa
Természetes termőhelyek fajainak SzMT-je	Specialisták	S	+6	<i>Colchicum arenarium</i>
	Kompetitor fajok	C	+5	<i>Vicia sparsiflora</i>
	Generalisták	G	+4	<i>Quercus robur</i>
	Természetes pionír fajok	NP	+3	<i>Festuca rupicola</i>
Bolygatott másodlagos és mesterséges termőhelyek fajainak SzMT-je	Zavarástűrő természetes fajok	Dt	+2	<i>Crataegus monogyna</i>
	Természetes gyomfajok	W	+1	<i>Dianthus pottederuae</i>
	Meghonosodott idegen fajok	I	-1	<i>Calamintha acinas</i>
	Adventív (övévény) fajok	A	-1	<i>Cardaminopsis arenosa</i>
Ritkasági érték számával súlyozott gyakoribb SzMT kombinációk	Ruderális kompetitorok	RC	-2	<i>Urtica dioica</i>
	Agresszív tájidegen inváziós fajok	AC	-3	<i>Salvia nemorosa</i>
	Unikális specialisták	Su	+10	<i>Papaver rhoeas</i>
	Unikális kompetitor fajok	Cu	+9	<i>Lamium amplexicaulis</i>
Ritka kombinációk	Unikális generalisták	Gu	+8	<i>Pinus nigra</i>
	Ritka specialisták	Sr	+8	<i>Portulaca grandiflora</i>
	Ritka kompetitorok	Cr	+7	<i>Xanthium spinosum</i>
	Ritka generalisták	Gr	+6	<i>Echallium elaterium</i>

5. feladat: Készítse el a vizsgált terület flóráelem diagramját!

A diagram a teljes területre vonatkozik, tehát valamennyi társulásban megfigyelt növényfajt figyelembe kell venni az összesített flóralista alapján. A fajok flóráelem besorolásához *Simon T. (1992, 2000): A magyarországi edényes flóra határozója* c. munkáját használja! (Lásd még a 9. ábrát.)

6. feladat: Készítse el a vizsgált terület flórájának életforma diagramját! (Az összesített flóralista alapján a 8. ábrán látható csillagdiagram vagy kördiagram formában.)

7. feladat: Készítse el a vizsgált terület cönológiai fajcsoportrészesedési diagramját! (Lásd még a 2. feladatot és a 7. ábrát.)

Cönológiai fajcsoport neve	Fajok száma	
	db	%
Összesen:		

8. feladat: Készítse el a vizsgált terület Simon-féle természetvédelmi-érték táblázatát és diagramját! (Lásd még a 2. feladatot és a 10. ábrát.)

Csoport	U	KV	V	E	K	TP	TZ	A	G	GY	Összesen
Fajszám db											
%											100 %

1.2. Az állatvilág vizsgálata

Az állatok a biocönózisokban szétszóródva, elrejtőzve, az ember számára nem minden esetben észrevehető formában vannak jelen. Ezért az állattársulások (zoocönózisok) vizsgálatánál és elkülönítésénél kénytelenek vagyunk valamilyen vizuális keretet alapul venni. Erre önként kínálkozik a vegetáció. Egyrészt mivel tájképi elemet is alkot – jól körülhatárolható – másrészt az egyes biocönózisokban élő állatfajok táplálkozás, szaporodás, élőhely szempontjából igen szoros kapcsolatban vannak az adott társulást alkotó növényekkel. A biocönózisok elkülönítésére külső megjelenésük alapján a növénytársulások nyújtanak alapot. „Az állattársulások (zoocönózisok) a növénytársulás által nyújtott energiatörzs kihasználása céljából társuló, egymással táplálkozási láncokat vagy élelmi hálózatokat alkotó állatpopulációk összessége” (Gallé 1973.).

A zoocönózisok a bennük élő állatfajokkal (faji összetétel) és azok egyedeinek mennyiségével (egyedszám, egyedsűrűség) jellemezhetők. A zoocönológiai vizsgálatok (állományfelvétel) során meg kell állapítanunk tehát, hogy az adott állatközösségben milyen állatfajok élnek, továbbá azt, hogy az egyes fajok milyen egyedszámmal vannak jelen az általunk vizsgált cönózisban. Az így nyert adatokkal számszerűen tudjuk elemezni a zoocönózisok tömegviszonyait (karakterisztikák) és ezáltal lehetőségünk nyílik egyes zoocönózisok összehasonlítására is. Az életközösségek zoocönológiai vizsgálatához a megfigyelés (gerinces fauna), ill. a gyűjtési módszerekkel (gerinctelen fauna) nyert adatok szolgáltathatnak alapot. Az állatközösségek valamennyi egyedét begyűjteni (megfigyelni) nem lehet, ezért olyan gyűjtési eljárásokat kell alkalmaznunk, amelyekkel hozzávetőleges pontossággal megadhatjuk az ott uralkodó tömegviszonyokat.

ESZKÖZÖK, ANYAGOK

Állathatározó könyvek, hajlított nyelű rovarernyő, fűháló, zsinag, karó, gyűjtőtívegek, lupé, mérőszalag, ecetlét, borítóhenger, talajcspapda, rovarszippantó, csipesz, fehér vászonlap v. papírlap, flintíró olló.

MÓDSZEREK

A zoocönózist alkotó populációk - a növénytársulás térsztruktúráját követve - több szintre tagolódnak. Az egyes szinteket más-más fajok lakják, amelyeknek életmódjuk, viselkedésük, mozgásuk eltérő. Természetes tehát, hogy a gyűjtési lehetőségek és módszerek is különbözőek. Más módszerrel és eszközzel lehet állományfelvételt végezni a lombkorona-, a fatörzs-, a cserje-, a gye-, a mohas és a talajszíntben. Emellett meghatározza a gyűjtési módszert az is, hogy relatív vagy abszolút karakterisztikákat kívánunk-e vizsgálni. Az sem közömbös a

gyűjtési módszerek kiválasztásánál, hogy milyen rendszertani kategóriába tartozó állatfajok begyűjtésére és feldolgozására kerül sor.

1.2.1. Mintavétel

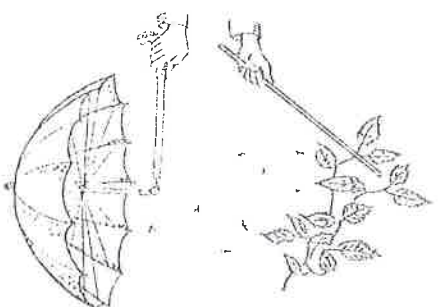
Az állományfelvétel sikerének alapfeltétele a gyűjtési területek helyes megválasztása. Egy nagy kiterjedésű zoocönózist teljes részletességgel feldolgozni nem lehet, ezért mintát kell venni belőle. Olyan kisebb mintavételi területeket kell kijelölni, amelyek állatfajai és azok egyedszámai valószínűsíthetően jellemzőek a vizsgált zoocönózis egészére vonatkoztatva is. A mintavétellel kapcsolatban a következő kritériumokat vegyük figyelembe: A mintavételi terület szerű legyen, azaz az állomány minden egyedének azonos esélye legyen arra, hogy bekerüljön a mintába. Ezért a mintavételi területek kijelölésénél az egész vizsgált területet kell alapul venni. A kijelölt mintavételi egységek számát befolyásolja az is, hogy milyen tévedési valószínűséggel kívánjuk a felmérési eredményeket feldolgozni. (Ha pl. két zoocönózis között az azonosítást akarjuk kimutani, akkor alapvető követelmény, hogy a tévedési valószínűség nem lehet kisebb 5 %-nál.)

1.2.2. Gyűjtési módszerek

A különböző célú és eltérő társulásokban végzett állományfeltárás során más-más gyűjtőeszközt és gyűjtési módszert alkalmazunk. Ezek nagyrészt meg- egyeznek a faunisztikai vizsgálatoknál is alkalmazott eszközökkel és módsze- rekkal.

1.2.2.1. Lombkorona szintben alkalmazott módszer

A lombkorona és cserjeszintben végzett gyűjtéseknél használatos eszközök kö- zül legismertebb a *rovaremyő* vagy kopogtatóernyő (12. ábra). A gyűjtési mód- szer lényege, hogy egy hosszú bottal határozzuk, de óvatos ütésekkel megkopog- tatjuk a fák, cserjék ágait. Az ütések okozta kis rezzenések következtében a gallyakról az ernyőbe hullanak az állatok. A kopogtatást mindig a legfelső ágak- nál kezdjük és fokozatosan haladunk lefelé. Hogy a rovarernyőbe hullott állatok menekülését megakadályozzuk, az ernyőt rázogatni kell, így az abba behullott állatok az ernyő csúcsa felé jutnak le. (Amennyiben a rovarernyő gyűjtőüvegével is el van látva, abba hullanak bele.) A gyűjtés befejezte után a nagyobb testű fa- jokat csipesszel, a kisebb méretűeket szippantóval szedjük össze és lehetőleg azonnal azonosítjuk a fajokat. Ennek akadályoztatása esetén gyűjtődénybe tesszük őket a feldolgozásig.



12. ábra: Hajlított nyélű rovarernyő

1.2.2.2. Gyepszintben alkalmazott módszerek

A gyepszint állatvilága igen gazdag, főleg rova- rok alkotják, de más rendszertani kategóriákba tartozó állatfajok (pókok, csigák, stb.) is gyak- ran nagy számban fordulnak itt elő. A gyepszint- ben alkalmazott módszerek különböznek asze- rint, hogy relatív vagy abszolút tömegviszo- nyokat tükröző karakterisztikákat kívánunk-e vizsgálni a felvételezés kiértékelése során.

A *relatív gyűjtési módszerek*nél leggyakrabban alkalmazott eszköz a *fűháló*. Ez egy 30-40 cm átmérőjű drótkeretből és egy alul lekerékített vá- szonzsákból áll, amelynek mélysége 60 cm.

A drótkeret 120-140 cm hosszú nyélre van felerősítve. A fűhálózás során erőteljes mozdulatokkal húzzuk végig a fűhálót a növényzetben. A csapásokat úgy végezzük, hogy

a háló keretének síkja kb. 20 fokos szöget zárjon be a talajjal. Ha a gyepszint magas, a fűháló nem fogja át az egész gyepréteget, ilyen esetben ajánlatos két rétegben hálózni. Először a gyep növényzetének tetejét, majd a közvelenlő a talaj felett elhelyezkedő színtjét fűhálózunk le. Kb. 8-10 csapás után a zsákot a keret alatt összefoglaljuk, az összefogott helyen kis nyílást engedünk és gyűjtőüveget tartunk a nyílás elé. Így a mozgékonyabb rovarok a fény felé igyekezve a gyűjtőüvegbe kerülnek. Amikor ezeket már így befogluk a vá- szonzsákon fokozatosan nagyobb nyílást nyitunk, és a zsák falán felfelé igyekvő rovarokat csipesszel ill. szippantóval gyűjtjük össze. (Ügyeljünk arra, hogy le- hetőleg egy sem menekülhessen el!) Mivel a fűhálózás során a vászonzsákba került növényi törmelék között még mindig akadhat valamilyen állat, utolsó mozzanatként a zsák tartalmát fehér vászonlapra ürítjük és egyeléssel válo- gatjuk ki. A begyűjtött anyag szétválogatását úgy is végezhetjük, hogy a hálózás befejezését követően a fűhálót műanyagzsákba helyezzük, majd abba a rovarok elválasztására alkalmas szerrel (pl. ecetéter) átitatott vattacsomót dobunk és a mű- anyag zsákot elkötjük. A szétválogatást az összegyűjtött állatok elkabulása után kezdjük el. A fűhálózás módszere több hibalehetőséget rejt magában (pl. a re- pülni tudó állatok egy része elszökhet, mások a földre pottyanva nem kerülnek a hálóba, stb.), mindezek ellenére a gyepszintben végzett felmérések során jól használható. A fűhálózással nyert adatok elsősorban a gyepszintben élő fajok egymáshoz viszonyított előfordulási gyakoriságáról, megoszlásáról stb. adnak tájékoztatást. Ezeket abszolút értékként elfogadni, területegységre vonatkoztatni nem lehet. A fűhálózással csak relatív tömegviszonyokat tudunk megállapítani. A zoocönózistak azonban nem csak a fajok egymáshoz való viszonya jellemzi, hanem azok térbeli eloszlása is. Ehhez olyan gyűjtési módszerekre van szükség-

günk, amelyekkel az ismert nagyságú területen élő állategyedekeket tudunk be-
gyűjteni. Az így kapott számszerű adatokból (fajszám, egyedszám, tömeg, stb.)
már egyszerű számítással kimutathatjuk egy faj (fajcsoport) egyégségi területre
pl. m², cm², stb. eső mennyiségét is. Az adatokból az egész terület összegyed-
számára is következtetni tudunk.

A gypsint *abszolút tömegviszonyainak* megállapítására a következő eljárás-
okat alkalmazhatjuk:

a.) A területegység fűhálózása.

Ennek kivitelezése során ismert nagyságú területegységeket (kvadrátot)
jelölünk ki, amely lehet négyzet vagy négyzetsáv és ezeket fűhálózunk le.

b.) Sávmodszeres felvétel gypsintben.

A módszer alkalmazása során hosszú téglalap alakú területet kutatunk át. A
kijelölendő sáv szélessége a vizsgált faj nagyságához, mozgásához, vala-
mint a növényzethez igazodik. (Kisebb fajok esetén 10-15 cm, közepes fä-
jok vizsgálata esetén 1 m, nagyobb testű fajok esetén akár 5 m-es is lehet a
vizsgált sáv szélessége, a sávok hossza 10-30 m között váltakozhat.) Ala-
acsony gyepek és kisebb, lassú mozgású fajok vizsgálatakor a sáv felvételt mé-
rőszalaggal is elvégezhetjük. A mérőszalag tokjára a sáv szélességének
megfelelő hosszú pálcát erősítünk. A mérőszalag egyik végét rögzítjük,
majd a gyepek fölött lassan kihúzzuk azt. Ezáltal a tokra szerelt pálcák kijelöli
a feldolgozásra kerülő sávot. A vizsgált fajok család, esetleg rend taxonba
eső valamennyi egyedét számbavesszük és azokat a jegyzőkönyvben előre
elkészített alaprajzon regisztráljuk. (A mérőszalag cm-es beosztásáról az
állat/egyed/helyét is mérni tudjuk a sávban.)

Gypsint állomány felvételénél zoológiai vizsgálatok során alkalma-
zott módszer lehet még az ún. **négyzetsávok felvételezés**. Színes spárgával
előre elkészítünk egy 10 m²-es négyzetsávot, amelyet a kijelölt területen
talajba szűrt cövek segítségével kifeszítünk. A felvételezés adatainak
rögzítésekor az előzőekben ismertetett módon járunk el. A négyzetsávok
felvételezés az abszolút karakterisztikák számításához szükséges adatok
mellett az egyedek térbeli elhelyezkedéséről, eloszlásáról is tájékoztatást
nyújt.

Ha nem csupán csoportkarakterisztikákat kívánunk számolni, akkor fűháló-
val kiegészített tömeggyűjtést kell végezni, és a begyűjtött taxonómiai cso-
port egyedeit meg kell határozni.

Mind a kvadrát, mind a sávmodszerek több hibaforrást rejt magában, ezek
egy része objektív jellegű, de egy jelentős részük szubjektív hibaforrás is
lehet. Az eredmények így a legjobb esetben, a leggyengébb vizsgálat ese-
tén is kisebb-nagyobb hibaszázalékot tartalmaznak. Ezt a kiértékelésnél
nem hagyhatjuk figyelmen kívül.

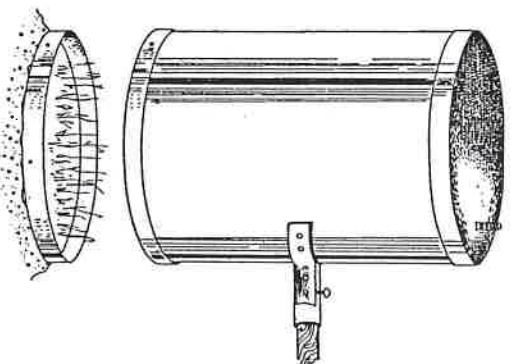
c.) Lebortámasz módszer

Eszköze a borítóhenger, amely legalább 50 cm magas, 1/10 m² alapterületű
bádoghenger (13. ábra). A felső vége zárt, fedőlapján egy kisebb lezárási
fedőnyílás található. A henger alsó részéhez egy bádogglyűrű csatlakozik,
amelyet csavarok rögzítenek a hengerhez. A henger köré kevés földet
emeljük és a kijelölt területen a talajra csapjuk. A henger köré kevés földet
kaparunk, majd felső nyílását megnyitva etilacetátos vattát dobunk bele. A
hengerbe került állatok elkabulása után lecsavarjuk a henger felső részét,
így csak a bádogglyűrű marad a földön. A növényeket ollóval levágjuk és
fehér papírlap felett lerázzuk róla az elkabult rovarokat. Ezt követően a ta-
lajról a fűcsomók töve közül is egyetve begyűjtünk minden állatot. Ahhoz,
hogy értékelhetők legyenek a vizsgálati eredmények 10-15 lebortámaszt kell
végezni.

A zoológiai vizsgálatok során egyéb gyűjtési módszereket is alkalmaz-
hatunk, ezek közül ismertebbek a különböző csapdázási és csalétkelési el-
járások.

d.) Talajcsapdázás

A talajcsapdázás során széles szájú
üvegeket, vagy műanyagpoharakat
ásunk a talajba olyan mélyen, hogy a
szájuk a talajszinttel legyen
egyvonalban. (A gyakorlatban nagyon
jól beváltak a 2 dl-es műanyag tejfőtő-
poharak. Könnyen kezelhetők,
egymásba tolvá egyszerre sok
szállítható a helyszínre, stb.) Csálétkül
húst, belsőséget, édes szagú, erjedő
szirupos folyadékot, vagy ezeket pótló
vegyszereket, pl. etilenglikolt
használhatunk. Az etilenglikol előnye,
hogy nem illékony, szinte minden
gerinctelen állat-csoportra hatással
van, sajnos a belehullott állatokat
megöli és konzerválja. Vigyáznunk
kell a vele való munka során, mert az
emberre is veszélyes mérge!



13. ábra: Borítóhenger

A csapdákat elhelyezésük után kö- vagy fadarabbal fedjük le így megóvhatjuk az esőtől. A lelett csapdák helyéről mindig készítsünk pontos rajzot, hogy később megtaláljuk őket. Ha befejeztük a gyűjtést a csapdákat feltétlenül szedjük fel!

1.2.2.3. Gerinces állatok megfigyelése

A gerinces állatok megfigyelését folyamatosan végezzük. A leggyakrabban szinte véletlenszerűen vesszük őket észre. Célszerű egyéni módon, csendben, távcsővel a kézben mozogni vagy figyelőállást foglalni. A halakról a horgászoknál is érdeklődhetünk!

1.2.3. Az állattani vizsgálatok kiértékelése

A zoocönológiai felvételező munka feldolgozása során leggyakrabban a következő kérdések fogalmazódnak meg: milyen állatfajok-, fajcsoportok alkotják a vizsgálat tárgyát képező társulást (vagy társulásokat); hány egyeddel vesznek részt az állatfajok; hogyan oszlik meg egymás között a rendelkezésre álló terület, búvóhelyeket, táplálékforrásokat stb.? Ezeket a kérdéseket ne lehet csupán minőségi vizsgálatokkal kielégítően megválaszolni. Ezért szükséges röviden, néhány egyszerűbb kvantitatív feldolgozási módszerrel is megismerkedni, hiszen ezek a minőségi (kvalitatív) kiértékelések számára is egzaktabb alapot szolgáltatnak.

a.) Cönológiai felvételi táblázatok készítése

A zoocönózisok vizsgálata egyrészt a faji összetétel – azaz a struktúra megismerése – másrészt a zoocönózist felépítő fajok, életformacsoportok tömegviszonyainak megismerésére irányul. A vizsgálandó társulásokat – mivel azokat a legtöbb esetben teljes egészében rendszerint nem tudjuk feldolgozni – meghatározott számú mintavételi egységekre osztjuk. Az előre meghatározott gyűjtési módszerrel begyűjtött állatokat először fajcsoportok, illetve fajok szerint elkülönítve meghatározzuk, majd megállapítjuk számszerűen értékelhető sajátágaik mennyiségi értékeit. Az állattársulásokat, a bennük élő fajok (fajcsoportok) megnevezése mellett mennyiségi adatokkal tudjuk legjobban jellemezni. A számszerű elemzőket **zoocönológiai karakterisztikáknak** nevezzük. A szerkezeti vagy struktúra-karakterisztikák között legfontosabb a **konstancia** (c, állandó), amely azt fejezi ki, hogy egy faj (vagy fajcsoport) a vizsgált területegység vagy térfogategység hány százalékában fordul elő. A konstanciafók meghatározása egyszerű százalékszámítással történik. Általános képlete:

$$c = \frac{Q - x}{Q} \cdot 100$$

ahol Q = megvizsgált területegység, vagy térfogategység száma, X = azoknak az egységeknek a száma, amelyekben a kérdéses faj (fajcsoport) nem fordult elő.

A tömegviszonyok karakterisztikáit két csoportba oszthatjuk:

Abszolút karakterisztikák

Abundancia (A, egyedsűrűség): azt fejezi ki, hogy egy faj vagy életformacsoport a zoocönózisban területenként vagy térfogategységenként átlagosan hány egyeddel fordul elő. Megállapítása egyszerű számítási feladat: a vizsgált faj befogott, vagy megszámlált összegedszámát a felvételi terület vagy térfogategység számával osztjuk.

Abszolút tömegviszonyt kifejező karakterisztika a **produkción** (P, sűrűség), amely alatt valamely fajnak az egyéni területre, térfogatra eső átlagsúlyát értjük. Megkapjuk, ha a vizsgált fajnak a felvételi területegységekből befogott összegedszámának a súlyát osztjuk a felvételi területegység számával.

Relatív karakterisztikák

A dominancia (D) azt fejezi ki, hogy egy faj egyedszáma hány százaléka a vizsgált zoocönózisban élő valamennyi faj összegedszámának.

Számítása:

$$D = \frac{s}{S}$$

képlet alapján történik, ahol „s” a vizsgált faj egyedszáma, „S” pedig a fajok összegedszáma. **A súlydominancia** (G) megállapítása során azt vizsgáljuk, hogy egy faj egyedeinek összszáma hány százaléka a zoocönózis valamennyi fajja összszámnak. Számítási képlete:

$$G = \frac{m}{M}$$

ahol „m” a vizsgált faj száma, „M” pedig a fajok összszáma. A felsorolt karakterisztikák fajonként, gyűjtőegységenként mért értékeit – azokat, amelyeket további számítások során is használunk – ún. primer cönológiai felvételi táblázatokban tüntetjük fel.

Mivel több minta adataiból számolunk, az S_D értéke annál inkább közelít a valósághoz.

Diverzitás vizsgálata

A diverzitás sokféleséget jelent, akkor minimális, ha egy társulásban minden egyed egy populációhoz tartozik. Akkor maximális, ha minden egyed más populációból kerül ki. A diverzitás akkor kisebb, ha egy vagy néhány populáció részese a társulásban kiugróan nagy. Nagyobb diverzitási értéket kapunk viszont akkor, ha az egyes populációk részese a társulásban egyenletesnek tekinthető a vizsgált cönózisban. Elsősorban a társulások időbeni diverzitás ingadozását szokták vizsgálni, amiből felvilágosítást kaphatunk a társulásban lejátszódó változásokról (új populációk megjelenése, elvándorlások, domináns populációk háttérbe szorulása, szerepcserek, stb.). A diverzitás kifejezésére egy olyan függvény alkalmas, amelynek értéke a fent leírt minimum és maximum érték között monoton jelleggel nőnek. Ez a logaritmus függvénye. A logaritmus alapja tetszőleges lehet, a legelfogadottabb a kettes alapú logaritmus használata. A diverzitás (H) függvény számítása:

$$H = - \sum_{i=1}^m p_i (\log_2 p_i)$$

ahol: p_i = a társulás i -edik populációjának relatív gyakorisága
 m = a társulás populációinak száma.

Egy populáció relatív gyakoriságát (p_i) a társulásban egyszerű százalékszámítással kapjuk.

$$p_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^m n_i}$$

ahol: n = a vizsgált populáció egyedszáma
 m = populációk száma
 n_i = i -edik populáció egyedszáma.

A zoocönológiai vizsgálatok egyes gyűjtési módszereinek feldolgozási módját (pl. jelöléses visszafogási módszer), ill. meghatározott konkrét célú vizsgálatok kiértékelésének pl. (korsoport struktúra vizsgálata) lehetőségeit a terepgyakorlati munka alatt elvégzendő konkrét feladatokat kijelölésekor ismertetjük.

1.2.4. Állattani vizsgálatok – feladatok

1. feladat: Fás társulások korona- és cserjeszintjének állattállomány felvétele

Eszközök, anyagok: Roverernyő, állathatározó, kéznagyító, távcső, szippantó
Kivitelezés: A 12. ábrán jelzett módon egy hosszú bottal határozott, de óvatos ütésekkel megkopogtatjuk a fák és cserjék ágait, miközben a roverernyőt az ágak alá tartjuk. Az ütések okozta kis rezzenések következtében a galliyakról az ernyőbe hullanak az állatok. A kopogtatást mindig a legfelső ágaknál kezdjük és fokozatosan haladunk lefelé. Hogy a roverernyőbe hullott állatok menekülését megakadályozzuk, az ernyőt időnként rázogathatjuk, így az ernyő oldalára mászott állatok visszahullanak. A gyűjtés befejezte után az állatokat sorban meghatározzuk és összeállítjuk a fajlistát. A fajok neve mellé a számukat is feljegyezzük, amelynek alapján kiszámítható az A és D értéke. Meghatározás után az állatokat elengedjük. A gerinces állatok listáját megfigyelés alapján állítjuk össze.

a./ Vizparti (bokorfűzes) társulás

Fajcsoport neve	Fajnév	db	A	D	Megjegyzés

b./ Töltesen kívüli ligeterdő (fenti táblázat szerint)

2. feladat: Gyepszintben élő állattállomány felvétele

Eszközök, anyagok: fűháló, állathatározó, kéznagyító, szippantó, borítóhenger.
Kivitelezés: A kijelölt területen fűhálózással begyűjtjük a gyepszintben élő állatokat. A fűhálózás során erőteljes mozdulatokkal húzzuk végig a fűhálót a növényzeten. A csapásokat úgy végezzük, hogy a háló keretének síkja kb. 20 fokban szöglet zájon be a felszínnel. Ha a gyepszint magas, a fűháló nem fogja át az egész egyréteget. Ilyen esetben ajánlatos két rétegben hálózni. Először a gyepszint tetejét, majd közvetlenül a talaj feletti réteget fűhálózunk le. Kb. 8-10 csapás után a fűháló száját összefogjuk és meghatározzuk a belekerült rovarokat. Először a nagyon mozgékony vagy a nagyobb testűeket, majd sorban a többi. Ne éljük meg az állatokat a már meghatározottakat engedjük el!

Fajcsoport neve	Fajnév	db	A	D	Megjegyzés

13. feladat: Végezzünk a talajmintában élőlény megfigyeléseket sztereó- és/vagy fénymikroszkóppal!

Megfigyelt élőlények neve	Megjegyzések



Készülődés a vízmintavételhez

2.2. VÍZVIZSGÁLATOK

Vízmintavételi módszerek

A vízi élőhelyek állapotának vizsgálatakor vízminták elemzésével is értékes adatokhoz juthatunk. A mintavételi helyek kijelöléséhez előzetesen áttekinthetjük a vizsgált területet. Alapszabálynak tekinthető hogy annyi mintát vegyünk amennyi lehetővé teszi az élőhely víztani jellemzését. A minták számát a terület nagysága és heterogenitása alapján határozzuk meg, minél nagyobb és heterogénabb a terület, annál több minta elemzésével kaphatunk reális képet az élőhely vízének állapotáról. Megkülönböztetünk felszíni és mélységi, illetve folyamatos és pillanatnyi mintavételt. A vizes élőhelyeknél általában partközeli és nyíltvízi mintát, ha fontosnak látszik, akkor fenék közeli mintát is veszünk. A mintát elemezhetjük a helyszínen vagy begyűjtöttük és laboratóriumba szállítjuk elemzésre. Utóbbi esetben gondoskodni kell arról, hogy szállításkor ne változzon meg a minta minősége. A mintákat olyan tiszta (szükség esetén sterilizált), jól zárható üveg vagy műanyag edényekbe vesszük, amelynek mérete megfelelő, minősége pedig garantálja a vízminta minőségének változatlanságát az elemzésig. Szennyezéskor célszerű a szennyezőanyag esetleges agresszivitására is gondolva, lehetőleg üveg edényt használni.

A teregyakorlatokon a Tisza-tó tiszafüredi térségében a parttól parközeli, csónakból pedig nyíltvízi felszíni és mélységi mintákat kell venni, amelyeket a parton egyorsteesti módszerrel megvizsgálunk, majd a vízi mikroszkopikus élőlények vizsgálatához a teregyakorlati munkaszobába viszik. A vízmintában talált mikroszervezetekből következtetni lehet a víz szennyezettségére, ehhez segítséget jelentenek a 28-31. ábrák.

ESZKÖZÖK, ANYAGOK

A vízvizsgálatokat részben a IV. pont alatt ismertetett környezetvizsgáló táská eszközeivel, részben pedig a környezet analízis készlettel végezzük. A mintavételhez a talaj- és vízmintavető készletet (Leybold 666325) és a vízi szervezetek mintavető készletet (Leybold 666327) használjuk. Az élőlények vizsgálatához sztereó- és fénymikroszkóp szükséges.

MÓDSZEREK

A vizsgálatok döntő többségét a környezetet analízis készlettel végezzük. A készlet nemcsak vizek, hanem talajoldatok vizsgálatára is alkalmas. Ebben a fejezetben a készlet alkalmazásának módszereit ismertetem. Néhány további egyszerű vizsgálat (víz színe, szaga, zavarossága) módszerét a feladatok ismertetésekor adom meg.

2.2.1. Vizsgálatok tesztpapírokkal

A táská mintegy 100 víz- vagy talajminta vizsgálatához szükséges, gyors elemzést lehetővé tevő anyagot tartalmaz. Alkalmas **halogén elemek** (klór, bróm és jód) kimutatására, különböző **olajok, ólom, vas** továbbá **szulfát, ammónia és nitrít** kimutatására és mennyiségének becslésére. A meghatározások általában színreakciókon alapulnak. A készletben található tesztpapírok és alkalmazásuk a következő:

2.2.1.1. Olajteszt papír

Alkalmas különböző olajok gyors kimutatására vízben és talajban.

Színreakció: a világoskék tesztpapír szénhidrogének jelenlétében (pl. gázolaj, fűtőolaj) sötétkék színűre változik.

Kivitelezés: Vizsminta esetén cseppentsen egy cseppet a mintából a tesztpapírra. Olaj jelenléte esetén kék elszíneződés látható. A szín intenzitásból következtethetünk az olaj mennyiségére, így különböző vizsminták relatív olajszennyezettségét meghatározhatjuk.

Talajminta esetén a papírcsíkot nyomja néhányszor a talajmin-tára, majd mérise tiszta vízbe. Olajtartalom esetén a tesztpapíron kék foltok jelennek meg.

Kimutatás érzékenysége:

Petróleum	250 mg/l-től ----	400 mg/l-ig
gázolaj (v. más magas oktánszámú)	10 mg/l-től ----	25 mg/l-ig
fűtőolaj	5 mg/l-től ----	10 mg/l-ig

2.2.1.2. Klórteszt papír

Alkalmas szabad klór, bróm és jód jelenlétének kimutatására

Színreakció: Halogének jelenlétében a sárga alapszínen kék elszíneződés látható.

Kivitelezés: Cseppentsen egy-két cseppet a vizsgálandó oldatból a tesztpapírcsíkra. Klór jelenlétében kék pont látható. Kis mennyiségű klór esetén halványabb kék gyűrű jelenik meg. Nagy koncentráció esetén a kék szíanyag roncsolódása miatt a kék folt néhány másodperc múlva eltűnik. A tesztpapírral már 1 mg/l mennyiségű klór kimutatható.

2.2.1.3. Ólomteszt papír

Alkalmas motorok kipufogógázában továbbá oldatokban és felszínen az ólom és ólomok jelenlétének jelzése.

Színreakció: A tesztpapír színe vöröses vagy sötét rózsaszíntre változik.

Kivitelezés: *Kipufogógáz* vizsgálatok a motort leállítjuk, majd a 2 csepp deszillált vízzel benedvesített tesztpapírt a kipufogócső belső felszínéhez nyomjuk és kb. egy percig ott tartjuk (A kezünk megégetését elkerülendő, e műveletet kesztyűben v. törőronggyal végezzük) A kivett tesztpapír ólom jelenlétében rózsaszín elszíneződést mutat.

Ha a kipufogócső belső felszínéről szennyeződés került a papírra, acetonnal lemosható, a színreakciót nem zavarja. *Oldatokban* a tesztpapír néhány másodpercig törtenő bemártásakor, *fel-színi ólomvizsgálatok* (pl. talaj, útburkolat, növények levele) pedig a deszillált vízzel benedvesített tesztpapírnak felszín-hez dörzsölésekor láthatjuk a színreakciót.

2.2.1.4. Vas meghatározás

A meghatározáshoz az alumínium tesztpapírt használjuk.

Eszközök: Alumínium tartalmú tesztcsíkok; Vas-I reagens; Mérőedény 5 ml-es jelzőssel; Kis mérőkanál.

Kivitelezés:

1. Öblítse ki a csövet a vizsmintával és töltsé a jelíig (pH 1-7);
2. Adjon egy kiskanállal hozzá a vas-I reagensből és rázza alaposan össze;
3. Azonnal olvassa le (Ne érintse meg a skála beosztást!);
4. Hasonlítsa össze a tesztcsíkot a mellékelt színes skálával, amely vas jelenlétében kékre színeződik.

Vas-II. meghatározáshoz (vas-III. nélkül) mérise bele a tesztcsíkot egyenesen a savas oldatba (mintába), vas-I reagens hozzáadása nélkül.

2.2.1.5. Szulfát meghatározás tesztpapírral

Alkalmas olyan vizek elemzésére, amelyek 300 mg/l, vagy annál több szulfátot tartalmaznak.

Színreakció: Az eredetileg vörös színű thorin-bárium komplexet tartalmazó tesztpapírcsik szulfát ionok jelenlétében sárga színűre változik.

Kivitelezés: Merítsük a tesztszűköt a vizsgálandó oldatba majd 2 perc elteltével figyeljük meg a változást. A papírszűk zónái szerint az alábbiak alapján értékelhetjük a szűkít mennyiségét:

4 zóna világos piros:	<200 mg/l szűkít
3 zóna világos piros, 1 zóna sárga:	>400 mg/l szűkít
2 zóna világos piros, 2 zóna sárga:	>800 mg/l szűkít
1 zóna világos piros, 3 zóna sárga:	>1200 mg/l szűkít
4 zóna sárga	>1600 mg/l szűkít

2.2.1.6. Ammónium meghatározás

A vizsgálathoz használandó Ammónia 1. reagens 28 %-os nátrium-hidroxidot (NaOH), a tesztszűk pedig 3,5 mg higany-káliumjodidot tartalmaz. Mindegyik vegyület mérgező, ezért különösen vigyázzunk, hogy a bővünkkel ne érintkezzünk. A tesztszűköt csak csipesszel fogjuk meg!

Színreakció: Ammónium jelenlétében a tesztszűk barnára színeződik.

Kivitelezés: 1. Öblítés után töltsé jellegű csövet;

2. Adjón 10 csepp Ammónium 1. oldatot hozzá és rázza össze;

3. Vegye ki a papírszűköt;

4. Merítse bele a mintába 5 mg-ig;

5. Hasonlítsa össze a készletben található színskálával!

A tesztpapír hosszabb tárolás esetén sárgára színeződik, de még ekkor is használható.

2.2.1.7. Nitrit teszt

Alkalmas a nitrit (NO₂) és nitrát (NO₃) meghatározására is.

Színreakció: Nitrát jelenlétében a tesztszűk vörös elszíneződést mutat.

Kivitelezés: 1. A nitrit tesztszűköt (pH 1-9) kb. 1 másodpercig mártás bele a mintába, majd vegye ki;

2. kb. 1 percnél várakozás után hasonlítsa össze a színskálával;

A nitrit koncentráció a tesztszűk második zónájában olvasható le.
3. Ha a nitrit zavarja a leolvastást, tegyen egy kiskanál amidoszulfonsavat az oldathoz és rázza össze. Két perc múlva leolvasható a nitritkoncentráció.

Koncentráció meghatározások fotométerrel

A fotométer a készletben található vegyszerekkel vizek, szennyvizek és más folyadékok vas, ammónium, foszfát, nitrit-, nitrát-, és szulfid-ion koncentrációjának meghatározását teszi lehetővé. A mérések 1% Transzmisszió pontossággal 550, 590 vagy 670 nm-en végezhetők.

A fotometrikus mérések elvei

* Színes vegyületet (oldatot) képezünk, amelyben a színintenzitás arányos a koncentrációval.

* A színes vegyület mérésével párhuzamosan vakpróbát végzünk (A mért értéket itt mindig 100-ra állítjuk).

* A fotométerrel transzmissziót (T %) mérünk.

* A fotométer működési elve: nagyobb koncentráció - intenzívebb szín - kevesebb fotocellára jutó fény - alacsonyabb transzmisszió.

* A mért transzmissziót minden anyagnál más-más mérőgörbe segítségével átszámítjuk koncentrációra.

A transzmisszió definíciója:

$$T\% = \frac{I}{I_0} \cdot 100$$

I₀ = a vakpróbával mért fényintenzitás

I = a mintával mért fényintenzitás

A fotométer használata

1. A készűkét a főkapcsolóval bekapcsoljuk.

2. A kívánt hullámhosszúat a felső forgatógombbal beállítjuk.

3. A vakpróbát a reagenscsőbe öntjük és a készűkét küvetatartályába helyezzük (kalibrálás).

4. A küvetát fekete fedéllel leborítjuk.

5. A fényerőt az alsó gombbal úgy szabályozzuk, hogy a mért érték 100 legyen.

6. A vakpróbát a küvetatartóból kivesszük és a vizsgálandó oldatot behelyezzük.

7. A küvetát ismételen lefedjük fekete fedéllel.

8. A digitális kijelzőn látható értéket leolvassuk.

9. A küvetát a küvetatartóból eltávolítjuk.

10. A készűkét kikapcsoljuk.

11. A mérési értéket a táblázat segítségével átszámítjuk.

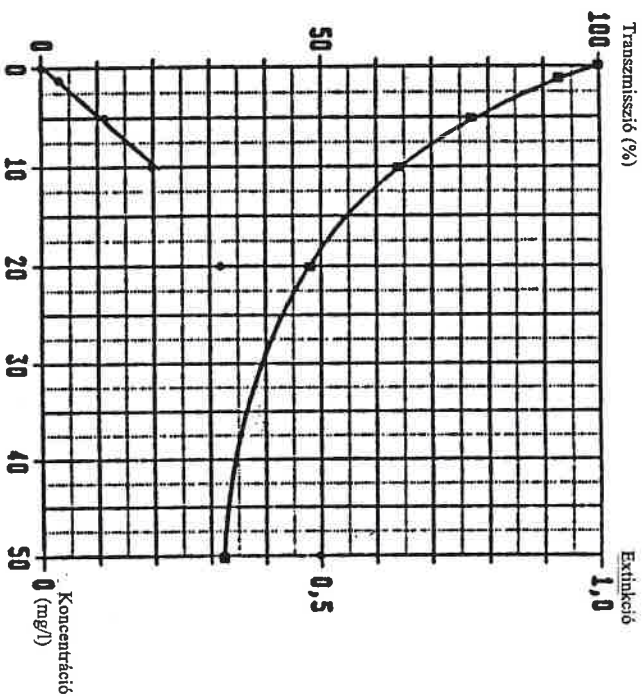
a./ Vas-meghatározás

Hullámhosszúság: 550 nm
Kalibrálás: 100% T kezeletlen oldattal.

Munkamódszer

1. A vizsgálandó oldatból 10 ml-t egy üvegcsőbe töltünk.
2. Az R_1 jelű reagensből 1 cseppet hozzáadunk és elkeverjük.
3. Az R_2 jelű reagensből néhány kristályt hozzáadunk és elkeverjük.
4. 5 csepp R_3 jelű reagenst hozzáadunk és elkeverjük.
5. 5 csepp R_4 jelű reagenst hozzáadunk és elkeverjük.
6. 5 perc múlva egy tiszta küvetát 2/3 részig töltünk e színes oldattal.
7. A küvetát a fotométer küvetatartójába helyezzük és az értéket leolvassuk.
8. Meghatározzuk a vas koncentrációját az alábbi görbével (22. ábra).

22. ábra: A vas (II) koncentráció leolvasási görbéje



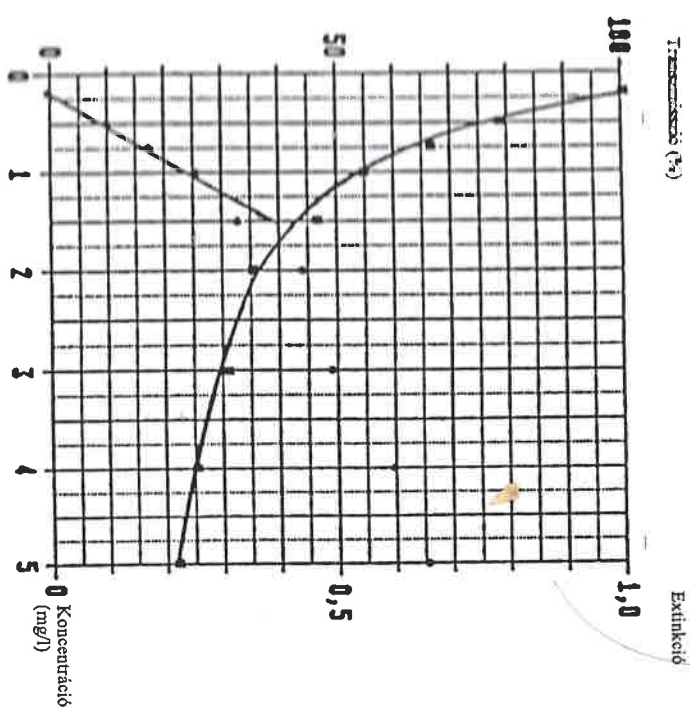
b./ Ammónium-meghatározás

Hullámhosszúság: 670 nm
Kalibrálás: 100 % T kezeletlen oldattal

Munkamódszer:

1. A vizsgálandó oldatból 10 ml-t egy üvegcsőbe töltünk.
2. Az R_1 jelű reagensből 10 cseppet hozzáadunk és elkeverjük.
3. Egy késhegynyi R_2 jelű reagenst hozzáadunk és feloldjuk.
4. 10 perc múlva egy tiszta küvetát 2/3 részben a színes oldattal feltöltünk.
5. A küvetát a fotométer küvetatartójába behelyezzük és az értéket leolvassuk.
6. Meghatározzuk az ammónium koncentrációt az alábbi görbével (23. ábra):

23. ábra: Az ammónium koncentráció leolvasási görbéje



c./ Szulfid-meghatározás

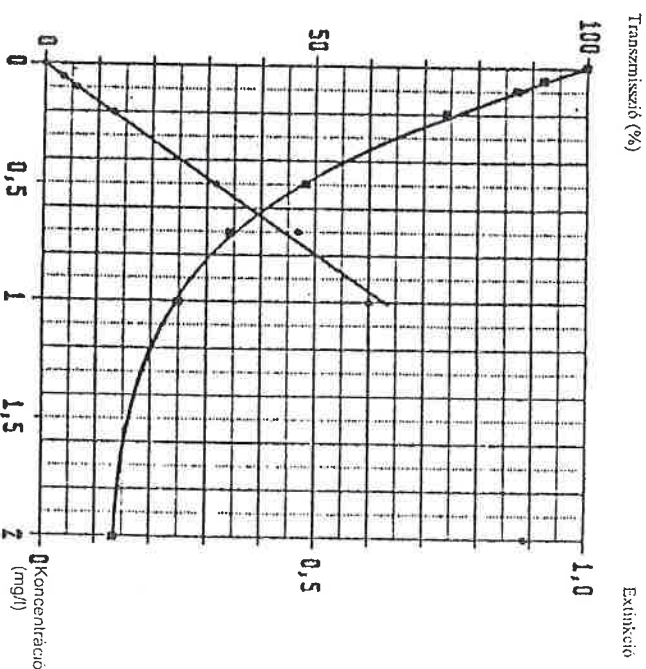
Hullámhosszúság: 670 nm

Kalibrálás: 100 % T kezeletlen oldattal

Munkamódszer

1. A vizsgálandó oldatból 10 ml-t egy üvegcsőbe töltünk.
2. Néhány szemet a K_1 jelű reagensből hozzáadunk és összekeverjük.
3. 10 cseppet az R_2 jelű reagensből hozzáadunk keverés nélkül.
4. Az R_3 jelű reagensből hozzáadunk 2 cseppet és most keverjük.
5. 10 perc múlva egy tiszta küvetát 2/3-ig töltünk a megszínezett oldattal.
6. A küvetát a fotométer küvetafogadójába helyezzük és az értéket leolvassuk.
7. Meghatározzuk a szulfid koncentrációt az alábbi görbén (24. ábra):

24. ábra: A szulfid koncentráció leolvadási görbéje



d./ Nitrit-meghatározás

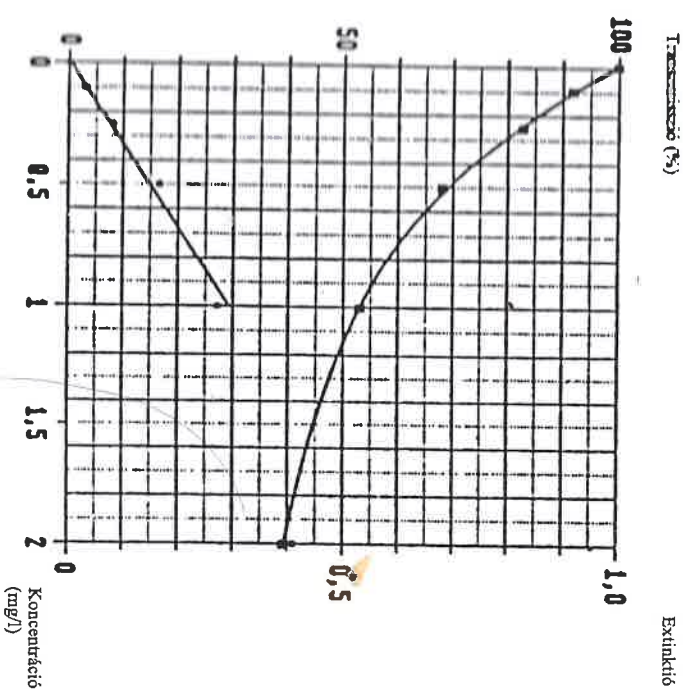
Hullámhosszúság: 550 nm

Kalibrálás: 100 % T kezeletlen oldattal

Munkamódszer

1. A vizsgálandó oldatból 8 ml-t üvegcsőbe töltünk.
2. Az R_1 jelű reagensből 15 cseppet hozzáadunk és elkeverjük.
3. Az R_2 jelű reagensből 15 cseppet hozzáadunk és elkeverjük.
4. 5 perc múlva egy tiszta küvetát a megszínezett oldattal 2/3 részig töltjük.
5. A küvetát a fotométer küvetafogadójába helyezzük és az értéket leolvassuk.
6. Meghatározzuk a nitrit koncentrációt az alábbi görbével (25. ábra)

25. ábra: A nitrit koncentráció leolvadási görbéje



e./ Nitrát meghatározás

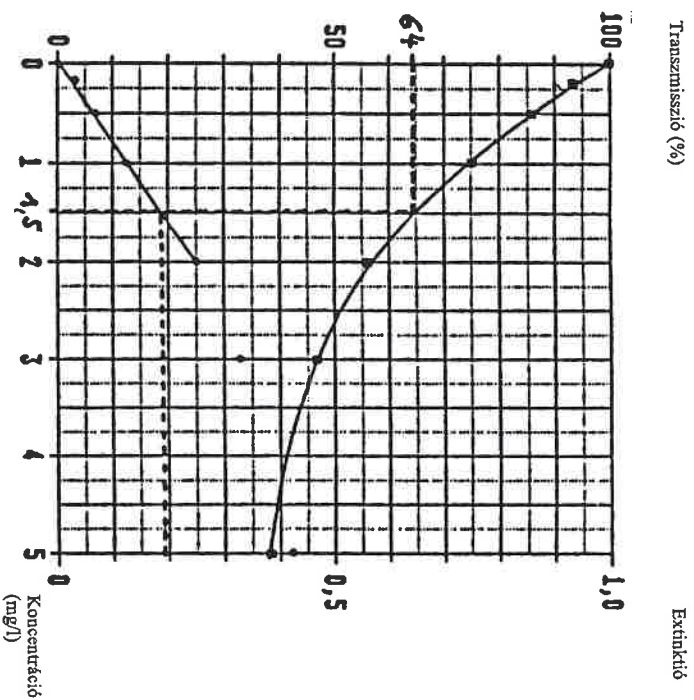
Hullámhossza: 550 nm

Kalibrálás: 100% T kezeletlen oldattal

Munkamódszer

1. A vizsgálandó oldatból 10 ml-t egy üvegesőbe töltünk.
2. Az R₁ jelű reagensből 10 cseppet hozzáadunk és elkeverjük.
3. Egy késhegynyi R₂ jelű reagenst hozzáadunk, gumidugóval az üvegesövet lezárjuk és kb. 20 mp-ig rázzuk.
4. 10 perc múlva egy tiszta küvetát 2/3 részig töltünk aszínos oldattal.
5. A küvetát a fotométer küvetatartóájába helyezzük és az értéket leolvassuk.
6. Meghatározzuk a nitrát koncentrációt az alábbi görbével (26. ábra):

26. ábra: A nitrát koncentráció leolvasási görbéje



f./ Foszfát meghatározás

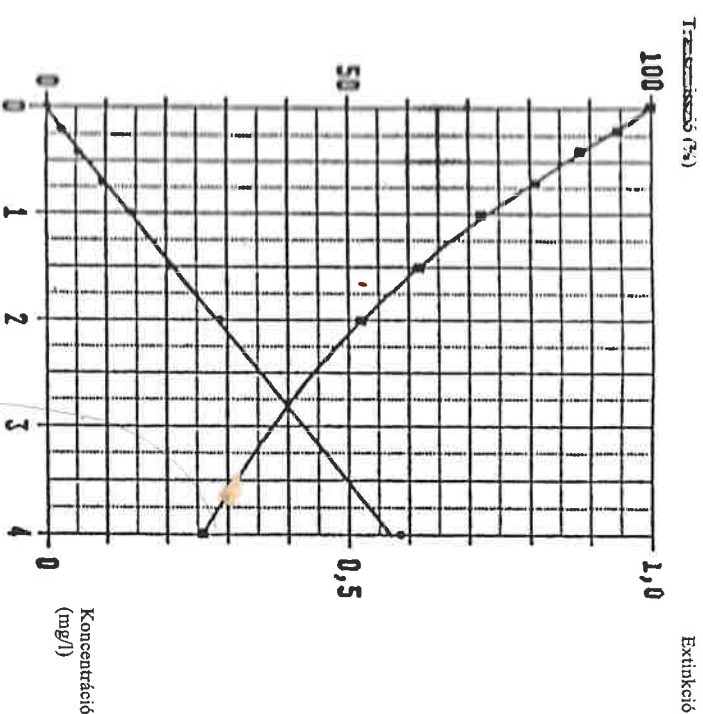
Hullámhossza: 670 nm

Kalibrálás: 100% T kezeletlen oldattal.

Munkamódszer:

1. A vizsgálandó oldatból 10 ml-t egy üvegesőbe töltünk.
2. Egy püpozott kiskéhegynyi mennyiséget az R₁ jelű reagensből hozzáadunk és elkeverjük.
3. Az R₂ jelű reagensből 10 cseppet hozzáadunk és elkeverjük.
4. 5 perc elteltével egy tiszta küvetába 2/3 részig töltjük a színes oldatot.
5. A küvetát a fotométer küvetatartóájába helyezzük és az értéket leolvassuk.
6. Meghatározzuk a foszfát koncentrációt az alábbi görbével (27. ábra):

27. ábra: A foszfát koncentráció leolvasási görbéje



2.2.2. Vízvizsgálatok -Feladatok

1. feladat: A víz színének vizsgálatá

Eszközök, anyagok: Kémcső, kémcsőállvány, szűrőpapír, tölcse.

Kivitelezés: Merítsünk valamilyen tiszta edénnyel vízmintát a vizsgált patak (tó) különböző helyeiről, majd szűrjük meg a makroszkópikus lebegő szennyezésektől. A zavaros vizet akkor is szűrjük meg, ha lebegő részek nincsenek benne. Szűrés után töltjük kémcsőbe és nappal áteső fényben állapítsuk meg a színt. A színt általában a benne oldott kémiai anyagok okozzák.

2. feladat: A víz szagának vizsgálata

Eszközök, anyagok: Főzőpohár, borszeszegő

Kivitelezés: Az 1. feladat szerint vegyünk mintákat és szagoljuk meg azokat. Utána kb. 50 ml-t tegyünk főzőpohárba és fokozatosan melegítsük fel, közben szagoljuk meg. Lehet, hogy hidegen nem de melegen jellegzetes szag érezhető. A tapasztalatok rögzítésére a következő megnevezéseket alkalmazzuk: szagtalan, földszagú, olajszagú, kellemetlen szagú, bűdös (pl. fekália vagy kénhidrogén szagú).

3. feladat: A víz zavarosságának vizsgálata

Eszközök, anyagok: Kémcső, kémcsőállvány

Kivitelezés: Vegyünk vízmintákat, töltünk meg velük egy-egy tiszta kémcsövet és szemrevételezéssel állapítsuk meg a zavarosság mértékét. Fokozatai a következők: tiszta, opálos, kissé zavaros, zavaros, nagyon zavaros. Ha a kiülelhető anyagok mennyiségét is meg akarjuk határozni, akkor hagyjuk 0,5-1 óráig ülepedni. Ügyeljünk arra, hogy közben a minták nyugalmi helyzetben legyenek. Mérészalaggal állapítsuk meg a kiülepedett rész és a felette levő víz arányát!

4. feladat: Vizek kén-hidrogén-tartalmának kimutatása.

Eszközök, anyagok: Kémcső, borszeszegő, gyufa, ólom-nitrátos szűrőpapír.

Kivitelezés: A vizsgálandó vízből öntsünk 10 ml-nyit egy kémcsőbe és borszeszegő lángja felett enyhén melegítsük. A melegítéskor szennyezettség esetén általában záptojásra emlékeztető szagot, a kénhidrogén szagát érezhetjük. A biztonság kedvéért tartunk a kémcső száájához ólom-nitrát-oldattal átitott szűrőpapírt. A papír a szulfidionok hatására megfeketedik.

5. feladat: A víz ammóniumion-tartalmának meghatározása Nessler-reagenssel

Eszközök, anyagok: 100 ml-es és 10 ml-es mérőhenger, Nessler-reagens.

Kivitelezés: A meghatározás azon a megfigyelésen alapszik, hogy az ún. Nessler-reagens lúgos oldata az ammóniumsók oldatából sárgásbarna csapadékot választ le. A vízmintákból 50 ml-t öntsünk egy-egy 100 ml-es mérőhengerbe, majd öntsünk hozzá 5 ml kétszeresen hígított Nessler-reagenst és rázzuk össze. Az oldat színéből megközelítő pontossággal megállapítható az ammóniumion mennyisége. A pontosabb meghatározás céljából az oldatot felülről és oldalról egyaránt nézzük meg. A mennyiség és színnek között a következő összefüggés van:

Felülről nézve	Oldalról nézve	Ammoniumion mg/1000 ml
színtelen	színtelen	nincs
sárgás színeződés	színtelen	0-0,05
világos sárga	sárgás színeződés	0,05-0,20
sárga	világossárga	0,20-1,00
vörösbarna	sárga	1,00-3,00
sötét vörösbarna	vörösbarna	3,00 felett

A sok ammóniumion jelenléte szennyezésre utal, ami bomló szerves anyagokból, műtrágyából, hígtrágyából származhat.

6. feladat: Határozza meg különböző vízminták olaj, ólom, klór, vas, szulfát, ammónium és nitrít tartalmát tesztpapíros mód-szerrel (környezet analízis készlettel)!

Az adatokat írja be a táblázatba!

Minta száma	Olaj mg/l	Klór mg/l	Ólom mg/l	Vas mg/l	Ammó- Nium mg/l	Szulfát mg/l	Nitrít mg/l

7. feladat: Műszeres vízvizsgálatok a környezeti szagló tászkával.

Határozza meg a víz hőmérsékletét, pH-értékét, vezetőképességet és fénysűrítésképességet! Az adatokat a vízvizsgálatok értékelő lapjára jegyezze fel!