

1. A vizek szennyezései, a szennyeződések okai és hatásai

1.1 Kémiai vízminősítés

Kémiai vízminősítés során mérik a víz oldott sótartalmát, az oldott oxigénnek és a szerves anyagoknak a mennyiségét.

A szerves anyagok mennyiségét azzal az oxigénmennyiséggel jellemezzük, amely adott körülmények között oxidálásukra elfogy (BOI₅ – biológiai oxigénigény, és KOI – kémiai oxigénigény). A BOI érték változása jó indikátora a vizek szerves szennyeződésének, mivel a víz oldott oxigéntartalmának csökkenése a felelős számos esetben a halpusztulásokért. Gyorsabb meghatározást tesz lehetővé a kémiai oxigénigény mérése, mert nem kötődik mikroorganizmusok tevékenységéhez. Erős oxidálószer (kálium-permanganátot vagy kálium-dikromátot) alkalmaznak az oxidáció céljára.

A kémiai vízminősítés során mérik továbbá a nitrogénvegyületek (ammónia, nitrát, nitrit) és a foszforvegyületek mennyiségét – ez elsősorban a vizek eutrofizációja miatt fontos (lásd az eutrofizáció tárgyalásánál). A nitrogénvegyületek mennyiségének ellenőrzése azért szükséges, mert a nitrátok nitritekké tudnak alakulni, amelyek a vér hemoglobinjához kapcsolódva, annak oxigénszállító képességét lecsökkentik. A methemoglobinémia gyermekeknél halálos is lehet, s bár ma már ritka, vidéki területeken sajnos még most is előfordul.

Ugyancsak a kémiai vízminősítéshez tartozik a mikroszennyezők mérése (ilyenek a növényvédőszeresek, olajok, mosószeresek, fenolok és származékaik, toxikus fémek (Hg, Pb, Cu, Ba, Cd, As, Cr stb.), elemek és vegyületek.

1.2 A vízszennyezés okai

Vízszennyezés minden olyan hatás, amely felszíni és felszín alatti vizeink minőségét úgy változtatja meg, hogy a víz alkalmassága emberi használatra és a benne zajló természetes életfolyamatok biztosítására csökken vagy megszűnik.

A szennyvizek kb. 50 %-át az ipari szennyvizek adják, és 25-25 %-át a kommunális, ill. a mezőgazdasági szennyvizek. Az ipari szennyvizek pl. hűtővizek, technológiai használt vizek, üzemi szociális szennyvizek, valamint az üzem területéről elvezetett csapadékvíz. Jelentős csoportjuk a vegyipari szennyvizek. A kommunális vízszennyezés a háztartási szennyvizet, valamint a csatornahálózatra kötött ipari szennyvizet foglalja magába. Szerves és szervetlen anyagokat tartalmaz, valamint esetenként patogén mikroorganizmusokat. A mezőgazdasági szennyvizek műtrágyákat és növényvédő-szereseket tartalmaznak, valamint az iparszerű állattartás eredményeként hígtrágyát. Kisebb vízszennyezést a közlekedés és a turizmus is okoz.

A világtengerek szennyezése történhet közvetlenül, a szárazföldről bemosott szennyezőkkel, valamint a folyók által szállított szennyezőanyagokkal. Ezek közül az egyik az olaj. Az antropogén vízszennyezésnek ezzel a fajtájával kiemelten foglalkozunk. A közhiedelemmel ellentétben a világtengerek olajszennyezésének nagyobb részét az olajipar normális napi tevékenysége adja. A használt motorolajok és ipari olajok szennyvízzel és a felszíni vízfolyások révén kerülnek a természetes vizekbe. A tankerbalesetknél kisebb, de rendszeres olajszennyezést jelent a balesetmentes tengeri olajszállítás a hajótestek tengervízzel történő (tiltott) mosása miatt. Bár a tankerbalesetek csak kis részét teszik ki a világtengerbe került olajnak, mégis ezek a legveszélyesebbek, ugyanis nagyon rövid idő alatt hatalmas mennyiségű olaj kerül a vízbe.

A vízfelszínen elterülő olajfilm elegendő ahhoz, hogy a víz és a levegő között egy záróréteget hozzon létre, amely megakadályozza a levegő oxigénjének vízben való oldódását. Így a víz

oldott oxigéntartalma csökken. Ennek következménye az aerob élőlények pusztulása. Az olajtól elpusztuló állatok mellett a tenger parányi élőlényei, az algák és a planktonok is nagyon kényesek a víz tisztaságára. Az olajjal szennyezett víz tömegesen pusztítja őket, és megszakadhat a tápláléklánc. Ez pedig nagy veszélyt jelent az emberiség hallal való ellátása szempontjából.

1.3. A vízszennyezés hatásai

A vízszennyezés hatásait közvetlen és közvetett károk formájában tapasztaljuk.

A közvetlen károk a hasznosítás korlátozottságában és a megelőző kezelés szükségességében nyilvánulnak meg. A közvetett károk elsősorban a következők: a természeti környezet károsodása, egészségügyi károsodás, a szennyvízzel elvesztett hasznos anyagok, az üdülési lehetőségek csökkenése (stb.). A fejlődő országok lakosságát sújtó betegségek 80 %-át a szennyezett víz okozza. Naponta 35000 gyermek hal szomjan, vagy kap halálos betegséget a szennyezett víztől. A vízzel terjedő betegségek a szennyezett víz fogyasztása és a szennyezett vízzel való mosdás útján fertőznek. Ilyenek a tífusz, dizentéria, kolera.

1.4. A vizeket érő szennyezések összefoglalása:

1. Biológiai lebontható szerves anyag. A vízben oldott oxigént elhasználja, ezáltal halpusztulást okozhat és bűzt terjeszt. (Aerob és anaerob fermentációval távolítható el.)
2. Biológiai nehezen lebontható (rezisztens) szerves anyag kerül a vízbe. Ez kellemetlen ízt és szagot okoz, rákkeltő vagy egyéb egészségkárosító hatása lehet. (Kémiai oxidációval vagy adszorpcióval távolítható el.)
3. Lebegő anyagok. A fenékre lerakódva a haltáplálékot betakarja, ha szerves anyag, akkor rothad és a vízben oldott oxigént fogyasztja. (Ülepítéssel, flotálással távolítható el.)
4. Ásványi anyagok (só). A víz keménységét növelik, öntözésre alkalmatlanná teszik, a víz ipari előkészítését drágítják. (Ioncserével, fordított ozmózissal, dialízissel illetve desztillációval távolítható el.)
5. Biológiai egyensúlyt felborító anyagok (pl. foszforsók). Eutrofizációt okoznak (lásd az eutrofizáció tárgyalásánál). (Ioncserével, kicsapással, denitrifikációval távolítható el.)
6. Mérgező anyagok (pl. cianidok, fenol, fémionok). A vízi élőlényeket (a baktériumokat is) elpusztítják, ezáltal a víz öntisztulását megakadályozzák. (Kicsapással, ioncserével, kémiai oxidációval, adszorpcióval távolíthatók el a vízből.)
7. Patogén mikroorganizmusok, melyek fertőzést okozhatnak. (Kémiai oxidációval valamint aerob és anaerob fermentációval távolíthatók el.)
8. Hőmérsékletemelkedés. A hőszennyezés a biológiai egyensúlyt borítja fel, az oldott oxigéntartalmat csökkenti. (Hűtéssel és tározással oldható meg a probléma.)
9. Radioaktív szennyezés. (Itt nem foglalkozunk tárgyalásával.)
10. Hulladékok.

1.5. Eutrofizáció

A nitrátok nitrogéntartalma és a foszfátok foszfortartalma alapvető fontosságú a növények növekedése szempontjából (mint esszenciális tápelemek). A nitrát és a foszfát mennyisége a növények jól ismert korlátozó (limitáló) tényezői. A tavak természetes nitrát-ellátottságához számos forrás járulhat hozzá. Például a települések szennyvize, a mezőgazdaságilag művelt területeken alkalmazott műtrágyák maradékainak kimosódása. A legtöbb foszfát a humán

tevékenységek eredményeként kerül a természetes vizekbe. A legnagyobb forrásnak a kommunális szennyvizek tekinthetők, amelyek sok detergens-maradékot tartalmaznak.

Eutrofizálódásnak azt a folyamatot nevezzük, melynek során az állóvizekben a tápanyagdúsulás hatására nagymértékben elszaporodnak az elsődleges termelő szervezetek. Eutrofizáció természetes és mesterséges úton is bekövetkezhet. A legtöbb tó keletkezését követően oligotróf. Évszázadok alatt azonban jelentős mennyiségű szerves üledék rakódik az aljzatra, ami általában némi feltöltődéssel és az átlagos vízmélység csökkenésével is jár. Így az idő múlásával az eredetileg tápanyagszegény, oligotróf víz eutróffá alakul. Ezt a folyamatot a tavak természetes öregedésének nevezzük. Amennyiben az emberi tevékenység során a nitrátok és a foszfátok megszűnnek limitáló tényezőként korlátozni a vízben szaporodó szerves anyag tömegét, a víz túltermővé válik, elnövényesedik, ami oxigénhiányhoz vezet úgy, hogy természetes életciklusuk végén a vízínövények a tó aljára ülepsznek, ott rothadni kezdenek, amely folyamat a vízben oldott oxigént fogyasztja. Végül a rothadó iszap feltölti a tavat, és a terület elmocsarasodik. Ez valójában a vizek természetes öregedésével analóg folyamat, csak sokkal gyorsabban megy végbe.

A folyamat lényege tehát a növényi tápanyagok (ezen belül is elsősorban a nitrogén és a foszfor) feldúsulása a víztérben, így a szabályozás egyik fontos módja e tápanyagterhelés csökkentése lehet. Ebben a folyamatban a vízgyűjtő és a tó, vagy tározó egységes egészként kezelendő. A vízgyűjtő tápanyagkészlete nemcsak operatív (vagyis tápanyag eltávolítási), hanem preventív (vagyis megelőző) beavatkozással is csökkenthető. Preventív eszközök közé tartoznak egyebek között az alábbiak:

- A műtrágya-felhasználás csökkentése. A Balaton esetében például 80-as évekre jellemző évi 6.500 t műtrágyában kihelyezett foszfor 1992-re 140 t-ra esett vissza, ami jelentősen hozzájárulhatott a tó vízminőségének javulásához.
- Foszformentes mosószerek forgalmazása. Ma már hazánkban is forgalmaznak foszformentes mosószereket, ezek azonban általában nem olcsóbbak a foszfor tartalmúaknál, ezért használatuk nem elég vonzó. A tatai öreg-tó vízgyűjtőjén megkísérelték anyagilag is támogatni a foszformentes mosószerek használatát.
- Tápanyag-kibocsátások megszüntetése, melyre a Balaton vízgyűjtője szolgálhat példaként, ahol számos nagyüzemi hígtrágyás állattartó telepet bezártak a 80-as években.
- Termelési technológiaváltás. A nagy fajlagos szennyezőanyag kibocsátású, korszerűtlen ipari technológiákat modernebbekkel helyettesítik. Ez talán fajlagosan drágább megoldás, de ez lehet a jövő útja.

Az eutrofizáció szabályozásának modern irányzata éppen a megelőzés és a tápanyagforgalmi ciklusok zárása. Ez már nemcsak a tápanyagterhelés csökkentését tűzi ki célul, hanem a tápanyag ciklusok komplex műszaki és társadalmi kezelését is. A kisebb terheléssel járó termelési technológiák elterjesztése mellett a tápanyagok visszanyerése és újrahasznosítása is célja ennek a szabályozásnak.

Két, egymástól különálló szemétfolyam hömpölyög a Csendes-óceán északi részén Japán és a Hawaii-szigetek térségében. A sziget méretű, tíz méter vastag, összefüggő hulladékszigetek elsősorban műanyagot tartalmazó, több száz kilométer átmérőjű képződmény. Tíz év alatt megduplázódhat a két szemétfolyam mérete. Focilabdák, kajakok, LEGO darabkák és reklámszatyrok is úszkálnak a víz felszínén. A szennyezett óceánból a szülők által összegyűjtött műanyag darabokat a fészken ülő albatrosz-fiókák megeszik.

Ha ezek nyíltvízben lebegő algák, akkor planktonikus eutrofizálódásról beszélünk, ha viszont gyökerező hínár-és mocsári növények, akkor bentonkus eutrofizálódásról van szó.

1.6. A vizek öntisztulása

Bizonyos mennyiségű vízszennyezést a vizek természetes öntisztulási képessége tolerálni tud. Fizikai folyamatok (kiülepedés stb.), kémiai folyamatok (pl. adszorpció), de főleg biológiai folyamatok során megy végbe az öntisztulás. Ha egy felszíni vízbe természetes, biológiai lebomlásra képes szerves anyag kerül, akkor ott szaprofita („korhadéklakó”) mikroorganizmusok szaporodnak el, és a lebontás megindul. A lebomlás során a szerves anyag átalakul szén-dioxiddá és vízzé, miközben a mikroorganizmusok szaporodnak és a vízben oldott oxigént fogyasztják. Ha több oxigénre van szükség a lebontáshoz, mint amennyi az illető vízben rendelkezésre áll, oxigénhiányos állapot következik be, a lebontási folyamat lelassul, és a „korhadás” átalakul „rothadássá”, bűzös gázok (pl. kén-hidrogén) keletkezése közben. Az anaerob baktériumok szaporodnak el, az aerob szervezetek lassan kipusztulnak (nem csak a mikroorganizmusok, hanem a halak, mikro-rákok stb. is). Ha elég hosszú idő áll rendelkezésre, az anaerob folyamatok lejátszódása után újra elkezdődik az oxigén pótlása, a víz aerob állapotba lassan helyreáll.

Az öntisztulás kedvező oxigén-háztartás mellett sem korlátlan. Bizonyos anyagok bomlástermékei a vízben maradnak (nitrát), a sók és a nehézfémek pedig biológiai lebomlásra nem képesek. A természetidegen szerves anyagok lebomlása nagyságrendekkel lassúbb lehet, mint a természetes szerves anyagoké. Mindez azt jelenti, hogy ha az öntisztulás „meg is birkózik” a szennyezéssel, a víz minősége nem lesz azonos az eredetivel. A le nem bomló szennyezések és a lebomlási termékek halmozódnak.

Az öntisztulás folyamatát a fellelhető életközösségek, azon belül is a legjellemzőbb fajok határozzák meg. A szennyezettség mértékét jellemző szervezeteket nevezünk bioindikátoroknak. Jelenlétük, vagy eltűnésük a környezeti tényezők hatására beálló változásokat jelzik. A növényi szervezetek az oldott tápanyagokat használják fel, az állati szervezetek szilárd anyag felvételével tudják biztosítani a fennmaradásukat. A tápanyag megléte és felhasználódása, a szervezetek elpusztulása, majd újra szaporodása a tápláléklánc folyamatos körforgásához vezet. Az életközösségek biológiai egyensúlya, annak megléte szabályozza az öntisztulás rendszerét, illetve önmagát.

2. Kémiai oxigénigény meghatározása

Az **MSZ 12750/21-71** és az **MSZ ISO 6060:1991** szabvány alapján

A kémiai oxigénigény (KOI) a vízben lévő oxidálható szerves anyagok mennyiségére nyújt kvantitatív adatot. A KOI-t az 1 dm³ térfogatú vízminta által redukált oxidálószerrel egyenértékű oxigén tömegeként adják meg (dimenziója mg/dm³). Meghatározásához ismert térfogatú vízmintát oxidálnak kálium-permanganáttal, vagy káliumdikromáttal.

Annak ellenére, hogy a KOI nem ad pontos képet a vízben lévő szerves anyagok mennyiségére és minőségére, gyakorlati hasznosságát bizonyítja, hogy meghatározására szabványos vízvizsgálati eljárásokat dolgoztak ki.

Kálium-permanganátos módszer (KOI_p)

A kálium-permanganáttal történő meghatározást kénsavas közegben 80-90 °C-on végezzük. A szerves anyagok zavaró hatását ki kell küszöbölni. A meghatározást zavarják pl. kloridok

300 mg/dm³ koncentráció feletti mennyiségben, szulfidok, nitritek és a Fe(II). Ezen anyagoknak megfelelő oxigénfogyasztást az eredmény kiszámításakor a mért értékbe le kell vonni.

2.1. A meghatározás menete

2.1.1. 0,002 M kálium-permanganát oldat pontos koncentrációjának meghatározása.

Az oldat pontos koncentrációját 0,005 M nátrium-oxalát oldattal kell megállapítani. Egy Erlenmeyer lombikba bemérünk 100 ml ioncserélt vizet, majd bürettából hozzáadunk 20,00 ml 0,005 M nátrium-oxalát mérőoldatot és 5 ml 1:2 hígítású kénsavat, valamint forrkövet. Az oldatot 80-90 °C-ra melegítjük és forrón titráljuk 0,002 M KMnO₄ oldattal, amíg az oldat halvány rózsaszínű lesz. A nátrium-oxalát mérőoldat titrálásakor fogyott kálium-permanganát oldat térfogatának ismeretében kiszámítjuk annak pontos koncentrációját.

2.1.2. A kémiai oxigénigény meghatározása:

Egy 300 ml-es Erlenmeyer lombikba kimérünk mérőhengerrel 100,0 ml vízmintát. Hozzáadunk 5 ml 1:2 hígítású kénsavat, néhány darab forrkövet és az oldatot forrásig melegítjük. A forró oldathoz hozzámérünk bürettából 20,00 ml 0,002 M kálium-permanganát mérőoldatot és pontosan 10 percig forraljuk (a forralási idő pontos betartása fontos, ezt stopperrel mérjük). A forró oldathoz hozzáadunk pipettából 20,00 ml 0,005 M nátrium-oxalát oldatot és a színtelenné vált keveréket forrón (80-90 °C hőmérsékleten) a 0,002 M permanganát mérőoldattal addig titráljuk, amíg éppen halvány rózsaszínű nem lesz. Három párhuzamos mérést végzünk és az így kapott fogyások átlagával számolunk.

Ha az oldat forralás közben elszíntelenedik vagy barna lesz, akkor a meghatározást hígított vízmintával kell elvégezni. Ugyancsak meg kell ismételni a mérést, ha a KMnO₄ mérőoldat fogyása meghaladja a 12 ml-t, vagy hígított mintánál nem éri el az 5 ml-t. A vízminta analízise után vakpróbát kell végeznünk 100,0 ml ioncserélt vízzel.

Az oxigénfogyasztást a következő képlettel számoljuk:

$$KOI_p = (a-b) \cdot f \cdot 80/V$$

ahol

a a meghatározásnál fogyott összes KMnO₄ mérőoldat térfogata, ml

b a vakpróba titrálásakor fogyott KMnO₄ mérőoldat térfogata, ml

f a KMnO₄ mérőoldat faktora,

V a meghatározáshoz felhasznált vízminta térfogata, ml

80 az oxigén egyenértéksúlyából és az 11-re való átszámításból adódó érték.