

**Oktatási segédanyag**

**A vízi és a vizes él helyek  
sajátosságai és tipológiája**

**Szerkesztette:**

**Dévai György**

**Írták:**

**Dévai György, Nagy Sándor, Wittner Ilona, Aradi Csaba,  
Csabai Zoltán és Tóth Albert**

**KLTE Ökológiai Tanszéke**

**Hidrobiológiai Részleg**

**Debrecen, 1998**

## A víz, mint közeg jellemzése

### A hidrológiai ciklus

A víz a természet esszenciális alkotóeleme, a biológiai és a társadalmi lét elengedhetetlen feltétele ("conditio sine qua non"-ja). Ökológiai értelemben a víz tehát nem csupán egy  $H_2O$  képlettel leírható vegyületet jelent, hanem a földrajzi burok egyik élettelen alkotóelemét, s ezen belül mindazokat a megjelenési formákat az összes sajátosságaikkal együtt, amelyek a víz földi körforgásában, az ún. hidrológiai ciklusban részt vesznek. Megjelenési formán tehát nemcsak halmazállapotbeli különbségeket kell érteni, hanem a napsugárzás energiája által fenntartott teljes körfolyamat egyes szakaszainak jellegzetes állomásait, mint például a párolgással képződő párákat; a felhőkben gyülekező majd belőlük kihulló csapadékot; az abból kialakuló hótakarót és a belőle képződő gleccsereket; s végül az esőből, a hóból és a jégből létrejövő vizeket, elsősorban a vízburok döntő hányadát alkotó tengereket és óceánokat, továbbá a szárazföldek felszínén összegyülekező, részben helyben maradó, részben beszivárogó, részben pedig továbbfolyó, s ezzel jórészt a tengereket és az óceánokat tápláló kontinentális vizeket.

**A víznek a hidrológiai ciklusban résztvevő formáival a hidrológia – mint átfogó tudomány keretében – egy-egy külön tudományterület foglalkozik részletesen.** Az óceánokat és a tengereket az oceanológia, a felszíni állóvizeket a limnológia, a felszíni vízfolyásokat a reológia (más névhasználat szerint: potamológia), a forrásokat és a felszín alatti vizeket a sztigiológia (más névhasználat szerint: hidrogeológia), a hó és a jég formájában létező vizeket pedig a kriológia vizsgálja. Amennyiben a vizeknek ezeket a típusait nem a víz, mint a földrajzi burok egyik élettelen alkotóeleme oldaláról vesszük szemügyre, hanem a bennük élő forduló él lények szemszögéből tanulmányozzuk, valamennyi tudományág nevébe be kell illeszteni a "bio" szócskát, mégpedig a víztértípust és a tudományt jelölő szórészek közé (tehát a biotikus kitüntetés diszciplínanevek a következők lesznek: oceanobiológia, limnobiológia, reobiológia, sztigobiológia és kriobiológia).

A hidrológiai ciklusban résztvevő vízmennyiség döntő többségét magában foglaló vízburok egyrészt közeg, ami sajátosságainál fogva biztosítja igen sok élő lény létfeltételeit, másrészt egy olyan környezeti elem, amit a társadalom soha nem nélkülözhet fennmaradásához és sikeres működéséhez. Magával a vízburokkal és ennek a két funkciónak a sajátosságaival számos diszciplína foglalkozik, s ezek egyike a **hidrobiológia**. Ennek az egyértelműen a biológiához tartozó tudományterületnek a felfedezésével és "szó kitése" eredményeként fogalmazhatók meg. Az alapvető vonatkoztatási rendszer kialakításának egyik lépése egy objektumkiemelés, a másik pedig egy fogalmi elhatárolás. Az objektumkiemeléssel a vízburoknak a populációcentrikus posztulátum által kitüntetett élő világát különítjük el, a fogalmi elhatárolás pedig a sajátos szemléleti alapot, azaz a szünbiológiai nézőpontot eredményezi. Ennek megfelelően a hidrobiológia egy olyan szünbiológiai tudományág, amelynek két fő kérdése az, hogy a vízburokot benépesítő élő lények populációinak milyen térbeli, időbeli és mennyiségi eloszlási mintázatai vannak, s ezek

kialakulásáért, fennmaradásáért és változásáért milyen okok tehetők felelőssé. A korábban elmondottak szellemében a vízi ökológia az utóbbi kérdéskörrel foglalkozik. Ezt azonban csak akkor teheti eredményesen, ha megalapozott ismeretekkel rendelkezik mind a közegnek, mind a konkrét megjelenési formáknak, mind pedig az azokat benépesítő élőlényeknek a legfontosabb sajátosságairól.

### **A víz fizikai és kémiai tulajdonságai**

A vízi élőlények számára a víz az **aközeg**, amelyben életük zajlik, ezért fontos megismerni a víznek mindazokat a fizikai és kémiai tulajdonságait, amelyek ezt a közeget – mint életteret – jellemzik. Egyúttal azonban arról sem szabad elfelejteni, hogy a víz fizikai és kémiai tulajdonságai, valamint élővilága között kölcsönös kapcsolat áll fenn.

A víz **fizikai tulajdonságai** közül elsősorban a vízmozgások, a hőmérsékleti és a fényviszonyok azok, amelyeknek mind a vizek jellemzése, mind az élőlények elfordulása szempontjából döntő jelentősége van.

A **vízmozgások** elválaszthatatlanul hozzátartoznak a vizekhez, teljesen nyugalomban lévő víztömeg a természetben nincs. A vizek mozgását elsősorban a nehézségi erő befolyásolja, melynek hatására a vízfolyások az óceánok és a tengerek, ill. más olyan mélyedések (pl. tómedencék) felé törekszenek, ahol a „vízszintes” vízfelület kialakul. További hatóerkek tekinthetők a Föld forgása (Coriolis-erő), a hőmérsékleti és a sűrűségbeli különbségek, a levegő mozgása (szél) és a légnyomás (légnyomáskülönbség). A vízmozgások az időben történő változás szerint lehetnek aperiodikus (aritmikus), ill. periodikus (ritmikus) mozgások. Az előbbibe az áramlások, az utóbbiba a hullámozgás, a tómozgás (seiche) és az árapály tartozik.

Az állóvizek áramlási (rejtési) viszonyait alapvetően az áramlás következő formái jellemezhetik: (1) szél keltette áramlások (vízszintkilendülések); (2) eltérő sűrűség, hőmérséklet, ill. koncentrációjú víztömegek találkozásakor létrejövő áramlások (különböző típusú konvekciók); (3) a betorkolló, ill. a kifolyó vizek keltette áramlások. Az áramlás előbbi formái a folyóvizekben is előfordulnak, de a vízfolyások áramlási viszonyait döntően az áramlási sebesség határozza meg.

A hullámozgás úgy jön létre, hogy az egyensúlyi helyzetben lévő vízrészecskére valamilyen erő hat (pl. szél, egy kritikus sebesség fölött), a részecske kimozdul, rezgéseket végez, s a rezgési állapot tovaterjed a szomszédos részecskére. A rezgési állapot tovaterjedése a hullám. Tómozgás (seiche) akkor jön létre, amikor a szél elállta után a szél irányában feltorlódott víz visszalendül a széllel ellentétes irányba, s egycsomópontú vagy kétsomópontú ritmikus állóhullám keletkezik.

A **víz hőmérséklet** tanulmányozása alapvető jelentőségű, mivel a víz különleges termikus tulajdonságokkal rendelkezik. Légköri nyomáson (101,3 kPa) a víz fagyáspontja 0 °C, forráspontja 100 °C. Az oldott sótartalom a fagyáspontot leszállítja. A víz sűrűsége 4 °C-on a legnagyobb. Mind az ennél melegebb, mind az ennél hidegebb víz sűrűsége kisebb, ez a magyarázata annak, hogy a jég úszik a vízben, továbbá hogy a vizek befagyása felülről kezdődik, és általában ritkán fagynak be fenéig, ami az élővilág áttelelését teszi lehetővé. A víz fajhője (az anyag egy grammjának

h mérsékletét  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  értékkel növel  $h$  mennyiség) más anyagokéhoz viszonyítva magas érték (a vizét tekintik egységnyinek, azaz  $0\text{--}100\text{ }^{\circ}\text{C}$  között  $1,0$ -nek, ugyanakkor pl. a benzíné  $0,34$ , az alkoholé  $0,55$ , a gliceriné  $0,58$ , a paraffiné  $0,8\text{ cal/g }^{\circ}\text{C}$ ). Ebből következik, hogy a víz felmelegedése és lehűlése igen lassú folyamat. Felmelegedéskor sok hőt költök le anélkül, hogy a víz hőmérséklete jelentősen emelkedne, vagyis a vizek sok hőt raktároznak. Így a vizek hőmérsékletváltozása (gyakori, de helytelen szóhasználattal: a vizek hőklímája) sokkal kiegyenlítettebb, mint a légköré.

A hőrétegzettség a mélytavak jellegzetes tulajdonsága. A hőmérsékleti viszonyok alapján a mélytavakban három réteg alakul ki: a felső vagy fed réteg (epilimnion), melynek hőmérséklete a külső hőmérséklettel változik; az alsó vagy záróréteg (hipolimnion), melynek hőmérséklete egyenletes és a mélységgel alig változik; a közti vagy váltóréteg (metalimnion, angol szakkifejezéssel: thermocline), azaz a felső és az alsó közötti néhány méter vastag réteg, amit a hőmérséklet és a kémiai viszonyok gyors változása jellemez. A rétegzettségi állapot a hőmérséklet évszakos változásával együtt változik. Nyáron a víz hőmérséklet felülről lefelé csökken, és a felmelegedett réteg mintegy úszik az alsó hidegebb víztömegén (direkt rétegzettség). Ősszel a víz hőmérséklete a felszín közelében erősen hűlni és keveredni kezd, mígnem lehűl az alsó réteg hőfokára. Ezzel megszűnik a víztömegek keveredését akadályozó termális ellenállás, a víz egész tömege összekeveredik (szériális cirkuláció). Miután a víz egész tömege  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérséklet vért vált, a lehűlés felülről lefelé halad. Ez a téli, fordított (indirekt, inverz) rétegzettség: felül a jég, legalul legalul pedig az ekkor legmelegebb,  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os víz. Tavasszal ismét teljesen összekeveredik a víz, mivel a  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál hidegebb (tehát hígabb) tömegek  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegedve lesüllyednek (tavaszi cirkuláció). Az idővel rehaladtával, a fokozatos felmelegedés hatására azután ismét elkülönül a fedő-, a váltó- és az záróréteg, bekövetkezik a nyári direkt rétegzettség, vagy más néven a nyári pangás (stagnálás, stagnáció) időszaka.

A fény kitüntetett jelentőségű fizikai tényező, mivel a Földön természetes körülmények között a szerves anyagok döntő többségének elállításához (a fotoszintézishez) fény szükséges. Ugyanannak a víznek a fényviszonyai nemcsak nap- és évszak szerint, hanem a mélység függvényében is változnak. Biológiailag jól elkülönül a vizek felső, átvilágított rétege (fotikus réteg), ahol a fotoszintézis folyik (ez az építés tere, a trofogén réteg), az alsó, napfény nélküli rétegről (afotikus réteg), ahol fotoautotrófikus élet nem lehetséges (az autotróf szervezeteket csupán a kemoszintetizálók képviselik), és ezért a lebontást végző élőlények tevékenysége a meghatározó (ez a bomlás tere, a trofolitikus réteg).

A vizek felszínére érkező sugárzás két fő összetevőből áll: (1) közvetlen napsugárzás, ami derült időben az összes sugárzás  $80\%$ -át teszi ki; (2) az égbolt közvetett, szórt sugárzása. A közvetlen és a szórt sugárzás aránya függ a légkörben lévő idegen testek (vízpára, por, korom) mennyiségétől, az ég borultságától és a Nap magasságától. A Földre jutó sugárzás minőségileg három fő tartományra bontható: (1) a  $400\text{ nm}$  alatti hullámhosszúságú ibolyántúli (ultraviola – UV) sugarak; (2) a  $400\text{--}780\text{ nm}$  közötti látható (fény-) sugarak; (3) a  $780\text{--}3000\text{ nm}$  közötti vörösön

innen (infravörös – IR) sugarak. A fotoszintézis hatékony tartománya 390–710 nm közötti, ami az összes sugárzás 46–48%-a. A vízfelszínre érkező fény egy része visszaverődik (reflexió), egy része szétszóródik (diffúzió), egy része pedig elnyelődik (abszorpció). A szóródás és az elnyelés függ a fény hullámhosszától, ezért a vízbe hatoló fénysugarak hullámhosszuk szerint különböző mélységekig jutnak le. Tiszta vízben a kék színű sugarak jutnak a legmélyebbre, ezért látszik a tenger kéknek.

A víz saját színét szűrt vagy centrifugált mintából kell megállapítani. Ha a vízben színes szilárd részecskék lebegnek, szesztonszíneződést okoznak (a Tisza „sz kesége” pl. a vízben kavargó, löszös összletből származó, igen apró és nehezen ülepedő hordalékszemcsékből ered). A fitoplankton vagy a fotoszintetizáló baktériumok nagymértékű elszaporodása planktonszíneződést okoz (zöld, illetve piros elszíneződés). Az ún. vízvirágzás neusztonszíneződés, mivel nem a lebegő, hanem a víz felszínén összegyűlt, lepedéket alkotó algatömeg okozza.

A vizek fényellátottsága szoros kapcsolatban van átlátszóságukkal. Az átlátszóság mérésére szolgál az ún. Secchi-korong (beosztott zsinagon függő 20 vagy 30 cm átmérjű fehér-fekete cikkekre osztott kerek fémlap), amit addig eresztünk a vízbe, amíg el nem tűnik. Ez a mélység a Secchi-átlátszóság. A kontinentális vizek átlátszósága néhány centimétertől 42 méterig terjed. Hazai vizeinkben a 2 méternél nagyobb átlátszóság ritka, és a gyakori felkeveredés miatt ugyanabban a tóban is szeszélyesen változó. A vizek átlátszóságának pontosabb mérése fénymérőműszerekkel történik.

A víz igen jó és sokrétű oldószer, ezért **kémiai tulajdonságai** különös figyelmet érdemelnek. Kémiai értelemben a víz hidrogén (H<sup>+</sup>) és hidroxil (OH<sup>-</sup>) ionokból álló, H<sub>2</sub>O összegképletű vegyület. A természetben többnyire folyékony halmazállapotú közegként van jelen, amelyben oldott és/vagy emulgeált és/vagy szuszpendált anyagok találhatóak. A víz kémiai minősége szempontjából a vízben oldott gázok, az oldott sók (anionok és kationok, ill. az általuk meghatározott állapotjellemzők) és a szerves anyagok jelentősége a legnagyobb.

A vízben részben fizikailag, részben kémiailag **oldott gázok** közül az oxigén, a széndioxid, az ammónia és a kénhidrogén a legjelentősebbek.

Az oxigén a vízben fizikailag csak kis mértékben oldódik, de jobban, mint a nitrogén (az O<sub>2</sub>:N<sub>2</sub> arány a vízben 35:65, a levegőben 20:80), ezért a víz a levegőnél – az arányokat tekintve – oxigéndúsabb közegnek tekinthető. A vizek oldottoxigén-tartalma döntően biológiai eredetű, a fotoszintézis eredménye; a fizikai tényezők (felületi diffúzió és vízmozgások) hatása csak másodlagos. Az oxigéntartalom csökkenését a következők okozhatják: az élőlények légzése, a víz felmelegedése, más gázok (metán, kénhidrogén) feldúsulása, oxidálható vegyületek jelenléte. Az oldott oxigénnek elsősorban az élőlények oxigénszükségletének kielégítése miatt van nagy hidrobiológiai jelentősége.

A széndioxid vízben jól oldódik, szobahőmérsékleten közel 1:1 arányban, ez azonban nem tisztán fizikai folyamat:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ . A vízben oldott széndioxidformák a következők: kötött széndioxid (karbonát-ion); féligkötött széndioxid (hidrogénkarbonát-ion); szabad széndioxid, ami lehet (1) egyensúlyi, vagy tartozékos széndioxid (a szabad széndioxidnak az

a része, ami a kalcium- és a magnézium-hidrogénkarbonátokkal tart egyensúlyt, azok oldatban tartásához szükséges); (2) agresszív széndioxid (a szabad széndioxid azon része, ami újabb kalcium-karbonát oldására képes). A vizek széndioxid-tartalma két fő biológiai forrásból ered: egyrészt az élő lények légzése, másrészt a szerves anyagok bakteriális bontása során keletkezik. Csökkenésének biológiai (a fitoplankton fotoszintézise), kémiai (biogén mészkiválása, a pH emelkedése) és fizikai (légkörbe történő diffúzió) okai lehetnek.

Hidrobiológiai szempontból igen fontos az oldott oxigén és a szabad széndioxid koncentrációjának egymás melletti alakulása, mivel az építő és a lebontó folyamatok intenzitására és egymáshoz viszonyított arányára is utal. Mivel mindkettőnek a mennyisége mind térben (horizontálisan és vertikálisan), mind időben (évszakosan, sőt napszakosan is) jelentős mértékben változhat, a hidroökológiai vizsgálatok során különös gondot kell fordítani ennek a változási dinamikának a feltárására és ökonómizáló elemzésére.

Az ammónia igen jól oldódik vízben (szobahőmérsékleten víz :  $\text{NH}_3 = 1:700$ ). Az oldódás nem tisztán fizikai, hanem több más tényezőn kívül a víz pH értékét is nagy mértékben függ kémiai folyamat:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ . Az ammóniatartalom forrása a fehérjék bakteriális lebontása, de bejuthat a vizekbe szennyvízzel, csapadékkal (pl. a trágya bemosódásából). Az ammónia koncentrációja döntően biológiai úton csökken: egyrészt a fitoplankton hasznosítja nitrogénforrásként, másrészt a nitrifikáló baktériumok nitráttá oxidálják. Hidrobiológiai szempontból fontos, hogy a szabad ammónia a halakra és a haltáplálék-szervezetekre mérgező, míg az ammóniumionnak viszonylag nagy koncentrációban sincs toxikus hatása.

Kénhidrogénből a szobahőmérsékletű víz saját térfogatának 2,5-szeresét oldja. A vizekben döntően bakteriális úton, a kéntartalmú fehérjék bomlásából, ill. a szulfátredukció eredményeként kerül. A kénes források vize geológiai eredetű kénhidrogént tartalmaz. Oxigénnel érintkezve elemi kénné oxidálódik, ezért csak anaerob körülmények között fordul elő, ahol viszont a kénoxidáló baktériumok oxidálják elemi kénné, ill. szulfáttá. A kénhidrogén erős mérgező, a nem disszociált  $\text{H}_2\text{S}$  molekula mérgezőbb, mint a szulfidion. Hidrobiológiai szempontból fontos, hogy a vízi állatok érzékenysége igen eltérő (az árvaszúnyoglárva például sokkal kevésbé érzékeny, mint a halak).

A természetes vizek kémiai jellegét elsősorban a vízben **oldott sók** döntő hányadát képviselő nyolc ion, az ún. makroionok (négy kation:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ; ill. négy anion:  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) határozzák meg. A nátrium és a kálium az alkálifémek közé tartozik. Mindkettő jól oldódik vízben. A nátrium általában egy vagy több nagyságrenddel nagyobb mennyiségben fordul elő, mint a kálium. A kalcium és a magnézium az alkáliföldfémek közé tartozik. Vegyületeik közül a karbonátok és a foszfátok vízben alig, vagy egyáltalán nem oldódnak. A karbonát és a hidrogénkarbonát fontos komponensei a széndioxid-rendszernek, aminek a működését néhány fontos törvényszerűség jellemzi: (1) karbonát és szabad széndioxid egyidejűleg nem lehet jelen, mivel:  $\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2 \text{HCO}_3^-$ ; (2) ha a vízben a  $\text{pH} > 8,3$ , akkor csak  $\text{CO}_3^{2-}$  és  $\text{HCO}_3^-$  fordulhat elő (alkalikus víz); (3) ha a  $\text{pH} < 8,3$ , akkor csak szabad  $\text{CO}_2$  és  $\text{HCO}_3^-$  fordulhat elő

( -limnotípusú víz). A klorid vízben igen jól oldódó halogén ion. A szulfát a természetes vizekben a második vagy harmadik legnagyobb mennyiségben jelen lévő anion. Felszíni vizeink túlnyomó többségére a kalcium- és a hidrogénkarbonát-dominancia jellemző.

A természetes vizekben az egyes komponensek abszolút mennyiségei igen változóak. Sokkal állandóbb, ezért a vízre jellemző az alkotórészek egymáshoz viszonyított mennyisége. Maucha Rezső javaslatára a nyolc makroion mennyiségét egyenérték-százalékban fejezzük ki, s ezeknek az értékeknek a felhasználásával ún. csillagábrát szerkeszthetünk. A csillagábra szerkesztéséhez használt kör sugara arányos a víz összes ion-koncentrációjával, a 30 egyenérték-százalékot meghaladó mennyiségben lévő ionok pedig a víz típusát meghatározó ún. uralkodó kationok, ill. anionok.

Az egyéb, de a vízben általában kisebb mennyiségben jelen lévő **elemek** közül természetes vizeinkben igen soknak komoly jelentősége van, elsősorban az élő világ szempontjából. Ezek közül a legfontosabbakat a vízi tápanyagforgalom keretében tárgyaljuk, a többiekkel itt most csak néhányat tartunk szükségesnek megemlíteni.

A vas (Fe) minden élő lény számára nélkülözhetetlen elem. Az élő lények szempontjából általánosságban inkább mikroelemnek tekinthető, de környezeti szempontból a makroelemek közé sorolható, s különösen vízi környezetben fontos szerepe van. Anaerob környezetben oldott, ferroion ( $\text{Fe}^{\text{II}}$ ), oxidatív környezetben kicsapódott, ferri-ion ( $\text{Fe}^{\text{III}}$ ) formájában fordul elő.

A szilícium (Si) a kovaalgák vázépítő eleme. Mély, rétegzett tavakban a tavaszi-nyáreleji kovaalga-tömegprodukciónak gyakran teljesen „feléli” a vízben található szilíciumot, s így a továbbszaporodásához szükséges feltételeket önmaga szünteti meg. Hazai, gyakran felkevered sekélyvizeinkben szilíciumhiánnyal általában nem kell számolni.

A mikroelemek (más néven nyomelemek vagy oligoelemek) körébe az élő lények szervezetében igen kis mennyiségben előforduló, de a normális életműködéshez szükséges biogén elemek tartoznak (mint pl.: Cu, Zn, Mn, Co, Br, Se, Mo, Ba, Sr, Al, B, V).

A **szerves anyagok** a vizekben oldott és formált formában fordulnak elő (ide tartoznak maguk a vízben élő élő lények is, mint élő formált szerves anyag!). Kémiaiilag a szerves anyagok – mint vegyületek – nagyon sokfélék lehetnek, amelyek mindegyikének azonosítására külön-külön a gyakorlatban nincs mód, s az esetek többségében nincs is rá szükség. A gyakorlati vízelemzésben általában nem egyedi vegyületeket, hanem a víz szervesanyag-tartalmára összességében utaló ún. csoportparamétereket határoznak meg. Ilyenek a klasszikus analitikai módszerekkel meghatározható kálium-permanganátos, illetve (di)kromátos kémiai oxigénigény vagy más néven oxigénfogyasztás ( $\text{KOI}_{\text{ps}}$  vagy  $\text{KOI}_{\text{sMn}}$ , illetve  $\text{KOI}_{\text{k}}$  vagy  $\text{KOI}_{\text{Cr}}$ ), továbbá a biokémiai oxigénigény (BOI); a mérés során az összes szerves szén (TOC) és oldott szerves szén (DOC).

Adott hőmérsékleten egy oldat **fajlagos elektromos vezetőképessége** függ a benne oldott ionok mennyiségétől, minőségétől és disszociációfokától. Azoknál a vizeknél, amelyek elsősorban szervesanyagokat tartalmaznak – mint a legtöbb természetes vizünk – a vezetőképesség elsősorban a szervesanyagok ionok összkoncentrációjától függ, azaz a víz összes oldott anyagáról tájékoztat.

Az általános szerveskémiai vízjellemzők közé a **pH**-t és a **redoxipotenciált** soroljuk. A pH (kémhatás) a hidrogénion-koncentráció negatív logaritmus. A természetes vizek pH értéke általában 6,5–8,5 közé esik. A humuszsavakban gazdag lápvizek pH-ja többnyire 4,5–5,0 közötti; a szikes-sziksós vizeké gyakran >10. Ha egy olyan oldatba, ami egy reverzibilisen oxidálható és redukálható anyag oxidált és redukált alakját egyidejűleg tartalmazza, sima platinaelektrodot merítünk, akkor az jól definiált potenciált vesz fel az oldattal szemben. Ez az elektródpotenciál az ún. redoxipotenciál ( $E_h$ ). A redoxirendszerek hidrobiológiai jelentősége igen nagy, hiszen az élet egyik hatalmas energiáforrása éppen a redoxireakciók során mobilizálódó energia. Minél nagyobb mértékben lehetséges az oxidáció, annál kedvezőbb a lehetőség az aerob életre, ami a természetes vizek "egészséges" állapotának egyik legfontosabb jellemzője. Ha viszont az oxidációs folyamatok lelassulnak, és helyükre egyre inkább a redukció lép, akkor az aerob élet kiszorul, és az anaerob élet kerül előtérbe, ez pedig a poszt-, berokk – "egészségtelen" állapotú – víz jellemzője.

### **A vízi tápanyagforgalom jellegzetességei és fő alkotóelemei**

Azokat a rendszeresen ismétlődő tömegforgalmi folyamatokat (az ún. körfolyamatokat), amelyek a tápanyagokat mozgatják a bioszférában, biogeokémiai ciklusoknak vagy tápanyagciklusoknak nevezzük. Ezek a ciklusok két alapvető fázisra oszlanak: [1] a környezeti fázis, amelyben a kémiai tápanyagok átalakulásai a talajban, a vízben, a levegőben történnek; [2] az élőlény-fázis, amelyben a tápanyagok az élőlényeken belül, biokémiai folyamatok révén átalakulnak.

Az elemek biogeokémiai ciklusai a történet helye szerint két nagy csoportba sorolhatók: főként a légkörben, ill. zömmel az üledékben lejátszódókra. Az előbbi csoportnál az elemek (C, N, O) szerves formáinak fő tárolója a légkör, így körforgásuk viszonylag egyenletesebb, visszakerülésük könnyebb, hozzáférhetőségük pedig az élőlények számára nagyobb, mint a zömmel üledékes közetekben tárolt többi elemé (pl. P, S, fémek), amelyek a második csoportot alkotják.

Összességében a természetben jelenlévő 92 elem mintegy 40 tekinthető az élethez nélkülözhetetlennek. Ezeket nevezzük biogén elemeknek, átalakulásukat pedig biogeokémiai ciklusoknak. Közülük hat elem – a szén, az oxigén, a hidrogén, a nitrogén, a foszfor és a kén – alkotja a mikroorganizmusok, a növények és az állatok testtömegének 90–95%-át, ezért ezek az állandó (minden élőlényben megtalálható) elemeken belül az elsődleges (primer vagy organogén) elemek csoportját alkotják.

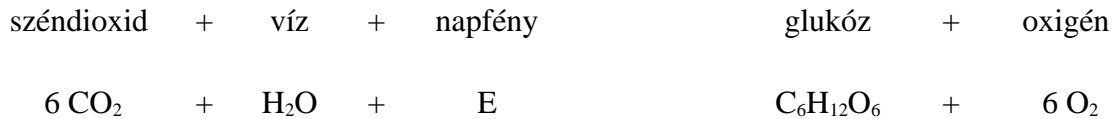
### **A szén ciklus**

A Földön az élő állapotú anyagi rendszerek létezésének alapja az asszimiláció és a disszimiláció szorosan összekapcsolódó, de ellentétes irányú folyamata, amelynek keretében a szén és az oxigén biogeokémiai átalakulásai egymástól elválaszthatatlanok. Biogeokémiai szempontból a jelenlegi körülmények között az asszimilációs folyamatok közül a fotoszintézis, a disszimilációs folyamatok közül pedig a légzés tekinthető meghatározó jelentőségűnek.



A fotoszintézis során a fotoszintetizáló szervezetek (növények és az algák) a széndioxidot a napfény energiája segítségével szerves anyaggá alakítják át, miközben oxigén keletkezik. A fotoszintézis termékei, az oxigén és a szerves anyag esszenciális tápanyag a nem-fotoszintetizáló szervezetek (állatok) számára. Az állatok felhasználják az oxigént és a szerves tápanyagot, miközben széndioxidot termelnek.

A fotoszintézis (felső nyíl) és a légzés (alsó nyíl) folyamatát a következőképpen írhatjuk le:



A biológiai szén ciklus központi vegyülete, szervesen nyersanyaga a vízben a széndioxid. A vízben oldott széndioxid-formák a következők: kötött széndioxid (karbonát-ion); féligkötött széndioxid (hidrogénkarbonát-ion); szabad széndioxid, ami lehet [1] egyensúlyi vagy tartozékos széndioxid (a szabad széndioxidnak az a része, amely a kalcium- és a magnézium-hidrogénkarbonátokkal tart egyensúlyt, azok oldatban tartásához szükséges); [2] agresszív széndioxid (a szabad széndioxid azon része, amely újabb kalcium-karbonát oldására képes). A vizek széndioxid-tartalma két fő biológiai forrásból ered: az élőlények légzése, illetve a szerves anyagok bakteriális bontása során keletkezik. Csökkenésének biológiai (a fitoplankton fotoszintézise), kémiai (biogén mészkiválása, a pH emelkedése) és fizikai (léggörbe történő diffúzió) okai lehetnek. Hidrobiológiai szempontból igen fontos az oldott oxigén és a szabad széndioxid koncentrációjának egymás melletti alakulása, mivel az építési és lebontó folyamatok intenzitására utal.

A fotoszintézis során keletkezett szerves molekulák bekerülnek a táplálékhálóba, s ezáltal a szén útja a környezeti fázisból átkerül a ciklus élőlényfázisába.

Az élőlényekben lévő szerves szén egy része széndioxiddá oxidálódik az élőlények légzésekor. Ez a folyamat a fotoszintézis fordítottja: a szerves anyag oxigén felhasználása mellett széndioxidra és vízre bomlik, miközben energia szabadul fel, ezzel a széndioxid visszakerül a környezeti fázisba. A szerves szén kisebb része lefolyással, szárazföldi ragadozók zsákmányaként vagy a vízben fejlődött rovarok kirepülésével kerül ki a vízi környezetből.

Az elpusztult élőlények testanyaga szerves törmelékként (pl. fórná, detritusz) van jelen a vízben, legnagyobb része azonban leülepedve az üledéket gazdagítja. A holt szerves anyagok egy része lefolyás révén kijuthat a vízterbe is, ugyanakkor bemosódással be is kerülhetnek.

Az oldott és formált szerves anyagok táplálékul szolgálhatnak, és így ismét élőlények testanyagává változnak, legnagyobb részüket azonban a lebontók (dekomponáló szervezetek) alakítják át: ha a lebontás aerob körülmények között történik, széndioxid lesz belőle, míg anaerob úton a szén egy része metánná redukálódik. A metán képződése (metánfermentáció) két lépésben

zajlik. Az els ben különféle fakultatív és obligát anaerob baktériumok a szerves anyagok fehérje-, szénhidrát- és zsírtartalmát hidrolízissel és fermentálással zsírsavakká alakítják. A másodikban a szigorúan anaerob metánképz baktériumok (Methanobacterium, Methanococcus, Methanosarcina) ezeket a zsírsavakat metánképzés közben hasznosítják. A keletkez metán egy része diffúzióval kikerül a vízb l, másik részét a szigorúan anaerob metánoxidáló baktériumok (pl. Methanomonas methanica) széndioxiddá oxidálják.

### **Az oxigénciklus**

A legtöbb él szervezetnek szüksége van oxigénre a protoplazmájában játszódó bioszintézishez, mások az oxigént elektronakceptoroként igénylik asszimilációs folyamataikhoz. Jelent s oxigénfogyasztók a mikroorganizmusok a mineralizációs folyamatok során. A legtöbb oxigén azonban a légzéshez szükséges, ezért az oxigén els sorban a légzés vonalán válhat az él lények elterjedésének gátló tényez jévé. Míg a szárazföldi él lények számára a légkör oxigénje korlátlan mennyiségben hozzáférhet , a vízben aerob él lények csak ott fordulnak el , ahol oldott oxigén is található.

A biológiai oxigénforgalom legfontosabb folyamatai a következő k:

Fotoszintézis, oxigén keletkezése:  $\text{H}_2\text{O}$   $\rightarrow$   $\text{O}_2$

fény

Légzés, oxigénfelhasználás:  $\text{O}_2$   $\rightarrow$   $\text{H}_2\text{O}$

fény és sötét

Bioszintézis, oxigénasszimiláció:  $\text{O}_2$   $\rightarrow$  szerves kötés oxigén

fény és sötét

Mineralizációs folyamatok: szerves kötés oxigén  $\rightarrow$   $\text{H}_2\text{O}$

fény és sötét

A vizek oldott oxigén tartalma dönt en biológiai eredet , els sorban a fitoplankton és a hínárnövényzet fotoszintézisének eredménye; a fizikai tényez k (felületi diffúzió és vízmozgások) hatása csak másodlagos. Az oxigéntartalom csökkenését az állatok és a növények légzése, a szerves anyagok bomlása, a víz felmelegedése, más gázok (metán, kénhidrogén) feldúsulása, oxidálható vegyületek (pl.  $\text{Fe}^{++}$ ) jelenléte, valamint a kifolyó vízzel járó veszteség idézhetik el .

Azokat az él lényeket, amelyek az él állapotú anyag jellemz szerkezetének fenntartásához és az életjelenségek biztosításához oxigént – a vízi szervezetek túlnyomó többségénél vízben oldott

oxigént – igényelnek, aerob élőlényeknek nevezzük. Vannak olyan élőlények (bizonyos baktériumok, gombák, élesztők, bélférgek, szabadon élő fonálférgek), amelyek átmenetileg vagy állandóan képesek szabad oxigén jelenléte nélkül élni; az előbbieket fakultatív anaerob, az utóbbiakat obligát anaerob szervezeteknek nevezzük. Az anaerobok a különféle szerves vegyületeket (pl. szőlőcukor, glikogén) alkohollá, ecetsavvá, tejsavvá stb. bontják (fermentálják), miközben a részleges belső oxidációval képződő aránylag csekély energiamennyiséget használják életfolyamataik fenntartására.

### **A hidrogénciklus**

A biogeokémiai ciklusokkal foglalkozó irodalmakban nem találkozunk a hidrogénciklussal, hiszen a hidrogén önálló körforgalmáról nem beszélhetünk. A hidrogén – mint a szerves anyag nélkülözhetetlen építőeleme – nem önmagában, hanem a víz, illetve a szerves vegyületek alkotórészeként vesz részt az anyagforgalmi folyamatokban. Ismertek azonban olyan mikrobiális folyamatok, amelyekben hidrogéngáz-termelés, illetve hidrogénfogyasztó baktériumok tevékenykednek. Ezeknek a baktériumoknak a tevékenysége azonban elválaszthatatlan a szén, a kén, vagy a nitrogén vegyületeinek átalakulási folyamataitól. A hidrogéngáz-termelés egyik csoportja a szulfátredukálókkal és a metanogénekkal alkotja a metabiózist, a másik csoportba bizonyos nitrogénkötő mikroorganizmusok tartoznak, amelyeknél a fotohidrogén-képzés a nitrogénkötés járulékos jellemvonása és a nitrogénáz enzim szabályozási rendszerének irányítása alatt áll. A hidrogén eliminálásában, ill. oxidációjának katalizálásában pedig számos hidrogenáz enzimet tartalmazó aerob és anaerob baktérium vesz részt (pl. *Desulfovibrio desulfuricans*, *Clostridium acetivum*, *Hydrogenomonas facilis*, *Micrococcus denitrificans*, *Methanobacterium omelianskii*, *Aerobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*).

### **A nitrogénciklus**

A vizekben található nitrogénformák öt csoportba sorolhatók: [1] molekuláris vagy elemi nitrogén, oldott formában; [2] szerves nitrogénvegyületek, beleértve a fehérjék bomlástermékeit is (aminosavakat, karbamidot, metilamint stb.), oldott vagy formált állapotban (utóbbi lehet élettelen szerves törmelék vagy élő szervezet); [3] ammónia, szabad ammónia ( $\text{NH}_3$ ) és ammóniumion ( $\text{NH}_4^+$ ) formájában, gyakran szilárd részecskék felületére adszorbeálódva; [4] nitrit-ion ( $\text{NO}_2^-$ ) formájában; [5] nitrát-ion ( $\text{NO}_3^-$ ) formájában.

A nitrogénciklus fő folyamatai: [1] az elemi nitrogén megkötése és szerves nitrogénvegyületté alakítása nitrogénkötő szervezetek által; [2] a szerves vegyületekből a nitrogén felszabadítása ammónia formájában a mikroorganizmusok által végzett deaminálás (ammonifikálás) révén; [3] az ammónia oxidálása nitritté, majd nitráttá nitrifikáló baktériumok által; [4] a nitrát redukciója ammóniává (nitrátammonifikáció = a nitrifikáció ellentétes folyamata), ill. elemi nitrogénné (denitrifikáció); [5] az ammónia és a nitrát felhasználása a fotoautotróf szervezetek által (asszimilációs nitrátredukció).

A biológiai nitrogénciklus első lépése tehát az elemi nitrogén bejutása a nitrogénközt él lények testének szerves vegyületeibe, s onnan a vízbe. A vizekben található nitrogénközt szervezetek egyik csoportjába bizonyos (heterocisztás) cyanobaktériumok tartoznak, a másik csoportba pedig különböző baktériumok. A baktériumok nagy része képes az elemi nitrogén megkötésére, a közismert aerob *Azotobacter* és az anaerob *Clostridium* fajok mellett *Azotomonas*, *Aerobacter*, *Methanomonas* és *Pseudomonas* törzsek, valamint fotoszintetizáló baktériumok (*Rhodospirillum*, *Rhodomicrobium*, *Cromatium* fajok). A nitrogénközt baktériumok nemcsak a nyíltvízben, hanem él bevonatokban, üledékben, de különösen a víz-üledék határrétegben találhatók.

A szerves anyagcseretermékek és az elpusztult él lények testének anyagai az aerob és az anaerob fehérjebontó és ammonifikáló baktériumok tevékenysége révén ammóniává alakulnak, de számottevő mennyiségben ürítenek ammóniát az állatok is, nemcsak a gerincesek, hanem a gerinctelenek is. A fotoszintetizáló egysejtű algák, amelyek a nitrátot sejten belül redukálják, tekintélyes mennyiségű ammóniát (és nitritet is) juttatnak a környezetükbe. Ammónia keletkezhet nitrátból is a nitrátredukciónak nevezett bakteriális folyamatban.

Az ammóniát mind az algák, mind a növények (makrofitonok) közvetlenül – mint nitrogénforrást – hasznosítják, legnagyobb részben azonban a nitrifikáló baktériumok által két lépésben nitrát keletkezik [ammóniaoxidáció ún. nitrit-baktériumok (pl. *Nitrosomonas*) által, majd nitrátoxidáció ún. nitrát-baktériumok (pl. *Nitrobacter*) által].

A nitrifikáció eredményeként keletkező nitrátot egyrészt a növényi szervezetek hasznosítják (asszimilációs nitrátredukció, sejten belül), másrészt a bakteriális nitrátredukció (disszimilációs nitrátredukció) kiindulási anyaga. A bakteriális nitrátredukció két úton mehet végbe. Az egyik a nitrifikáció ellentétes folyamata, s végterméke az ammónia. A másik folyamatban a bakteriális redukció végterméke elemi nitrogén. Ez utóbbit nevezzük denitrifikációnak, a folyamatban résztvevő baktériumokat pedig denitrifikáló baktériumoknak (pl. *Pseudomonas denitrificans*, *Bacillus licheniformis*, *Paracoccus denitrificans*). A denitrifikációban keletkező elemi nitrogén már csak a nitrogénközt szervezetek tevékenysége révén kerülhet vissza a biológiai körfolyamatba.

### **A kénciklus**

A kén a földrajzi burok történései szempontjából mind minőségileg, mind mennyiségileg az egyik legfontosabb elem. Kémiaiilag -2, 0, +4 és +6 oxidációs állapotokban létezhet, így a legkülönbözőbb geológiai körülmények között képződött anyagok alkotóeleme lehet. Ennek megfelelően különböző formái valamennyi szférában jelen vannak.

A kénciklusban a kénvegyületek közül négynek van kitüntetett szerepe: a szulfátnak, a szerves kötésű kénvegyületeknek, a szulfidnak és az elemi kénnek, de igen fontos szerepet játszik egy ötödik, a részlegesen oxidált kénvegyületek csoportja is. Ez utóbbi vegyületek szinte minden átalakulásban részt vesznek, de általában csak mint köztitermékek, ami az átalakulások oxidációs-redukciós jellegével, ill. a különböző oxidációs állapotú kénvegyületek stabilitásával magyarázható.

A kénciklus legfontosabb átalakulási útjai a következők.

A szulfát a növényi szervezetek kénforrása; az asszimilációs szulfátredukció során a szervetlen kén szerves kénvegyületté alakul. Az állati szervezetek kén szükségletüket növények, ill. más állatok elfogyasztásával elégítik ki.

A szulfátredukáló baktériumok (pl. *Desulfovibrio desulfuricans*) az ún. disszimilációs szulfátredukció során a szulfátból kénhidrogént állítanak elő, ami vagy kémiai oxidálódik elemi kénre, vagy a kénoxidáló baktériumok oxidálják. A hidrogén-szulfid fémekkel reakcióba lépve fémszulfidok formájában kicsapódhat, így hosszabb-rövidebb időre kiválik a ciklusból.

A kénoxidációt a fotoszintetizáló kénbaktériumok (pl. *Rhodospirillaceae*, *Cromatiaceae*) anaerob körülmények között, fény jelenlétében, míg a színtelen kénbaktériumok (pl. *Beggiatoa*, *Thiobacillus*) aerob körülmények között végzik. A folyamatok egy részében az oxidáció az elemi kén keletkezéséig, más részében a szulfát megjelenéséig tart.

A holt szerves anyagok kén tartalma a mineralizáció során – az ún. rothasztó baktériumok tevékenysége révén – kénhidrogén formájában szabadul fel, ami a fentiekben leírtak szerint alakul tovább.

A nitrogénciklushoz hasonlóan a kénforgalomban is döntő szerepet játszanak a baktériumok, amelyek anyagforgalmi szempontból két fő csoportba sorolhatók: a kénvegyületeket oxidáló, valamint a kénvegyületeket redukáló baktériumok. A kénvegyületeket oxidáló baktériumok anyagforgalmi fő csoportján belül két alcsoport különíthető el. Az anaerob, fototróf kénoxidáló baktériumok alcsoportjába a zöldbaktériumok és a bíborbaktériumok tartoznak. Az aerob kénoxidáló baktériumok alcsoportjába a színtelen baktériumok és az ún. egyéb kénoxidáló baktériumok sorolhatók. A kénvegyületeket redukáló anyagforgalmi fő csoportba a szulfidogén baktériumok alcsoportja tartozik, ahová a szulfátredukáló baktériumok, a kénredukáló baktériumok és a rothasztó baktériumok sorolhatók.

### **A foszforciklus**

A foszfor az élőlényekben számos vegyület, mint például a foszfolipidek, nukleinsavak, ATP alkotóelemeként van jelen, az anyagcsere-folyamatokban – főleg az energiaátvitelben és energiatárolásban – nélkülözhetetlen. A bioszférában a foszfor szinte kizárólag teljesen oxidált formában, foszfát, általában ortofoszfát formájában található. A foszfor más oxidációs állapotainak – a szakirodalom jelenlegi álláspontja szerint – nincs számottevő jelentősége.

A hozzáférhető foszforvegyületeket – elsősorban az oldott ortofoszfátot ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), másképpen oldott reaktív foszfort – a növények vagy az auto- és heterotróf mikroorganizmusok veszik fel és építik be testükbe. Az élőlényekben a foszfor túlnyomórészt pirofoszfát ( $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ ) formában található, ami vizes közegben könnyen hidrolizál ortofoszfáttá. Az üledékben a foszfátot tartalmazó szerves molekulák lebomlanak, miközben szervetlen ionos foszfát szabadul fel. Ezt az autotrófok vagy a heterotróf mikrobák újra felvehetik, de beépülhet az üledékbe is szervetlen vagy szerves kötésbe. A foszfor tehát különböző kémiai kötésekben, az ökoszisztéma különböző élő és

élettelen, ill. szerves és szervesen komponensei között vándorolhat, melynek során sokszorosan mobilizálódik és immobilizálódik, hozzáférhetővé, illetve felvehetetlenné válik.

A foszforciklusnak a mikroorganizmusok alapvető fontosságú aktivátorai. Tevékenységük négy nagy területre terjed ki: [1] a baktériumok és a gombák a heterotróf mineralizáció keretében a foszfort szerves kötésből ortofoszfát formájában felszabadítják; [2] a heterotrófok és a fotoautotrófok szaporodásuk során a szerves foszfort immobilizálják, aminek következtében a hozzáférhető foszforkészlet átmenetileg csökken; [3] a mikroorganizmusok által termelt savak (pl. szerves savak, kénsav) segítségével az oldhatatlan anorganikus foszfátok (pl. trikálcium-foszfát, ferri-foszfátok) oldatba vitelére; [4] redukált foszforvegyületek (foszfitok, hipofoszfitok, foszforhidrogén) képződése bakteriális tevékenység eredményeként.

A hozzáférhető foszfor hiánya a vizekben az elsődleges termelés akadályozója lehet, feldúsulása viszont eutrofizációhoz vezethet. A vizek foszforkoncentrációjának növekedését elsősorban külső – döntően antropogén eredetű – szennyezés (szennyvízbevezetés, trágyabemosódás, mosószerhasználat) idézi elő.

### **Kölcsönhatások az élettelen és az élő rendszerek között az eutrofizáció példáján**

A víz fizikai és kémiai tulajdonságai, ill. élővilága között nagyon szoros és kölcsönös kapcsolat áll fenn. A modern ökológiai szemlélet nemcsak annak a bemutatására szorítkozik, hogy az abiotikus faktorok milyen hatással vannak az élőlényekre, hanem azzal is részletesen foglalkozik, hogy az élőlények hogyan vesznek részt – még hozzá nagyon sokoldalúan és hatékonyan – a fizikai és a kémiai folyamatok alakításában. Ennek a sokrétű és bonyolult kapcsolatnak ma már számos konkrét példáját ismerjük. Ezek közül itt most példaként a vizeinket fenyegető egyik legnagyobb veszélyt, az **eutrofizációt (eutrofizálódás)** jelenségét mutatjuk be.

A fotoszintetizáló szervezetek szaporodásához fényre és tápanyagra van szükség. Azokban a nagy és mély, döntően nyíltvízű tavakban, ahol az esszenciális növényi tápanyag mennyisége kevés, a fitoplankton-sűrűség alacsony, a víz viszonylag tiszta, a partszegélyi makrofitonok mennyisége is viszonylag kevés. Az ilyen tavakat nevezik oligotrófnak, tápanyagban szegénynek. Ezzel szemben azokat a tavakat, amelyek tápanyaggal bőségesen ellátottak, s így bennük mind az algák, mind a makrofitonok nagy mennyiségben vannak jelen, eutrófnak mondják.

Eutrofizációnak azt a folyamatot nevezzük, melynek során a tavakban a tápanyagdúsulás hatására nagy mértékben elszaporodnak az elsődleges termelők (ha ezek nyíltvízben lebegő algák, akkor planktonikus eutrofizációról, ha viszont gyökerező hínár- és a mocsárinövények, akkor bentonikus eutrofizációról beszélünk). Ez a folyamat természetes körülmények között is bekövetkezhet, de sokkal inkább emberi tevékenység idézi elő. Az eutrofizáció az 1970-es években került az érdeklődés középpontjába, amikor az ilyen irányú változások számos tó vagy tározó esetében okoztak esztétikai, ill. gazdasági problémákat (pl. a nagytömegű alga éjszaka felhasználta a víz oldott oxigénjét, ami halpusztulást idézett elő; a fürdőzők számára kellemetlenséget okozott az elhalt algatömeg szél általi felhalmozása a tóparton; az ivóvízellátási célra történő felhasználást

megdrágította, hogy a tisztítási technológiában gondoskodni kellett az algák által okozott íz- és szagproblémák megszüntetéséről).

Az **eutrofizációért felelős kulcsfaktorok** a nitrogén és a foszfor, de a legtöbb esetben az algák szaporodását általában a felvehető foszfor korlátozza. Ahol a nitrogén a limitáló tényező, bizonyos élőlények (cianobaktériumok, vagy korábbi nevükön kékmoszatok) megkötik a nitrogént a levegőből, és így ismét a foszfor lesz a kritikus faktor. Ha a tápanyagok bőségesen rendelkezésre állnak, az algák szaporodását az önárnyékolás miatti fényhiány is gátolhatja. A felszín közelében lévő algatömeg ugyanis abszorbeálja a fény jelentős részét, ezzel megghiúsítja, hogy a fény a mélyebb vízrétegekbe és a vízfenékre jusson. A nagy algasűrűség tehát közvetve a hínár- és a mocsárinövényzet visszaszorulását is előidézheti, mivel ilyen esetben a csiránövények nem kapnak elegendő fényt a növekedésükhöz.

Az eutrofizálódás jelenségének pontos megértéséhez tisztázni kell a termelés és a trófia fogalmát. Ezek azért fontosak, mert még napjainkban is találkozunk olyan megfogalmazással, ami szerint az eutrofizálódás a tápanyagdúsulással (a trofitás-fok növekedésével) azonos.

A **biológiai termelés** egy olyan folyamatos, ami kibernetikai szempontból átmenetek sorozataként értelmezhető: az operátor hat az operandusz(ok)ra, és létrejön a transzformált. Az eutrofizáció esetében az operanduszok sorozatát – azaz azokat a tényezőket, amelyekre a hatás irányul – a tápanyagok jelentik. Egy víz szervesetlen növényi tápanyagokkal való ellátottsága a víz trofitási állapotával jellemezhető. Az operátor – az a tényező, amely a hatást kifejti – a fotoszintetizáló élő szervezet (planktonikus eutrofizáció esetén döntően az algák, bentonikus eutrofizáció esetén pedig elsősorban a növények). A vízben jelenlévő fotoszintetizáló szervezetek mennyisége (az alga- és/vagy a növénybiomassza) a víz konstruktivitását tükrözi. A transzformáltat – azaz azt a tényezőt, amivé az operanduszok változtak – a létrehozott, ill. átsajátított élő anyagmennyiség képviseli, melynek időegység alatt létrehozott mennyisége a produkció.

E gondolatmenet szellemében **az eutrofizálódáshoz – elemi szinten – két tényező szükséges**: egyrészt a tápanyagkínálat (az operanduszok sorozata), másrészt az ezeket hasznosító élőlények (az operátorok). Az előbbi az eutrofizálódás bekövetkezésének potenciális lehetőségéről, az utóbbi pedig a realizálódás feltételeiről és módjáról tájékoztat. Önmagában egyik sem jelent és nem is okoz eutrofizálódást, csak ha egy meghatározott irányú történés-sorba rendeződve egymással összekapcsolódnak, és ezáltal új élő anyagmennyiség (transzformált) keletkezik. Így érthető, hogy a trofitás és a konstruktivitás csak együtt tekinthető a **trófia** (azaz a trofikus állapot) tényleges fokmérőjének és kategorizálási alapfeltételének.

## Vízterek tipológiája

### A szárazföldi víz fogalma és konkrét megjelenési formáinak tipizálása

A **szárazföldi (kontinentális) víz** kifejezés a szárazulatok (földrészek, szigetek) vizeit jelenti, szemben az óceánokkal és tengerekkel [e víztípus megjelölésére az olykor felbukkanó belvíz (a német "Binnengewässer" szóból származó) és édesvíz (az angol "fresh-water" szó nyomán meghonosodott) kifejezések használatát kerülni kell].

A hidroszféra vizsgálatával foglalkozó tudományok napjainkig a szárazföld vizeinek igen sokféle formáját írták le. Az egyes víztípusok pontos definiálása és rendszerbe foglalása – a számottevő mennyiség információ ellenére is – nagyon nehéz feladat, hiszen a szárazföldi vizek rendkívül változatosak (talán éppen ez a sokféleség a legjellemzőbb közös sajátosságuk). Ennek oka elsősorban az, hogy nagyságuk – néhány kivételtől eltekintve – a környező geográfiai alakulatokhoz képest elhanyagolható, ezért a szárazföldi hatásoknak fokozottan és többoldalúan alávetettek. Ebből következően egy-egy víztér sajátosságai rendkívül változóak, ezért nagyon nehéz egységes, inkongruenciától mentes kategorizálást alkotni.

A szárazföldi vizek tipológiájával már igen sokan foglalkoztak, és az egyes csoportosítások meglehetősen eltérőek. Felosztási alapjukat tekintve azonban mégis két fő szempont szerint rendezhetők. Egyesek az élettelen természet jelenségeit emelik ki, mint például a meder kialakulásának geológiai-geográfiai körülményeit; a fenékküledék rétegzettségét és viszonyait és minőségét; a víz hőmérsékletét; a víz oxigéntartalmát és ennek tér-időbeli alakulását; a víz kémiai összetételét. Mások az élő természet, a bioszféra sajátosságait tartják döntőnek, mint például a vizek flórájának vagy faunájának összetételét. A hazai víztipológia kimunkálása során – Varga Lajos (1954) felfogásából kiindulva – arra törekedtünk, hogy az egyes víztípusokat fogalmilag minél pontosabban körülírjuk, következetes és egyértelmű használatukat lehetővé tegyük.

A vízburok különböző víztereinek osztályozását csak akkor lehet megnyugtatóan kimunkálni, ha az elsődleges felosztást a legáltalánosabb szempontok figyelembevételével, az élettelen természet oldaláról tehát geográfiai és hidrológiai alapon végezzük. A vízburok egyes konkrét megjelenési formái (vízterei) ugyanis szervesen illeszkednek – mégpedig kölcsönöségi alapon – a földrajzi burrokba (geográfiai oldal) és a víz teljes földi körfolyamatába (hidrológiai oldal), így vizsgálatuk sem lehet eredményes, ha ezektől függetlenül, ezektől kiszakítva tanulmányozzuk őket.

A vízi történésekkel foglalkozó más diszciplínák (mint pl. a hidrometria, hidrográfia, hidrogeológia, hidrofizika, hidrokémia) csak az adott vízterek bizonyos részjelenségeit és részfolyamatait teszik beható vizsgálat tárgyává, ezek pedig – legalábbis természetes vizek esetében – elsődlegesen a földrajzi környezet és a hidrológiai körfolyamat általános törvényszerűségei által befolyásoltak vagy meghatározottak. Az egyes vízterek sajátos "belső" tulajdonságai tehát csak a földrajzi környezet és a víz hidrológiai körfolyamata által meghatározott általános kereteken belül érvényesülhetnek. A szárazföldi (kontinentális) vizek csoportosításánál ezért az élettelen természet oldaláról elsősorban a vízterek vízforgalmi ("vízháztartási") sajátosságait, továbbá földkérgi elhelyezkedésük (elsősorban hidrogeológiai, geomorfológiai és morfológiai) jellegzetességeit vettük figyelembe.



Nyilvánvaló, hogy egy ökológiai jellegű víztér-típológia nem nélkülözheti az élő természet el fordulási sajátosságainak figyelembevételét. Különösen fontos az élő világra tekintettel lenni napjainkban, amikor egyre fokozódik az igény a különböző szempontú tipológiáknak egy átfogó és korszerű élő hely-típológiává történő egyesítésére. Tovább erősíti ennek a szándéknak az érvényesítését az a helyes törekvés, ami a vizes élő helyeknek a víztér-típológiába történő beiktatására irányul. Ezeknél ugyanis a morfológiai sajátosságok többnyire egyáltalán nem, vagy csak igen kevésbé alkalmasak az elkülönítésre, hidrológiai oldalról pedig legalább egy egész vegetáció- periódust átfogó (sőt szárazabb időszakokban, mint pl. az utóbbi években több évet is felölel) vízháztartási vizsgálatokkal lehetne csak eldönteni, hogy az adott objektum milyen típusú vizes élő helynek minősíthető. Az élő világ összetétele viszont kitűnően jelzi (indikálja) az élő hely adott állapotát, s ráadásul nemcsak a jelenlegi helyzetéről, hanem az előzményekről is tájékoztatást nyújt, s ezáltal a terület átfogó és sokoldalú megítélését teszi lehetővé. Ebből következően tehát a biológiai kritériumok érvényesítése, elsősorban az élő lénytársulások fajösszetételének vizsgálata nemcsak a víztér-típológia finomítását teszi lehetővé, hanem az adott objektumnak (víztérnek vagy vizes élő helynek) a megfelelő típusba történő besorolását is megkönnyíti és egyértelművé teszi. Tekintettel arra, hogy a cönológiában – az objektív és operatív elkülönítéshez szükséges alaposággal kimunkáltnak – jelenleg még csak a növénytársulások rendszere tekinthető, a víztér-típológia kialakításához az ezekről rendelkezésre álló ismereteket használtuk fel.

Csoportosításunkban szándékosan csak a "természetes" szárazföldi víztereket vettük figyelembe. Az emberi tevékenységgel létesített ("mesterséges") vízterek egy része ugyanis (pl. víztározók, halastavak, rizsföldek, kubikgödrök, vályogvető gödrök, csatornák, árkok, kutak) minden nehézség nélkül besorolhatók a természetes vízterek valamelyik típusába (pl. víztározóink többsége kopolyának vagy sekélytónak, halastavaink általában kistavaknak, rizsföldjeink asztatikus, ezen belül pedig temporárius vízforgalmú mocsaraknak vagy tömpölyöknek tekinthetők). Más részük külön víztípusnak minősül ugyan (pl. ivó- és ipari vizek a csatornahálózatokban, kazánházak, föld alatti szennyvízcsatornák, szennyvíztisztító telepek "zárt" vizei), ezek azonban annyira "lehatároltak" és olyan döntően emberi befolyás alatt állnak, hogy besorolásuk a természetes vizek közé – úgy véljük – rendellenes és helytelen lenne.

### **A szárazföldi vizek vízforgalmi típusai**

**Vízforgalom szempontjából a szárazföldi vizeknek három fő típusa különíthető el: eusztatikus, szemisztatikus és asztatikus vizek.**

Alapvető különbség van a vízforgalmi típus megállapításának módjában azoknál a víztereknél, ahol a mederben lévő víz mennyisége viszonylag egyszerűen és kielégítő pontossággal meghatározható (ilyenek a felszíni vizek és a források, továbbá a felszín alatti vizek közül a barlangi állóvizek és vízfolyások), ill. ahol a vízmennyiség meghatározása nagy nehézségekbe ütközik, s becsülni is csak jelentős bizonytalansággal lehet (mint pl. a felszín alatti vizek többségénél). E két csoport közül az elsőnél a vízforgalom szerinti osztályozás a vízmennyiség

ingadozásának (csökkenésének és növekedésének) mértékére és jellegére alapozva történik, ezért a kategorizálásánál els sorban a vízmennyiség változását, a vízutánpótlás és/vagy a vízveszteség mértékét, ill. a vízkicserélés módját kell figyelembe venni. A második csoport esetében jelenleg kénytelenek vagyunk megelégedni a vízszintváltozások (csökkenés és emelkedés) mértékének és jellegének a megállapításán alapuló kategorizálással.

Az **eusztatikus (állandó vízforgalmú) vizek** állapotát a megszakítás nélkül hosszabb ideig tartó egyöntetűség jellemzi. Egész létük alatt vízzel borítottak, vízforgalmukra a medrükben lévő vízmennyiség nagyfokú állandósága (a felszíni és a barlangi állóvizek esetében például egy vegetációperiódusnál mindig hosszabb idejű kicserélésé, a felszíni és a barlangi vízfolyásoknál az 50% tartósságú és a közepes vízhozam egymáshoz közeli értéke, a felszín alatti vizek többségénél pedig az 50% tartósságú vízállás és a közepes vízállás aktuális különbségének a maximálishoz viszonyított csekély értéke) jellemző, ami vízforgalmi oldalról a víztér viszonylagos nyugalmi állapotát, azaz a benne lezajló, adott típusú történések állandóságát, rendszeres ismétlődését biztosítja.

A **szemisztatikus (átmeneti vízforgalmú) vizek** állapotára az ideiglenes jelleg, a közbülső helyzet jellemző, mivel hosszabb idő távon – élesen el nem választható módon – mindkét másik (határoló) típus jellegzetességeinek bizonyos vonásait egyesítik magukban. Többnyire egész létük alatt vízzel borítottak, de lehetnek évelő (perennis) típusúak is (azaz nem rendszeresen száradnak ki, hanem csak több évenként egyszer-számra). Vízforgalmukra a nyugalmi állapot hiánya, a viszonylag tág, de nem szélsőséges határok között mozgó, időben viszont általában rendszertelenül bekövetkező változások jellemzőek, olykor már egy-egy vegetációperióduson belül is. Mivel tipikusan átmeneti helyzetűek az eusztatikus és az asztatikus típusú vizek között, el fordulhat, hogy alkalmanként – egy-egy vegetációperiódusban – eusztatikusnak, míg egy másikban asztatikusnak minősíthetők.

Az **asztatikus (változó vízforgalmú) vizek** állapotának a mulandóság, a könnyen és gyakran bekövetkező módosulás, a szabálytalanul, sőt sokszor szeszélyesen fellépő átalakulás a legfőbb jellemzője. Többségük évenként legalább egyszer, de gyakran többször is kiszárad. A kiszáradás azonban csak a legszélsőséges eset, hiszen lehetnek egész létük alatt vízzel borítottak is, ilyenkor viszont a medrükben lévő vízmennyiség még egy vegetációperióduson belül is szeszélyesen változik. Éppen ezért legjellemzőbb sajátosságuk, hogy vízforgalmuk állandó jelleggel szélsőségesen és szabálytalanul ingadozó. Ha évenként általában csak egyszer száradnak ki, időszakszerű (temporárius) vízről beszélünk. A többnyire csekély vízmennyiségű, még ugyanazon a helyen történő újraképzés esetén is csak alkalmanként tekinthetők kisvízgyűlemléseket rövidletem (efemer) vizeknek nevezzük. Ebbe a vízháztartási típusba, mégpedig rendszerint az időszakszerű (temporárius) vizek csoportjába tartoznak a visszatérő (periodikus) vizek is, amelyek az év valamely meghatározott időszakához kötődnek, s akkor jórészt szabályosan ismétlődve mindig újra megjelennek.

**Egy víztérnek vagy adott részének** (pl. egy tó valamelyik medencéjének, ill. egy vízfolyás valamelyik szakaszának) **vízforgalmi típusa mindig egy éves id tartamú** (de nem a naptári évre, hanem a vegetációperiódusra vonatkoztatott, azaz tavasz elejét l tél végéig tartó) **mérés és megfigyelés alapján állapítható meg ökológiai szempontból megbízhatóan és egyértelm en**. Ha teljesen pontos eredményeket akarunk kapni, akkor napi vízállásméréseket kell végezni. Amennyiben ennél kisebb gyakoriságú mérési adatsorokkal rendelkezünk, akkor a vízforgalom jellegét már csak becsülni tudjuk, amihez az adott víztér esetében leginkább megfelel jelleggörbe alapján számított értékeket lehet alapul venni.

### **A vízforgalmi típus megállapítása a vízmennyiség-változások alapján**

A vízmennyiségre vonatkozó éves megfigyelési, mérési és számítási (származtatott) adatok birtokában a vízforgalmi típus megállapítása a következő képpen történik. Ha a víztér az adott vegetációperiódusban teljesen kiszáradt (felszíni vizeknél szabad vízfelület, forrásoknál pedig kibuggyanó víz legalább egy napig egyáltalán nem volt észlelhet ), akkor a vízteret az asztatikus típusba kell sorolni. Ha teljes kiszáradás nem következett be, akkor el ször az 1. táblázatban közölt képletek és értéktartományok segítségével a **vízforgalom-állandósági index ( $X_{va}$ )** értékét kell megállapítani.

Mint látható, a kiszáradás ténye alapján az asztatikus vízforgalmi jelleg megállapítása elég egyértelm . Sokkal nehezebb a helyzet azoknál a víztereknél, amelyek egész létük alatt vízzel borítottak. A különböző vízterek hidrológiai adatsorainak összehasonlító elemzése alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a vízforgalom jellegét a folyóvizek és források esetében az évi 50% tartósságú vízhozam és a középvízhozam egymáshoz viszonyított arányából; a lefolyástalan állóvizeknél a víztér kiszáradás és közepes vízállás alkalmával meghatározott összterfogatának a hányadosából; az átöblít d állóvizeknél pedig a "tárolásnak" és a "leürülésnek" a víztér összterfogatához viszonyított arányából állapíthatjuk meg a legeredményesebben. Ezekben az értékekben ugyanis az adott víztér vízmérlegét befolyásoló valamennyi fontosabb tényez (pl. a vízgy jt terület nagysága és geomorfológiája; a vízutánpótlás jellege; a meder morfometriája; a párolgás és a csapadék egymáshoz viszonyított aránya) ötvöz dik.

Alapvet különbség van a lefolyástalan és az átöblít d állóvizek, ill. vízfolyások vízforgalmának jellemzésére szolgáló vízforgalom-állandósági index ( $X_{va}$ ) megállapítási és számítási módja között (vö. 1. táblázat). Lefolyástalan (tehát természetes lefolyás vagy mesterséges vízelvezetés nélküli) állóvizek esetében az indexet a víztér kiszáradás ( $V_{KV}$ ) és közepes vízállás ( $V_{KÖV}$ ) alkalmával meghatározott összterfogatából számítjuk. Átöblít d (tehát pl. hullámtéri, továbbá természetes lefolyással vagy mesterséges vízelvezetéssel rendelkező) állóvizek esetében a vízforgalom jellegét a tárolás ( $L_t$ ) és a leürülés ( $L_l$ ) együttes értékének a víztér összterfogatához ( $V$ ) viszonyított arányából állapíthatjuk meg. Vízfolyások és források esetében az évi 50% tartósságú vízhozam ( $Q_{50\%}$ ) és a közepes vízhozam ( $KÖQ$ ) egymáshoz viszonyított aránya alapján határozzuk meg a vízforgalom jellegét. **Eusztatikus vizek esetében az a vízforgalom-állandósági index ( $X_{va}$ )**

**értéke 0,5-nél nagyobb, szemisztatikus vizeknél 0,5 és 0,25 közötti, asztatikus vizek esetében pedig 0,25-nél kisebb.**

Az eusztatikus típuson belül – különösen azokon a területeken (s így hazánkban is), ahol az ariditási index (az adott évi átlagh mérséklet mellett az evapotranszspiráció és a csapadék hányadosának) értéke 1,0 körüli – további három altípust célszer elkülöníteni. Ha az  $X_{Va}$  (állóvizeknél a  $V_{KV}$  és a  $V_{KÖV}$ , ill. a  $V$  és az  $L_t + L_i$ ; vízfolyásoknál és forrásoknál pedig a  $Q_{50\%}$  és a  $Q_{KÖQ}$  hányadosának) értéke 0,75 fölötti, akkor a vízforgalmi típus **er sen eusztatikus** ha 0,75 és 0,625 közötti, akkor **mérsékelt eusztatikus**, ha pedig 0,625 alatti, akkor **gyengén eusztatikus**.

Kétségtelen tény, hogy a vízforgalom szempontjából az állandóság mértéke tekinthet a legfontosabbnak az él világ számára. Ugyanakkor azonban az sem elhanyagolható tényez az él lények el fordulása szempontjából, hogy milyen a vízforgalom ingadozásának a mértéke. Ezt kétféleképpen is lehet szemlélni, egyrészt a tompított, másrészt a kiugró széls ségekre vonatkoztatva. Ezen a téren egyel re még csak a vízfolyásoknál rendelkezünk olyan min ség és mennyiség adatsorral, hogy megnyugtató tipizálást lehessen készíteni. Ezeknek a széleskör elemzése alapján két további index bevezetése látszik célszer nek (2. táblázat). A vízforgalom-változékonysági index ( $X_{Vv}$ ) és a vízforgalom-széls ségességi index ( $X_{Vsz}$ ) értékét egyrészt az éves adatsorokból, másrészt a hosszabb (pl. 10 éves) id sorok értékeléséb l származó adatokból képezhetjük (3–6. táblázatok).

A **vízforgalom-változékonysági index** ( $X_{Vv}$ ) a vízfolyásoknál és a forrásoknál az éves 10% és 90% tartósságú vízhozam, a közép- és a kisvízhozam, a nagy- és a középvízhozam, továbbá a középvízhozamok és a közepes kisvízhozamok, ill. a közepes nagyvízhozamok és a középvízhozamok több (pl. 10) éves átlagának hányadosaként képezhet [azaz  $X_{Vv} = Q_{10\%}/Q_{90\%}$ ,  $KÖQ/KQ$ ,  $NQ/KÖQ$ ,  $KÖQ_{10 \text{ év}}/KKQ_{10 \text{ év}}$ ,  $KNQ_{10 \text{ év}}/KÖQ_{10 \text{ év}}$ , amelyek közül az aktuálisat az index mögött zárójelben mindig meg kell adni, mint pl.  $X_{Vv}(Q_{10\%}/Q_{90\%}) = 2,82$ ], s ha ennek értéke 4 alatti, akkor a vízforgalom változékonysága csekély, ha 4–8 közötti, akkor számottev , ha pedig 8 fölötti, akkor jelent s.

A **vízforgalom-széls ségességi index** ( $X_{Vsz}$ ) a vízfolyásoknál és a forrásoknál az éves nagy- és kisvízhozam, továbbá a közepes nagyvízhozamok és a közepes kisvízhozamok több (pl. 10) éves átlagának hányadosaként képezhet (azaz  $X_{Vsz} = NQ/KQ$ ,  $KNQ_{10 \text{ év}}/KKQ_{10 \text{ év}}$ , amelyek közül az aktuálisat az el bbihez hasonló módon itt is meg kell adni), s ha ennek értéke 10 alatti, akkor a vízforgalom széls ségessége csekély, ha 10–60 közötti, akkor számottev , ha pedig 60 fölötti, akkor jelent s.

A különböz típusú adatokból számított hányadosok értéke természetesen nem egyforma, s t még az is elképzelhet , hogy azonos kategóriába sem sorolhatók be. Ennek ellenére ökológiai szempontból érdemes valamennyit kiszámítani, hiszen a különböz szempontú megközelítések nagyobb mérték eltérései a vízfolyásoknak más-más sajátosságaira hívhatják fel markánsan a figyelmet. A 3–6. táblázatok adatsoraiból például kit nik, hogy a Tisza beregi és csongrádi szakaszának mutatói között nagyon lényeges különbség van, aminek a megléte az ottani él világ

sajátos összetételének egyik feltétele, amely egyúttal az is következik, hogy ezeknek a eltéréseknek a megérzése létfontosságú az él világszínvonalának biztosításához. De nemcsak a más-más helyen, hanem az ugyanott észlelhető különbségek is lehetnek érdekesek. A Túr esetében például egy adott évben igen jelentős különbség lehet a kisvízi és a nagyvízi szélsőségek tekintetében (a  $X_{Vv}$  értéke a  $KÖQ/KQ$  alapján 41, az  $NQ/KÖQ$  alapján viszont csak 10 – vö. 5. táblázat), de ez a különbség korántsem általános, amint azt a hosszabb idősorok elemzése tanúsítja (a  $X_{Vv}$  értéke a  $KÖQ_{10\text{ év}}/KKQ_{10\text{ év}}$  és a  $KNQ_{10\text{ év}}/KÖQ_{10\text{ év}}$  alapján csaknem azonos: 11,41 és 11,15 – vö. 5. táblázat).

### A vízforgalmi típus megállapítása a vízszintváltozások alapján

A felszín alatti vizek többségénél a hézag- és pórusrendszereket a víz folytonosan kitölti, ezeknél tehát a víztükör helyzete valamilyen közvetett módszerrel (pl. talajvíz- és rétegvízutakkal) megállapítható. Az ezekben észlelt vízállásra vonatkozó éves megfigyelési, mérési és számítási (származtatott) adatok birtokában a vízforgalmi típus megállapítása ezeknél a víztereknél a következőképpen történik. Ha a víztérben az adott vegetációperiódusban a víz teljesen eltűnt (szabad víztükör pl. a talajvizeknél a vízzáró réteg fölött, rétegvizeknél pedig a két vízzáró réteg között legalább egy napig egyáltalán nem volt észlelhető), akkor a vízteret az asztatikus típusba kell sorolni. Ha a víz teljes eltérése nem következett be, akkor először a 1. táblázatban közölt képletek és értéktartományok segítségével a **vízforgalom-állandósági index** ( $X_{Va}$ ) értékét kell megállapítani.

Mint látható, az összefüggő víztükör hiánya alapján az asztatikus vízforgalmi jelleg megállapítása elég egyértelmű. Sokkal nehezebb a helyzet azoknál a víztereknél, amelyeknek legalább egy részét egész létük alatt víz tölt ki. A különböző ilyen típusú vízterek hidrológiai adatsorainak összehasonlító elemzése alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a vízforgalom jellegét a folytonos víztükör felszín alatti vizek esetében az évi 50% tartósságú vízállás ( $V_{50\%akt}$ ) és a közepes vízállás ( $KÖV_{akt}$ ) aktuális (adott évi) különbségének (pozitív szám biztosítása érdekében  $V_{50\%akt} - KÖV_{akt}$  vagy  $KÖV_{akt} - V_{50\%akt} = K_{akt}$ ), ill. az azonos típusú víztereknél hosszú idősorok alapján természetes körülmények között észlelt vagy becsült maximális különbségüknek (pozitív szám biztosítása érdekében  $V_{50\%max} - KÖV_{max}$  vagy  $KÖV_{max} - V_{50\%max} = K_{max}$ ) az egymáshoz viszonyított arányából állapíthatjuk meg a legeredményesebben, az  $1 - (K_{akt}/K_{max})$  képlet segítségével (1. táblázat). Ebben az értékekben ugyanis az adott víztér vízmérlegét befolyásoló valamennyi fontosabb tényező ötvözik (pl. a vízgyűjtő terület klimatikus, talajtani, kőzettani sajátosságai).

**Eusztatikus vizek esetében a vízforgalom-állandósági index ( $X_{Va}$ ) értéke 0,5-nél nagyobb, szemisztatikus vizeknél 0,5 és 0,25 közötti, asztatikus vizek esetében pedig 0,25-nél kisebb** (beleértve ez utóbbi kategóriába természetesen azt az esetet is, amikor a képlet eredménye negatív szám, ami akkor állhat elő, ha az aktuális különbség értéke nagyobb az előzetes becslések alapján megadott maximálisnál).

Az eusztatikus típuson belül – különösen azokon a területeken (s így hazánkban is), ahol az ariditási index (az adott évi átlagos mérséklet mellett az evapotranszpiráció és a csapadék

hányadosának) értéke 1,0 körüli – további három altípust célszerű elkülöníteni. Ha az  $X_{Va}$  értéke 0,75 fölötti, akkor a vízforgalmi típus **erősen eusztatikus**, ha 0,75 és 0,625 közötti, akkor **mérsékelt eusztatikus**, ha pedig 0,625 alatti, akkor **gyengén eusztatikus**.

Kétségtelen tény, hogy a vízforgalom szempontjából az állandóság mértéke tekinthető a legfontosabbnak az él világ számára. Ugyanakkor azonban az sem elhanyagolható tényező az él lények el fordulása szempontjából, hogy milyen a vízforgalom ingadozásának a mértéke. Ezt kétféleképpen is lehet szemlélni, egyrészt a tompított, másrészt a kiugró szélsőségekre vonatkoztatva. Ezen a téren egyelőre még nem rendelkezünk olyan minőség és mennyiség adatsorral, hogy megnyugtató tipizálást lehessen készíteni, de a vízterek esetében is célszerűnek látszik a vízmennyiség szerinti tipizálásnál javasolt két index bevezetése, még akkor is, ha egyelőre csak feltételes értékhatárokat lehet megállapításukhoz megadni. A vízforgalom-változékonysági index ( $X_{Vv}$ ) és a vízforgalom-szélsőségi index ( $X_{Vsz}$ ) értékét egyrészt az éves adatsorokból, másrészt a hosszabb (pl. 10 éves) idősorok értékeléséből származó adatokból képezhetjük.

A **vízforgalom-változékonysági index** ( $X_{Vv}$ ) ezeknél a víztereknél az adott évi 25% és 75% tartósságú vízállások különbsége ( $V_{25\%akt} - V_{75\%akt}$ ), ill. az adott típusú víztereknél természetes körülmények között hosszú idősorok alapján észlelt vagy becsült maximális különbségük ( $V_{25\%max} - V_{75\%max}$ ) alapján határozható meg az  $I - [(V_{25\%akt} - V_{75\%akt}) / (V_{25\%max} - V_{75\%max})]$  képlet segítségével, s ha ennek értéke 0,5-nél nagyobb, akkor a vízforgalom változékonysága csekély, ha 0,5–0,25 közötti, akkor számottevő, ha pedig 0,25-nél kisebb, akkor jelentős.

A **vízforgalom-szélsőségi index** ( $X_{Vsz}$ ) ezeknél a víztereknél az adott évben a nagyvíz és a kisvíz alkalmával mért vízállások különbsége ( $NV_{akt} - KV_{akt}$ ), ill. az adott típusú víztereknél természetes körülmények között hosszú idősorok alapján észlelt vagy becsült maximális különbségük ( $NV_{max} - KV_{max}$ ) alapján határozható meg az  $I - [(NV_{akt} - KV_{akt}) / (NV_{max} - KV_{max})]$  képlet segítségével, s ha ennek értéke 0,5-nél nagyobb, akkor a vízforgalom szélsősége csekély, ha 0,5–0,25 közötti, akkor számottevő, ha pedig 0,25-nél kisebb, akkor jelentős.

Hazai viszonylatban a talajvíz- és a rétegvízfigyelő kúthálózat, ill. a karsztvízszint-észlelések jelentős számú adatsorai révén sok alapadattal rendelkezünk a víztípusok vízforgalmi jellegének megállapításához, ill. az első sorban ezek által befolyásolt vizes és szárazföldi élőhelyek ökológiai vízigényének meghatározásához. Az adatsorok értékelése azonban ebből a szempontból eddig szinte egyáltalán nem történt meg, ezért ehhez a munkához haladéktalanul hozzá kell kezdeni. Addig is, amíg ez a hiánypótlás nem történik meg, az átfogó jellegű geográfiai és hidrológiai értékelések eddigi tapasztalatai alapján [első sorban Magyarország Nemzeti Atlasza (1989) megfelelő térképlapjai (Minimális talajvízállás: p. 68. A térkép; Maximális talajvízállás, p. 68. B térkép; A tenyésztési szakaszonkénti átlagos talajvízállása, p. 69.) segítségével] mód nyílik arra, hogy az ökológiai vízigény meghatározása szempontjából a legsürgősebbnek tekinthető talajvizeknél  $aK_{akt}$ , a  $V_{25\%max} - V_{75\%max}$  és az  $NV_{max} - KV_{max}$  értékét közelítőleg pontosan megadjuk:  $K_{akt} = 50 \text{ cm}$ ,  $V_{25\%max} - V_{75\%max} = 150 \text{ cm}$ ;  $NV_{max} - KV_{max} = 450 \text{ cm}$ .

### **A szárazföldi vizek földkérgi elhelyezkedés szerinti típusai**

**A szárazföldek vízterei a földrajzi burokban elfoglalt helyzetük alapján három fő csoportba sorolhatók:** felszíni vizek, források és felszín alatti vizek.

**Felszíni vizeken** a földkéreg (litoszféra) felületi mélyedéseiben található víztereket értjük.

**Felszín alatti vizeknek** a földkéreg belső üreg-, hézag-, és pórusrendszerait kitöltő vizeket nevezzük.

A **források**, mint a felszín alatti vizek feltörései, átmenetet képeznek a két típus között.

### **A felszíni vizek fő típusai**

**A felszíni vizek fő csoportjainak elkülönítése** – első közelítésben – **a víztömeg mozgási sajátosságai szerint történik, s ennek alapján két fő típusukat különböztetjük meg** az állóvizeket és a vízfolyásokat.

### **Az állóvizek tipológiája**

**Állóvizeknek** azokat a szárazföldi mélyedésekben helyet foglaló víztereket tekintjük, amelyeknek egész tömege nem mozog határozott irányban (azaz a nehézségi erő hatására a magasabb helyről az alacsonyabb felé), és amelynek medre egész léte folyamán töltődik.

Az állóvizek két legjelentősebb, s egyúttal világviszonylatban legjobban tanulmányozott típusa a **nagytavak** és a **mélytavak**.

Ennek a két típusnak Magyarországon nincsenek képviselői. Így valamennyi magyar víztér a sekély vizek kategóriájába tartozik. **A mély és a sekély vizeknek számos eltérő tulajdonsága van**, amelyek közül a legfontosabbak a következők:

- ♣ a sekély vizeknek a vízfelülettel, ill. a vízgyűjtő területtel arányos térfogata a mély vizekéhez képest többnyire csekély;
- ♣ a sekély vizek esetében – a vízmennyiséghez viszonyítva – a víztest érintkezési felülete a meder- és partfelülettel a mély vizekéénél jóval nagyobb;
- ♣ a sekély vizekben a h rétegzettség – ha egyáltalán kialakul – mülékony;
- ♣ a sekély vizek vízének teljes felkeveredése a szélhatásoktól függően bármely h mérsékleten megtörténhet;
- ♣ a sekély vizekben a trofogén és a trofolitikus réteg határa többnyire nem a víztestben, hanem az üledékben vagy a víz-üledék érintkezési sávjában található;
- ♣ mindezekből következően a sekély vizekben a tápanyagok forgási sebessége a mély vizekéénél nagyobb, s így a külső hatásokra is sokkal érzékenyebben és szélsőségesebben reagálnak.

### **A magyarországi állóvizek a következő típusokba sorolhatók.**

A **sekélytavak** nagy (legalább 10 km<sup>2</sup>) vízfelületű, de csekély mélységű (12–15 m-nél nem mélyebb, átlagosan többnyire csak 3–6 m mély) állóvizek, amelyeknél a meder túlnyomó része a

partalatti (litoriprofundális) vagy a parti (litorális) övhöz tartozik, s a mélységi (euprofundális) öv vagy nem is különíthető el egyértelműen, vagy csak a medernek egy csekély hányadát teszi ki (ilyen típusú pl. a Balaton, mint nemzetközi szinten is jól ismert, ill. kiemelkedően kutatott és modellezett sekélytő). Vízforgalmuk általában stabilis jellegű, rendszerint eusztatikus típusúak.

A **kopolyák** kis (rendszerint csak néhány hektár) vízfelületű, de ehhez viszonyítva mély (3–10 m mélységű), hirtelen lejtésű, nemegyszer kétszeres vízmedencék, amelyek medrének legfeljebb a legmélyebb, de mindig csak csekély része tartozik a mélységi (euprofundális) vagy a partalatti (litoriprofundális) övhöz (ilyenek pl. a Duna és a Tisza menti nagyobb holtágak, a mesterséges eredetű vízterek közül pedig a kavicsbányatavak és a hegyvidéki víztározók). Az ide tartozó vízterek vízforgalmi szempontból nagyon különbözőek lehetnek, egyedi adottságaiktól függően az eu-, a szemi és az asztatikus típusúhoz is tartozhatnak.

A **kistavak** közepes (legfeljebb 10 km<sup>2</sup>) vagy kis vízfelületű, sekély állóvizek, amelyek medre teljes terjedelmében igazi parti (litorális) jellegű, területüknek azonban több mint 1/3-át nyílt víztükör vagy legfeljebb hínaras borítja (ilyenek pl. az izesi Kolon-tó és az orosházi Gyopáros-tó, továbbá halastavaink és síkvidéki víztározóink többsége). Vízforgalmuk többnyire labilis jellegű, esetenként teljesen ki is száradhatnak, s így túlnyomórészt a szemi- vagy az asztatikus típusúhoz sorolhatók.

A **fertők** nagy vagy közepes kiterjedésű, sekély (átlagosan 1–2 m mély), területének több mint 1/3-án dús mocsári- és helyenként lápinövényzettel borított, de emellett kisebb-nagyobb hínaras és nyíltvízes foltokkal is tarkított, mozaikos felépítésű, de emellett jól elkülönülő nagyobb víztájakkal jellemezhető állóvizek [ilyen pl. a Fertő (amelyet éppen ezért nem szabad Fertő-tónak nevezni), ill. ilyen volt az eredeti Kis-Balaton (a mai Fenéki-tó), továbbá a kotrások elhagyott Velencei-tó, amit a Dinnyési-fertő még ma is bizonyít]. Vízforgalmuk általában szemisztatikus, esetenként azonban ki is száradhatnak. Rendszerint sekélytavak vagy közepes méretű kistavak feltöltődésével keletkeznek.

A **lápok** hazai viszonyok között általában kis kiterjedésű, állandó vízborítású, eu-, de legfeljebb szemisztatikus vízforgalmú, rendszerint kopolyák vagy kistavak feltöltődésével keletkező sekély (1,5–5,0 m mély) vízterek, amelyekben nyíltvíz általában csak a szegélyzónában, ill. belül apró foltokban (az ún. lápszemekben) található (ilyenek pl. a Beregi-síkon lévő Nyíres-tó és Báb-tava, ill. a keleméri Kis- és Nagy-Mohos). Felületüknek több mint a 2/3-át moha és sás dominanciájú dús lápinövényzet borítja, ami felhalmozza és tárolja a magába szívott vizet. Medrüket rendszerint vastag, szerves anyagokban gazdag, növényi eredetű szerves üledék, a tiszta víz tölti ki, ami az állandóan nedves környezetben és kevés oxigén jelenlétében végbemen humifikációs folyamatok terméke. A láptípusok további elkülönítése elsősorban növényegyütteseik alapján történik.

A **mocsarak** változó kiterjedésű, sekély (általában 0,5–3,0 m mély), egész területükön igazi parti (litorális) jellegű, labilis vízforgalmú, rendszerint szemi- vagy asztatikus típusú, időnként kiszáradó vagy rendszeresen átöblítődő vízterek, amelyek általában kistavak feltöltődésével



keletkeznek. Felületüknek több mint 2/3-át a leg nagytermetű növényekből (elsősorban nádból, gyékény- és káka- és egyes sásfajokból) álló gazdag mocsárinövényzet borítja, kisebb-nagyobb felületű, nyíltvízes vagy gazdag hínárállományú foltokkal tarkítva (ide sorolható pl. a tihanyi Külső-tó, ill. a Hortobágyon a Kunkápolnási-mocsár és a Fekete-rét). A növényi eredetű szerves törmelékfelhalmozódás itt is jelentős lehet, de típusos tiszta víz a növényzet összetételének, a vízháztartás típusának és az oxigénellátottságnak a lágoktól eltérő jellege miatt nem képződik, vagy csak ritkán és rendszerint kisebb foltokban lokálisan alakul ki.

**Kisvizek** névvel célszerűségbe foglalni az alábbi víztípusokat, amelyek a magyarországi geomorfológiai, klimatikus és hidrológiai adottságok miatt nagyon fontosak és jellemzőek. Valamennyi ide tartozó víztér szinte kivétel nélkül asztatikus vízforgalmi típusú, de nagyon sajátos és gyakran értékes (olykor unikális) élővilággal (elsősorban mikroszkópikus szervezetekkel) jellemezhető.

A **tömpölők** hazánkban az évelő (perennis) kisvizek jellegzetes típusai. Általában kis területű, egymással gyakran összeköttetésben lévő mélyedések, amelyeknek vize csak szélsőségesen száraz években szárad ki. Medrük többnyire csak 0,5–1,0 m mély, mozaikosan és rendszerint évről-évre változóan nyíltvízes foltokkal, mocsári- és hínárnövényzettel borítottak (ilyenek voltak pl. a Nyírség buckaközi mélyedéseinek állandóbb jellegű kisvizei a vízrendezések előtt, napjainkban pedig a mesterséges eredetű vízterek közül a kubikgödrök és a vályogvető gödrök többsége tartozik ide).

A **pocsolyák** kis kiterjedésű, igen sekély (általában 0,5 m-nél nem mélyebb), rövidéletű kisvízgyülemlesek, amelyekben – alkalmi jellegük miatt – sem hínár-, sem pedig mocsárinövényzet nem alakulhat ki, legfejlebb tócsavegetáció található bennük. Kategorizálásuk kétféleképpen is történhet: egyrészt keletkezésük helye szerint (mint pl. hullámtéri vagy belvízes pocsolya), másrészt a bennük lévő víz eredete szerint (mint pl. árvizes, esvízes, olvadékvizes pocsolya).

A **dagonyák (dágványok)** kis kiterjedésű, rendkívül sekély víz (általában 0,1–0,3 m mély), rendszeresen ugyanazon a helyen újrakeletkező időszakos kisvizek, általában mocsárinövényzet vagy gyökerező hínárnövényzet nélkül, fenekén (a vízzáró alapkőzet fölött) vastag (0,2–0,5 m) üledékréteggel.

A **tocsogók (libbányok)** apró, efemer vízgyülemlesek, amelyek főként láprétek és a mocsárrétek sűrű növényzete vagy növényi törmeléke között, nagyobb mohapárnákban, továbbá rétek, legelők, erdők apró talajmélyedéseiben és süllyedéseiben találhatók.

A **telmák** rendszerint valamilyen szokatlan helyen kialakuló, rendkívül sekély (legfeljebb néhány liter) vízmennyiségű alkalmi vízgyülemlesek. Elnevezésük általában keletkezési helyüknek megfelelően történik [így pl. a növények (klasszikus esetként a héjakút mácsonya, *Dipsacus laciniatus*) szárölel leveleinek öbleiben felgyülemlett vizet fitotelmának, a faodvakban lévő két dendrotelmának, a kövek felületi mélyedéseiben lévő két litotelmának, a kagyló- és csigahéjakban lévő két malakotelmának, a mesterséges tárgyakban (pl. konzervdobozban) lévő két technotelmának nevezzük].

### A vízfolyások tipológiája

**Vízfolyásoknak** azokat a szárazföldi mélyedésekben elforduló vizeket nevezzük, amelyeknek víztömege a mederben a hordalékkal együtt a legkisebb ellenállás irányába (azaz a nehézségi erő hatására – többé-kevésbé határozottan – a magasabbról az alacsonyabb hely felé) halad. Ennek a fű víztípusnak a megjelölésére az áramló- vagy folyóvizek elnevezést is szokták alkalmazni, ezeknek a kifejezéseknek a használatát azonban kerülni kell, mivel az áramlás és a folyás, mint fizikai jelenségek, nem kizárólagosan erre a víztípusra jellemzők.

Magyarországon valamennyi fontosabb vízfolyástípusnak vannak képviselői, s ezek a következők.

A **folyamok** hatalmas vízgyűjtő területű, igen nagy vízhozamú, közepes vagy kis esésű, széles, de ugyanakkor mély medrű, általában eu- vagy szemisztatikus (esetleg arid vidékeken asztatikus) típusú vízfolyások, amelyek egy-egy vízrendszer utolsó tagjaként a tengerekbe (beltengerekbe), ill. óceánokba ömlenek. A folyamok vízgyűjtő területe nagyobb mint 500 ezer km<sup>2</sup>, átlagos vízhozamuk nagyobb mint 2500 m<sup>3</sup>/s, hosszúságuk nagyobb mint 2500 km [a Föld számos folyama elég közismert, mint pl. az Európában a Volga és a Rajna; Ázsiában az Ob, a Jenyiszej, a Lena, az Amur, a Huang-he, a Yangzi Jiang (Jangce), a Mé-Kong, a Ganga (Ganges), a Sindh (Indus), a Nahr al-Furat (Eufrátesz); Észak-Amerikában a Mississippi, a Mackenzie, a Yukon; Dél-Amerikában az Amazonas, a Paraná; Afrikában a Nilus, a Niger, a Kongó, a Zambezi; Ausztráliában a Murray; a hazai vízfolyások közül egyedül a Duna tartozik ebbe a kategóriába (Göny től kezdve)].

A **folyók** jelentős (500 km<sup>2</sup>-nél nagyobb) vízgyűjtő területű, tekintélyes hosszúságú (50 km-nél hosszabb), számottevő (több, mint 5 m<sup>3</sup>/sec) átlagos vízhozamú, változó (nagy, közepes vagy kis) esésű, közepes mederméretű, vízforgalmi szempontból nagyon különböző jellegű (eu-, szemisztatikus, sőt arid éghajlatú vidékeken gyakran asztatikus típusú) vízfolyások, amelyek a nagyobb folyamok vagy folyók vízgyűjtő területének egy-egy részletéről szedik össze a vizeket, de torkollhatnak közvetlenül óceánokba és tengerekbe, ill. szárazföldi állóvizekbe is. A folyókon belül általában három nagyobb csoportot szoktak elkülöníteni. Ha a vízgyűjtő terület nagysága 100 000–500 000 km<sup>2</sup>, a folyó hossza 1000–2500 km, a vízhozam pedig 400–2500 m<sup>3</sup>/sec közötti, akkor **nagyfolyóról**; amennyiben a vízgyűjtő terület nagysága 10 000–100 000 km<sup>2</sup>, a folyó hossza 250–1000 km, a vízhozam pedig 50–400 m<sup>3</sup>/sec közötti, akkor **közepesfolyóról**; ha pedig a vízgyűjtő terület nagysága 500–10 000 km<sup>2</sup>, a folyó hossza 50–250 km, a vízhozam pedig 5–50 m<sup>3</sup>/sec közötti, akkor **kisfolyóról** beszélünk.

**Kisvízfolyások** névvel célszerűségbe foglalni a következő víztípusokat, amelyeknek vízgyűjtő területe nem éri el az 500 km<sup>2</sup>-t, átlagos vízhozama kevesebb mint 5 m<sup>3</sup>/s, hosszúsága pedig kisebb mint 50 km, de elkülönítésük Magyarország jellegzetes geomorfológiai, klimatikus és hidrológiai adottságai miatt nagyon fontos.

A **patakok** általában nagy vagy közepes esés völgyekben futó, túlnyomórészt gyors folyású, helyenként sellő-s-zuhatagos, általában köves-kavicsos meder, ritkás növényzet, rendszerint magashegységi vagy magasabb középhegységi kisvízfolyások (ilyenek pl. a Kemence-patak a Zempléni-hegységben; a Szalajka és a Garadna a Bükkben; a Cuha a Bakonyban). Érdekes megfigyelni, hogy a magyar népi és földrajzi nevezéktanban a teljesen egyértelműen ide tartozó kisvízfolyásoknak sok esetben olyan egyedi nevük van, amelyekhez nem kapcsolódik toldalékként a patak szó.

A **csermelyek** közepes vagy kis esés völgyekben, medencékben, buckaközi mélyedésekben csörgedez, csendes folyású, változatos (kavicsos-homokos, durva és finom homokos, s t helyenként homokos-iszapos) üledékminőségű kisvízfolyások, rendszerint gazdag vízszegélyi növényzettel és szerves törmelékfelhalmozódással (főrnával és detritusszal). A csermelyek főként alacsonyabb középhegységekre, fennsíkok lankásabb részeire, hegylábi felszínre, dombvidékekre, továbbá az alföldi területek tagoltabb felszíneire jellemzőek (mint pl. a Csincse a Bükkalján, a Keleméri-patak a Borsodi-dombságon, a Váli-víz az Etyeki-dombság szegélyén, a Burnót-patak a Balaton-felvidéken, a Rigóc a Közép-Dáva-melléken, a Kállai-folyás a Nyírségben). Meg kell említeni, hogy a magyar népi és földrajzi nevezéktanban a csermely – ritka kivétellektől eltekintve – nem szerepel toldaléknévként, az ehhez a típushoz tartozó kisvízfolyásokat is általában pataknak nevezik, ill. valamilyen speciális, rendszerint egy adott tájra jellemző névvel látják el (mint pl. -víz, -folyás).

Az **erek** a nyílt, lapályos alföldi területek, esetleg hegyvidéki lapos fennsíkok sekély, szétterült, csaknem pangó víz, szélsőséges vízjárású, homokos-iszapos fenekű, pocsolású kisvízfolyásai, a meder túlnyomó részén dús vegetációval (nagyobb vízmennyiség esetén nemcsak mocsári-, hanem hínárnövényzettel is) és nagyon jelentős növényi törmelékfelhalmozódással (ilyenek pl. a Tócsó a Nyírségben, az Ölyvös a Bihari-síkon, az Árkus-ér a Hortobágyon). Ebben az esetben is megfigyelhetjük, hogy a magyar népi és földrajzi nevezéktanban a teljesen egyértelműen ide tartozó kisvízfolyásoknak szintén toldalék nélküli egyedi nevük van. Végül fontos megemlíteni, hogy az ér szót a magyar népnyelv olykor a kis vízhozamú forrásokból eredő kisvízfolyások, az ún. forráserek megjelölésére is használja, ebben az összetételben azonban az "ér" szó többnyire nem ezt a víztértípust fedile, mivel a kisebb forráskifolyók víztér-típológiailag inkább csermelyeknek felelnek meg.

**Ezek az értékek és jellegek a vízfolyások egy része esetében nem állíthatók párhuzamba egymással,** azaz el fordul, hogy a különböző osztályozási szempontok szerint ugyanaz a vízfolyás két, s t esetleg három kategóriába is tartozhat. Ilyen eset több hazai vízfolyásnál is el fordul, különösen a közepes vízhozam adatai miatt, ami számos ok (pl. a csapadékszegénység, az egyenlőtlen csapadékeloszlás, a tározás, a vízkivételek) miatt gyakran alacsonyabb (olykor jelentős mértékben is) a feltételezett típusénál. Ilyenkor úgy járunk el, hogy a vízfolyást abba a csoportba soroljuk, ahova a másik két szempont figyelembevételével tartozik. Ha mindhárom szempont szerinti besorolás különbözik, akkor mindig a közép kategóriát választjuk.

### A források tipológiája

A **forrásoknak**, amelyek a felszín alatti vizek feltörései, s így átmenetet képeznek a felszín alatti és a felszíni vizek között, **három fő típusát különböztetik meg** a reokrén, a limnokrén és a helokrén forrásokat.

A **reokrén (zuhogó) források** meredek sziklafalból fakadnak. Rendszerint b vizek, euvagy szemisztatikus vízforgalmúak, általában köves, növényzetben általában szegények. Leggyakrabban mészk hegysekben fordulnak el (ilyenek tekinthet pl. a Bükkben a Szalajkavölgyi Sziklaforrás, bár eredeti vízhozama a vízellátási célú megcsapolás miatt mára már jelent sen lecsökkent).

A **limnokrén (feltör ) források** olyan medenceszer források, melyek alulról vagy oldalról telnek meg vízzel. Általában közepes vízhozamúak, többnyire szemi- vagy asztatikus vízforgalmúak. Medrük homokos-iszapos, gazdag szerves törmelékfelhalmozódással vagy növényzettel. Hegyvidékekre jellemz ek, els sorban vulkanikus alapk zet hegysekben gyakoriak (ilyen volt pl. a Zempléni-hegységi források zöme a forrásfoglalások el tt).

A **helokrén források (mocsárforrások vagy forráslápok)** nem valamilyen meghatározott helyen lépnek ki, hanem nagyobb, s többé-kevésbé vastag talajrétegen keresztül szivárognak fel, s ezért a forrás területe elmocsarasodik vagy elláposodik. Általában csekély vízhozamúak. A forráslápok eusztatikus, a mocsárforrások pedig szemi- vagy asztatikus vízforgalmúak. Medrük rendszerint dús növényzet , szerves törmelékfelhalmozódásban gazdag, a forráslápnál gyakran t zeges. A helokrén források f leg középhegységeinkre és dombvidékeinkre jellemz ek (ilyen pl. a Létrási-forrásláp a Bükkben), de esetenként a változatosabb felszín alföldi területeken is megtalálhatók (mint az egykori halapi mocsárforrások a Nyírségben).

Külön típust képeznek – függetlenül a kialakítás módjától – a **foglalt források**, amelyeknek vizét m tárgy segítségével tárják fel és/vagy gy jtik össze.

### A felszín alatti vizek tipológiája

**Felszín alatti vizeken** a földkéreg üreg-, hézag- és pórusrendszerait kitölt vizeket értjük (1. ábra).

A **felszín alatti vizeknek** els közelítésben – a **hidrológiai körfolyamatban elfoglalt helyük alapján** – **három fő típusa van** a juvenilis, a vadózus és a fosszilis vizek.

**Juvenilis vizeknek** a földkéreg számára új, mélységb l felszálló (ún. profundus) vizeket nevezzük (amilyenek pl. a Yellowstone Nemzeti Parkban az utóvulkanikus m ködés eredményeként feltör vizek).

A **vadózus vizek** viszont a víz földi körfolyamatában állandóan és régt l fogva részt vesznek, s általában a csak csekély mélyséig lehatoló, felszínr l beszivárgó (ún. infiltrációs) vizekb l képz dnek.

**Fosszilis vizeken** a hidrológiai körfolyamatban korábban már részt vett, de mélyre és hosszú időre eltemetett, általában a régi tengerek vizéből visszamaradt vizeket értjük (amilyen az artéri vizek túlnyomó többsége).

A **vadózus vizeket**, amelyek hidrobiológiai szempontból a felszín alatti vizek közül a legfontosabbnak számítanak, a földkéreg (litoszféra) **üreg- és hézagrendszereiben elfoglalt helyük alapján három csoportra tagolhatjuk**: a barlangi vizekre, a hasadékvizekre és az átítató vizekre.

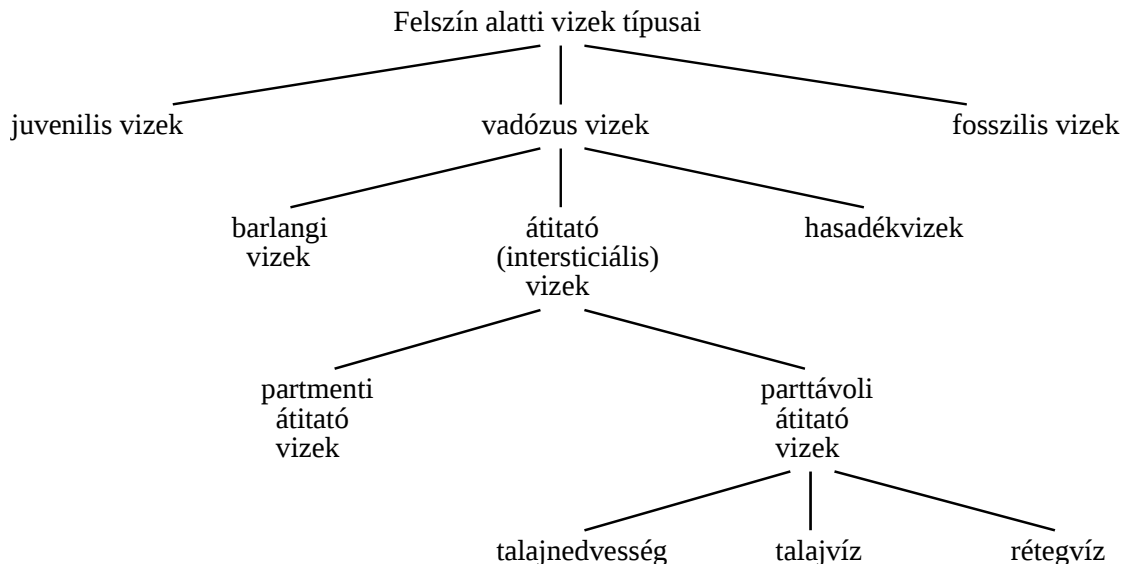
**Barlangi vizeknek** a földalatti üreg- és hézagrendszereket nem folytonosan, tehát levegővel együtt kitöltött állóvizeket és vízfolyásokat nevezünk.

**Hasadékvizeken** a földkéreg üreg- és hézagrendszereit folytonosan kitöltött vizeket értjük, amelyek lehetnek álló- és áramlóvíz jellegűek, de ezeket külön típusként nem különítjük el.

Az **átítató (intersticiális) vizek** a földkéreg laza üledékeinek, lerakódásainak apró közeit (pórusait) töltik ki, szintén álló- vagy áramlóvíz jelleggel, de ebben az esetben is önálló típuselkülönítés nélkül.

## 1. ábra

A felszín alatti vizek áttekinthető tipológiája



**Az átítató vizek a hidrológiai körfolyamatban betöltött helyzetük alapján két csoportba sorolhatók**: a partmenti és a parttávoli átítató vizek közé.

A **partmenti átítató vizek** minden esetben felszíni vizekhez kapcsolódnak, tulajdonképpen azok folytatását jelentik a felszín alatt, az alapkézetben, elsősorban a medret körülölelő talajban és a laza üledékes képzetekben.

A **parttávoli átitató vizek** viszont kizárólag csapadékvízbe táplálkoznak, beszivárgás (infiltráció) vagy kicsapódás (kondenzáció) révén.

A **parttávoli átitató vizek a geológiai (els sorban rétegtani) viszonyok alapján három csoportba tartoznak.**

A **talajnedvesség** a talajszemcsékhez tapadt és a kapilláris vizek összefoglaló neve. Helyzetét tekintve általában a talajvízszint fölötti pórusrendszereket nem összefüggően, tehát a talajlevegővel keverten kitöltött vizeket jelenti.

**Talajvíznek** a felszíntől számított első folytonos vízzáró réteg felett összegyűlt, minden hézagot összefüggően kitöltött víztömeget nevezzük (szabad- vagy nyílttükrű vizek). Ha a talajvíz felszíne a neutrális zóna, azaz a felszíni hőmérsékletingadozások által már nem befolyásolt sáv alatt van, akkor mélyvízről (mélytalajvízről) beszélünk. A talajvizek természetes körülmények között kizárólag csapadékvízbe pótlódnak, de ma már egyes területeken számottevően lehet a mesterséges eredetű utánpótlódás is (pl. öntözésekkel, szikkasztott szennyvizekkel).

**Rétegvíznek** az alul-felül vízzáró réteggel határolt felszín alatti vizeket nevezzük (zárttükrű vizek). Vízutánpótlásuk szintén csapadékvíz eredetű, csak annak a vidéknek a csapadékvizei táplálják, ahol a vízvezető réteg a felszínre bukkan.

A felszín alatti vizek vízforgalmukat tekintve általában euszatikusak, de tartozhatnak adott esetben – különösen a felszín közeli víztípusoknál – mindhárom vízforgalmi csoporthoz (az asztatikus vizekhez kapcsolódó partmenti átitató vizek vagy az arid tájak talajvizei pl. szintén igen gyakran asztatikusak).

## **Él helytipológia**

### **Elvi alapozás**

Kiindulásként azt a kérdést kell alaposan megvizsgálni, hogy a természeti rendszerek hogyan csoportosíthatók. Napjaink ökológiai felfogásában egyre inkább teret hódít az a tudományosan mindjobban megalapozott nézet (Mitsch és Gosselink 1993), hogy **a földfelszíni természeti egységeknek (entitásoknak) él helytipológiai szempontból három alapvető típusa van: a vízi, a vizes és a szárazföldi él helyek**. Különösen fontos ennek a felfogásnak az érvényre juttatása azokon a területeken (mint pl. a Kárpát-medencében is), ahol az ún. sekélyvizek vannak túlnyomó többségben.

**Vízi (akvatikus) él helyeknek** tekintjük azokat a természeti egységeket vagy azok meghatározott részeit, amelyeknek a középvízállásra vonatkoztatott felületarányos átlagmélysége a két métert meghaladja, s bennük makrovegetáció nem található.

A vízi él helyekhez tartoznak a felszíni vízterek tipológiai kategóriái közül az állóvizeknél a nagy-, a mély- és a sekélytavak, ill. a kopolyák egy része, a vízfolyásoknál pedig a folyamok és a nagyfolyók, ill. a közepesfolyók egy része, mégpedig vagy teljes terjedelmükben, vagy csak

bizonyos, bár általában nagyobb (makrovegetációval nem borított) részükben. Ezeknek a víztereknek a felületarányos víztömege általában igen jelentős, vízforgalmuk szinte kivétel nélkül eusztatikus jellegű.

**Vizes (szemiakvaticus) élőhelyeknek** (a nemzetközi terminológia szerint "wetland"-nek) tekintjük azokat a természeti egységeket, amelyeknek felületarányos átlagos vízmélysége – középvízállás esetén – a két métert nem haladja meg, az ennél mélyebb víztereknek pedig azokat a részeit, amelyeknek legalább egyharmadát makrovegetáció (hínár- és/vagy mocsári- és/vagy szegélynövényzet) borítja vagy kíséri, továbbá azokat a természeti egységeket, ahol olyan hidromorf talajok találhatók, amelyeknek felső rétege tartósan vagy legalább hosszabb időtartamig vízzel átitott, és ezért jellegzetes, többnyire nagy vízigényű vagy jó víztartó növényállományokkal (nádasokkal, magassásosokkal, lág- és mocsárrétekkel, mocsári gyomtársulásokkal, iszap- és zátonynövényzettel, nedves és vakszikesekkel, lág- és mocsárrétekkel, bokorfüzesekkel, puha- és keményfaligeterdekkel, égerligetekkel), ill. azok jól felismerhető maradványaival jellemezhetőek.

A vizes élőhelyekhez tartozó víztereknek és víztesteknek a felületarányos víztömege általában csekély, a vízszintingadozás pedig többnyire számottevő mértékű, és szárazabb időszakokban igen jelentős is lehet. Ennek megfelelően ezeknek a víztereknek és víztesteknek a vízforgalma ritka kivételektől (pl. bizonyos láptípusoktól) eltekintve legfeljebb szemisztatikus, de jórészt inkább asztatikus jellegű. Ennek figyelembe vétele különösen a nagyobb, teljes egészükben eusztatikus víztereknél nagyon fontos, hiszen ennek a sávnak az élővilága könnyen sérülhet olyan mértékű vízszintingadozás esetén is, aminél magának a teljes vízternek a vízforgalma még nem változik alapvetően.

Az ilyen típusú (tehát nem vízternek minősülő) vizes élőhelyek csoportosítására és jellemzésére a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Program keretében kidolgozott "Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (Á-NÉR)" kategóriáit javasoljuk elfogadni (Fekete et al. 1997). Ezeknek az élőhelyeknek a vízforgalma túlnyomórészt asztatikus jellegű, legfeljebb néhány esetben (pl. a lág- és mocsárréteknél) beszélhetünk szemisztatikus típusról. Szabályszerű vízforgalmuk jellegét viszonylag ritkán határozza meg a felszíni vízborítás. A vízforgalom jellegét döntő módon a talajvíz mennyisége és ingadozásának mértéke határozza meg, mégpedig típusonként különböző mértékben.

**Szárazföldi (terresztris) élőhelyeknek** tekintjük azokat a természeti egységeket, amelyeknél a felszínen szabad víztükör, a talaj felső rétegében pedig vízzel való átitatás tartósan egyáltalán nem fordul elő, csak legfeljebb időszakosan és rövid ideig (pl. nagyobb események alkalmával) észlelhető, és ezért közepes vagy kis vízigényű és a szárazságot jól elviselő növényállományokkal (pl. félszáraz és száraz gyepekkel, üde és száraz lomboserdőkkel, fenyőerdőkkel), ill. azok jól felismerhető maradványaival jellemezhetőek.

A szárazföldi élőhelyek csoportosítására és jellemzésére is a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Program keretében kidolgozott "Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (Á-

NÉR)" kategóriáit javasoljuk elfogadni (Fekete et al. 1997), hiszen ebben az átfogó munkában a természetes és a mesterséges élőhelyek egyaránt képviselve vannak.

### **A vizes élőhelyek jellegzetes sajátosságai**

- ▲ A nemzetközi szakirodalomban egyre többször és mind súlypontosabban bukkan fel a "**wetland**" kifejezés. Ezekből a munkákból már felületes tájékozódás során is kiderül, hogy ezt a fogalmat azoknak a víztereknek vagy ezek olyan részeinek (víztestjeinek) a megjelölésére használják, amelyeket nem tekintenek igazi víztereknek, de amelyeknél a víz jelenléte vagy legalább a hatása mégis döntő jelentőségű. Az ilyen típusú objektumok fő ismérvei a következőkben fogalmazhatók meg.
- ▲ A szárazföldi területektől legegységesebben a víz állandó jelenlétével (legkedvezőtlenebb esetben a talaj tartós átítatódásával) térnek el, a valódi vízi objektumoktól (pl. a mélytavaktól, a folyamoktól és a folyóktól) pedig az állandóan meglévő vagy a rendszeresen (pl. a mérsékelt égöv sekély vizeiben évenként) újraképződő dús makrovegetációjukkal különülnek el.
- ▲ Vízjárasi viszonyaik alapvetően kétfélek és nagyon sajátosak, lehetnek ugyanis állandóan vízzel borítottak és akkor többnyire kifejezetten eusztatikus vízforgalmúak (mint pl. a boreális tőzegmohalápok), vagy változó mértékben elárasztottak és akkor jellegzetesen asztatikus vagy esetleg szemisztatikus vízforgalmúak (mint pl. a mocsarak különböző típusai vagy a mérsékeltövi sekély vizek többsége).
- ▲ Jellegzetes vegetációval borítottak, amelynek elemei alkalmazkodtak a nedves körülményekhez, az állandó vagy váltakozó vízborításhoz, s hiányzanak belőle az elárasztást nem tűrő (azzal szemben intoleráns) elemek.
- ▲ Különleges tulajdonságú, szerves anyagokban igen gazdag és általában anoxikus talajokkal és üledékekkel jellemezhetők, amelyek egyik szomszédos területen, azaz sem a szárazföldön, sem a mélyebb nyíltvízi területeken nem fordulnak elő gyakran és meghatározó mértékben.
- ▲ A biogeokémiai ciklusban elfoglalt helyük egészen egyedi, mivel nemcsak az átalakítási folyamatok jelentős színterei, hanem egyrészt a szárazföld felől bejutó tápanyagok fontos elnyelőinek tekinthetők, másrészt viszont – a mélyebb nyíltvizek viszonylatában – a tápanyagok számottevő forrásai is lehetnek.
- ▲ Produktivitásuk természetes körülmények között is általában magas, szemben a közepesen vagy gyengén produktív szárazföldi ökológiai rendszerekkel és a kifejezetten alacsony produktivitású mélyebb vizekkel.



Ezeknek a jellegzetes vonásoknak az áttekintése alapján aligha férhet kétség ahhoz, hogy a wetlandek alapvetően különböznek mind a szárazföldi, mind a vízi ökológiai rendszerektől, s azokhoz viszonyítva a legtöbb szempontból átmeneti helyzetet foglalnak el. Igen sok esetben ez nemcsak elméletileg, hanem a valós térben is jelentkezik, hiszen ténylegesen is részben elválasztják, részben összekötik a szárazföldi és a vízi ökológiai rendszereket (gondoljunk csak a tó- és a folyópartokat kísérő, mocsári és hínárnövényekből álló sávokra, a tengerparti sós mocsarakra vagy mangrove-erdőkre). Ezek az átmeneti sávok, az ún. ökotónok, nagyon fontos és sokoldalú kiegyenlítő szerepet játszanak a két rendszer között. Teljesen érthető tehát, hogy R.L. Smith a következő szellemes jellemzést adta róluk: "félúton lévő világ a szárazföldi és a vízi ökoszisztémák között, amely mindkettőnek számos jellegzetességét mutatja".

Ez a sajátos helyzet egyúttal azt is jelenti, hogy a wetlandeket határoló két közegnek a törvényszerűségei nem érvényesek rájuk maradéktalanul, sőt sok esetben még áttételesen sem, s ezért feltétlenül fel kell tárni a csak rájuk jellemző jelenségek és történések sajátos szerkezeti és működési feltételeit. Ezt követően viszont kitűnően alkalmasak az egymástól sok szempontból eltérő szárazföldi és vízi ökológiai rendszerek alapján megállapított összefüggések és elméletek általános érvényességének tesztelésére, mint átmeneti helyzetű és kettős alkotóelemű "természetes laboratóriumok".

Ennek a köztes állapotnak ökológiai értelemben óriási jelentősége van, főleg két szempontból. Szerkezetileg (struktúráisan) a wetlandek – elsősorban a sokoldalú és szerteágazó táplálékháló, ill. a rendkívül gazdag biodiverzitás miatt – olyan "biológiai bőségszarunak" tekinthetők, amelyeknek kiemelkedő szerepük van a flóra és a fauna gazdagságának megőrzésében, változatosságának fenntartásában, a menedékhelyek biztosításában, a visszatelepülés lehetőségeinek megteremtésében. Működésüket tekintve (funkcionálisan) viszont – nagyon találóan – a "táj veséjének" nevezhetők, mivel egyrészt igen hatékonyan vesznek részt a hidrológiai és a kémiai körfolyamatokban, s ezzel közvetve a földi klíma globális szabályozásában, másrészt pedig visszatartó szerepük van a természetes tápanyagterhelés vagy a művi forrásokból származó szennyezések továbbjutásában.

Mindezek alapján jogosnak lehet tekinteni a modern wetland-kutatás két meghatározó személyiségének, William J. Mitsch és James G. Gosselink (1993) amerikai tudósoknak azt a megállapítását, hogy "A wetlandek a táj legfőbb jellegzetességei a világ csaknem minden részén". S valóban, ha végigtekintünk gondolatban a különböző geológiai korok vagy a korai civilizációk fejlődéstörténetén, akkor jogosnak tartjuk azt a megállapítást, hogy a vizes élőhelyek mindig a Föld legjelentősebb ökológiai rendszerei közé tartoztak (gondoljunk csak pl. a karbon hatalmas

mocsaraira, vagy az egyiptomi és az azték kulturákra). Így van ez jelenleg is, azzal a lényeges különbséggel, hogy ma már a területileg vészesen megfogyatkozott és sok helyen erősen leromlott állapotú vizes élőhelyek a legjobban veszélyeztetett ökológiai rendszerek közé tartoznak.

A wetland típusú élőhelyek jelentős nagyságú területet borítanak mindegyik kontinensen (az Antarktisz kivételével) és minden klímazónában. Jól megalapozott becslések szerint a szárazföldek területéből még napjainkban is mintegy 8,6 millió km<sup>2</sup>-t fednek le, ami az összfelület 6,4%-ának felel meg. Ennek valamivel több mint felét (56%-át) a trópusi és a szubtrópusi területeken találjuk, a fennmaradó rész túlnyomó többsége pedig a boreális láp- és mocsárvidékekre esik. Ezeknek az adatoknak az alapján megállapítható, hogy a mérsékelt égöv különösen szegény vizes élőhelyekben, azaz itteni, s ezáltal hazai megbecsülésekre különösen ügyelni kell. Ennek a szándéknak megvalósulásában azonban csak akkor lehet megalapozottan reménykedni, ha egyértelműen és világosan meg tudjuk mondani, hogy mit is értünk hazai viszonylatban a wetland fogalmán.

A nemzetközi terminológiában általánosan használt és elfogadott "wetland" kifejezés szó szerinti magyar fordítása "nedves föld". Nyilvánvaló, hogy ettől az értelmezéstől el kell tekinteni, hiszen a mindennapi szóhasználatban ez az összetétel mást jelent. A magyar nyelvben van egy kitűnő kifejezés a fogalom szűkebb értelmezésére, a "vizenyős terület". Ezt a szóösszetételt a népnyelv az olyan területek megjelölésére alkalmazza, amelyet a magas talajvízállás állandóan nedvesen tart, és mocsarassá, sűppedőssé tesz. Az előbbieken elmondottak szerint azonban nem lehet vitás, hogy a jövőben mindenképpen a szélesebb körű értelmezést ajánlatos használni a magyar szaknyelvben is. A "vizes terület", mint a "wetland" magyar megfelelője, azért nem jöhet szóba, mert a fogalom – mint láttuk – egyre inkább megtelik biológiai-ökológiai tartalommal is, s ezért csak olyan kifejezés ajánlható, amelyben ez a lényeges szemléleti változás is egyértelműen tükröződik. Ebből a megfontolásból kiindulva a kérdésben talán legilletékesebb szervezet, a Ramsari Egyezmény Magyar Nemzeti Bizottsága – körültekintő és gondos mérlegelés után – a hazai szaknyelvben a "vizes élőhely" kifejezés meghonosítását javasolja a "wetland" magyar megfelelőjeként.

A magyar elnevezés azonban a kérdésnek csak a formai, vagyis a kevésbé fontos – bár korántsem elhanyagolható – oldala. Tartalmi szempontból a helyzet ennél sokkal nehezebb. A legismertebbnek és a legáltalánosabban elfogadottnak tekinthető meghatározások áttekintéséből ugyanis kitűnik, elég nagy különbség van közöttük abban a tekintetben, hogy milyen területek tartoznak a vizes élőhelyek közé. A legáltalánosabb értelmezés szerint Magyarországon az igazi vízterek kezdve az ártéri keményfás ligeterd kig szinte minden, tehát az ország területének igen jelentős része vizes élőhelynek tekinthető. Nyilvánvaló azonban, hogy ez az álláspont nem fogadható el, s ezért szükség van valamilyen szűkítésre, mégpedig egy olyan operatív

fogalom meghatározásra, amelynek alapján egy területről egyértelműen és egyetemesen eldönthető, hogy a vizes élőhelyek kategóriájába tartozik-e. A szűkítés mind a valódi vízi, mind az igazi szárazföldi rendszerek felé szükséges és indokolt.

A **vízi rendszerek** való elhatárolás egyrészt a víz mélysége, másrészt a makrovegetáció jelenléte alapján történhet. A vízmélység esetében azt a vízoszlop magasságát célszerű határként tekinteni, aminél hazai körülmények között általánosságban makrovegetáció jelenhet meg. Ez két méternek vehető, de ezt az értéket a sekélyvizek medermorfológiai jellege miatt érdemes felületarányos (tehát a meder teljes felületére vonatkoztatott) átlagmélységként értelmezni, a hazai humiditási-ariditási viszonyokra való tekintettel pedig célszerű a középvízállásra vonatkoztatni.

Mindebből kiindulva mindazokat a víztereket vizes élőhelynek kell tekinteni, amelyekben középvízállás esetén a felületarányos átlagmélység a két métert nem haladja meg. A vizes élőhelyekhez tartoznak tehát a felszíni vízterek tipológiai kategóriái közül teljes terjedelmükben az állóvizeknél a kopolyák jelentős része, továbbá valamennyi kistó, fertő, láp, mocsár és kisvíz (pl. tömpöly, dagonya, tocsogó); a vízfolyásoknál pedig a közepesfolyók egy része, továbbá valamennyi kisfolyó és kisvízfolyás (pl. csermely, ér), amelyet általában dús makrovegetációjuk is jelez. A meghatározás szerint azonban a kifejezetten sekély, de valamilyen sajátos okból (pl. a gyors kiszáradás, a nagyfokú zavarosság, a hipertrófiá jelleg, a beárnyékoltság, a sebes folyás, ill. ezek valamilyen kombinációja miatt) teljesen vagy jórészt növényzetmentes vízterek is (pl. az erdősen eutrofizálódott kopolyák és kistavak, a szikes vizek, a pocsolyák, az erdei tömpölyök, a kisfolyók, a patakok) teljes egészükben a vizes élőhelyek sorába tartoznak.

Abban az esetben, ha a víztér felületarányos átlagmélysége két méternél nagyobb (pl. Balaton, Lázberci-tározó, Duna), akkor a vizes élőhelyek tipikusan szegély (ökotón) jellegűek, ezért ilyenkor a medernek csak azt a részét lehet a vizes élőhelyekhez tartozónak venni, ahol a partmenti sávot meghatározó mértékű hínár- és/vagy mocsárinövényzet borítja (elsősorban állóvizeknél), ill. kifejezetten partszegélyi (azaz teljesen vagy legalább részben vízben álló) növényállományok (hinarasok, mocsárinövényzet és/vagy magaskórósok, égeresek, bokorfüzesek) kísérik (főleg vízfolyásoknál). Ezeknek a víztereknek az ilyen jellegű részeit habituálisan jól elkülönülten víztesteknek tekintjük, és mint ilyeneket soroljuk a vizes élőhelyek közé. Ha ezeknél a víztereknél a partszegélyi makrovegetáció borítása a part mentén hosszanti irányban nem teljes, hanem különböző okokból (egyrészt természetes módon, mint pl. a kanyargó folyók meandereinek külső ívén lévő szakadópartoknál, másrészt mesterséges beavatkozások következményeként, mint pl. horgászállások és csónakkikötők létesítése, kotrási munkálatok miatt) megszakított, akkor mindazokat az üres közöket a vizes élőhelyhez tartozónak vesszük, amelyek nem nagyobbak a szomszédos növényállományok átlagos hosszánál. Keresztmetszetben – azaz a meder közepe felé – a vizes élőhely határát ezeknél a víztereknél hazai viszonyok között általában a közepes vízállásnak megfelelő két méteres mélységi szintvonal jelöli ki, kivéve, ha a növényállományok ezen a határon túlnyúlnak (pl. feltűnően tiszta, nagy átlátszóságú vízterekben).

A **szárazföldi rendszerek történelmi elhatárolás** sokkal nehezebb, különösen a magyarországi klímatiságok mellett. A nemzetközi szakirodalom ugyanis els sorban a hidrológiai és a talajtani adottságokat tekinti az elkülönítés szempontjából mérvadónak. A vizes él helyek kategóriájába sorol minden olyan területet, amelyet hidromorf talajok borítanak, s ahol a talaj fels rétege tartósan vagy legalább id szakosan vízzel átitatott. Ennek a szempontrendszernek a figyelembevételével hazai körülmények között egyedül a láptalajokkal borított területek besorolása egyértelmű, a többi talajtípusok (pl. öntéstalajok, réti talajok) esetében legalább egy egész vegetációperiódust (s t szárazabb periódusokban, mint pl. az utóbbi években több évet is felölel) átfogó vízháztartási vizsgálatokkal lehetne csak eldönteni, hogy az adott területet vizes él helynek lehet-e min síteni.

Szerencsére az él világ összetétele kit n en jelzi (indikálja) mindezeket az adottságokat, s ráadásul nemcsak a jelenlegi helyzetet, hanem az el zményekről is tájékoztatást nyújt, s ezáltal a terület átfogó és sokoldalú megítélését teszi lehetővé. Mindebből tehát az következik, hogy ökológiai alapon, azaz az él lénytársulások fajösszetételének vizsgálatával egy adott területnek a vizes él helyek közé történő besorolása hazai körülmények között is egyértelműen megtörténhet. Tekintettel arra, hogy a cönológiában jelenleg még csak a növénytársulások rendszere tekinthet egy objektív és operatív elkülönítéshez szükséges alapossággal kimunkáltnak, a vizes él helyek kategóriájába történő besorolást ezen az alapon lehet és célszerű elvégezni.

Növénytársulástani alapon (természetesen a vízterekhez tartozónak min sül valódi vízínövényzettel, ill. a különböz típusú lápi és mocsári növénytársulásokkal jellemezhet területek mellett) egyértelműen vizes él helynek kell tekinteni mindazokat a területeket (részletes jegyzéküket az 1. melléklet tartalmazza), amelyeket nádasok, magassásosok, láprétek, mocsárrétek, nedves és vakszikesek, láperdek, bokorfüzesek, puha- és keményfa-ligeterdők, szubmontán égerligetek, magaskórós társulások, mocsári gyomnövényzet, iszap- és zátonynövényzet, továbbá mindezek jól felismerhet maradványai borítanak (vö.: Magyarország természetes növénytakarója. Tervezte: Zólyomi Bálint. Kartográfiai Vállalat, Budapest 1981, 630082. számú térképlap).

### **A víztér és a víztest fogalma**

A földi vízkészlet egyrészt a földkéreg (litoszféra) felületi mélyedéseiben, másrészt annak üreg-, hézag- és pórusrendszereiben található, s ott többnyire valamilyen jól körülhatárolható módon helyezkedik el (azaz megjelenési formája rendszerint diszkrét). A vízkészletnek ezeket a körülhatárolható, azaz önállóan tekinthető egységeit, azaz a földkéregnek a vízzel folyamatosan kitöltött részeit nevezzük **víztérnek**.

A nagyobb vízterek esetében (mint pl. a Balaton, a Velencei-tó, a Kunkápolnási-mocsár) gyakran merül fel igény kisebb, valamilyen szempontból – els sorban küllemileg (habituálisan) – jól elkülönül vagy elkülöníthető egységek megjelölésére, amelyeket **víztesteknek** nevezünk. Ezeket gyakran önálló névvel is jelölik, mint a Balaton egyes medencéit (Keszthelyi-, Szigligeti-, Középs- és Északkeleti- vagy Siófoki-medence) vagy az azon belüli nagyobb öblöket (pl. Bázisai-

öböl, Fzf-i-öböl); a Velencei-tó jellegzetes tisztásait (pl. Nagy-tisztás, Lángi-tisztás); a Kunkápolnási-mocsár találóan elnevezett fenekét (pl. Nagy-Darvas-fenek, Csukás-fenek) .

### A meder és a part fogalma

A földkéreg felületi mélyedéseiben elhelyezkedő vízterek további jellemzésénél két kulcsfogalommal lehet találkozni. Azt a természetes vagy mesterséges eredetű mélyedést, amelyben a víz helyet foglal, **medernek** nevezzük. A vízfolyások esetében gyakran használják a meder megfelelőjeként (szinonimájaként) az ágy (pl. folyóágy), állóvizek esetében pedig a medence (pl. tómedence) kifejezést.

A meder határa a földkéreg felé az alapközvet, tehát nem minden esetben a folyékony és a szilárd fázis határa (azaz pl. nem azonos a helyben képződött üledék felszínével!). Ebből következően nagyon ügyelni kell a mederfenék szó helyes és egyértelmű használatára (hiszen ez csak abban az esetben és a vízternek csak azon a részén esik egybe a vízfenékkal, ahol a víz az alapközvettel érintkezik).

A légkör felé a víz különleges tulajdonságú felszíni hártója, a **víztükör** képezi a határt. A víztükör helyzete szinte soha nem állandó, hanem folytonosan változik (vagy ahogy még mondani szokták, a vízszint állandóan ingadozik).

A szárazföld és a víztükör érintkezési vonalát (köznapi értelemben a szárazföldnek a vízzel, ill. a víznek a szárazfölddel határos részét, azaz "szélét") **partnak** nevezzük. Ez a megfogalmazás azonban rendszerint csak egy adott időpillanatban (vagy legalábbis rövid ideig) fennálló állapotot tükröz. A szinte folytonos vízszintingadozás miatt ugyanis a partvonal helyzete állandóan változik, s ezért víztípológiai értelemben a part a legmagasabb és a legalacsonyabb vízálláskor megállapított érintkezési vonalak közötti területet jelenti (azaz valójában egy többnyire változó szélességű és kiterjedésű sávként értelmezhető).

A vízszintingadozásnak megfelelően a meder sem állandó, mérete folyton változik, s ezért meg szokták különböztetni a három jellegzetesebb vízszinthez tartozó ún. nagyvízi, középvízi és kisvízi medret. Ennek a hármas felosztásnak különösen a folyóvizek esetében van nagy jelentősége, ahol a közép- és a nagyvízi medernek önálló nevei is vannak. Középvízi medernek a **folyóágy** tekinthető, az azon kívül fekvő, s a legmagasabb vízállás alkalmával ténylegesen elöntött vagy feltételesen elönthető területet **ártérnek** nevezzük, míg az ártérnek a gátakkal leválasztott részét (ahová a folyó vize a középvízállást meghaladva rendszeresen kilép) **hullámtérnek** tekintjük.

### A meder függőleges tagolódása

A medernek, ill. a benne helyet foglaló víznek és üledéknek, mint az őket benépesítő szervezetek élhelyének a tulajdonságai a mélységgel jelentősen változnak, s ezért nagyon fontos, hogy ezt a függőleges tagolódást a legfontosabb sajátosságok szerint rendszerezzük. A mederalaktani viszonyok, a fénybehatolás mértéke, a hőmérséklet változása, ill. a biológiai termelés és anyagforgalom jellegzetességei alapján a következő **tájékok (tractus)**, ill. azon belüli **övek**

(**cingulus**) és **lépcsők (gradus)** különíthetők el általánosságban (kódszámaikkal együtt, felfelé és lefelé is a valódi parttól induló számozással).

▲ **1000 Litorális (parti) tájék**

▲ **1200 Paralimno-litorális (partfeletti) öv**

▲ 1220 Epilitorális (felső partszegélyi vagy páratelt) lépcső

▲ 1210 Szupralitorális (alsó partszegélyi vagy locsolási) lépcső

▲ **1100 Litorális (parti) öv**

▲ 1110 Eulitorális (parti, ti. valódi parti) lépcső

▲ 1120 Infralitorális (partalji vagy alámerültparti) lépcső

▲ 1121 Epiinfralitorális (felső partalji vagy mocsárinövényzet) allépcső

▲ 1122 Mezoinfralitorális (középső partalji vagy gyökerezés vízfelszíni-hínáros) allépcső

▲ 1123 Hipoinfralitorális (alsó partalji vagy gyökerezés alámerülthínáros) allépcső

▲ **2000 Profundális (mélységi) tájék**

▲ **2100 Litoriprofundális (partalatti vagy átmeneti) öv**

▲ **2200 Euprofundális (mélységi) öv**

▲ **2300 Abisszális (nagy mélységi) öv**

Ezek közül az egyetlen igazán egzakt módon meghatározható egység, s így **a felosztás kiindulópontja és viszonyítási alapja a valódi parti (eulitorális) lépcső**, ami teljes mértékben megfelel a part fogalmának (azaz a maximális és minimális vízszint szegélyvonala által lefedett területnek). A legalacsonyabb vízállás szegélyvonala alatt a partalji (infralitorális) lépcső következik, amelynek egész területe állandóan vízzel borított (ezért nevezik alámerültparti lépcsőnek is). Ez a két lépcső (az eu- és az infralitorális) együttesen adja a parti (litorális) övet. Az infralitorális lépcső alsó határa tehát a két nagy tájék (a litorális és a profundális) közötti választóvonallal is egybeesik, így kijelölése a vízterek tipizálása és sajátosságainak első közelítésben történő meghatározása szempontjából egyaránt kulcsfontosságú. Éppen ezért sajnálatos, hogy az irodalomban nem találkozunk elég egyértelmű megfogalmazásokkal ebben a kérdésben.

A **parti (litorális) tájékot** általában a nagytermet és gyökerezésű hínár- és mocsárinövényzet (az ún. makrovegetáció) jelenlétével jellemzik. A jelenlét azonban önmagában nem ad lehetőséget az egyértelmű elhatárolásra, hiszen a makrovegetáció megtelepedését számos ok (mint pl. az átvilágítottság, a mederalkat, a vízforgalom, a vízszintváltozás, a vízmozgás, az üledékminőség, a nyomás, a szennyezés) befolyásolhatja, adott konkrét esetben pedig ezek közül rendszerint több tényező összjátéka határozza meg. A makrovegetáció kiterjedése és összetétele tehát mindig bizonyos tényező csoport együttes és többnyire egyedileg összehangoló hatásának eredményeként értelmezhető. Ebből következően egyértelmű elhatárolás csak akkor valósítható meg, ha a sok

tényezők közül egyet, mégpedig általánosságban a legfontosabbnak tekinthetünk kiemeljünk, és a határt ennek a figyelembevételével húzzuk meg. Mivel a makrovegetáció elfordulása szempontjából a legfontosabb limitáló tényezőnek a fény tekinthető, azt a vízmélységet célszerű a litorális tájék alsó határának tekinteni, ameddig a számukra elegendő mennyiség fény lehatolhat, tehát ameddig a nagytermetű, gyökerező hínárnövények a fénylimitáció miatt megtelepedni képesek. A litorális öv tehát a legmagasabb vízállás szegélyvonalától a gyökerező makrovegetáció elfordulásának a fénylimitációból adódó potenciális mélységi szegélyvonaláig tart. Számos eddigi irodalmi és terepi tapasztalat elég egybehangzóan azt mutatja, hogy hazai viszonyok között ez a határ – a legjobb vonatkoztatási alapnak tekinthető közepes vízálláshoz viszonyítva – általánosságban 2 méteres mélységben található.

A növényzet formációtípusának megfelelően az infralitorális lépcső ideális esetben (ti. kis vízszintingadozású eusztatikus vízforgalmú vízterekben) további három részre bontható: a mocsári növények dominanciájával jellemezhető felső partalji (epi-infralitorális), a felfelső felszínen szétterülő hínárnövényekkel fedett középső partalji (meso-infralitorális), valamint a zömmel alámerült hínárral benépesülő alsó partalji (hipo-infralitorális) allépcsőkre. A nagy vízszintingadozású és változó vízforgalmú (és így hazánkra is többnyire jellemző szemi- vagy asztatikus típusú) vízterekben azonban a partvonal éves változása oly nagy mértékű, és ezáltal az eulitorális lépcső olyan széles is lehet, hogy szemisztikus vízforgalom esetén gyakran a mocsárinövényzet allépcsője, és tiszta asztatikus vizekben még olykor a szétterülő levelű hínaras allépcső is az eulitorális lépcsőhöz tartozik. Éppen ezért a pontos határokat mindig adott konkrét vízterre kell megadni, és a változó vízforgalmú víztereknél érdemes minden vegetációperiódusra vonatkozóan külön-külön is megállapítani.

A valódi part fölött, a legmagasabb vízállás szegélyvonalától felfelé a partfeletti (paralimnolitorális) öv található, amelyet teljes terjedelmében egyszerre soha nem borít el a víz (ami miatt "szárazparti" övnek is nevezik). Két lépcsőre tagolódik: a locsolás terére, azaz a hullámok által időszakosan megnedvesített, és így alkalomszerűen közvetlenül is vizet kapó alsó partszegélyi (szupralitorális) lépcsőre, ill. a felső partszegélyi (epilitorális) lépcsőre, ami kizárólag közveztett úton (pára vagy permet formájában) kap nedvességet, azaz a környéktől csak mikroklímája révén üt el, így azonban a nedvességkedvelő és/vagy nedvességtűrő növények nagyobb arányú jelenlétével jellemezhető.

A **mélységi (profundális) tájék** a medernek a hínárnövények potenciális elfordulási határa alatti területe. A parti (litorális) és a valódi mélységi (euprofundális) öv közötti ún. átmeneti terület a partalatti (litoriprofundális) öv, ahol a körülmények a makrovegetáció megtelepedésére már nem alkalmasak, de mivel kis mennyiségű fény ide még lehatol, a fenéken algabevonat képződhet, a vele határos vízrétegben (a ún. váltó- vagy ugrórétegben, a metalimnionban) pedig algák és fotoszintetikus baktériumok élhetnek, azaz fotoautotróf szervezetek még elfordulhatnak. Az igazi mélységi (euprofundális) öv a fény nélküli világ birodalma, ahol csak heterotróf anyagcseretípusú élőlények találhatóak. A medernek a 400 (vagy más tipológiák szerint 500, ill. 600) méternél

mélyebb részei a nagymélységi (abisszális) övhöz tartoznak, ami a kontinentális vizekben csak ritkán (egyes kivételesen mély tavakban, mint pl. a Bajkálban, a Tanganyikában) fordul el .

Ezeknek a tájékoknak, öveknek és lépcsőknek a határát egyáltalán nem lehet valamilyen tényleges magassági vagy mélységi értékekhez kötni. A valódi part méretét nagyon erősen befolyásolják a vízforgalmi viszonyok. Humid területeken lévő eusztatikus vízforgalmú vízterek esetében a valódi part lehet mindössze néhány centiméter kiterjedésű, arid vidékeken asztatikus vízforgalmú tavainál viszont akár több tíz méteres is lehet. A partfeletti öv nagysága nagyon erősen függ – még ugyanannál a víztérnél is – a partmenti geomorfológiai viszonyoktól, a víztér méretétől, a széljárástól és a szélerejétől. A partalji (alámerültparti) lépcsők terjedelmét számos tényező, így például az abiotikus eredetű zavarosság, a biotikus (elsősorban algák általi) fényelnyelés, a vízmozgások, a hordalék- és az üledékminőség, a szélviszonyok erősen befolyásolják. Általánosságban elmondható, hogy a mély és tiszta vizű tavaknál a parti és a mélységi tájék határa 10 m-nél többnyire mélyebben van. Ezzel szemben hazai sekélytavainkban már a néhány méter mély vízfénék tulnyomó része is a partalji (litoriprofundális) övhöz tartozik (mint pl. a Balaton esetében), sőt egyes kistavainkban (pl. az ide sorolható szikes vizeinkben) akár olyan sajátos körülmények is kialakulhatnak, hogy a két tájék határa egy méteres mélységen belül található.

### **A parti tájék sajátosságai és jellemzése**

Hazai sekély vizeinkben a parti (litorális) tájék döntő jelentőségű, ezért a jellemzésével is részletesebben kell foglalkozni. A vízmélység, ill. a víztől való távolság változásával – számos tényező (mint pl. az átvilágítottság, az aljzattípus, a vízellátottság, a páratartalom) együttes hatásának eredményeként – az élőlények létfeltételei viszonylag kis távolságon belül számottevő mértékben változhatnak, aminek eredményeként az élővilág összetételében is markáns különbségek észlelhetők. Ezek a helytől függő és általában mennyiségileg is jól jellemezhető (grádiens-szerű) változások ideális esetben lépcsőzetesek, s ennek megfelelően a litorális tájék élővilágának a szerveződésére is az ún. **sávozottság (zonáció)** jellemző.

Ezeket az egymásra következő sávokat (zónákat) az első szemrevételezésre (külsőleg, habituálisan) is jól azonosítható növényzet segítségével különíthetjük el a legegyszerűbben, s ezért **a zónákat a rájuk jellemző növényformáció nevével jelöljük meg** az alábbiak szerint. Meg kell jegyezni, hogy az alábbi felosztás nem növénycönológiai szempontból, továbbá nem is annak megfelelő bontásban és részletességgel készült, bár ahhoz, ill. annak nevezékéhez igyekeztünk ragaszkodni (az egyes kategóriákhoz tartozó társulások jegyzékét az 1. melléklet tartalmazza, részletes leírásuk pedig a "Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer" c. kézikönyvsorozat II. kötetében található – vö. Fekete et al. 1997). Ez a kategóriarendszer elsősorban azzal a céllal készült, hogy vízterek jellemzéséhez, ill. a mintavételi helyek egységes és összehasonlítható leírásához segítséget nyújtson, egyrészt az átfogó jellegű kategóriák (kövérrel szedve), másrészt az ezen belüli, mélyebb szintű, de még társulástani elemzés nélkül is elkülöníthető alkategóriák révén (hierarchikus kódszámaikkal együtt).



▲ **10 Hínárnövényzet**

- ▲ 11 Mederfenéki algagyep
- ▲ 12 Alámerült gyökerez nagyhínár
- ▲ 13 Felszínen kiterül level gyökerez nagyhínár

▲ **20 Mocsárinövényzet**

- ▲ 21 Kákás
- ▲ 22 Nádas
- ▲ 23 Gyékényes
- ▲ 24 Magassásos
- ▲ 25 Zsombékos

▲ **30 Rétek**

- ▲ 31 Láprétek
- ▲ 32 Mocsárrétek

▲ **40 Ligeterd k**

- ▲ 41 Bokorfüzesek
- ▲ 42 F z- és nyárligetek (puhafaligetek)
- ▲ 43 Tölgy-k ris- szil ligetek
- ▲ 44 Égerligetek

▲ **50 Lápok**

- ▲ 51 Ingó-(úszó-)lápok
- ▲ 52 T zegmohalápok (dagadólápok)
- ▲ 53 T zegmohás átmeneti lápok
- ▲ 54 Forráslápok

▲ **60 Láperd k**

- ▲ 61 F zlapok
- ▲ 62 Nyírlápok
- ▲ 63 Égerlapok
- ▲ 64 Égeres mocsárerde k

▲ **70 Magaskórós növényzet**

▲ **80 Iszap- és zátonynövényzet, nem ruderalis pionírnövényzet**

▲ **90 Mocsári gyomnövényzet**

A sávozottság a víztereknél térbelileg jelentkezik. A vízterek természetes feltöltési ("előregedési") folyamata során azonban ezek a térbeli sávok időben (általában geológiai, azaz száz, sőt ezer éves léptékben) egymás után is következhetnek. Az élőlénytársulásoknak ezt az időbeli egymást váltását **szukcesszió**nak nevezzük. Ennek a folyamatnak az egyes állomásait ma még

nagyon szépen meg lehet figyelni a Fels - Tisza-vidék különböző korú és feltöltési állapotú morotvainál (a korábban természetes úton lefolyt vagy a szabályozások alkalmával levágott, s a későbbiekben legfeljebb időszakosan elárasztott folyókanyarulatoknál).

Az előbbi felírás nem feltétlenül jelent térbeli vagy időbeli egymásutániségot, különösen az utolsó öt kategória (50–90) esetében. Az olyan vízterek valószínűleg még korábban, teljesen természetes körülmények között is nagyon ritkák voltak, amelyekben a zonáció a maga teljességében jelentkezett. Napjainkra pedig – a szinte kivétel nélkül mindenütt jelentős emberi beavatkozás miatt – a vízterek viszonylatában egyáltalán nem, sőt egy-egy víztéren belül is alig található sértetlen zonáció, s a szukcessziós folyamatokat is többnyire komoly zavarás fenyegeti és éri. Éppen ezért nagyon fontosnak tekinthető a ma még fellelhető helyeken a természetközeli állapotú zonáció megőrzése és a szukcesszió eredeti irányának megtartása, továbbá rehabilitációjuk lehetőségének, ill. rekonstrukciójuk feltételeinek a biztosítása a korszerű természetvédelem eszközeivel.

Az egyes növényállományok előfordulási valószínűsége és gyakorisága a különböző típusú vízterekben nagyon eltérő lehet. Az állóvizekre és a lassú folyású alföldi erekre a gazdag és változatos összetételű hínár- és a mocsárinövényzet általában még ma is jellemzőnek mondható. A partokat kísérő rétek és ligeterdek viszont nagyon megfogyatkoztak, holott ezek korábban szintén gyakoriak voltak. A rétek közül különösen a jobb és egyenletesebb vízellátottságú, inkább pangó víz láprétek szorultak vissza, de a változó vízjárású, gyakori friss vízutánpótlású, rendszeresen kiszáradó mocsárrétek területe is számottevően csökkent. Ligeterdek ma már szinte csak nagyobb folyóink mentén, elsősorban a hullámtereken találhatóak (a vízparton a bokorfüzesek, az alacsonyabb ártéri szinteken a fűlegfűz- és/vagy nyárfélékből álló puhafaligetek, míg a magasabb szinteken a tölgy-köris-szil keményfaligetek). A hegyvidéki kisvízfolyásokat általában partszegélyi magaskórós növényzet, ill. égerligetek kísérik, amelyek a pangóbb víz helyeken égeres mocsárrétekké vagy égerlápokká alakulhatnak.

Hazánkban nagyon ritka az olyan állóvíz (ellentétben a túlnyomórészt északabbra fekvőekkel vagy a magasabb hegységekben lévőekkel), ahol a mocsári növényzet helyett egyáltalán nem a zömkegyszerű lágymohadominanciájú lápi növényzet telepszik meg, ami a partok felől a víz felszínén fokozatosan egyre beljebb nyomulva összezáródik, s ez a folyamat végén a víztérben igazi dagadóláp képződik. A szintén ritka ingólápok általában mocsári növényállományokból alakulnak ki, s ha a víz felszínén úszó, egyre több igazi lápi elemet tartalmazó lápszanyag nagy kiterjedésűvé válik, majd összezáródik, akkor ily módon is lehetőségek vannak dagadólápok létrejöttére. Hegy- és dombvidékek forrásainál és forrásfolyói mentén keletkeznek a zömmel kis területű, jó vízellátottságú, de pangóvízes, fűleg lombosmohákban gazdag forráslápok, amelyek gyakran mennek át a túlnyomórészt zömkegyszerű tölgy-köris-keménymohák követően átmeneti lápokba. A láprétek és a lápok, ill. a javuló vízellátottságú, de pangóvízes jellegű mocsárrétek és mocsarak beerdülésével különböző típusú láperdek (a fűz-, a nyír- és az égerlápok) képződnek.

Magaskórós növényzet, mint az ún. szegélyállományok jellegzetes típusa, igen sok helyen kialakulhat, els sorban vízfolyások (patakok, csermelyek, erek és folyók) partjain, nagyobb összefüggő mocsári és lápi növényállományok mentén, rétek és ligeterdek érintkezési sávjában. A kiszáradó állóvizek fenekének vagy a folyók szárazra kerül partszegélyének, palajainak, zátonyainak és friss elöntéseinek finomszemcsés üledékét rendszerint iszapnövényzet hódítja meg, ami gyakran átmeleg – különösen a szennyezettebb és eutrófabbb medreknél, ill. az erdőszavarási helyeken – a mocsári gyomnövényzetbe. A vízfolyások durvább szemcséjű (homokos, kavicsos, esetleg görgeteges) hordalékkal borított partszegélyét, ill. az ilyen anyagból felépülő palajokat, zátonyokat és szárazra kerül mederszakaszokat els sorban az ún. nem ruderális pionírnövényzet lepi el, a számottevő zavarásnak és szennyezésnek kitett helyeken erdőszavarási keveredve a később esetleg itt is teljesen eluralkodó mocsári gyomnövényzet elemeivel.

A természetben általában ritkán fordul elő olyan eset, hogy az egyes zónák szabályos, azaz az állóvizeknél többé-kevésbé körszerű (koncentrikus), a vízfolyásoknál pedig hosszanti (longitudinális) elrendezésben fordulnak elő. Sokkal gyakoribbak az olyan esetek, amikor a létfeltételek szabálytalanul (a sávokon belül megszakítottan, és tényleg igen gyakran foltszerűen) változnak, vagy maguk az élőlények képeznek jellegzetes csoportokat [ilyenek pl. a sarjtelepek (polikormon), a vegetatív szaporodásra képes növényegyedek gyökeres hajtásokból, indákból képződött állományai]. A sávozottságnak e két formára visszavezethető "feldarabolódása" sajátos mozaikos szerkezet kialakulását eredményezi. Ezek az ún. mozaikkomplexek nagyon jellemzőek hazai vizeink litorális tájékára.

### A vízi élettájak típusai és jellemzésük

A vízi élővilág számára a víz nemcsak közeg, hanem minden víztér egyúttal élőhely is. Egy-egy víztéren belül a létfeltételek korántsem egyöntetűek, hanem többnyire igen sokrétűek és változatosak. Ezek a különbségek több esetben külsőleg (habituálisan) is jól érzékelhető egységek, ún. élettájak (régiók) lehatárolását teszik lehetővé, amelyek elzetes feltérképezése nagyon megkönnyítheti a víztér sajátosságainak és élővilágának felmérését és tanulmányozását. A vízi élettájoknak a következő hat típusa különíthető el (kódszámaikkal együtt feltüntetve).

- ♣ **1 Faciál** (vízfelületi élettáj)
- ♣ **2 Fitál** (makrovegetációborítású vízi élettáj)
- ♣ **3 Bentál** (üledékfelszíni és üledékben lévő vízi élettáj)
- ♣ **4 Pelagiál** (nyíltvízi élettáj)
- ♣ **5 Sztigál** (alapközvetben lévő, felszíni víztérhez közvetlenül kapcsolódó vízi élettáj)
- ♣ **6 Freatál** (alapközvetben lévő, felszíni víztérrel közvetlen kapcsolatban nem lévő vízi élettáj)

Ezt az általános tipizálást minden víztérre egyedileg kell alkalmazni, több okból is. Egyrészt azért, mert nem található meg valamennyi élettáj mindig és minden víztérben. A freatál kizárólagosan a felszín alatti vizekre jellemző; a fitál teljesen hiányzik a barlangi vizekből, s ritkán fordul elő a patakokban. Az sem valószínű, hogy az egyes élettájak arányai hasonlóak, még ugyanazon a víztípuson belül sem. A mélytavakra a pelagiál döntő túlsúlya jellemző, a mocsarakra viszont a fitálé. Vannak olyan vízterek, amelyekben nagyon vékony (néhány centiméteres), máshol ellenben igen vastag (több méteres) üledékréteg képződött a mederben. Az alapkezeltől függően igen változó lehet a sztigál kiterjedése is, vulkanikus vagy metamorf alapkezet esetén gyakorlatilag elhanyagolható, üledékes kezeteknél viszont akár 4–5 m mélységig és 30–50 m távolságig is terjedhet.

Az elmondottakból szükségszerűen következik, hogy ha egy víztér vizsgálatához hozzákezdünk, célszerű először mind a meder függőleges tagolódását, mind az előforduló élettáj típusát megállapítani, ill. ezek terjedelmét és egymáshoz viszonyított arányát meghatározni. A kétféle kategorizálás csak egymás mellett alkalmazható egyértelműen és sikeresen, s csak összehangolt vizsgálatuk segítheti elő a víztér pontos és valóságos jellemzését. Nagy tévedés például azt hinni, hogy az infralitorális lépcső és a fitál valójában egybeesnek, azaz egymással helyettesíthető fogalmak. Az infralitorális lépcső ugyanis azt a mederszelvényt (a víztér függőleges irányú metszetét) jelenti két függőleges vonal (a nyugvó vízfelszín valamelyik pontjából kiinduló képzeletbeli függőleges vonal) mentén, ami a makrovegetáció meglepedésére alkalmas. Ehhez először is nemcsak a fitál, hanem az adott területnek megfelelő faciál, bentál és sztigál is hozzátartozik. Másrészt még az sem biztos, hogy az infralitorális lépcső teljes tartományára a fitál jellemző. Egyes esetekben valóban lehet közöttük teljes átfedés, azaz az adott víztérnek a makrovegetáció meglepedésére alkalmas teljes víztérfogató kitöltheti a mocsári- és a hínárnövényzet. Nagyon gyakran előfordul azonban, mind a mély, mind a sekély vízterekben, hogy különböző okok (pl. aljzatminőség, gyors vízáramlás) miatt az infralitorális lépcső területén nyíltvíz is található [mint pl. a túlnyomó részében a litorális tájékhöz tartozó Tisza-tó esetében, aminek a további sorsa szempontjából döntő fontosságú az L/P aránynak (azaz a litorális és a profundális vízfelület, ill. víztömeg egymáshoz viszonyított mennyiségének), továbbá az  $L_{Fit}/L_{Pel}$  aránynak (azaz a litorális fitál és a litorális pelagiál egymáshoz viszonyított területének) a jövőbeli változása].

A víztér és a meder olyan általános fogalmak, amelyek a felszíni vizek valamennyi típusánál hasonló értelmezések. Így a meder függőleges és élettáji tagolódása szerinti elkülönítés az állóvizekre és a vízfolyásokra egyaránt érvényes. A vízfolyásoknak azonban van egy különleges sajátossága, a víztömeg egyirányú haladó mozgása, amiből következően ezekre nemcsak keresztirányú, hanem hosszirányú tagolódás is jellemző (ami viszont nem tevéstendően össze a halfauna alapján megállapítható szinttájakkal, amelyeknek bemutatására a keretében kerül sor). A vízfolyásoknak az eredeti a torkolatig tartó futása mentén a következő f szakaszokat lehet elkülöníteni (kódszámaikkal együtt).

#### ▲ 1 Krenál (forráskibuggyanások és forrásmedencék)

▲ **2 Ritrál (hegy- és dombvidéki kisvízfolyások: patakok és csermelyek)**

- ▲ 21 Epiritrál (a meder esése több, mint 0,5%)
- ▲ 22 Metaritrál (a meder esése 0,3–0,5% közötti)
- ▲ 23 Hiporitrál (a meder esése kevesebb, mint 0,3%)

▲ **3 Flebál (síkidéki kisvízfolyások: erek)**

▲ **4 Potamál (folyamok és folyók)**

- ▲ 41 Epipotamál (hozzávet legesen fels szakaszjelleg részek)
- ▲ 42 Metapotamál (hozzávet legesen középszakaszjelleg részek)
- ▲ 43 Hipopotamál (hozzávet legesen alsószakaszjelleg részek)

Ez az osztályozás még nem kell en kiforrott, az egyes szakaszok elkülönítésében sok a bizonytalanság, s ezért elég nagy a kutatók közötti nézetkülönbség is. Jelenleg a következő álláspont képviselhet a viszonylag legnagyobb egyetértéssel.

Valamennyi forrásmedence (f leg a szivárgó- és a mocsárforrásoknál) és forráskifolyó (általában a zuhogóforrásoknál) egyöntet en **krenálnak** (krenális élettájnak) tekintend , a további pontosítás a forrástípus megadásával lehetséges.

A **ritrálhoz** (ritrális élettájhoz) a hegy- és dombvidékek jelent s vagy számottev esés kisvízfolyásainak medre tartozik. A ritrálon belüli szakaszok a meder esésviszonyai alapján különíthet k el a legegyértelm bben, ami természetesen együtt jár bizonyos habituális jellegzetességekkel is: az epiritrálra els sorban a köves-kavicsos és a többé-kevésbé egyenes futású meder, a rohanó, gyakran sell s-zuhatagos folyás; a metaritrálra f leg a kavicsos és a durvahomokos, de még mindig jobbra egyenes futású meder, ill. a gyors folyás és az er s örvénylés; a hiporitrálra pedig többnyire a homokos és kanyargós futású meder, ill. a mérsékelt gyors, gyengén örvényl , viszonylag lassú és csak részlegesen kevered folyás jellemz . A patak és a csermely f leg vízmennyiségt l függ kategóriák, így mindkett nél egyaránt el fordulhat mindegyik szakasz.

A síkidékek (az alföldek és a fennsíkok) kisvízfolyásai egészen sajátos típust képviselnek, ezért vált szükségessé számukra külön kategória, a **flebál** felállítása. Medrük, amelyben a víz lassan és gyengén keveredve áramlik, kanyargós vagy ágakra bomló, tele fínom szemcséj homokos-iszapos hordalékkal és többnyire dús növényzettel (nemcsak a part mentén, hanem beljebb is, s t gyakran a teljes mederkeresztmetszetben).

A **potamál** konkrét és absztrakt értelemben is nagyon összetett kategória, ezért további osztályozása nehéz és bonyolult feladat. A folyók és a folyamok különböző karakter részeinek általános és átfogó jellemzésénél legtöbbször a víz mederalakító munkájának f sajátosságait veszik alapul. A mederképz dést két folyamattal, az erózióval és az akkumulációval, ill. ezek egymáshoz viszonyított arányával lehet jellemezni. Az erózió letarolást, lepusztulást jelent. Az áramló víz ereje ugyanis megtámadja a meder fenekét és oldalát (rézs jét), s onnan – munkaképességének megfelelő en – különböző nagyságú részecskéket (k tömböket, k darabokat, kavicsokat, homok-

iszap- és agyagszemcséket) választ le és hoz mozgásba, majd ezeket ugráltatva, görgetve vagy lebegtetve tovaszállítja. Az akkumuláció, amelyet lerakásnak, felhalmozódásnak neveznek, ezzel pont ellentétes folyamat. Akkor következik be, amikor a víztömeg munkaképessége lecsökken, s mivel így már nem képes az addig általa mozgásban tartott teljes anyagmennyiséget továbbszállítani, ezért annak egy részét lerakja.

A folyó munkavégző képessége a folyás irányában állandóan változik. Ha a víz munkaképessége nagyobb, mint amennyit a benne lévő (azaz a felülre érkező) hordalék elszállítására igényel, az áramló víz megtámadja a medret, s az erózió következtében a meder állandóan mélyül. Amennyiben a hordalékmozgató erő akkora, hogy a felülre érkező és a továbbszállított hordalék mennyisége hosszabb időre vonatkoztatva egyenlő, azaz a munkaképesség és a végzendő munka arányban áll egymással, akkor a víz szállítja ugyan a hordalékot, de a medret nem mélyíti. A folyónak ezen a szakaszán tehát egy dinamikus egyensúlyi helyzet alakul ki, ami az egymás után következő és ellentétes ív kanyarulatok (meander) sorozatának a kialakulásával jár. A kanyarulat egyik oldaláról, mégpedig a külső ívről, a folyó állandóan mozgásba hoz bizonyos mennyiség anyagot, míg az ellentétes oldalon, azaz a belső íven folytonos lerakás közel ugyanannyi hordalékot. Így a meder alakja és üledékeloszlása a kanyarulatokban erősen asszimmetrikus lesz, s a meder legmélyebb pontjait összekötő vonal (az ún. sodorvonal) csak a két kanyarulat közötti szakasznak egy kis részén, az ún. átcsapási (inflexiós) pontnál található a meder közepén. Ha a víz munkaképessége annyira lecsökken, hogy a felülre érkező hordalékot már nem képes továbbszállítani, akkor annak egy részét lerakja, azaz ezen a szakaszon a meder folyamatosan töltődik. Az így keletkezett hordalékkúpon a folyó állandóan változtatja a helyét, ágakra bomlik, a meder kialakulása bizonytalanná válik, és a helyzete is állandóan változik.

A folyóknak ezt a három fázisát különböző nevekkkel illetik. A döntően hordaléktermeléssel jellemezhető részt felső szakasz jellegűnek, ill. bevágódásos vagy eróziós állapotúnak; a hordaléktermelés és a hordaléklerakás dinamikus egyensúlyával jellemezhető középszakasz jellegűnek, ill. kanyarulatós állapotúnak; a döntően hordaléklerakással jellemezhető részt pedig alsószakasz jellegűnek, ill. feltöltődő vagy akkumulációs állapotúnak, továbbá hordalékkúp-építő szakaszjellegűnek nevezik. Az újabb kutatási eredmények alapján kiderült, hogy a folyók középszakasz jellegű részei korántsem egységesek, ezért a kanyarulatós szakaszon belül ma már kanyarogva bevágó és kanyarogva feltöltődő mederszakaszokat is megkülönböztetnek. A mederszakaszok további finom kategorizálása általában négy sajátosság, a medermorfológia, az esés, a vízhozam és a vízfenékminőség egzakt vizsgálata alapján történhet.

A vízfolyásoknál az egyes szakaszok nem feltétlenül követik egymást ilyen sorrendben, s ugyanaz a típus ugyanannál a vízfolyásnál egymás után többször is megismétlődhet. Elfordulhat például, hogy egy igen nagy vízhozamú forrásból egyfelől folyó indul ki. Alacsony középhegységeken és dombvidékeken a források többnyire csermelyekben, a síkvidékeken pedig rendszerint erekben folytatódnak. Az esésviszonyoktól függően ugyanaz a középhegységi patak a völgszorosokban epiritrál, a völgyi medencékben meta-, s t. hiporitral jellegűvé válhat, s ez az

állapotváltozás akár egymást követően többször is bekövetkezhet. Hasonló helyzet állhat elő a hegyvidéki folyóknál is, az epi- és a metapotamál típusú szakaszok ismétlődésekor. A folyóknak a hegyekből a síkságra történő kilépése után gyakran vannak hipopotamál jellegű részei (mint pl. a Dunának a Szigetközben, ami miatt ezt a szakaszt a régi térképeken Duna-deltaként is említik), majd a gyorsan lerakódott nagy mennyiségű hordaléktól megszabadult, s így eróziós aktivitását részben visszanyerő víz metapotamál jellegű folyószakaszban folytatja útját. Sőt olyan eset is előfordulhat, hogy a hipo- és a metapotamált epipotamális szakasz követi (mint pl. a Duna esetében a vaskapui szakaszon).

A vízfolyások egyik fontos ismertetőjegye, hogy **ágakra** bomolhatnak. Ezeknek az ágaknak a sajátosságai jelentős mértékben eltérhetnek egymástól, ezért egyértelmű elkülönítésük nagyon fontos. A fő- és a mellékág közös jellemzője, hogy bennük állandóan áramlik a víz, a holtágban viszont csak időlegesen (alacsony vízállásnál rendszerint pangó víz végül elválik). Főág mindig csak egy lehet, s ennek azt az ágat tekintjük, amelyben a nagyobb (vagy több ágra bomlás esetén legnagyobb) mennyiségű víz áramlik (s ennek megfelelően a főágsodronyal is ebben található). A ritkábban előforduló oldalág kifejezés minden főágon kívüli medret jelöl, azaz mind a mellék-, mind a holtágakra szokták vonatkoztatni, s ezért használata kerülendő. Az elhagyott folyóágyakat összefoglaló néven holtmedreknek hívjuk. Ezekben – valódi (tehát nem teraszokká vált egykori) ártéri fekvés esetén – rendszerint csak közepes vízállást meghaladó árhullámok levonulásakor áramlik víz, ahogy az a hullámtéri fekvésű holtmedreknél ma is megfigyelhető. A gátakon kívülre, azaz az ún. mentett oldalra került holtmedrek esetén viszont jelenleg ekkor sincs vízáramlás, hacsak különböző módszerekkel (pl. zsilipekkel, szivornyákkal) ezt mesterségesen nem biztosítják. A természetes úton lefűződött vagy mesterségesen levágott folyókanyarulatok a holtmedreknek egy sajátos, a hazai tájra nagyon jellemző típusát képviselik, amelyet morotvának hívunk. Mint látható, ezeknek az ágaknak a vízforgalma (az átfolyás és az átöblítődés mértéke és gyakorisága miatt) eléggé eltér, s ezért ökológiai szempontból szükség van állandó megkülönböztetésükre. Ezt az elkülönítést az egyes szakaszok elé illesztett következő eltagokkal tehetjük meg: "eu-" eltagot kapnak az állandó vízáramlású ágak (a főág és a mellékágak), "para-" eltagot a holtágak, "plesio-" eltagot a hullámtéri holtmedrek, "paleo-" eltagot pedig a mentett oldali holtmedrek.

A mederben lévő és a víz által minden oldalról teljesen körülölelt, hosszabb időn keresztül állandó jellegű és legfeljebb csak nagyvizek alkalmával időlegesen elöntött szárazulatokat szigeteknek nevezzük. Zátonyról a meder olyan jelentősebb kiemelkedései esetében beszélünk, amelyek a felszín közelébe nyúlnak ugyan, de legfeljebb kisvízállás alkalmával kerülnek időlegesen szárazra, s gyakran – különösen a vízfolyásokban – a meder más-más helyein képződnek. A partokról a vízbe benyúló szélesebb és terjedelmesebb szárazulatokat félszigetnek, a keskenyebbeket pedig földnyelvnek nevezzük. A medernek azt az összefüggő, nagy kiterjedésű és csekély lejtésű részét, ami a part mentén és ahhoz kapcsolódva húzódik, padkának vagy padnak hívjuk; míg a kisebb méretű, főleg a vízfolyásokban képződő, a meder oldalához simuló, s legalább kisvíz alkalmával rendszeresen szárazra kerülő mederrészleteket palajnak nevezzük. A mederben

képződésük szűkebb neve szoros, a tágulatoké pedig medence. A mederben lévő jelentősebb mélyedések közül a teknő a hosszú és széles, az árok a hosszú és keskeny, a kút pedig a közelítőleg kör alakú formákat jelenti. A partra kifutó hullámok által épített gátszerkezeti képződmény a turzás, az általa elrekesztett és a partig terjedő víztest pedig a laguna. A partoknak két fő formáját különböztetik el: a menedékesen kifutó lapospartokat, ill. a hirtelen emelkedő magaspartokat (amelyeket szakadópartoknak is neveznek abban az esetben, ha a partfal anyaga alámosáskor időszakonként belezuhan a vízbe). A part mentén, azzal rendszerint párhuzamosan elhelyezkedő és gyakran sorba rendeződő, a szél által fújta homokból képződő halmokat dűnének nevezzük.

### A vízi élőlények életformái és jellemzésük

A vízi élővilág bősége jelentős mértékben abból fakad, hogy a legkülönbözőbb élőlénycsoportok fajtái – evolúciójuk során – kitűnően alkalmazkodtak annak a vízi létüknek a sajátosságaihoz, amelyet meghódítottak. Ebből következően az egyes életformákhoz jellegzetes életformák tartoznak, amelyeknek ismerete feltétlenül szükséges a vízi élőhelyek biotájának teljeskörű felméréséhez és átfogó jellemzéséhez. A vízi élőlények főbb életformái a következők (az életformáival összehangolt kódzásaikkal együtt).

- ♣ **11 Neuszton** (a vízfelszínen élő és intenzív önálló helyváltoztatásra nem képes szervezetek)
- ♣ **12 Pleuszton** (a vízfelszínen élő és intenzív önálló helyváltoztatásra képes szervezetek)
- ♣ **21 Rizomenon** (a vízfenéken gyökerező növények)
- ♣ **22 Metafiton** (a makrovegetáció közötti vízben található szervezetek)
- ♣ **23 Biotekton** (a vízfenéktől eltérő aljazaton élő szervezetek)
- ♣ **31 Pedon** (a vízfenék felszínén vagy magában a fenék anyagában élő szervezetek)
- ♣ **41 Plankton** (a nyíltvízben élő és intenzív önálló helyváltoztatásra nem képes szervezetek)
- ♣ **42 Nekton** (a nyíltvízben élő és intenzív önálló helyváltoztatásra képes szervezetek)
- ♣ **51 Sztigon** (az alapközetnek a felszíni vizekhez közvetlenül kapcsolódó üreg-, hasadék-, rés- és pórusrendszereiben élő szervezetek)
- ♣ **61 Freaton** (az alapközetnek a felszíni vizekhez közvetlenül nem kapcsolódó üreg-, hasadék-, rés- és pórusrendszereiben élő szervezetek)

**A vízfelszínhez (faciál) két életforma tartozik: a neuszton és a pleuszton.** Mindkettő azoknak a szervezeteknek a gyűjtőneve, amelyek állandóan vagy időlegesen a víz felületi hártáján – annak fizikai sajátosságait valamilyen formában kihasználva – élnek. A fő különbség közöttük az, hogy intenzív, azaz számottevő mértékű önálló helyváltoztatásra képesek-e vagy sem.

A neusztonhoz tartozó szervezetek többnyire mozgásképtelenek vagy önmaguktól legfeljebb csak elhanyagolható mértékű helyváltoztatásra képesek, azaz esetleges számottevő elmozdulásuk elsősorban más tényezők (pl. a szél általi passzív sodródás) hatására következik be. A



**pleuszton** tagjai viszont általában aktívan és intenzíven mozognak a felületi hártán, és öntevékenyen is jelentős mértékű elmozdulásra képesek. Mindkét életformátípusnak két altípusa lehetséges: a víz felszíne fölött, azaz a légtérben találhatóakat az "epi-", a víz felszíne alatt, azaz a vízben lévők pedig a "hipo-" eltaggal különítjük el. Az epipleuszton jellegzetes képviselő például a molnárcák (Heteroptera: Gerridae) vagy a kering bogarak (Coleoptera: Gyrinidae), de sokszor láthatunk itt tovarohanó pókokat vagy nagyokat pattanó ugróvillásokat (Collembola) is. A hipopleuszton tagjai közé sorolható például a csípőszúnyoglárva (Diptera: Culicidae) többsége, de gyakran figyelhetünk meg a vízfelszínhez tapadva tovacúsuló örvényférgeseket és csigákat is. Az epineuszton él lényegyüttesét néhány moha [mint pl. a *Ricciocarpus natans* és a *Riccia fluitans* nevű telepes májmohák], a víz felszínén kiterülő levelű és vízbe lógó gyökérhínárnövények [mint pl. a vízipáfrány (*Salvinia natans*), a békatutaj (*Hydrocharis morsus-ranae*), a békalencsefajok közül a *Lemna minor* és a *L. gibba*], vagy a víz felszínén képződő és gyakran olajfilmszerűen irizáló baktériumhárták alkotják. A hiponeuszton él lényei között pedig elsősorban baktériumokat és egyesjeleket, továbbá néhány kistermetű állatot (pl. a vízfelszínre alulról feltapadó és itt araszó hidrákat, kerekcsigákat, kistrákokat) találhatunk.

**A makrovegetáció közötti vízi élettájhoz (fitál) két fő életformátípus tartozik: a rizomenon és a metafiton.**

A **rizomenon** azoknak a mocsári- és hínárnövényeknek a gyökér neve, amelyek az aljzatban (az üledékben vagy az aljzatban) gyökereznek. Ide tartoznak a vízben kiemelkedő mocsári növények [mint pl. a nád (*Phragmites australis*), a gyékény- (*Typha*-), a kákacé ( *Schoenoplectus*-)fajok, vagy a sárga nárszirom (*Iris pseudacorus*), a virágkák ( *Butomus umbellatus*), a zsióka (*Bolboschoenus maritimus*), a nyílföld ( *Sagittaria sagittifolia*)], a víz felszínén kiterülő levelű, de gyökerező hínárfajok [mint pl. a tündérrózsa (*Nymphaea alba*), a vízitök (*Nuphar lutea*), a tündérfátyol (*Nymphoides peltata*), a sulyom (*Trapa natans*), az úszó békaszál (*Potamogeton natans*), a mészgyökér (*Marsilea quadrifolia*)], ill. a kizárólag alámérsülő levelű, de gyökerező hínárfajok [mint pl. a süllőhínár- (*Myriophyllum*-)fajok, a bodros békaszál (*Potamogeton crispus*), a merev víziboglárka (*Ranunculus circinatus*), az átokhínár (*Elodea canadensis*)].

A **metafiton** a mocsári- és hínárnövények közötti vízben él, az ott lebeg, ill. aktívan és intenzíven mozgó élőlények gyökér neve. Ez egy rendkívül sokrétű élőlényegyüttes, ami általában háromféle szervezettípusból tevődik össze: lebegő növényekből [mint pl. a tócsagázó (*Ceratophyllum*-)fajok, a keresztcsigabékalencse (*Lemna trisulca*), a rence- (*Utricularia*-)fajok], számottevő helyváltoztatással járó mozgást nem végző egyéb lebegő élőlényekből (pl. baktériumok, algák, napállatocskák, csillósok, kerekcsigák, kistrákok), ill. a növények szárai és levelei közötti vízben jelentős helyváltoztatást eredményező aktív mozgást végző (úszkáló, ugráló és mászkáló) állatokból [pl. nádalyok, ászkarák, vízipók, továbbá több vízipoloska és vízibogár lárvája és imágója, egyes kérészek, szitakötők, tegzesek és vízfátyolkák lárvái, életük bizonyos időszakában halak, gólyák, békák, ill. ezek juvenilis alakjai (ivadék, ebihal)]. A metafiton elsősorban a rizomenon

által uralt víztestekre jellemző, de ide sorolandók a lebegő hínarasok, ill. a víz felszínén úszó és nem gyökerező hínarasok állományközi vizét benépesítő élő lényegyüttesek is.

A víz és a szilárd fázis határán élő világa a vizekben igen változatos, elsősorban annak köszönhetően, hogy a számításba jöhető aljzat minősége igen sokféle [csak a legfontosabbakat említve: alapközet, üledék, élő lények (elsősorban, de nem kizárólagosan a növények), mesterséges létesítmények (mint pl. zsilipek, hídpillérek, gátak, parti kőszórások, mederben kialakított sarkantyúk, kikötőfalak) és tárgyak (pl. hajók, csónakok, bóják, cölöpök, vezetékek, halfogási eszközök)]. Ezeken a felületeken az élő lények azonnal megtelepszenek, sőt ahol erre lehetőség van, a belsejét is birtokba veszik. Az itt kialakuló gazdag és változatos élő lényegyütteseket összefoglalóan benton névvel jelölik. A rendelkezésre álló felületek sokszínűsége ellenére **a víz és a szilárd fázis határán elhelyezkedő és a szilárd fázis belsejét is részben benépesítő élő lényegyütteseknek általában két fő típusát különböztetik el: a biotektont és a pedont.**

A **biotekton** (élő bevonat) a vízfenéktől eltérő bármely aljzaton megtelepült élő lényegyütteseket jelenti. Habitális megjelenés alapján a biotektonnak két alaptípusát szokták elkülöníteni, az aljzatra rásimuló, tömör, nemezszerű bevonatot képező pektont, ill. a laza, fonál- vagy rojtszerűen lelógó, sőt olykor ágas-bogasan elágazó plokont. A pektionra jó példák a hártyszerű bevonatot képező baktériumok és algák, a tömör telepeket alkotó szivacsok és egyes mohaállatok (pl. *Plumatella repens*); a plokonra pedig a fonalas algák, a nyeles csillósok (pl. *Vorticella*-fajok), a hidrák, az araszoló kerekesszékerek (*Rotatoria: Bdelloidea*), egyes mohaállatok (pl. *Fredericella sultana*). Mind a pektion, mind a plokon számos más élő lénynek is kitűnő megtelepedési lehetőséget biztosít (pl. amfibiáknak, lapos- és fonálférgeknek, csillóshasúaknak, csigáknak, kismacskáknak, rovarlárváknak), s ezeket is a biotekton elemeiként kell számon tartani.

A **pedon** a vízfenék élő világát jelenti, függetlenül attól, hogy a víz az alapközzel vagy az üledékekkel érintkezik. A pedon név helyett eddig sokkal gyakrabban használták ennek a típusnak a megjelölésére a bentosz kifejezést, mivel azonban célszerű, ha az életformatípusok egyforma (egységesen "-on") végződést kapnak, ezt a szakkifejezést kellene a jövőben használni. A magyarul helyesen fenéklakónak nevezett (hiszen ennek csak egyik típusa az üledéklakó!) élő lényegyütteseken belül az élő lények térbeli elhelyezkedése alapján két alaptípust lehet elkülöníteni: egyrészt azokat a szervezeteket, amelyek többnyire a vízfenék felszínén tartózkodnak (epipedon), másrészt azokat, amelyek zömmel a vízfenék anyagának belsejében élnek (endopedon), megjegyezve azonban, hogy igen sok élő lény egyszerre mindkét típusba is besorolható (sok, főleg felszínen tartózkodó állat átssa be magát gyakran az üledékbe, s az üledék belsejében élők is kijönnek többször a felszínre, mint pl. a tízlábú rákok, több szitakötő faj lárvája). Az epipedon tagjai közül közismertebbek a patakok vízfenéki kövein és kavicsain síkos bevonatot alkotó baktériumok és algák, az ott megtelepedő mohák, a felületükön mászkáló kérészek és állkérészek, ill. az azon házát vagy hálót építő tegzesek és cseszlék lárvái, vagy az üledékfelszínt beborító baktérium- és algaleplek, a felszínen mászkáló egyes szitakötő lárvák (pl. *Epitheca bimaculata*), vízi poloskák (pl. *Aphelocheirus aestivalis*). Az endopedon tagjai elsősorban a lágyabb, homokos-iszapos üledéket

kedvel szervezetek közül kerülnek ki, ilyenek például a kevésertéjű gyűrűs férgek (pl. Tubifex-fajok), a kagylók többsége, a kérészek közül a tiszavirág (*Palingenia longicauda*), ill. számos árvaszúnyogfaj (pl. *Chironomus balatonicus*) lárvája.

A lehetséges aljzatok sokfélesége miatt a pedonnak és a biotektonnak is számos típusát írták még le az elbűben kívül (pl. a homokos üledék élővilágát pszammonnak, az iszaposét pelonnak nevezik; a növényi bevonatokat perifitonként, az élő állat testére rátelepült élő bevonatot epizoonként emlegetik). Ezeknek a kifejezéseknek a használatával azonban óvatosságnak kell lenni, mert jól szolgálhatják ugyan a szakmai szempontból mindenképpen indokolt pontosítást, de az általános fogalomhasználati körben csak akkor nem okoznak felesleges bizonytalanságot és értelemzavaró félreértéseket, ha valamelyik fajtípushoz egyértelműen hozzárendeljük őket.

### **A nyíltvizet (pelagiál) benépesítő két fajléletformatípus a plankton és a nekton.**

A **plankton** azoknak az élő lényeknek a gyűjtőneve, amelyek a vízben "lebegve" élnek. A lebegés, mint társan értelmezett gyűjtőfogalom, nem jelenti feltétlenül sem azt, hogy az ilyen életmódú szervezetek nem képesek önálló helyváltoztatásra (amire jó példák az elkülönült mozgásszervek nélküli, de a fajsúlyváltoztatás révén jelentős mértékű napszakos vándorlásra is képes egyedek), sem pedig azt, hogy ezeknek az élő lényeknek nincs aktív, s olykor – különösen testméretükhöz képest – meglehetősen gyors mozgása (gondoljunk csak a mikroszkóp alá tett élő mintákban meglehetősen gyorsan úszkáló vagy nagyokat szökdecselő csillósokra, kerekesszervekre, kistrákokra, tollasszúnyog-lárvákra). Az viszont kétségtelen, hogy ezeknek a szervezeteknek a saját mozgása nem elegendő ahhoz, hogy a vízmozgásoktól teljesen függetleníteni tudják magukat, s így víztérbeli helyzetükben ("lebegésükben"), ill. helyváltoztatásukban a vízmozgásoknak (elsősorban a turbulenciának) és a passzív sodródásnak van döntő szerepe. A plankton tagjai zömmel apró termetű élő lények [a hazai vizekben főleg baktériumok, algák, csillósok, kerekesszervek, kistrákok, továbbá néhány egyéb szervezet, mint pl. a kétpolipos vagy édesvízi medúza (*Craspedacusta sowerbyi*), a tollasszúnyogok (Diptera: Chaoboridae) lárvái, ill. egyes élő lények (pl. bizonyos mótelyfajok, vándorkagyló) speciális fejlődési alakjai].

A **nekton** fogalmkörébe kizárólag olyan – viszonylag nagy termetű – állatok tartoznak, amelyek speciális és erőteljes mozgásszerveik (pl. lábaik, uszonyaik), ill. testük egyéb sajátosságai (pl. áramvonalas testalkat, sima és/vagy sikamlós testfelület) révén jelentős intenzitású és időtartamú önálló helyváltoztatásra képesek, s így nagy mértékben függetleníteni tudják magukat a vízmozgásoktól. Hazai vizeink nektonját elsősorban a halak, továbbá egyes levéllábú rákok (pl. *Branchipus stagnalis*) és nagytermetű vízi rovarok (pl. egyes vízipoloskák, mint pl. a *Micronecta*-fajok, ill. számos vízibogár, mint pl. a *Dytiscus*-, *Cybister*- és *Hydrous*-fajok imágói) képviselik.

**Az alapkötben lévő vizek élővilágának – összhangban a vízi élettájuk felosztásával – két fajléletformája van: a sztigon és a freaton.**

A **sztigon** a felszíni vizekhez valamilyen formában közvetlenül kapcsolódó vizek (a mederben lévő víz folytatása az alapkötben, a felszíni vizekkel folytonos és közvetlen kapcsolatban lévő rés-, hasadék és barlangi vizek) élő lényegyütteseit jelenti; **afreaton** pedig a

folytonos és közvetlen felszíni összeköttetés nélküli átitató vizek (talaj- és rétegvizek) él világát magában foglaló gyjt fogalomnak felel meg. A sztigon és a freaton között igen sok a hasonlóság, bár olykor (mint pl. a barlangi vizeknél) az egyik csoporton belül is lehetnek jelentős különbségek [f leg azért, mert a barlangi vizek viszonylag nagytestű állatok, mint pl. a magyar vak víziászka (*Stenasellus hungaricus*), a vakbolharák (*Niphargus aggtelekiensis*), a barlangi gte (*Proteus anguinus*) megtelepedésére is alkalmasak]. Ezeknek a vizeknek fontos közös jellemzője, hogy fény hiányában csak kemoautotróf baktériumok és heterotróf szervezetek [ilyen anyagcseretípusú baktériumok és egysejtűek, ill. gombák és állatok, ez utóbbiak közül elsősorban különböző férgek, továbbá néhány különleges faj, mint pl. a barlangi víziatka (*Soldanellonyx chappuisi*) vagy egy álkérészfaj ( )] fordulnak elő bennük.

Az egyes életformatípusokkal behatóan foglalkozó szakirodalomban a fenti életformatípusoknak számos más elnevezésével és további részletező felosztásával is találkozhatunk (az ezekben való eligazodáshoz kitűnő segítséget nyújt a Felföldy Lajos által összeállított hidrobiológiai értelmező szótár – vö.: Felföldy L.: Hidrobiológia – szavakban. In: Vízügyi Hidrobiológia 13., VGI, Budapest, 1984, 250 pp.), de ezek használatáról és értelmezéséről állandó és komoly viták folynak. Az itt közreadott, általánosító és átfogó igénnyel kialakított nevezéktan azt a célt szolgálja, hogy ebben a meglehetősen kaotikus terminológiai és nomenklatúrai kérdésben a körültekintően lehatárolt, ill. magyarázatokkal és példákkal ellátott fogalmak következetes használatát elősegítse és vonzóvá tegye.

Az **élettáj- és életformatípusok összehangolása** a víztípusokkal (legalább a fő kategóriákkal) a mindennapi gyakorlatban igen fontos feladat, hiszen számos életforma- és élettájípus több víztípusban is előfordulhat. Nyíltvíze vagy üledéke, s így planktonja és pedonja nemcsak az állóvizeknek lehet, hanem például a folyóvizeknek, a forrásmedencéknek, sőt a barlangi tavaknak is, s ez ökológiai szempontból korántsem mellékes. Éppen ezért nagyon fontos, hogy adott konkrét esetben ezeket a típusokat mindig összehangoltan állapítsuk meg (mint ahogy a mi célkitűzésünk is éppen az volt ennek az összeállításnak az elkészítésével, hogy egy koordinált kategóriarendszerre tegyünk javaslatot).

Ezt a célt különböző eltagok alkalmazásával érhetjük el: az állóvizeknél a "limno-", a forrásoknál a "kreno-", a patakoknál és csermelyeknél a "ritro-", az ereknél a "flebo-", a folyóknál pedig a "potamo-" eltagok segítségével. Ha tehát egy állóvíz nyíltvízről van szó, akkor limnopedagológiai, folyóvíz esetében pedig potamopedagológiai mondunk. Ha pedig egy planktonminta állóvízből származik, akkor limnoplanktonról, ha viszont folyóvízből, akkor potamoplanktonról beszélünk. Ha egészen pontos jellemzést akarunk adni az élő lények előfordulási viszonyairól, akkor mindezek mellett még a meder függőleges tagolása szerinti kategóriát is érdemes sok esetben megadni. Különösen vonatkozik ez a nyíltvízre és az üledékre, ahol a litorális és a profundális régió élő lényegyütteseinek szinte mindig jelentős mértékben különböznek egymástól (azaz pl. a Velencei-tó nyíltvizéből hálózott mintára – ha egészen pontosak akarunk lenni – érdemes a litorális limnoplankton megjelölést alkalmazni). Végül említést érdemelnek még az olyan esetek, amikor

ugyanaz az él lény (pl. fejlésének különböző stádiumában, életének bizonyos szakaszában, aktivitásának meghatározott periódusában) több életjáratban is el fordulhat, s t különböző életformához is tartozhat. Ilyenek például az ún. üledéklakó árvaszúnyogok, amelyeknek lárvái a bentában találhatók és az endopedon él lényegyüttesébe sorolhatók, a vízfelszínre emelkedő bábjaik viszont a faciálhoz tartoznak, s a hiponeuszton tagjai. Éppen ezért mindig nagyon fontos az el fordulási körülmények pontos megállapítása és jegyzőkönyvi rögzítése.

### **Ökológiai igények és el fordulási sajátosságok a sugarasúszójú halak példáján**

Az él hely- és az életforma-tipológiáknál kifejtett alapelvekből egyértelműen következik, hogy a víznek (mint közegnek) és a víztereknek (mint el fordulási helyeknek) az általános sajátosságait ökológiai szempontból mindig él lényközpontúan kell értelmezni. A vízi él világnak az el z eken elmondottakból is jól érzékelhető rendkívüli sokfélesége miatt viszont az értelmezések lehetséges száma félelmetesen nagy, hiszen nemcsak minden fajnak és populációnak, hanem minden egyednek is más és más a reakciónormája (azaz a viszonya az el fordulás helyéhez és közegéhez). Bizonyos csomópontok – mint vizsgálati támpontok – a taxonómia tudománya révén szerencsére adóttak, s így a különböző szintű taxonok el fordulási sajátosságairól – az alárendelt taxonok tulajdonságainak összehangolt értékelésével – átfogó jellemzés készíthető.

Mintaképpen – már csak a közismertség okán is – a gerincesek legnépesebb csoportját alkotó sugarasúszójú halak (*Actinopterygii*) példáján elemezzük néhány kölcsönhatást a vízi él lények és el fordulási körülményeik között. Eljárásban szükséges megjegyezni, hogy a továbbiakban a "hal" kifejezést csak az ebbe a taxonba sorolt fajokra értjük, szemben az általános értelmezéssel [ami szerint a hal egy olyan közismert (a modern taxonómiában azonban ma már nem használt) fogalom, amibe azokat a fejletlen h szabályozású, s így változó testhőmérsékletű (poikilotherm), elsősorban vízi életmódú állatokat sorolják, amelyek egész életük során kopolyúval lélegeznek és jellegzetes mozgásszerveik az úszók]. Az ide tartozó fajok száma meghaladja a húszszázat. Ezek többsége a tengerekben és az óceánokban él, de jelentős az édesvíziek száma is. Vannak olyan fajok is, amelyek élete megoszlik az édesvizek és a tengerek között. Az ún. katadrom fajok, mint például az angolna (*Anguilla anguilla*), az édesvizekben válnak ivaréretté, de szaporodni a tengerbe vonulnak. Az ún. anadrom fajok, mint például a viza (*Huso huso*), ívásuk alkalmával keresik fel az édesvizeket. A továbbiakban – a hazai szempontokat szem előtt tartva – csak az édesvízi fajokkal foglalkozunk.

Egy-egy **faj jelenléte vagy hiánya** bizonyos vízterekben mindig az adott faj él helyével szemben támasztott igényének, ill. az él hely által nyújtott feltételeknek az eredményeként valósul meg. Abban az esetben, ha a víz kémiai jellemzői vagy toxikus anyagok jelenléte nem zárja ki eleve a halak jelenlétét egy adott vízterben, akkor a hőmérséklet, az oxigénviszonyok, a vízmozgások és a

táplálékviszonyok tekinthetők azoknak a legfontosabb korlátozó (limitáló) tényezőknek, amelyek a kölcsönhatásban fontos szerepet játszanak.

A sugarasúszójú halak hő szabályozása fejletlen, ezért testhőmérsékletük nagy mértékben függ a külső hőmérséklettől (ektoterm, vagy más felfogás szerint poikiloterm állatok). Legtöbbjük testének hőmérséklete rendszerint alig 0,6–1,0°C értékkel haladja meg a vizét, amelyben élnek, azaz testük hőmérsékletét alapvetően a víz hőmérséklete határozza meg. Ennek következtében a víz hőmérséklete döntő jelentőségű az egyes fajok földrajzi elterjedésében, elfordulásuk helyi gyakoriságában, aktivitásában, növekedésében, anyagcseréjében és szaporodásában. Igen csábító lenne azt kijelenteni, hogy az édesvízi fajok hőmérséklet-résének alsó határa a 0°C, azaz az a hőmérséklet, ahol a víz még egyáltalán folyékony halmazállapotban van, de hazai halaink áttelelésének sikerességét vizsgálva megállapíthatjuk, hogy ha az áttelelés olyan sekély vízben történik, ahol a víztömeg hőmérséklete tartósan 4°C alá csökken, a halak megfáznak és az olvadást követően tömeges halpusztulás jelentkezik. Az egyes fajok esetében igen korlátozottan és viszonylag szűk hőmérsékleti határok között lehet csak igaznak tekinteni azt az általánosságban sokszor használt kijelentést, miszerint a hőmérséklet növekedésével rendszerint növekszik az aktivitás, gyorsabb az anyagcsere. Az ún. hidegvízi fajok, mint például a galóca (*Hucho hucho*), olyannyira alkalmazkodtak a hideg vízhez, hogy a 20–22 °C fölötti hőmérsékletet nem képesek túlélni a folyókban. Szaporodásuk mindössze 5–10 °C hőmérsékletű vízben sikeres, és ha a hőmérséklet 16°C fölé emelkedik, a megtermékenyített ikrák fejlődésében zavarok lépnek fel, és a kikeltől a lárvák nem lesznek életképesek. Ennek ellentéteképpen a sügér (*Perca fluviatilis*) kifejezetten melegkedvelő faj. Szaporodása ugyan még viszonylag alacsony hőmérsékleten (4–14 °C között) történik, de növekedésre csak 14 °C fölött képes. Leginkább a 19–21 °C hőmérsékletű vizet kedveli, de 31°C-on vagy afölött csak néhány órán keresztül életképes. A legtöbb trópusi faj is maximum 28–30 °C hőmérsékletű vízben fejlődik normálisan, e fölött már csökken az étvágya, majd abbahagyja a táplálkozást.

Bergman és Lindsey törvénye szerint egy faj méretének növekedése és ivarérettsége – a földrajzi szélesség növekedésével összhangban – döntő mértékben a hőmérséklettől függ. Az Amazonas és az Orinoco vízrendszerében a szonostambaki (*Colossoma macropomum*) eredeti élőhelyén négy éves korában, mintegy 4–5 kg testtömeget elérve válik ivaréretté. Természetes körülmények között az északi évszak kezdetén ívik, de halastavi nevelés során – megfelelő tartási körülmények között – az év bármely szakában szaporítható. A déli szélesség 10–15. fokának magasságában az ivarérettséghez már 6–8 éves kor és 8–12 kg testtömeg szükséges, és a szaporíthatóság fenntartása az egész év folyamán már különleges odafigyelést igényel. A 25. szélességi fok magasságáig az ivarérettség eléréséhez szükséges kor és testtömeg már nem változik, természetes körülmények között azonban már nem ívik, és fokozatosan az év egyre rövidebb szakaszára korlátozódik a sikeres mesterséges szaporíthatóság lehetősége is. A 30. szélességi körön túl már nem is szaporítható. Ha a víz lehül, és hőmérséklete 20°C közelébe ér, táplálkozása leáll, 18 °C alatt pedig már el is pusztul.

A víz oldott oxigén tartalma a halak számára igen fontos limitáló faktor. Tekintve azt, hogy a levegőben mérhető mennyisége legalább 300 mg/l körül van, míg a vízben ez az érték rendszerint 13–14 mg/l közötti, a víz oxigénkoncentrációjában bekövetkező csekélynek tűnő módosulások is sokkal nagyobb megpróbáltatások elé állítják a vízi gerinces állatokat, mint a levegő oxigénkoncentrációjának változásai szárazföldi rokonaikat.

Az oxigén döntően kétféle módon kerül a vizekbe: egyrészt a légkörből diffúzióval, másrészt az élőlények fotoszintetikus tevékenysége révén. Ennek megfelelően minél nagyobb felületen érintkezik a víz a légkörrel, annál gazdagabb oxigénben. A folyóvizek felszínén, rendszerint gyors folyású, zúgókkal szabdaltszakai első sorban diffúzió eredményeképpen telítődnek oxigénnel, de ha állóvizeket ér a szélhatás is, az is ilyen következménnyel jár. A fotoszintézis következtében történő oxigénszint-növekedés inkább az állóvizek jellemzője, ebben az esetben viszont nagy jelentősége van az oxigén napszakos változásának. A víz hőmérséklete és oxigéntartalma közötti összefüggés igen szoros. A víz hőmérsékletének növekedése azt eredményezi, hogy a benne oldott állapotban lévő  $O_2$  mennyisége csökken, azaz a hidegebb víznek mindig nagyobb az oxigéntartalma, mint a melegebbnek. Ráadásul – a már említett korlátok között ugyan – a hőmérséklet növekedésével nő a halak aktivitása, intenzívebb az anyagcséréje, és nő az oxigénigénye. A víz melegedése tehát mind a fizikai törvények érvényesülése miatt, mind a biológiai hatások következtében az  $O_2$  koncentrációjának csökkenését eredményezi. Oxigénigényük szerint az édesvízi halakat általában négy nagy csoportba sorolják.

- ▲ Igen magas oxigénigényűeknek minősíthetők azok a fajok, amelyek 10–16 mg/l  $O_2$  koncentrációhoz alkalmazkodtak és már 7 mg/l  $O_2$  is elégtelen, halálos számukra. Ezek a fajok rendszerint hidegvíz-patakok lakói, mint például a sebes pisztráng (*Salmo trutta m. fario*) és a botos köllő (Cottus gobio).
- ▲ Magas oxigénigényűeknek tekinthetők azok a fajok, amelyek számára megközelítőleg 7–10 mg/l  $O_2$  szükséges. Ezek rendszerint nagyobb folyók hegyvidéki szakaszainak lakói, mint például a pénzes pér (*Thymallus thymallus*) és a menyhal (*Lota lota*).
- ▲ A mérsékelt oxigénigényű fajok számára, mint például a kecsge (*Acipenser ruthenus*), a csuka (*Esox lucius*) és a sügér (*Perca fluviatilis*), elegendő, ha legalább 5–7 mg/l  $O_2$  van a vízben.
- ▲ Végül vannak olyan fajok is, amelyek alacsony – 0,7–1,4 mg/l –  $O_2$  koncentrációt is képesek elviselni, mint a dévérkeszeg (*Abramis brama*), a compó (*Tinca tinca*) és a réti csík (*Misgurnus fossilis*).

A vizek oxigénkoncentrációjára természetesen még számos más, főleg fizikai (pl. vízmozgások), kémiai (pl. kémiai oxigénigény) és biológiai (pl. biológiai oxigénigény) tényező is hatással van, ezeknek az ökológiai értelmezés szerinti únrásegítő tényezőknek a szerepével azonban most nem feladatunk foglalkozni.

Egyes fajok aktívan tudnak védekezni a számukra veszélyes oxigénhiány ellen. A magyarországi temperált víz-kultúrákban egyre népszerűbb afrikai harcsa (*Clarias lazera*)

kopoltyúján egy kis sapszerű ránövés tüd ként funkcionál, s ennek légz kapacitása segítségével oxigénmentes vízben is megél, mivel a légköri oxigént is kiválóan tudja hasznosítani. Ha a már említett tambaki (*Collossoma macropomum*) úgy érzékeli, hogy a számára szükséges oldott oxigén mennyisége csökken a vízben, 1–2 órán belül meglep módon reagál. Izmos, és alsó ajka lapátszerűen megnyúlik, bajuszával egyetemben megvastagodik, vérbővé válik és megpirosodik. Oxigénszükségletét úgy fedezi, hogy a felszín közelében úszva, ajkával a víz oxigénben legdúsabb felső rétegét szántja.

A halak számára nagyon fontos a rendelkezésre álló **táplálék minősége és mennyisége**. Első táplálékforrásuk az ikrában lévő nagy mennyiségű szikanyag, ami az ikrahéj felszakadása és a lárvák kikékelése után még bizonyos ideig a hasi részen található szikzacskóban helyezkedik el. A szikzacskó felszívódásával egyidejűleg az egyed önálló táplálkozásba kezd. A legkülönbözőbb édesvízi fajok táplálékkal szembeni igénye életük első 3–5 hetében azonos módon változik. Táplálékforrásként egysejtű állatokat, algákat, kerekesszerveket és kismacskákat fogyasztanak. 3–5 hét elteltével mindegyikük áttér a fajra jellemző végleges táplálkozási formára. Táplálkozásbiológiai szempontból a halakat rendszerint az ivarérett korokra jellemző táplálkozásmód szerint csoportosítják.

A békés halak csoportjába tartoznak a növényevő fajok, mint az amur (*Ctenopharyngodon idella*); a mindenevő, mint a ponty (*Cyprinus carpio*); az élbevonat-evő, mint a kurimata (*Prochilodus marginatus*); az ún. apróállatevő, mint a garda (*Pelecus cultratus*). Az ide sorolható fajoknak rendszerint nincs gyomruk, de a kurimatafajoknál a madarak begyéhez hasonlóan módosult elbelet találunk. Szájuk a táplálék megszerzési módjának megfelelően alsó, középső, vagy felső állású lehet. A másik nagy csoportot a ragadozó halak, mint a csuka (*Esox lucius*) és a harcsa (*Silurus glanis*) alkotják. Szájnyílásuk jóval nagyobb, mint a békés halaké, és minden esetben van gyomruk.

A halak természetes körülmények között azt a táplálékot fogyasztják, ami bőségesen rendelkezésre áll és számukra hozzáférhető. Megkülönböztethetünk fő, mellékes, alkalmi, szezonális, járulékos és kényszertáplálékot. A halak számára hasznosítható táplálékkészlet részben a víz ún. "termékképességének", részben a halak fogyasztásának kölcsönhatása révén mindig változik. Minden faj törekszik arra, hogy első sorban fő táplálékforrását hasznosítsa, kiegészítve azt a mellékes, alkalmi, szezonális és járulékos táplálékokkal. Ha ezt a stratégiát táplálékkonkurrens jelenléte vagy a szükséges táplálék hiánya miatt nem tudja megvalósítani, akkor tér át az ún. szükség-táplálkozásra, de ilyen esetben a normális fejlődéséhez szükséges feltételeket már nem találja meg, csupán a túlélését tudja biztosítani bizonyos ideig.

A **vízmozgás** a halak számára rendkívül fontos tényező. Tökéletes nyugalmi állapotban lévő víz a természetben szinte nem létezik, még az állóvizekben is van – a szél keltette hullámmozgásokon túl – bizonyos mértékű vertikális és horizontális áramlás. Az állóvizek alapjaiban más életfeltételeket teremtenek a halak számára, mint a vízfolyások. A halak különböző módon reagálnak a víz mozgására. Vannak kifejezetten gyors vízáramlást kedvelők, mint a sebes



pisztráng (*Salmo trutta m. fario*), ill. inkább nyugodt vizeket kedvel k, mint pl. a ponty (*Cyprinus carpio*), de mindegyik faj esetében meghatározható egy vízsebességi tartomány, amelyet leginkább kedvel. A vizek két típusa nem mindig határolódik el élesen egymástól, hiszen a folyóvizeknek is lehetnek állóvíz jelleg öblözetei, ill. hullámtéri holtmedrek esetében árvízkor több kevesebb ideig kifejezetten folyóvízi viszonyok uralkodhatnak.

A vízfolyások a forrásvidékt l a torkolatig igen változatos életfeltételeket kínálnak a halak számára, így nagyon sok eltér igény faj el fordulásához biztosítanak megfelel körülményeket. Ha a forrásvidékt l haladunk a torkolat felé, minden eddig tárgyalt mutató állandó változását figyelhetjük meg. Attól függ en, hogy a folyamatos változások következtében kialakuló állapotok, amelyek a változók kölcsönhatásának ered jeként értelmezhet k, mely fajok számára biztosítanak megfelel életfeltételeket, a vízfolyások egyes szakaszain bizonyos fajok jellemz el fordulása figyelhet meg. Ezt a típusú, a folyás irányában változó el fordulási mintázatot nevezik szinttájnak. Az egyes **szinttájak** (fastigium) a rájuk leginkább jellemz fajokról kapják a nevüket. Ezt a rendszert el ször Borne dolgozta ki 1878-ban az európai folyók halfaunájának jellegzetes el fordulási mintázatai alapján. Szinttájbeosztását azóta többen módosították, de alapvet en nem változtatták meg.

**A jelenleg elfogadott beosztás a nagyobb folyókat és a b víz , kevésbé változó vízjárású kisebb vízfolyásokat hat szinttájra osztja.**

A **pisztrángszinttáj** a folyóvizek kezdeti szakasza. A meder rendszerint köves, a vízsebesség 1,5–2,0 m/s. A h mérséklet nyáron is 13 °C alatt van, az oldott oxigén mennyisége pedig legalább 8–9 mg/l. Jellemz halai között található a sebes pisztráng (*Salmo trutta m. fario*), a kövicsík (*Orthrias barbatulus*), a fürge cselle (*Phoxinus phoxinus*), a botos kölönte (*Cottus gobio*). Hazánk területén ez a szinttáj gyakorlatilag hiányzik, mivel nincsenek olyan magas hegyeink, ahol a víz eléggé hideg tudna maradni egész évben az ezt a szinttájat kedvel halak számára.

A **pérszinttáj**on a folyóvizek medrében a kövek mellett már nagyobb kavicsok is el fordulnak, a víz sebessége 1,1–1,5 m/s, a víz h mérséklet pedig nem emelkedik 16°C fölé. Ennek megfelel en az oldott oxigén mennyisége még elég magas, mintegy 7–8 mg/l. Jellemz halai közül említést érdemel a pénzes pér (*Thymallus thymallus*), a magyar márna (*Barbus peloponnesius petényi*), a vaskos csabak (*Leuciscus souffia agassizi*). Az el z csoportnál ismertetett okok miatt hazánkban típusos pérszinttáj sem található.

A **paducszinttáj** olyan folyókon alakul ki, ahol a hegyi és az alföldi szakasz között folyamatos átmenet van. A paducszinttájon a meder kavicsos, a víz sebessége 0,7–1,1 m/s, a víz h mérséklete még nyáron is 20 °C alatt marad, oxigéntartalma pedig 6–7 mg/l. Jellemz halai között van a paduc (*Chondrostoma nasus*), a galóca (*Hucho hucho*), a felpillantó küll (*Gobio uranoscopus*). Ide tartozik a Fels - Tisza hazai szakaszából a Tiszabecs és Tiszacsécsé közötti folyószakasz.

A **márnaszinttáj** a dombvidéki és az alföldi folyók olyan szakaszain található, ahol a meder sóderes vagy durvahomokos, az átlagos vízmélység pedig legalább 50 cm. A víz sebessége 0,5–0,7

m/s, h mérséklete a legmelegebb nyári id ben is alig lépi túl a 20°C-ot, oxigéntartalma 5–6 mg/l. Jellemz fajai közül említhet a márna *Barbus barbus*, a szilvaorrú keszeg (*Vimba vimba*), a homoki küll (*Gobio kessleri*). Ilyen szinttájnak tekinthet a Tiszán a Tiszacsécse–Záhony közötti szakasz, de ilyen jelleg a Duna is a Szigetközt l Budapestig, valamint kisebb folyóink közül a Sajó és a Hernád.

A **dévérszinttáj** a folyók lassú, alföldi szakasza, ahol a meder homokos és iszapos. A vízsebesség 0,5 m/s alatt van, a vízmélység több méter is lehet, a víz h mérséklete elérheti alkalmanként a 25 °C-ot is, míg oxigéntartalma csupán 4–5 mg/l. Jellemz halai közül feltétlenül említést érdemel a dévérkeszeg (*Abramis brama*), a ponty (*Cyprinus carpio*), a harcsa (*Silurus glanis*). Ehhez a szinttájhoz tartozik a Tisza Záhonytól, a Duna pedig Budapestt l délre, valamint ez jellemz a Bodrog, a Körösök és a Maros teljes hazai szakaszán.

A **durbinceszinttáj** – amelyet csak a teljesség miatt említünk, hiszen vízfolyásainknak hazai területen nincs ilyen jelleg része – a tengerbe öml folyók kevered víz , félsós szakaszát foglalja magába, ezért nevezik sokszor durbincs-lepényhal szinttájnak is, ahol édesvízi és tengeri halak egyaránt el fordulnak.

A fenti szinttájbeosztás els sorban a nagyobb folyókra és az állandóan b víz kisvízfolyásokra (f ként patakokra) jellemz , az er sen változó vízhozamú vízfolyásokra nemA **kisfolyók, ill. a kisvízfolyások közül a csermelyek esetében** – P. Banarescu véleménye nyomán – **csupán két szinttájat célszer elkülöníteni.**

A **domolykószinttáj**on a mederfeneket vagy maga az alapk zet (pl. márga, agyag) alkotja, vagy kemény üledék (kavics, durvahomok) borítja, mivel a víz sebessége elég nagy ahhoz, hogy a finomabb szemcséj anyagokat elsodorja. A magasabb hegységek pisztrángos és péres vizeit l azonban az különbözteti meg, hogy a víz mennyisége, h mérséklete és oxigéntartalma – jelent s évszakos ingadozás mellett – jóval tágabb határok között változik. Jellemz halai közül említhet a domolykó (*Leuciscus cephalus*), a fenékjáró küll (*Gobio gobio*), a kövicsík (*Orthrias barbatulus*). Hazánk hegyi patakjainak és b vebb víz csermelyeinek többsége ehhez a szinttájhoz sorolható.

A **sügérszinttáj**on a víz már sokkal lassabban áramlik, így a mederfeneket puha és laza üledék (finomhomok és iszap) borítja. A víz h mérséklete magasabb a fentebb lévő szakaszokénál, így oxigéntartalma gyakran jóval kevesebb és nagyon ingadozó. Jellemz fajai közül említhet a sügér (*Perca fluviatilis*), a karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*) és a bodorka (*Rutilus rutilus*). Ez a szinttáj valamennyi dombvidéki és az alföldre érke kis folyónkon megtalálható (pl. a Zala, a Zagyva és a Berettyó alsó szakaszán).

Az erek faunája sajnos ma még nincs annyira feltárt állapotban, hogy ennek a szinttájnak a jellegzetes fajegyüttesét meg lehetne adni. Az eddigi tapasztalatok, a régi leírások és a népi nevek azt azonban valószínű síteni engedik, hogy a réticsík (*Misgurnus fossilis*) mindenképpen jellegzetes tagja az itteni faunának, s ezért talán a szinttáj névadója is lehetne.

A vízfolyások szinttájjaival kapcsolatosan két megjegyzést feltétlenül kell tenni.

Els észrevételként fontos hangsúlyozni, hogy az egyes szinttájak sohasem határolhatók el élesen egymástól, az átmenetek folytonosak, s t az egyveret ség még egy adott szinttájon belül sem feltétlenül érvényesül. Sokan éppen ezért magát a szinttájbeosztást is kritizálják, mondván, hogy a folyókra éppen a folytonosság a jellemz , nem pedig a szakaszokra bonthatóság. Az kétségtelen tény, hogy halászatbiológiai szempontból mindenképpen fennáll a szakaszosság, hiszen a halászati tapasztalatok ezt elég egyértelm en alátámasztják. A szinttájakra bontás azonban ökológiai értelemben is megállja a helyét, hiszen szó sincs a folyók "feldarabolásáról". A szinttájak szerinti tagolódás ugyanis a halfajok részér l adott válasznak tekinthet a folyóvizek adott szakaszára jellemz körülményekre. Ugyanúgy, ahogy többnyire a küls feltételek sem hirtelenül, ugrásszer en változnak a vízfolyások hossza mentén, hanem mindig bizonyos dominanciaviszonyok érvényesülnek, a különböz hatások változásával (feler sődésével vagy jelentéktelenebbé válásával) a feltételek kedvez bbé vagy éppen kedvez tlenebbé válnak az egyes fajok vagy fajcsoportok számára. Ennek megfelelő en az adott körülményeket leginkább kedvel fajok együttes el fordulása gyakoribb a vízfolyások azon szakaszain, ahol a számukra kedvez feltételek érvényesülnek. Ennek az el fordulási mintázatnak a megjelenési formája a szinttáj.

A másik mindenképpen megemlíte nd sajátosság a szinttájak térbeli elrendez ése. Annak ellenére ugyanis, hogy a vízfolyások hossz tengelye mentén a valóságban is rendszerint úgy követik egymást a szinttájak, amilyen sorrendben a bemutatásuk történt, a vízfolyások esésviszonyaitól, ill. medermorfológiai feltételeit l függ en az egyes – rendszerint szomszédos – szinttájak felcserél dhetnek. A márnaszinttáj kanyarulatainak bels oldalán például inkább a dévérszinttájra jellemz viszonyok alakulnak ki, míg a dévérszinttáj sodrott szakaszait inkább a márnaszinttáj sajátosságai jellemzik.

A vízfolyásokon végzett m szakai beavatkozásoknak (pl. szabályozási munkálatoknak, sarkantyúk telepítésének, fenékküszöbök, medergátak, duzzasztóm vek és vízlépcs k építésének) szintén módosító hatása van a szinttáj-elrendez éésre. A duzzasztóm vek felvízi szakaszán például az eredetileg ott található szinttáj helyén egy egyébként jóval alacsonyabban elhelyezked szinttájnak megfelelő viszonyok alakulnak ki, míg az alvízi szakaszon vagy folytatódik az eredeti jelleg, vagy esetleg még az eredetit is megel z szinttájnak megfelelő körülmények válnak jellemz vé, azaz egy magasabb szintr l kezd dnek újra a szinttájak.

Az **állóvizeknek** – rendkívüli változatosságuk miatt – **sokféle osztályozása ismert, amelyek közül ichtiológiai szempontból azokat lehet a legjobban használni, amelyek a trofikus állapot szerint csoportosítanak.** Ennek a pozitív irányú változása, ami a tápanyagdúsulás (eutrofizáció) következménye, kétféleképpen is bekövetkezhet: egyrészt természetes úton, a feltölt déssel együtt járó "öregedési" folyamatok eredményeként (a rendszerint igen hosszú idej , általában geológiai id lépték biotikus szukcesszió kíséretében), másrészt mesterséges (jórészt civilizációs) hatások ered jeként (az emberi tevékenységb l származó, és a vizekbe közvetlenül vagy közvetve bejutó tápanyagok által rövid id távon, egyre gyorsuló ütemben gerjesztve).

A tavak eutrofizálódásának folyamatát a halegyüttesek összetételének határozott változásai kísérik. Az oligotróf tavak halegyüttese csupán néhány fajból áll. Az oligotrófia korai stádiumában a pisztrángfélék (pl. *Salmo trutta m. fario*) dominálnak. A növekvő tápanyagterhelés következtében beálló változások nyomán ezeket a marénafélék, mint például a nagy maréna (*Coregonus lavaretus*) váltják fel. A tápanyagok további felhalmozódása kedvez a sügérfélék, mint a sügér (*Perca fluviatilis*) és a süllő (*Stizostedion lucioperca*) számára, amelyek a mezotróf vizekre jellemzőek. Ezt követően a pontyfélék válnak dominánssá, közülük is főleg a ponty (*Cyprinus carpio*), a dévérkeszeg (*Abramis brama*), a bodorka (*Rutilus rutilus*) és a karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*). A halak az eutrofizálódási folyamat elrehaladására úgy reagálnak, hogy kezdetben nem az egyedek növekedési sebessége, majd bizonyos küszöbérték fölött csökkenni kezd. Az együttesen belüli fajváltás kezdetben úgy zajlik, hogy a nem specializálódott mindenevőkben álló együttest ragadozó, zooplankton-fogyasztó, fenékfauna-fogyasztó, élbevonat-fogyasztó és növényevő fajok követik. Az eutrofizáció további elrehaladtával (a hipertróf állapotba történő átmenet során) visszafordul a folyamat: először a zooplanktonfogyasztók tűnnek el, majd a fenékfauna-fogyasztói és a ragadozó fajok. Utolsóként a mindenevő fajok maradnak.

**Hazai állóvizeink halfaunájának összetétele** viszonylag jól ismert, és a fontosabb vizekről és víztípusokról a következő rövid jellemzés adható. Egyetlen sekélytavunk, a Balaton, eredetileg ún. süllőstó volt, jelenleg viszont már inkább süllős-pontyos tóként jellemezhető. A kettős név a valóságban is meglévő különbségekre utal. A Balaton jobb vízminőségű Északkeleti-medencéje még ma is süllőstó víznek tekinthető, míg a Keszthelyi-medence már inkább pontyosnak. A rendszeres telepítéseknek köszönhetően a ponty (*Cyprinus carpio*) gyakori, a süllő (*Stizostedion lucioperca*) és a garda (*Pelecus cultratus*) ritkulóban van, míg a dévérkeszeg (*Abramis brama*) és a kűsz (*Alburnus alburnus*) tömeges. A Balaton esetében az utóbbi időben a halakkal kapcsolatosan két jelentős probléma merült fel. Az egyik az angolna (*Anguilla anguilla*) esetenkénti tömeges pusztulása, a másik a nagyméretű egyedekben álló busapopuláció tömeges jelenléte. Sajnos be kell vallani, hogy számos vizsgálat, tanulmány és szakvélemény elkészülte után sem ismert az angolnák tömeges pusztulásának igazi oka. Az angolnára nem lehet rászütni a teljes tájidegenség bélyegét, hiszen már a középkorból vannak írásos dokumentumok arról, hogy a hazai fauna tagja volt, az viszont kétségtelen tény, hogy jelenlegi állomány nagysága a halászatában rejtegetett haszon ösztönözte rendszeres telepítéseknek köszönhetően. Tömeges pusztulásuk okaként felmerült a túlnépesítés, a mérgezés, a paraziták okozta megbetegedés, valamint ezek együttes hatása (és ez utóbbi a legvalószínűbb). A fehér és a pettyes busával (*Hypophthalmichthys molitrix* és *Aristichthys nobilis*) kapcsolatban hasonló aggodalmak fogalmazódtak meg. Esetükben a túlnépesedést az okozza, hogy a rendszeres telepítésekkel egyidejűleg a nagyméretűre megnevelte állatokat nem sikerült visszafogni, és ezek jelenleg is tekintélyes számban élnek a Balatonban. A közelmúltban alakult egy speciális – finn hajókkal és felszerelésekkel rendelkező – halászati egység a nagytestű busák befogására, annak elkerülése

érdekében, hogy ezek is az angolnák sorsára jussanak, hiszen 50–60 kg-os busatetek esetleges tömeges megjelenése a Balatonban nem pusztán közegészségügyi problémát jelentene.

A Velencei-tó és a Fertő, amelyek nagyon sekélyek és növényzettel dúsan benntek (teljes terjedelmükben igazi litorális típusúak), csukás-compós tónak tekinthetők. A névadó csuka (*Esox lucius*) és compó (*Tinca tinca*) mellett jelentősek bennük a bodorka (*Rutilus rutilus*) és a vörösszárnyú keszeg (*Scardinius erythrophthalmus*) állományai. A Kis-Balaton (legalábbis a Hídvégi-tó) valószínűleg ezekhez hasonló jellegű fejlődött. A Tisza-tó – idős szakos víztározó lévén – nem tekinthető állandó halegyüttes víztérnek.

Feltétlenül említésre méltóak hazánkban a holtmedrek. A fiatalabb, rendszerint több méter mély, nagy szabad vízfelülettel rendelkező holtmedrekben a dévérzóna olyan lassú vizet kedvel fajok gyakoriak, mint a dévérkeszeg (*Abramis brama*), a bodorka (*Rutilus rutilus*) és a ponty (*Cyprinus carpio*), míg az előregedett, sekély, dús növényzettel borított holtmedrekben főleg az olyan igénytelen fajok élnek, mint a csuka (*Esox lucius*) és az ezüstkárász (*Carassius auratus*), megjelenhetnek továbbá olyan speciális alkalmazkodású mocsári fajok is, mint a réti csík (*Misgurnus fossilis*) és a lápi póc (*Umbra krameri*).

Hazánk egyéb állóvizei (halastavak, horgásztavak, víztározók, bányatavak, kubikgödrök) halállományát sokkal inkább a horgászat és a halászat igényei alakítják, mint a természetes folyamatok, ezért fajösszetételük inkább jellemző a hasznosítás módjára, mint az élőhely típusára.

Mind a vízfolyások szinttájainak, mind az állóvizek különböző trofikus stádiumainak állapotára igen nagy hatással van az emberi tevékenység, elsősorban a vizek egyre intenzívebbé váló szervesanyag-terhelése. Ha a vízbe az ott élő élőlények számára hozzáférhető, bomló- és/vagy rothadóképes szervesanyag-mennyiség kerül, akkor az bizonyos idő múltán eltűnik a vízből. Ezt a folyamatot természetes tisztulásnak nevezzük. Ugyanennek a fogalomnak felel meg a vízügyi gyakorlatban elterjedt "öntisztulás" szó, ennek a használatát azonban kerülni kell, mivel a víz élőlények során nem önmagát tisztítja meg a szerves terheléstől, hanem a benne zajló természetes folyamatok hatnak olyan irányba, hogy ez megtörténjen.

A bomlani képes szervesanyagok hatása – ha nem toxikus anyagokról van szó – elsősorban az oxigénviszonyok megváltoztatásán keresztül hat a vizek élővilágára. A tömegessé váló aerob lebontó élőlények (főleg mikroorganizmusok) ugyanis igen nagy mennyiségű oxigént használnak fel élettevékenységük során, ami hozzáadódik a vízben már eredetileg jelen lévő aerob szervezetek számára szükséges, valamint az oxidatív kémiai folyamatok lezajlásához felhasználódó oxigénigényhez. A hatás erőssége függ a szervesanyag-terhelés nagyságától, a víz eredeti oxigénellátottságától, az elfogyó oxigén pótlódásának lehetőségétől, ill. a pótlódás erősségétől. Egyrészt tehát ugyanis minél nagyobb a bejutott szervesanyag mennyisége (terhelés) és minél nagyobb az annak lebontásához szükséges oxigénmennyiség (oxigénigény), annál kedvezőtlenebb feltételek közé kerülnek az aerob vízi szervezetek. Másrészt viszont minél jobb az oxigéndiffúzió lehetősége a levegőből, minél nagyobb eséllyel keverednek az oxigéndús víztömegek az eredeti

víztömeeggel, ill. minél er sebb a fotoszintézis, annál jobb oxigénviszonyok alakulnak ki az aerob szervezetek számára.

A vizek pillanatnyi oxigénellátottsági állapota ennek a két – egymással ellentétesen ható – tényez csoportnak a kölcsönhatásától függ, azok ered jeként értelmezhet . Minél er teljesebben változtatja meg a vízbe bekerül szervesanyag-mennyiség az eredeti oxigénviszonyokat, annál er teljesebben hat az addig ott él szervezetekre. Ennek következtében el fordulhat az eredetileg jelen lév , de az aktuális oxigénkoncentrációnál nagyobb oxigénigény halfajok egyedeinek pusztulása. Ha a terhelés olyan mérték , hogy lebontása során nem fogy el az oldott oxigén teljes mennyisége, akkor az oxigénviszonyokkal szemben igénytelenebb fajoknak esélye van a túlélésre, ill. az oxigénviszonyok javulásával megteremt dhetnek a feltételek az oxigénigényesebb fajok visszatérésére is. Abban az esetben viszont, ha a terhelés oly nagy mérték , hogy a vízben anaerob viszonyok alakulnak ki, akkor az anaeróbiával jellemezhet területeken már egyetlen halfaj számára sincs esély a túlélésre. Az anaeróbia a vízben id tartamát tekintve lehet múltó, rövid ideig ható vagy tartós; kiterjedését tekintve pedig érinthet egészen kis víztömegeket, de esetenként anaerobbá válhat akár az egész víztér is. Anaerob körülmények fellépése esetén a helyzetet – az aerob vízi szervezetek elpusztulása mellett – még az is súlyosbítja, hogy a szervesanyagok bontása ugyan ilyen körülmények között is tovább folyik, ez az ún. rothadási folyamat azonban jóval lassúbb, a végtermékeket tekintve pedig kevésbé tökéletes, mint az aerob bomlás, azaz a szervesanyag-terhelés által kiváltott vízmin ségromlás sokkal tovább és er teljesebben érvényesül.

### **Az ökológiai vízigény fogalmának értelmezése**

A vízkészletek világméret és er teljes fogyasztásával kapcsolatban egyre inkább az érdekl és homlokterébe kerül az él világ és a társadalom számára is létszükségletet jelent ökológiai vízigény fogalma. Ennek a sok bizonytalansággal, s t számos ellentmondással terhelt kérdéskörének a vizsgálatánál kiindulópontként a vízkészlet fogalmát kell elfogadni.

A vízkészlet egy topográfiai egységhez (pl. víztérhez, vízgy jt területhez) kötött, id ben változó (dinamikus) vízgazdálkodási sajátosság, ami az adott helyen és az adott id ben rendelkezésre álló vízmennyiséggel jellemezhet . Ez egy olyan adottság, amelyet a vízigények kielégítésénél a legtágabb keretként kell értelmezni és elfogadni (beleértve a természetes adottságoknak a lehet ségek és a szükségletek szerinti mesterséges b vítését is).

Az igény szónak kett s jelentése van: egyrészt valamilyen korlátozás érvényesülésének megakadályozásához rendelhet szükséglet, másrészt valamely jogosultság vagy jog alapján támasztott és számon tartott szándék vagy követelés megjelölésére szolgál.

A vízigény a különböz típusú vízhasználatok során a vízkészletek meghatározott részét érint szükséglet, ill. erre vonatkozó szándék vagy követelés. A vízigényeknek napjainkban két

alapvető formája van: természeti (mint szükséglet, beleértve az emberiség biológiai vízigényét is) és társadalmi (mint valamilyen célú felhasználási szándék és/vagy követelés).

A vízigény fogalma tehát – szemben a vízkészletével – plurális jellegű, hiszen az igény, mint bizonyos szükséglet, szándék vagy követelés alapján támasztott kielégítendő követelmény, minden esetben objektum- vagy szempontfüggő. Itt most nyilvánvalóan az ökológia prioritásait kell szem előtt tartani, ha a vízkészletből kiindulva az ökológiai vízigény fogalmát kívánjuk meghatározni.

Napjainkban a vízigények sok esetben roppant jelentősek, gyakran meghaladják a vízkészleteket. Ennek elsősorban társadalmi-gazdasági okai vannak, hiszen az ember termelői tevékenységének megkezdése előtt csak a természeti rendszereknek voltak vízigényei. Ezek viszont igen könnyen kielégültek, hiszen az élő világ rendkívüli változátossága miatt mindig olyan élő lényegyüttesek éltek egy-egy adott területen és időpontban, amelyek számára a hasznosítható vízkészlet elégséges volt. Ha a vízkészlet oly mértékben megváltozott, akár pozitív, akár negatív irányban, hogy az adott élő lényegyüttes azt már nem volt képes tolerálni, akkor a helyébe egy másik együttes lépett, amelynek megtelepedéséhez és fennmaradásához az új vízkészlet megfelelő volt.

A térben és időben roppant változatos vízkészleteknek igen nagy jelentősége volt a földtörténet folyamán az élő helyek nagy választékának és mintázatának kialakulásában és az élő világ evolúciójában. A vízkészletek mindenkor tapasztalható térbeli és időbeli változása mindaddig nem járt visszafordíthatatlan (irreverzibilis) következményekkel az élő világ számára, ameddig a leg hosszabb idő távon (a viszonylag ritka katasztrófák kivételével szinte csak geológiai idő léptékben) jelentkezett, továbbá amíg elegendő szabad terület és megfelelő állapotú vándorlási utak (ún. ökológiai vagy zöld folyosók) álltak rendelkezésre az új élő helyek elfoglalásához és benépesítéséhez.

Ez az "idillikus" helyzet az ember termelői tevékenységének beindulásával fokozatosan megváltozott, mert az urbanizáció, a mezőgazdasági és az ipari termelés a vízkészleteknek mindig újabb és újabb részletére tartott igényt, a természeti rendszerek változatlanul meglévő igényeivel hosszú időn át szinte egyáltalán nem törődve. Az emberiség műszaki-technikai tudásának és eszközeinek elképesztően gyors fejlődésével a vízkészleteket érintő változások üteme is iszonyúan (az élő világ evolúciós történései szempontjából jobbra követhetetlenül) felgyorsult, az újonnan elfoglalható területek mennyisége és az átjárás lehetősége pedig drasztikusan beszűkült.

Sajnos az emberi igények az esetek túlnyomó többségében korántsem voltak összhangban a vízkészletekkel. A helyzetet tovább rontotta az ember öntörvényű és voluntarista szemléletmódjának szinte korlátlan érvényesülése. Még ma, a már köztudottan vízhiányos időszakban is gyakran tapasztalható, hogy vízigényes növényeket akarnak természetien öntözéssel, belvizes területeket kívánnak lecsapolni mélyebb talajvíztükröt igénylő mezőgazdasági kultúrák számára, vízigényes ipart terveznek vízszegény területekre. Ennek a fokozatosan felerősödő folyamatnak a következményei jól ismertek, ezért vált szükségessé az ökológiai vízigény fogalmának bevezetése, sőt jogszabályi rögzítése.

Sajnos a jogi értelmezés korántsem egységes, s a szakmai hiányosságoktól és ellentmondásoktól sem mentes. Az ökológiai célú vízhasználat fogalmának első jogszabályi értelmezése [1992. évi LXXXIII. törvény 63.§ (1) bekezdés i) pontja + 33/1992 (XII.31.) KHVM rendelet 2. számú melléklet j) pontja] a kérdést a természetvédelmi célú vízhasználatra szűkíti le. Az ökológiai vízkészlet erősen vitatható fogalmának bevezetésekor pedig a jogszabály (1996. évi LIII. törvény) nem adott definíciót, így bármilyen szűk vagy tág értelmezést lehet végezni.

Szakmai nézőpontból az ökológiai vízigény fogalmán azt a vízmennyiséget és vízminőséget kell érteni, ami valamely földrajzi térség valamennyi adottságához alkalmazkodott élővilág alapvető létfeltételeit korlátozás nélkül biztosítja, azaz a rá jellemző szerkezeti (struktúrális) és működési (funkcionális) sajátosságok szabályszerű és folyamatos fenntartásához szükséges. Az ökológiai vízigények kielégítésénél kiemelten szükséges hangsúlyozni, hogy mindig két különböző követelményrendszernek kell együtt és egyszerre érvényesülnie: a mennyiséginek és a minőséginek.

Az ökológiai vízigény fogalmának tudományos megközelítésben sokrétű jelentése és jelentősége van. Az ökológiai vízigény minden élő rendszerre jellemző, mivel a víz létezésük alapvető feltétele. Ebből következően a vizet valamilyen formában minden élőlény, továbbá minden élőlényekből álló egyedfölötti (szupraindividuális) egység igényli, beleértve ebbe nemcsak a természeti rendszereket, hanem az ember által létrehozott és fenntartott biokultúrákat is (erdő-, mező- és kertgazdálkodási, ill. állattenyésztési objektumokat). Ilyen értelemben az ökológiai vízigény nem köthető kizárólag a vízterekhez, mert az átmeneti helyzetű vizes élőhelyek, sőt a szárazföldi rendszerek számára is elengedhetetlen a megfelelő, azaz a létezésüket meghatározó vízszükséglet biztosítása. A fogalom lényegét csak az ilyen típusú általános meghatározás tükrözi ki, hiszen az élő rendszerek tartós fennmaradása, azaz szerkezeti és működési sajátosságaik zavartalan keretei csak ilyen feltételek között érvényesülhetnek.

Az elmondottakból az következik, hogy az ökológiai vízigény a természetvédelem számára a leginkább meghatározó jelentőségű. A máig többé-kevésbé eredeti, sajnos ritkán természetes, többnyire inkább csak természetközeli állapotban fennmaradt élővilág számára az igényeiknek megfelelő vízkészlet biztosítása egyszerre létszükséglet. Ugyanez mondható el természetesen a biokultúrákról is, de azzal a lényeges különbséggel, hogy esetükben módunk van nemcsak elméletileg, hanem technikai fejlettségünk mai szintjén gyakorlatilag is összehangba hozni az igényeket a készletekkel. Ehhez természetesen a jelenleginél sokkal pontosabban szükséges feltárni az optimális termesztési és a tenyésztési körülményeket, továbbá igen sokat kell elrelépni a tudatformálás terén is, első sorban annak érdekében, hogy a biokultúrákat mindig oda telepítsék, ahová ténylegesen valók.

Az ökológiai vízigény az élővilág szempontjából mennyiségileg nagyon differenciáltan jelentkezik. Egy lépéselőlénytársulásai számára az állandó vízmennyiség biztosítása létfeltétel, míg ugyanez a törekvés a mocsaraknál kedvezőtlen, a szikes vizeknél pedig kifejezetten káros. Mindebből az következik, hogy az ökológiai vízigényt mennyiségileg nem lehet általánosságban meghatározni, és számszakilag sem lehet általános érvényben kifejezni. Valójában azt mondhatjuk,



hogy minden élő rendszernek saját és önálló ökológiai vízigénye van, ennek mértékét tehát elvben mindig egyedileg kell megállapítani.

Egy ilyen típusú, abszolút egyediségre törekvés azonban a mindennapok gyakorlatában nyilvánvalóan elképzelhetetlen. Erre azonban nincs is szükség, mert az élő világ szerveződésében is vannak bizonyos csomópontok, azaz olyan egységek, amelyek a vízigény szempontjából a természetben is összerendeződnek, s így vízigényük is összehangolható. A megoldás tehát az lehet, hogy az élő világ összetételéről szerzett eddigi ismeretek alapján megállapítjuk a különböző vízforgalmi és élőhelyi típusokat, s ezekre nézve határozzuk meg az ökológiai igényeknek megfelelő vízszükségletet. A következő fejezetben erre teszünk kísérletet, nyomatékosan hangsúlyozva, hogy az ott közölt felosztás nem általános ("globális") érvényű, mivel kifejezetten "sarkítva", a kárpát-medencei természetföldrajzi és klimatikus viszonyok szem előtt tartásával, továbbá a hazai élőhelytípusok hidrológiai adottságainak és élőviláguk ökológiai sajátosságainak a minél teljesebb érvényre juttatásával készült.

Az ökológiai vízigénynek azonban nemcsak mennyiségi, hanem minőségi oldala is van. Teljesen nyilvánvaló ugyanis, hogy a víz nemcsak közeg az élővilág számára, hanem élőhely is, méghozzá igen sajátos, éppen a víz speciális tulajdonságaiból (pl. sűrűségéből, viszkozitásából, fajhőjéből, általános oldószerjellegéből) következően. Az is közismert tapasztalati tény továbbá, hogy az élővilág – több évmilliárdos evolúciója során – kitűnően és jól körülhatárolhatóan alkalmazkodott a vízi és a vizes élőhelyek minőségi sokféleségéhez (legfeljebb ma még nem ismerjük kellő mélységig sem a választékot, sem az ennek megfelelő élővilágot). Az élővilág számára tehát a víznek nemcsak megfelelő mennyiségben, hanem kívánatos minőségben is rendelkezésre kell állnia.

Durva, de nagyon szemléletes példaként itt most csak két végletet említünk. Egy lág vízutánpótlását igen nagy hiba lenne magas sótartalmú vízzel megoldani, ami viszont egy szikes víz esetében első követelmény. De a kérdésnek ennél sokkal finomabb megközelítésmódjai is vannak, amelyek ugyanolyan fontosak. A lág vízutánpótlásánál például feltétlenül ügyelni kell arra, hogy a nátriumion részesevé az összes kationtartalom belül minimális legyen, a szikesek vízutánpótlásánál viszont ennek az ionnak a minél nagyobb mennyisége kifejezetten elnyes. De a szikes vizeknél sem mindegy, hogy melyik a nátriummal ekvivalens anion, hiszen a kloridion dominanciája csak a tengervízben kívánatos, a szikesekben a hidrogénkarbonát- és a karbonátionoknak kell meghatározó mennyiségben jelen lenniük.

Mindebből egyértelműen következik, hogy a minőségi igényeknek igen széles palettája van, ami a víz számos tulajdonságára és összetevőjére kiterjed. Ezeknek a minőségi igényeknek a meghatározása sokkal inkább egyedi kezelést igényel, mint a mennyiségieké. Szerencsére az ökológia már korábban felismerte e sajátos igényegyüttes fontosságát, s a valódi ökológiai vízminősítés (de nem az antropocentrikus vízjósági kategorizálás) keretében megoldási lehetőséget is kínál (vö. Dévai et al. 1992). Ennek a szellemében viszonyítási alapként minden esetben az aktuális tipológiák értékelésén alapuló globális tipológia szerinti besorolást kell tekinteni, s az

ökológiai vízigény kielégítésénél mindig arra kell törekedni, hogy ez a helyzet egyáltalán ne, vagy csak a lehető legkisebb mértékben változzon.