

15. VÍZMINŐSÉG-VÉDELEM, VÍZMINŐSÉGI KÁRELHÁRÍTÁS

Az európai folyók és tavak morfológiai, fizikai-kémiai és biológiai megváltoztatása évszázadokon át történik. A vízfolyások és azok víztestei oly mértékben változtak meg, hogy az elérkezett az idő azok teljes, vagy részleges helyreállítására, a korábbi „eredeti” állapot elérésére. Az Európai Unió a 2000-ben elfogadott Víz Keretirányelvben fogalmazta meg elvárásait, célkitűzéseit az élővizek minőségi és mennyiségi védelmére, meghatározva azt, hogy javuljon vizeink, illetve vizes élőhelyeink állapota. A Víz Keretirányelven keresztül ehhez módszertant és határidőket állapított meg. Az EU ezzel kíván hozzájárulni ahhoz, hogy a fenntartható fejlődéshez elégséges és jó minőségű víz álljon rendelkezésre. A tagországok, így Magyarország is a jogharmonizáció keretében intézkedett az Irányelv végrehajtásáról. A Víz Keretirányelv alkalmazásával ma már a vízminőség-védelem helyett a vizein állapotának védelme a cél.

A Víz Keretirányelv célja:

- Megakadályozza a vízi ökoszisztémák és vizes élőhelyek további romlását, védi és javítja állapotukat.
- Előmozdítja a rendelkezésre álló vízkészletek hosszú távú védelmére alapozott fenntartható vízhasználatot.
- Fokozottan védi és javítja a vízi környezetet a kiemelten veszélyes anyagok bevezetéseinek megszüntetésével, a szennyező anyagok csökkentésével.
- Hozzájárul az árvizek és aszályok mérsékléséhez.

Ehhez hozzájárul:

- A fenntartható, kiegyensúlyozott és méltányos vízhasználatokhoz szükséges elegendő mennyiségű és jó minőségű felszíni és felszín alatti víz biztosításához,
- A felszín alatti víz szennyezettségének jelentős csökkentéséhez.

A végrehajtás eszköze a nyílt tervezési eljárással készített Vízyűjtő-gazdálkodási Terv, a költség-megtérülés és a szennyező fizet elv betartatása. A rendkívüli események kezelésére vizsgálati monitoringot kell alkalmazni.

Egy széleskörű, a fejlett és fejlődő országokat is átfogó kutatás eredménye azt mutatta, hogy a világ egyik legégetőbb környezeti problémája a *vízszennyezés* a jó minőségű és mennyiségű ivóvíz biztosítása. Magyarországon a rendkívüli vízszennyezések száma éves átlagban jóval meghaladja a száz eseményt, a szennyezések tartóssága a néhány naptól a több hónapig terjed.

Szinte valamennyi országban a környezet károsítását és a vizek szennyezését törvények tiltják, illetve kormányrendeletek szabályozzák a bekövetkezett károk elhárítását. Magyarországon a *környezet védelmének általános szabályairól* szóló 1995. évi LIII. törvény, a *természet védelméről* szóló 1996. évi LIII. törvény és a *vízgazdálkodásról* szóló 1995. évi LVII. törvény alapján kapott felhatalmazást a Kormány, hogy rendeletben szabályozza a környezet károsodásának megelőzését, illetve az elhárítás rendjét. Ezzel a Kormány a 90/2007. (IV.26.) sz. rendeletével tett eleget. A rendelet szabályozza a vízminőségi kárelhárítás eljárás módját is. A rendelet – több ellentmondásának ellenére – hatályban van.

15.1. A VÍZ KÉMIAI ÉS BIOLÓGIAI TULAJDONSÁGAI

A vízminőség értelmezése szempontjából a továbbiakban *víz* alatt a *szerves és szervesetlen anyagok egy olyan vizes oldatát* értjük, melyek különböző koncentrációban tartalmazzák a földön előforduló anyagokat, elemeket. A vízben előforduló anyagok eredet szerint származhatnak természetes forrásból, a vízyűjtő felszínéről történő kioldódásból, illetve az emberi tevékenység következményeként. A víz további fontos tulajdonsága a sűrűsége, viszkozitása, fajhője, felületi feszültsége és oldószerként játszott szerepe.

A víz 4 °C hőmérsékleten a legsűrűbb és a **víz sűrűsége** a hőmérsékletváltozással csökken. Ez okozza azt, hogy a jég könnyebb a víznél és annak felszínén úszik, ami viszont a természetben alapvető jelentőségű. Ellenkező esetben a tavak, tározók befagyása a mederfenéken kezdődne és a vízi élet egyes klimatikus viszonyok között szinte lehetetlen lenne.

A **víz fajhője** az összes anyagok közül az egyik legnagyobb és a víz fajhőjéhez viszonyítják az összes többi anyag fajhőjét. A víz magas fajhőjének következménye a víz nagy hőkapacitása, azaz a környe-

zet gyors hőmérsékletváltozására a víz lassabban reagál. Ez szintén rendkívül fontos a vízi élővilág szempontjából.

A **víz felületi feszültsége** a hőmérséklet, a felületaktív anyagok hatására csökken, ilyenek a mosószerek felületaktív anyagai, vagy a természetben a humin savak, melyek a talajok lemosódásából, szerves anyagok bomlásából származhatnak. A víz felületi feszültségének csökkenése, vagy csökkenése káros hatással van a víz felületén élő szervezetekre (pl. vízipók), de megakadályozhatja bizonyos élőlények szaporodását is.

A víz rendkívül jó **oldószer**, még a laboratóriumban előállított desztillált víz is hordoz – nagyon kis koncentrációkban – szennyező anyagokat.

A **víz biológiai jelentősége** meghatározó, a földi élet elképzelhetetlen nélküle, hiszen a sejt- és testnedvek legnagyobb részét víz alkotja. Biológiai tulajdonságai meghatározzák az algák, fito- és zooplankton, a magasabb rendű vízinövények, az állati szervezetek (a csigáktól a kétéltűeken, hüllőkön át a halakig, illetve az emlősökig) létét. Az emberi szervezet átlagos víztartalma meghaladja a 65%-ot.

A **víz biológiai tulajdonságai** közül rendkívül fontos a felszíni vizek **öntisztulása**, ami a természetben lejátszódó olyan fizikai – kémiai – biológiai folyamat, ami a vizek szennyezettségének csökkenéséhez vezet. A folyamat mind a folyó-, mind pedig az állóvizekben lejátszódik, különböző intenzitással. *Anaerob – oxigénmentes – viszonyok* ritkán alakulnak ki folyóvizekben, azt csak a nagyméretű gyorsan bomló szerves anyag terhelés okozhatja. Ilyen körülmények között a szerves anyagok lebomlása metángáz, kénhidrogén kialakulásához vezethet. Ezeket a vegyületeket a *kellemetlen szag* és *toxikusság* jellemzi. Az ilyen vizekben hal általában nem található, a magasabb rendű élő szervezetek is csak korlátozott számban fordulnak elő. Ilyen esetben a *hígítás*, vagy az *oxigénbevitel* – levegőztetés – indíthatja meg az *öntisztulási folyamatot*. A vízi mikroszervezetek alapvető szerepet játszanak az öntisztulásban, a nagy molekulájú szerves anyagot kisebb molekulájúra bontják, végül pedig szervesanyagokká alakítják át, miközben életfeltételeikhez az energiát ezekből az anyagokból biztosítják. A folyamathoz szükség van enzimekre és tápanyagokra. Az *enzimek* azok a fehérje anyagok, amelyek az élőlények sejtjeiben találhatóak, a *biológiai katalizátor* szerepét látják el. A legfontosabb *tápanyagok* pedig a különböző nitrogén- és foszfor-formák. A lebontott szerves anyagok egy része a szintézis során felhasználásra kerül az új sejtek felépítéséhez. A *szerves anyagok lebontása – degradációja* – minden esetben *oxigénfogyasztással* jár.

Az *eutrofizáció* a vízben előforduló növényi tápanyagok, elsősorban a foszfor és nitrogén vegyületek dúsulása, mely folyamat következménye az algák és vízinövények felgyorsuló növekedése. Következésképpen továbbá a szerves anyag növekedése, ezen anyagok bomlását követően pedig a víz másodlagos szennyezettsége (*15–1. kép*). Az eutrofizáció általában nemkívánatos jelenség, mivel számos esetben korlátozza a víz használatát. A túlzott mértékű *algaszaporodás – algavirágzás* – különösen veszélyes következménye az eutrofizációs folyamatoknak. A víz átlátszósága csökken, színe megváltozik (általában zöldebb lesz), és jelentős változások következnek be az oxigénviszonyokban, ami *oxigénhiányhoz* is vezethet.

A *túlzott algaszaporodás* problémákat okozhat a víztisztító berendezésekben, növelve a csőhálózatok korrózióját, eltömítheti azokat, csökkenti a hőcserélők hatásfokát. Bizonyos algák kellemetlen szaghatásúak, esetenként toxikus fajok is túlszaporodhatnak. Mintegy 25 olyan kékalga faj ismert, melyek mérgező toxint termelnek és különösen veszélyesek, mérgezőek az emlősökre, madarakra, kétéltűekre és halakra. A tömeges algaszaporodás korlátozhatja a fürdőzési célú vízhasználatokat. A jelenség több állóvizünkben ismert.

A víz tulajdonságai – a biológiai élet szempontjából – az alábbiakban foglalhatók össze:

- A legnagyobb sűrűsége nem a fagyásponton van.
- A fajhője más folyadékokhoz viszonyítva nagyon nagy.
- Nagy felületi feszültséggel rendelkezik.
- Kiváló oldószer nagyon sok anyag esetében.
- Képes az öntisztulásra.
- A vízben eutrofizáció mehet végbe.

15.2. A FELSZÍNI VIZEK MINŐSÉGE, KÉMIAI, BIOLÓGIAI ÉS BAKTERIOLÓGIAI JELLEMZŐI

A *víz színtelen, szagtalan, íztelen folyadék*. Az ivóvíz kellemes ízét a benne oldott anyagok okozzák. A víz nagyon jó oldószer, ezért a víz tartalmazza a természetben előforduló elemeket, illetve az emberi tevékenységből származó anyagokat. Ezeknek az anyagoknak a koncentrációja széles skálán mozog,

függ az elemek, anyagok előfordulási gyakoriságától, oldhatóságától és sok más, az anyagra jellemző fizikai-kémiai tulajdonságtól. A koncentráció-tartomány néhány nanogrammtól több száz milligrammig terjed. (A nanogramm a gramm egymillárd része, a milligramm pedig ezredrésze.)

A vízben oldott fő összetevők közül a *kationok*: kalcium (Ca^{2+}), nátrium (Na^+), magnézium (Mg^{2+}), míg az *anionok*: hidrokarbonát (HCO_3^-), szulfát (SO_4^{2-}), klorid (Cl^-) és szilícium (SiO_2). A fő összetevők százalékos értékét egy „átlagos” folyóvízben a 15–1. táblázat mutatja. Ezeknek a kationoknak és anionoknak az átlagos értékeit a Dunára, illetve a Fertő tóra – koncentrációban kifejezve – a 15-2. táblázat tartalmazza

15–1. táblázat. Egy átlagos folyóvíz fő komponensei

komponens	%-os arány
Na^+	6
$\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$	20
Cl^-	6
SO_4^{2-}	12
$\text{CO}_3^{2-}(\text{HCO}_3^-)$	35
SiO_2	12
egyebek	9

15–2. táblázat. A Duna (1848.4 fkm) és a Fertő tó főbb vízminőségi mutatói (mg/l)

Komponens	Duna	Fertő tó
Vezetőképesség $\mu\text{S}/\text{m}$	376	2036
BOI_5	2,6	3,0
KOI_p	3,6	17,4
KOI_k	13,0	59,0
oldott O_2	9,65	8,68
K^+	2,8	36,0
Na^+	12,8	331,5
Ca^{2+}	54,4	30,4
Cl^-	24,0	39,9
SO_4^{2-}	40,1	508,1
NH_4^+	0,11	0,07
NO_3^-	11,52	1,23
PO_4^{3-}	217	334

Az összetevők aránya, koncentrációja nagymértékben függ a vízgyűjtő területtől, a vizeket ért terhelésektől. Az emberi tevékenységből eredő szennyezések nagymértékben meg tudják változtatni a vízforrás vizének összetételét.

A vízben jelenlévő anyagokat többféle módon lehet csoportosítani. Az egyik ilyen felosztás: anyagok, elemek, melyek *természetes körülmények* között található meg a vízben, illetve olyan anyagok, amelyek az *emberi tevékenység* révén kerülnek a vízbe. Ez utóbbiak közül sok a természetben nem is fordul elő. Ezeket általában szennyező-anyagoknak tekintjük.

Ma már rendkívül nehéz a vizekben előforduló anyagok természetes koncentrációját meghatározni, hiszen alig van a Földön olyan hely, ahol az ember a természetes állapotokat nem változtatta meg. Észak-Európa távoli, érintetlennek tűnő vizei nyomokban szennyezettek a csernobili katasztrófa következtében, de megtalálhatók bennük a távoli légszennyező források szennyezései is. A sarki jégtakaró nyomokban ólmot tartalmaz, ami feltehetően az üzemenyagok adalékanyagaiból származik.

A vízben előforduló anyagok *szervetlen*, illetve *szerves* osztályba is sorolhatók. Ez a csoportosítás sem kielégítő teljes mértékben, hiszen nagyon sok szerves összetevő fémekkel együtt fordul elő, illetve a fémek alkotórészként is szerepelnek. Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy a vízben lejátszódó *biológiai* és *biokémiai folyamatok* hatására a szervetlen anyagok szerves anyagokká alakulnak át. Fel szokták osztani a vízben előforduló anyagokat *relatív előfordulási koncentrációjuk* alapján is.

A víz fizikai, kémiai, biológiai tulajdonságait meghatározva kifejezhető, hogy az adott víztest, milyen mértékben felel meg azoknak az emberi funkcióknak, melyre használni akarják, azaz milyen minőségű. A vizek minőségének meghatározása *mintavételből*, helyszíni és laboratóriumi fizikai, kémiai, biológiai és bakteriológiai *vizsgálatok* elvégzéséből, és a vizsgálat során mért adatok rendszerezett *értékeléséből* áll. A vizek minőségi állapota a *monitoring* eredményei alapján határozható meg. A felszíni vizek minőségét meghatározott indikátor paraméterek segítségével lehet jellemezni.

A vízben lévő fizikai, kémiai, biológiai és bakteriológiai komponensek időszakosan, vagy évszakosan folyamatosan változnak. Rendszeres ellenőrző vizsgálatokkal (monitoringgal) a változások nyomon követhetők ill. meghatározhatók a víz további felhasználási lehetőségei.

A víz minősítése szempontjából fontosak a *bakteriológiai jellemzők*, melyek alapvető információval szolgálnak a felszíni vizekben eredetileg található és alkalmasszerűen megjelenő mikroba közösségről. A kiemelten veszélyes vagy fekális szennyeződésre utaló mikrobákat fajspecifikusan vizsgálják. Alkalmaznak gyűjtőparaméteres meghatározást is (pl. összes csiraszám) az egyes csoportok nagyságrendjének megállapítása érdekében.

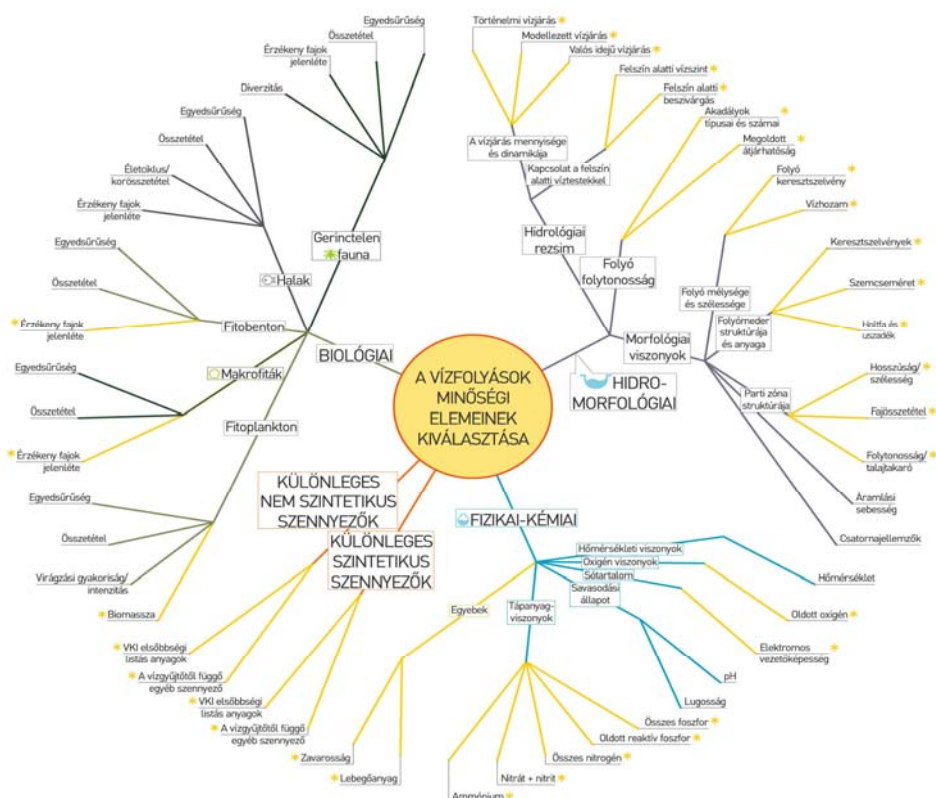
Az EU Víz Keretirányelv bevezetésével a felszíni vizek minőségének meghatározásakor alapvető jelentősége van a *biológiai paramétereknek*.

A felszíni víztestek minősítésének jellemző csoportjai, azaz a minősítésre használt indikátor paraméterek körét a 15–3. táblázat tartalmazza.

15–3. táblázat. A vízminősítésre használt indikátor paraméterek

Jellemző-csoportok	Folyók	Tavak
Biológiai jellemzők	Makrofitonok Fitobenton Makroszkopikus gerinctelenek Halak	Fitoplankton Fitobenton Makrofitonok Makroszkopikus gerinctelenek Halak
Hidro-morfológiai jellemzők	Vízhozam jellemzők Kapcsolat felszín alatti víztestekkel Mélység, szélesség Mederjellemtzők Vízparti zóna	Vízállásjellemzők Kapcsolat felszín alatti víztestekkel Tartózkodási idő Mélység Tómeder jellemzők Vízparti zóna
Fizikai-kémiai és kémiai jellemzők	Hőmérsékleti viszonyok Oxigénháztartás Sótartalom Savasodási állapot Tápanyagok Jelentős mennyiségben bevezetett szennyező anyagok Kiemelten veszélyes anyagok	Átlátszóság Hőmérsékleti viszonyok Oxigén háztartás Sótartalom Savasodási állapot Tápanyagok Jelentős mennyiségben bevezetett szennyező anyagok Kiemelten veszélyes anyagok

A felszíni vizek jellemzéséhez alkalmazott, a Víz Keretirányelv szerinti monitoring vizsgálatok összességét a 15-1. ábra foglalja össze.



15-1. ábra. A felszíni vizek jellemzéséhez alkalmazott monitoring vizsgálatok

A minősítésben – ha csak egy paraméter nem felel meg a rendeletben foglalt határértékeknek – akkor a víz minőséget nem megfelelőnek nyilvánítják. Ezt nevezik az „egy rossz, mind rossz” elvnek.

A vizek minőségének meghatározására mérő-megfigyelő, ún. *monitoring rendszereket* üzemeltetnek. A feltáró monitoring során az összes vizsgálandó elemre áttekintést kapható és meghatározható a felszíni víz állapota és az minősíthető. Az operatív monitoring segítségével a beavatkozások hatásait követik nyomon és itt már célirányos vizsgálatok történnek. A vizsgálati monitoring pedig segíti feltárni a rendkívüli eseményeket, szennyezéseket, a környezeti célkitűzésektől való eltérés okát.

15.3. A VÍZSZENNYEZŐ ANYAGOK ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE

A vízszennyező anyagok vizsgálata előtt szükséges néhány fogalom tisztázása. A legegyszerűbb megfogalmazás szerint a *vízszennyezés* alatt az emberi tevékenység hatására kialakuló olyan körülményeket értjük, amelyek közvetlenül befolyásolják a felszíni, illetve a felszín alatti vizek minőségét. Más megközelítésben: a különböző veszélyes és egyéb anyagoknak a természetes vizek koncentrációját meghaladó értéke a vízszennyezés. Egy harmadik definíció szerint vízszennyezést okoz minden olyan anyag megjelenése a vízben, amely károsan befolyásolja a természetes víz emberi fogyasztásra alkalmasságát, illetve korlátozza vagy lehetetlenné teszi azt a vízi élet számára.

A vízminőség fogalmára visszautalva, a *vízszennyezés* minden olyan, a víz fizikai, kémiai, biológiai, bakteriológiai, illetve radiológiai tulajdonságában – elsősorban emberi tevékenység hatására – bekövetkező változás, melynek következtében emberi használatra, illetve a természetes vízi élet számára való alkalmassága csökken, vagy megszűnik, illetve alkalmassá tétele költséges, vagy szélsőséges esetben nem gazdaságos.

Az EU Víz Keretirányelve szerint a „szennyezés” az olyan, emberi tevékenységből származó anyagok és hő közvetlen vagy közvetett bevezetését jelenti a levegőbe, a vízbe vagy a talajba, amelyek károsak lehetnek az emberi egészségre, a vízi ökoszisztémákra vagy a vízi ökoszisztémáktól közvetlenül függő szárazföldi ökoszisztémákra, amelyek az anyagi tulajdon károsodását eredményezik, vagy amelyek rontják, illetve zavarják a környezet élvezetét vagy más, jogszerű használatát.

A víztetek állapotának időszakos leromlása nem jelenti azonban az irányelvnek a megszegését, ha az kivételes vagy ésszerűen előre nem látható *természetes ok* vagy *vis major* – különösen a szélsőséges árvizek és a hosszú aszályos időszakok – következménye.

A *környezetminőségi határérték* egy bizonyos anyagnak vagy az anyagok egy csoportjának azt a koncentrációját jelenti a vízben, üledékben vagy biótában, amelyet az emberi egészség és a környezet védelme érdekében nem szabad meghaladni. A *vízminőség* a víznek a társadalom számára hasznos és káros tulajdonságai összességében fejeződik ki.

Rendkívüli vízszennyezés bármely okból bekövetkező vízminőség romlás, melyek káros hatással lehetnek a vízi élővilágra, a természeti környezetre, vagy a vízhasználatokra.

15–4. táblázat. A vízszennyező anyagok általános típusai

Szennyező csoport	Káros hatás
Nyomelemek	Egészségügyi, vízi lények
Fém-szerves kombináció	Fém transzport
Szervetlen tényezők	Toxicitás, vízi lények
Azbeszt	Emberi egészség
Algák tápanyagai	Eutrofizálódás
Radionuklidok	Toxicitás
Savasság, lúgosság, sósság	Vízminőség, vízi élet
Szennyvíz	Vízminőség, oxigén szintek
Nyomokban előforduló szerves anyagok	Toxicitás
Peszticidek	Toxicitás, vízi élet
PCB-k	Lehetséges biológiai hatás
Karcinogén kémiai anyagok	Rákos daganatok
Kőolaj származékok	Összetett hatás
Patogén	Egészségügyi hatás
Detergensok	Eutrofizálódás, vadélet, esztétikai
Hordalékok	Ökológia, Vízminőség
Íz, szag, víz	Esztétikai

Vizsgálati monitoringot kell működtetni ott, ahol

- bármely érték túllépésének oka ismeretlen;
- balesetszerű szennyezés nagyságáról és hatásairól kell megbizonyosodni és
- információkat kell szolgáltatni a környezeti célkitűzések teljesítéséhez szükséges intézkedési terv kialakításához, továbbá a balesetszerű szennyezés helyrehozását szolgáló specifikus intézkedések meghatározásához.

A *szennyező anyagok* olyan szerves és szervetlen elemek, ionok, illetve szerves és szervetlen vegyületek, amelyek a vízbe jutva az élőlények életképességét kedvezőtlenül befolyásolják, életüket veszélyeztetik, az ember tevékenységét akadályozzák. A vízben előforduló anyagok általában koncentrációjuktól függően lehetnek szennyezők.

15.3.1. Szervetlen szennyező anyagok

A vízoldható szervetlen anyagok között a vízben oldódó savak, sók, toxikus nehézfém vegyületek és egyéb szervetlen vegyületek (pl. ammónia, kénhidrogén) említhetők.

A *fémek* közül a *réz*, mint nyomelem jelenléte az életfolyamatok szempontjából nélkülözhetetlen, de nagyobb dózisa toxikus hatást fejtnek ki, elsősorban a vízi növényzetre. A réz már 100 µg/l koncentrációban gátolja a vízinövények növekedését. Ebből a szempontból csak a higany toxikusabb. A *kadmium* rendkívül mérgező, veszélyessége akkumulációs képességével függ össze. Az EU irányelvek szerint a kadmium az egyik legveszélyesebb szennyező anyaga felszíni vizeinknek, "feketelistás" szennyező. A *higany* az üledékben és a vízi élőlényekben akkumulálódik, magas bioakkumulációs faktor jellemzi. Ennek megfelelően a higany határértéke rendkívül alacsony. Az *ólom* nem tűnik nélkülözhetetlen elemnek az élőlények számára, de csökkenti a felszíni vizek öntisztuló képességét. A halakra viszonylag magas koncentrációban veszélyes, de krónikus hatás már alacsonyabb koncentrációknál is megfigyelhető. Az ólom az emberre nézve is toxikus. A csontokban a kalciumot helyettesíti és ott akkumulálódik. Jelenleg, az ólomtartalmú festékek kiváltásával, az ólomozott üzemanyagok csökkentésével, illetve megszüntetésével a mérgezések száma lényegesen lecsökkent.

A *szabad ammónia* a felszíni vizek egyik legtoxikusabb vegyülete. Az ammónium-ion átalakulása szabad ammónia formába pH és hőmérsékletfüggő folyamat. A hal fajtájától függően már 0,2 mg/l koncentrációban halpusztulást okozhat. A rendkívüli hőmérséklet, illetve légnyomás változás hatására az üledékből felszabaduló egyéb toxikus gázok – *szulfidok*, *kénhidrogén* – szintén halpusztulást okoznak.

15.3.2. Szerves szennyező anyagok

A *szerves anyag* fő alkotó eleme a *szén*. A természetben több millióféle szerves anyag fordul elő és a szerves anyagok jelentős része természetes eredetű, azaz a növények, illetve állatok állítják elő. Ezek az anyagok a természetben *egyszerűbb szervetlen vegyületekre* folyamatosan lebomlanak. Az elmúlt évszázadban megkezdődött a szintetikus, a természetben nem előforduló szerves anyagok előállítása, szintetizálása. Ezen anyagok degradációja során újabb átmeneti termékek keletkeznek, melyek előállítása a természetben ismeretlen. Ugyanakkor a szintetikus előállított anyagok mennyisége folyamatosan nő. Becslések szerint a szintetikus kémiai anyagok száma több mint 1,8 milliót tesz ki. Évente közel 250 000 új kémiai anyagot szintetizálnak, melyek közül 4–500 termelésbe is kerül. A termelt szintetikus anyagok éves mennyisége 100–200 millió tonnára tehető és a termelt mennyiség általában 10 évente megduplázódik. A termelt mennyiségből pedig – nagy valószínűséggel – 1/3 mennyiség megjelenik a környezetben.

A vízben előforduló szerves szennyező anyagok kimutatására, meghatározására a vízben lévő szerves anyag különböző oxidáltsági fokát határozzák meg, különböző oxidálószer alkalmazásával. Az évek során különböző eljárásokat fejlesztettek ki és szabványosítottak:

- *illékony szerves anyagok*, 550 C°-on éghető anyagok.
- BOI (*biokémiai oxigén igény*), a természetben előforduló baktériumok által kifejtett biokémiai oxidáció (BOD),
- KOI (*kémiai oxigénigény*), a szerves anyag magas hőmérsékleten, erős oxidáló szer hatására bekövetkező oxidáció, (COD), KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$,
- TOI (*teljes oxigén igény*) ha az összes biológiailag bontható szerves anyag oxidálódott, (TOD),
- TOC (*összes szerves szén*), a szerves anyag összes széntartalma,
- DOC (*oldott szerves szén*), az oldat formájában lévő összes szén mennyisége,
- NDOC (*oldhatatlan szerves szén*), a lebegőanyagban lévő szerves szén,

- UV abszorbencia, az UV fényt abszorbeáló szerves anyagok mennyisége,
- oldószerrel extrahált szerves anyag, pl. CCl₄.

15–5. táblázat. Jellemző szerves anyag koncentrációk (mg/l-ben)

Vízípus	BOI	KOI _{Mn}	KOI _{Cr}	TOC
Ivóvíz (határérték)	–	4,5	3-10	1,3
Duna	3-10	5-20	15-30	3-15
Balaton	1-5	3-10	5-15	2-10
Fertő-tó	1-5	3-10	30-100	
Nyers szennyvíz	150-300	70-200	300-600	100-200
Ülepített szennyvíz	100-200	50-150	150-300	50-150
Tisztított szennyvíz	15-25	20-40	60-100	20-40
Cukorgyári szennyvíz	1000-3000	1000-3000	4000-6000	800-3000
Papírgyári szennyvíz	250-500	200-600	1500-3000	400-1500
Tejüzemi szennyvíz	1000-2000	1000-2000	2000-4000	
Szennyvíz határérték			50-150	

A felszíni vizekben termelődő szerves anyag mennyisége alapvetően a rendelkezésre álló tápanyagoktól függ. A szükséges széndioxid, napenergia gyakorlatilag rendelkezésre áll. A vízszennyezést azonban elsősorban a *nem kellő mértékben tisztított kommunális szennyvizek* okozzák. A szerves anyag részben az ülepedés folyamata során kerül ki a víztestből, de a fenékre kiülepedő szerves anyag az oxigén elvonásával okoz káros következményeket. A *kiülepedés* a folyó azon szakaszán következik be, ahol a víz sebessége csökken, kimélyüléseknél, kiöblösödéseknél, tározó tavakban stb. Az ülepedés látható jele a *zavarosság csökkenése, az átlátszóság növekedése*. Az ülepedés mértéke a vízsebesség függvénye. A jellemző *vízsebességek*:

- nagy síkvidéki folyók kb. 1 m/s,
- tározók 0,1 – 0,8 m/s,
- síkvidéki kisvízfolyások 0,1 – 1,0 m/s,
- hegyvidéki vízfolyások 1,5 – 2,5 m/s.

A szerves anyag intenzív ülepedése, a szerves anyag üledékben történő akkumulálódása a folyóvíz másodlagos szennyezésének veszélyét hordozza magában. A fenéküledékben anaerob állapotok alakulhatnak ki, a szerves-anyag bomlása következtében olyan toxikus gázok szabadulhatnak fel, mint a kénhidrogén, megkezdődhet a tápanyagok visszaoldódása. A gázbuborékok által felszabaduló szerves anyag részecskék további oxigénfogyasztást eredményeznek, ami fokozza az oxigénhiány bekövetkezését. Az aerob üledék tápanyagcsapdaként működik, míg anaerob körülmények között számolni kell a *foszfor visszaoldódásával*.

A szennyező anyagok a vízben lévő anyagokon adszorbeálódnak, azaz a mederfenéken, a partokon, a vízínövényzeten, szabályozó műtárgyakon stb. Ezek a felületeken egy biológiai film alakul ki és a szennyező anyagok lebontási folyamata nagymértékben hasonlít a szennyvíztisztítás során alkalmazott biológiai csepegtetőtestekben lejátszódó folyamatokhoz. Erős szerves anyag tartalmú szennyezés esetén – élelmiszeripar, állattartó telep, nyers szennyvíz – a szennyvízgombák intenzív elszaporodását eredményezheti. Ilyenkor a szilárd felületeken, a mederben tömegesen található a szennyvízgombák, vastag barna szálás varkocs formájában. A tiszta mellékvízfolyások hígító hatása csökkenti a befogadó szennyező anyag koncentrációját. Az oxigénviszonyok javításával gyorsíthatja az öntisztulási folyamatokat, csökkentheti a folyamatot gátló anyagok koncentrációját.

A vízfolyást érő szennyvízterhelést követően az oldott oxigén koncentráció gyorsan csökken, azaz az oxigénfogyasztás nagyobb, mint az oxigénbevitel. A víz öntisztuló képessége nagyon sok tényezőtől függ, de a legfontosabb a szennyező szerves anyag összetétele és mennyisége. Minél nagyobb a szerves-anyag terhelés, annál nagyobb a szennyezés csökkentésének aránya.

A másik fontos tényező a folyóvíz fizikai jellemzője (vízhőzám, vízsebesség). A turbulens áramlású folyóvízben a lebontási folyamatok lényegesen gyorsabban játszódnak le, mint síkvidéki lassú vízfolyásokban, vagy tározó tavakban.

A szerves anyagok bontásához szükséges oxigénbevitt a vízminőségi kárelhárítás során levegőztető berendezésekkel mesterségesen visszük a vízbe.



15–1. kép. Az eutrofizáció következménye



15–2. kép. Szervesanyag okozta habzás

A vízben található szerves anyagok – növényi és állati részek, ligninek, fehérjék, pektinek, cukrok – biokémiai úton történő átalakulása során nagy molekulájú vegyületek keletkeznek. Ezt a folyamatot *humifikációnak* nevezik és a lebomlás során keletkező komponensek a *humanyagok*, *huminsavak*. Kémiai összetételük rendkívül változatos, struktúrájuk még nem került teljes mértékben feltárára. Ezen anyagok színe a barnástól a feketéig terjedhet, és a víz intenzív elszíneződését, habzását okozzák (15–2. kép). A humanyagok nagyon nehezen oldódnak a vízben, biodegradációjuk nagyon lassú.

A vízminőségi kárelhárítás szempontjából meghatározó szerves anyagok a *kőolajszármazékok*. A kőolajok és kőolajtermékek által okozott vízszennyezések a leggyakoribbak közé tartoznak. Magyarországon a rendkívüli – különösen káros és nagy mennyiségű – szennyezések több mint fele ezektől az anyagoktól származik. Tekintettel a széles körű (ipari, mezőgazdasági, lakossági) felhasználásukra, megjelenésükre vizeinkben csaknem mindenütt számíthatunk, különösen, ha a pontszerű szennyezések mellett figyelembe vesszük a szállítás (csővezetékeken, tengelyen és vízi úton), továbbá a tárolás (földalatti, föld feletti tartályok) közbeni szennyezés lehetőségét is.

A kőolaj kémiai szempontból szénhidrogének keveréke. Az egyes vegyületcsoportok aránya kőolajfélésektől függően is lényegesen eltérő. A nagylengyeli kőolaj például inkább naftén, míg a lispei inkább paraffin bázisú; a bakui kőolaj átlagos paraffintartalma max. 10%.

Az ásványolajnak és származékainak vizeink minőségére gyakorolt káros hatása sokirányú. A felszíni vizekben mg/l, illetve tízed mg/l nagyságrendben fordulnak elő. Már kis koncentrációban íz- és szagrontók. Jellegzetes szagukról oldott állapotban is megkülönböztethetők az egyes termékek. A tiszta normál paraffinok szagukról alig ismerhetők fel; az illékonyabb homológok, mint a n-heptán, n-oktán, n-nonán inkább kellemes gyümölcs-szerű szaggal rendelkezik, míg a magasabb forrponúak szintén szagtalanok. A tipikus „benzinszagot” túlnyomóan az izoparaffinok, naftének és az aromás összetevők adják. Tehát az egyes kőolajok és termékek szagküszöb értékei – az előforduló szagrontók arányaitól függően – egymástól több nagyságrendben is eltérhetnek. (A hígítási szám ivóvizeknél 3-50 között van).

A szénhidrogének mérgezőek a vízi életközösségekre. A *mérgező hatás* is különböző, nagymértékben függ a vízben való oldhatóságtól (15–6. táblázat).

15–6. táblázat. A szénhidrogének oldhatósága vízben (mg/l)

Szénhidrogén típus	Oldhatóság
diesel olaj	17
autóbenzin	100-500
toluol	511
n-hexán	60
ciklohexán	60
benzol	1680

15–7. táblázat. Az olajréteg jellemzői

térfogata	Az olajréteg	
	vastagsága	láthatósága
l/km^2	$10^{-6} m$	
40	0,04	éppen lát ató
150	0,15	gyengén szivárványos
300	0,30	erősen szivárványos
1 000	1,00	sötétebb foltok
2 000	2,00	erősen sötét, összefüggő folt

A vízben való oldhatóság az aromások, naftének, paraffinek sorrendjében, továbbá a növekvő molekulasúlyal csökken. Egy-egy olajtermék esetén az aromás tartalom és a forráspont döntő jelentőségű. Például, a halakra való mérgező hatás szempontjából is jelentős az adott szénhidrogén aromás összetevője; a határkoncentráció naftalinra 2,5-5 mg/l, benzolra 5 mg/l, a különböző benzinfajtákra 50-200 mg/l. Mint látható, ezek a tartományok a vízben már oldott állapotban is előfordulnak, míg a diesel-, motor- és fűtőolajok toxikus értékei (50-100 mg/l) oldott formában már nem találhatóak meg. Tehát a mérgező hatás szempontjából az oldhatóság nagy jelentőségű. A szénhidrogének vízben történő oldhatóságát nagymértékben növelik a felületaktív anyagok. A szintetikus mosószerek hatására a táblázatban közölt értékek nagyságrenddel is megnövekedhetnek, s mivel a hagyományos ivóvíztisztítás során jelentős részük visszamarad, az oldott szénhidrogének az emberi szervezetbe kerülhetnek. Akkumulálódó tulajdonságuk révén felhalmozódhatnak a táplálékláncban is. Rákkeltő hatásuk – különösen származékaik tekintetében – egyértelműen bizonyított.

Ha a környezetbe olaj kerül, annak az alábbi átalakulásával számolhatunk:

- **Szétterülés:** a vízfelszínre kikerülő olaj, ha nem ütközik akadályba, gyorsan szétterül és vékony, filmszerű réteget alkot, befedve ezzel a víz felszínét, s megakadályozza például az oxigén felvételét. Tiszta vízben ez a fedettség 0,2 mm vékonyságú hártáig is terjedhet. Ennek a hártának a vastagsága függ az olaj viszkozitásától. Minél kisebb a viszkozitás, annál vékonyabb a lehetséges hártya. A szétterülés függ még a környezet hőmérsékletétől is, alacsony hőmérsékleten különösen a nagyobb viszkozitású olajszármazékok viszonylag nagy tömbökké is összeállhatnak (nehéz fűtőolajok).

A felszíni vízen szétterülő olajréteg legkisebb, szemmel is érzékelhető vastagsága $4 \cdot 10^{-5}$ mm, ez 1 km^2 felületre átszámítva 40 l olaj. $300 \text{ l} / 1 \text{ km}^2$ -en már feltűnő, erősen szivárványos szennyződést okoz (15–7. táblázat).

- **Párolgás:** főleg az alacsonyabb molekulasúlyú és forrponjú vegyületek az atmoszférába kerülnek. A párolgás mértékét a meteorológiai viszonyok – hőmérséklet, szél – nagymértékben befolyásolják.
- **Oldódás:** ahogy korábban említettük, főleg az alacsonyabb molekulasúlyú és aromás összetevők vízben oldódása a jelentősebb.
- **Emulzióképződés:** az olaj egy része a vízzel emulziót képez. Az emulzió képződés szempontjából meg kell különböztetnünk az „olaj-vízben” és a „víz-olajban” típusúakat. A „víz az olajban” emulzió még az olajos fázis része és így a víz tetején úszik, azaz onnan még lefölezéssel eltávolítható. Az „olaj-vízben” emulzió már az oldódás jele, tehát a vizes fázisba került olajat jelenti, s így a hagyományos lefölezéssel nem távolítható el. Az emulzió képződést a szintetikus mosószerek és a hullámozás nagymértékben segítik.
- **Lebegőanyagokhoz kötődés-ülepedés:** a hullámozás, turbulens áramlás és egyéb vertikális irányú vízmozgás hatására az olaj egy része a lebegőanyagokon adszorbeálódik, majd azokkal együtt a fenékre kerül, s az üledékrendszerben lejátszódó folyamatok – lebomlás, visszoldódás – szerint alakul tovább.
- **Autó oxidáció:** a molekuláris oxigén által is fénykatalizált reakció, melyek során különböző ketonok, aldehidek és karboxilsavak keletkeznek. A folyamatban a napfényen kívül a szénhidrogénekben előforduló kén és szerves fém vegyületek is fontos szerepet játszanak. Különösen a fémvegyületek okozta katalízis következtében szabad gyökök keletkeznek, amelyek az oxidációt tovább viszik.
- **Biológiai lebomlás:** A vízi környezetbe került szénhidrogének illékonyabb része elpárolog, a maradék részek pedig autooxidáció és biológiai lebomlás révén alakulnak tovább. A biológiai lebomlás azonban az egyes összetevőkre különböző módon következik be. Bár a szénhidrogének egy része toxikus a vízi életközösségre, más részét azok eltűrik és bontják. Tehát ha egy szénhidrogén szennyezés biológiai lebomlása megkezdődik, bizonyos frakciók könnyen lebomlanak, mások változatlan összetételben megmaradnak. Általában a paraffinok könnyebben bomlanak, mint az aromások, s ezen belül is az egyes szénláncúak bomlékonyabbak, mint az elágazóak. A C-10 és C-18 közötti szénatomszámúak oxidálódnak legkönnyebben, a metánt, etánt és a propánt csak speciális fajok bontják, míg a C-30-nál nagyobb szénatomszámú gyanták teljesen oldhatatlanok és a biológiai lebomlásnak teljes mértékben ellenállnak. A biológiai lebontásban különböző baktérium fajok – *Aeromonas*, *Pseudomonas* – és a mikroflóra más elemei vesznek részt. Az olajbontók között különleges helyet foglal el az *Arthrobacter* típus, mely az olajok emulzióba vitelét segíti elő. Talajbaktériumok N-P műtrágyák jelenlétében különösen jól bontják a szénhidrogéneket. Ezt a felismerést hasznosítják, amikor az olajos iszapokat különleges talajokon, műtrágyák adagolásával biológiailag bontják le.

A felszínalatti vízkészletet ért *olajszennyezések* száma egyre növekvő tendenciát mutat, ugyanakkor ezek feltárása, a veszélyhelyzet megítélése fokozottabb szakmai felkészültséget igényel. Ennek érdekében külön szükséges foglalkozni a *szénhidrogének felszín alatti viselkedésével*. Ha a kőolaj vagy származékai a talajra vagy talajba kerülnek, s a szennyező anyag benyomul a talaj pórusaiba, ott a gravitációs, és az azzal ellentétes irányú kapilláris erők hatására mozog tovább. A függőleges irányú mozgást a *gravitációs*, a vízszintes irányút az *áramlási erő* befolyásolja. A jó áteresztőképességű közegekben a függőleges, a kisebb áteresztő képességű talajon a vízszintes mozgás a jellemző. Így a talajban kialakult olajtest jellegzetes, a heterogenitástól függő formát mutat. Az egyes *talajok olajmegkötő képessége* eltérő (15–8. táblázat) és arányos a hézagterfogattal, illetve a szivárgási tényezővel, függ továbbá a talaj nedvességétől is.

15–8. táblázat. Egyes talajok olajmegkötő képességének paraméterei

Talaj	Szivárgási tényező	Hézagterfogat	Olajvisszatartó képesség	Olajlencse vastagsága
	<i>m/s</i>	<i>térfogat %</i>	<i>l/m³</i>	<i>mm</i>
Kavics	10 ⁻²	2-3	5	5
Homokos kavics	10 ⁻²	2-3	8	8
Durva homok	10 ⁻³	3-4	15	12
Középkötött homok	10 ⁻⁴	5-6	25	20
Finom homok	10 ⁻⁵	6-8	30	30
Iszap	10 ⁻⁶	10-15	40	40

Amennyiben a beszivárgott olaj mennyisége meghaladja a talaj olajvisszatartó képességét, akkor a szénhidrogén a talajvizet eléri és a talajvíz fölött, a kapilláris zónában kezd szétterjedni, s a talajvíz áramlással halad tovább horizontálisan. A szétterülés egy többé-kevésbé vastag, kifelé vékonyodó alakzatban történik (olajlencse). Az olajlencse átlagos vastagsága, tehát olajtartalma függ a talaj olajvisszatartó képességétől. A szénhidrogének egy része oldódik a talajvízben és a továbbiakban oldott állapotban a talajvíz áramlás irányában a *diszperzió* hatására halad előre, egyre szélesedő csóva alakjában, tehát egyre kisebb koncentrációban.

A vízben jobban oldódó szénhidrogén összetevők így lényegesebben előbbre juthatnak. A talajvízben is lehetséges azonban biológiai bomlás, ha a mikroorganizmusok részére elegendő oxigén áll rendelkezésre. A viszonylag gyors biológiai lebomlás elsősorban az oldott állapotú szénhidrogének esetében következik be, a talajvíz tetején úszó *olajlencse lebontása* viszont rendkívül lassú. A szénhidrogén eredetű felszínalatti szennyezések során még egy vízminőségi problémára kell felhívni a figyelmet, nevezetesen a *figyelő kutakban kialakuló állapotokra*. A talajvíz tetején szétterült olajréteg vastagsága nem azonos a figyelőkútban mérhető réteg vastagságával. A figyelőkútban ugyanis mintegy négyszer nagyobb az olajvastagság, mint a talajvíz tetején, tekintettel az eltérő nyomásviszonyokra. Így a felszín alatt lévő olaj mennyiségének becslése a figyelőkútban mért korrekció nélküli olajvastagság alapján irreálisan magas értéket eredményez.

A *növényvédő szerek* olyan természetes és szintetikus anyagok, melyek aktív komponensét az állati és növényi kártevők elpusztítására fejlesztették ki. A peszticid szó már önmagában utal az ölt, pusztító hatásra. A szereket bizonyos kártevők elpusztítására, vagy fejlődésük korlátozására, fajspecifikusan fejlesztették ki, hogy hatástalanok maradjanak a nem cél szervezetekre. Ezt azonban rendkívül nehéz elérni és a növényvédő szerek mindig veszélyt jelentenek a környezetre. A hatékony növényvédő szereknek az alábbi tulajdonságokkal kell rendelkezni:

- a kártevő vonatkozásában nagy toxikusság,
- alacsony toxikusság más élőlények esetében, különösképpen a vízi szervezetekre és az emberre,
- megfelelő stabilitás, hogy még a lebomlás előtt ki tudja fejteni hatását,
- nagy lebomlási képesség, a cél elérése után gyors lebomlás, minimális veszéllyel.

Ezek azonban egymásnak meglehetősen ellentmondásos tulajdonságok, igények.

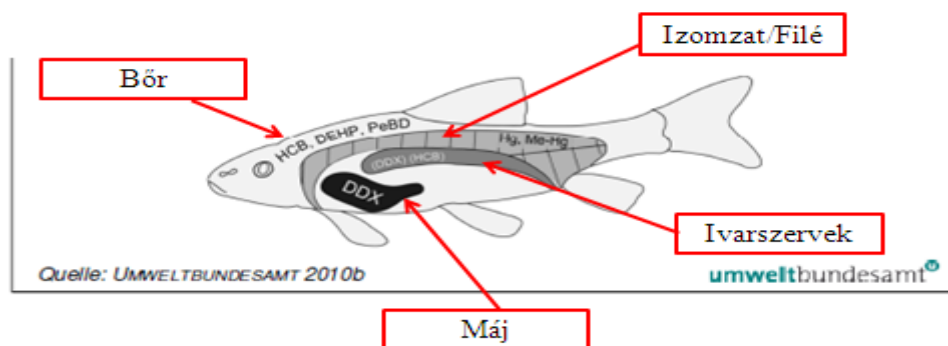
A legtöbb növényvédő szer vízközelben – felszíni vízfolyások, tározók, tavak – és vízmű védőterületeken történő felhasználását korlátozni szükséges. A korlátozás mértéke függ a peszticid káros hatásától. A korlátozások mértékét konkrét előírások tartalmazzák, ami a használat parttól mért távolságát adja meg.

A *szintetikus mosószerek*, a felületaktív anyagok veszélyt jelentenek a felszíni vizekre. Habzást okozhatnak, csökkenthetik a légköri oxigén diffúzióját. További káros hatásuk, hogy emulgeálószerként viselkednek a vízben. Általában foszfort is tartalmaznak, ami elősegítheti az eutrofizációt és annak

következményeként algavirágzást, vagy a vízinövények túlzott elszaporodását okozhatják. Annak ellenére, hogy a szintetikus detergensnek negatívan hatnak a környezetre, betiltásuk lehetetlen, mivel jelentőségük óriási a háztartásokban és az iparban is.

A *poliklórozott bifenilek* (PCB) megnevezés alatt kb. 200 különböző kémiai szerkezetű, nem természetes eredetű szerves-, aromás vegyületet értünk, melyek nagy mennyiségben tartalmaznak klórt. A PCB vegyületek kivételesen stabilak és kevésbé gyúlékonyak. Széles körben alkalmazzák a műanyagiparban, növényvédők szerek, festékek, gumik, csomagolóanyag gyártásánál, továbbá mindazon helyeken, ahol elektromos tüzek keletkezését kell megakadályozni. A PCB-k vízben gyakorlatilag oldhatatlanok, viszont jól oldódnak zsírokban és így a zsírszövetekben feldúsulnak. A poliklórozott bifenilek a DDT-hez hasonlóan akkumulálódnak a táplálkozási láncban. Ma már ismert azonban, hogy a DDT-nél is veszélyesebbnek számítanak, mivel a lebomlási idejük még annál is hosszabb. Így a környezetben évtizedekig változatlanul megmaradnak. Az ismert környezetszennyező anyagok közül ezek a vegyületek a legperzisztensebbek. A PCB-k becsült felezési ideje 10-15 évre tehető. Az egyes szennyezőanyagok halakban történő feldúsulását és eloszlását mutatja 15-2. ábra.

A szennyezőanyagok eloszlása a halak szervezetében



15.2. ábra. A szervetlen és szerves szennyező anyagok eloszlása a halak testében.

15.4. A VÍZSZENNYEZÉSEK EREDETE ÉS MEGFIGYELÉSE

A szennyező anyag vízbe jutása, a víz szennyezése, – a szennyező forrástól függően – két módon történhet; lehet pontszerű és nem pontszerű, vagy diffúz szennyezés.

A **pontszerű szennyezés** során a szennyező anyag a szennyező forrásból csővezetéken, vagy nyílt csatornán keresztül kerül a felszíni vagy felszín alatti vizekbe. Ilyen jellegű szennyezés például egy üzemből származó szennyvíz, vagy olajvezeték meghibásodása miatti talajvízszennyezés.

A **nem pontszerű (diffúz) szennyezés** lényege, hogy a szennyező anyag nagyobb térbeli kiterjedésben kerül a vízbe. Ilyen jellegű szennyezést okoznak például egy zápor hatására bekövetkező felszíni lefolyással egy állóvízbe jutó, a talajból kimosódó növényi tápanyagok, vagy egy szabálytalan hulladék (szemét) lerakóból a csapadék hatására a talajvízbe mosódó toxikus anyagok. A mezőgazdasági területekről lefolyó vizek növényvédők szerekét, tápanyagokat, állati eredetű szerves anyagokat tartalmazhatnak. A városi beépített környezet, az utak további szerves és szervetlen mikroszennyezők forrásai.

A vízszennyezések megfigyelése során ki kell térni a *fizikai és biológiai változások megfigyelésére*. A *szín- és szagváltozás* már egyértelműen a vízminőség romlására utalhat. A „pipáló” halak, halivadék az *oxigénhiányos állapotokat* mutatja. A *buborékok* megjelenése arra utal, hogy a légnyomásváltozás hatására a toxikus gázok a fenékről felszabadulnak. Az eutrofizációt követő jelenség a *hajnali oxigénhiány*, a *halak pipálása*, ami a délelőtti órákra már megszűnhet.

Az észlelt rendkívüli elváltozásokat az *őri naplóba* azonnal be kell jegyezni, a helyszín (fkm, tkm), az időpont, a meteorológiai viszonyok megjelölésével és az észlelt jelenséget szabatosan le kell írni, amennyiben lehetséges, akkor a szennyező anyag és -forrás megjelölésével. A szolgálati rendnek megfelelően az eseményt azonnal *jelenteni* kell. A vízminőségi kárelhárítás hatékonyságát az időté-

nyező alapvetően meghatározza. Külső bejelentő esetében – amennyiben lehetséges – a bejelentő személy nevét, elérhetőségét rögzíteni kell.

15.5. A KÖRNYEZETI KÁRELHÁRÍTÁS OPERATÍV FELADATAI, ESZKÖZEI ÉS ANYAGAI

15.5.1. Szénhidrogénfélék, úszó szennyező anyagok, uszadékok terelése

Az olaj lokalizálását, terelését világviszonylatban *merülőfalas olajzárakkal*, ill. azt helyettesítő anyagokkal oldják meg. A merülőfalak olyan, a víz felszínén úszó folytonos szerkezetek, melyek egy része a víz felszíne fölött van, másik része pedig a vízfelszínhez közeli rétegbe nyúlik le, amely megakadályozza az olaj továbbhaladását (15–3., 15–4. és 15–11. kép). Az eszközök hatékonyságát alapvetően befolyásolja a hullámzás és a vízsebesség.

A lokalizálás, terelés megvalósításával együtt meg kell kezdeni az *olaj leszedését*. Az *olaj eltávolítására* a leggyakoribb módszer az *adszorbensek* alkalmazása. Adszorbens anyagként olyan anyagokat használnak, amelyek olajmegkötő víztaszító tulajdonságokkal rendelkeznek, mint pl. a perlit vagy a vízügyi ágazatban alkalmazott SANOL, illetve ahhoz hasonló jellegű anyagok.

Az olajszennyezések, úszó szennyező anyagok gyors lokalizálására és terelésére, a vízügyi ágazatban alkalmazott terelőfal-típus:

„Kadácsi” típusú merülőfal. 2 vagy 4 m hosszúságú elemekből áll, több darab összekapcsolható, legfeljebb 15 m széles vízfolyásokon alkalmazható alumínium merülőfal. Kis merülési mélységű, max. 1,0-1,5 m vízmélységnél, max. 0,5 m/s vízsebesség mellett. De csak hullámmentes vízben használható. Célszerű több soros elzárást alkalmazni. A partéllal 30-40 fokos szöget bezáróan, ferdén kell telepíteni. Az olaj terelését a rendszer stabilitását és úszóképességét biztosító vízszintes deszkapallók élére szerelt, a vízfolyással szemben ívesen meghajlított alumínium lemezek végzik.

„T” típusú folyóvízi merülőfal. Kis és közepes vízfolyásokon és csatornákon, legfeljebb 200 m szélességig alkalmazható. A merülőfalakat a partéllal hegyes szöget bezáróan kell telepíteni, legtöbbször mindkét végén parthoz rögzített vezérlőkötélel. A merülőfal 4 m hosszúságú, fából készült T alakú elemekből áll, melyeket csuklós vasalásokból álló gyorskapcsolat erősít össze. A falsor folytonosságát gumitömítés biztosítja (15–3. kép).

Szorbens hurka (Sanol hurka). Eredményesen használható szárazföldi területek és vízfelületek olajszennyezéseinek felszámolására 0,3 – 0,5 m/s vízsebességig. A SANOL töltő-szóró berendezés által a textiltömlőbe töltött anyag merülőfalként megakadályozza az olaj továbbterjedését és töltőanyaga révén magába gyűjti a szennyezést okozó anyagot.



15–3. kép. Hagyományos és sanol merülőfal



15–4. kép. Sanol merülőfal és telítődött „hurka”

Az adszorbens merülőfal rendkívül gyors és korszerű vízre helyezést biztosít az úszó olajfolt körülzárására. Használhatunk dupla vagy szimpla hurkás-terelést, elzárást.



15-5. kép. Sanol hurka töltése



15-6. kép. Sanol technológia

A hurkák töltőanyaga víztaszító tulajdonságú, viszont az olajat és olajtermékeket jól megköti. Az anyag nem bomlik, nem mérgező, így sokáig (telítődésig) a vízben tartható. Saját súlya hússzorosának megfelelő mennyiségű olajat képes megkötni. Barna elszíneződés jelzi a „hurka” telítődését. Változó átmérő mellett 300 mm átmérőjű „hurka” tölthető.



15-7. kép. Olajszennyezés hajóhavária következtében



15-8. kép. Olajszennyezés eltávolítása perlitel

VIKOMA típusú merülő-terelőfal. Az olaj terelését a felfújható műanyag merülőfalak végzik. Nagy előnye a könnyű szállíthatóság, az alacsony súly, a gyors telepíthetőség. Különleges kialakítású a partra – fővenyre – is kiérő változat, amit a terep alakulatának felvételére vízzel töltenek meg. Viszonylag nagyobb vízsebességek mellett (1,0 – 1,5 m/s) is alkalmazható. Hátránya, hogy speciális ventilátor, illetve szivattyú kell a merülőfalak feltöltéséhez. A VIKOMA merülőfalat rendszerbe állítva alkalmazzák; a KOMARA típusú úszó tárcsás olajleválasztó berendezés tartozéka (15-9. kép).



15-9. kép. VIKOMA Delta olajleszedő



15-10. kép. Tárcsás olajleszedő rendszer

A gyakorlatban alkalmazott adszorbens anyagok:

Perlit: fehér szemcsés adszorbens anyag, amely az olajjal hasonló tulajdonságokkal bíró anyagokat magába szívja, az ettől eltérő a tulajdonságú anyagokat pedig taszítja. A környezetvédelemben általában hidrofóbizált perlitet használnak. A termék 100 literes zsákokban kerül kiszerezésre (15–8. kép).

Sanol anyag: svéd gyártmányú habosított műanyag, formaldehidből és karbamidból készül. 1,3 m³-es tömbökben érkezik. 1 tömbből 50-60 m hosszú szorbens hurka készíthető. Jó olajfelszívó, taszítja a vizet, nem mérgező, környezetre nem káros, természetesen lebomlik, az olajjal együtt elégethető, mivel szerves anyag (15–4. és 15–5. kép).



15–11. kép. Műanyag merülőfalak



15–12. kép. Oxigenius levegőztető. Olajfelítató paplan

SANOL paplan, takaró: ez szárazföldi szennyeződéseknek ill. a vizeken a partra kiverődő, a későbbiekben a talajról, növényzetről nehezen eltávolítható olaj összegyűjtésére használható jó hatásfokkal (15–12. kép).

Szénhidrogén szennyezések eltávolítása

Az alábbiakban ismertetett technikai eszközök mellett a szennyezés eltávolításhoz szükségesek a szítaszövetes adszorbens merők, mobil tartályok, hordók, a helyszíni gyűjtőhely kialakításához fólia, kötélzet, karók, karóleverő eszközök.

SANOL LS-3 töltő-szóró berendezés (svéd gyártmányú). A gép a bálában tárolt speciális anyagot pelyhesíti és felhasználásának megfelelően a laza szövésű textil tömlőbe, ún. hurkába tölti, amelyet merülőfalként használnak a kifolyt olajszármazék elrekesztésére, ill. visszatartására. A kárelhárításhoz a darált anyag a szennyezett felületre szétszórható, magába szívja az olajat, majd a telített anyag hagyományos módon leszedhető. Az aprításhoz és töltéshez szükséges gépi berendezés benzin vagy diesel motoros meghajtású csigás aprító, ventilátoros továbbító berendezésből, ciklonos porleválasztó berendezésből áll (15–6. kép).

KOMARA 20 típusú úszó tárcsás olajleválasztó berendezés. Az angol VIKOMA cég által gyártott úszó tárcsás olajleválasztó berendezés, a víz felszínén szétterülő olaj összegyűjtésére szolgál. Működési elve az olaj és a víz felületi feszültség különbségén alapszik. A berendezés három fő egységből áll:

- *Úszó tárcsás olajleválasztó berendezés:* ez végzi a tulajdonképpeni olajleválasztást. Az úszó, síktárcsás egység négy tárcsaköteget tartalmaz, mely így mindenirányú olajgyűjtést tesz lehetővé. Minden tárcsaköteget külön hidraulikus motor hajt. A tárcsák felületéről az olajat speciális lapátok választják le. A lapátokról leválasztott olaj a közepén elhelyezkedő tálba kerül, ahonnan az elszívó szivattyú szállítja el a tároló edényekbe.
- *GP10-1 dízel motoros egység:* ez magába foglal egy dízel motort és egy hidraulikus szivattyút.
- *Hozzá tartozó merülő-terelőfal:* a VIKOMA cég saját fejlesztésű terméke.

A teljes rendszer csekély súlyának köszönhetően (52 kg) két ember elegendő a mozgatásához. Rendkívül hatékony, nagy teljesítményű eszköz (15–10. kép). A rendszer Kitűző típusú hajóra is felszerelhető.

VIKOMA Delta skimmer, sekélyvízi olajförlöző berendezés (15–9. kép). Az angol gyártmányú berendezés alkalmazható a vízfelszínen úszó olaj és annak különböző származékai által okozott szennyeződések eltávolítására kikötőkben, sekély parti vizeken, homokos parti szakaszokon, partfalak tövében, hajótestek közelében. Használható egyéb, úszó szilárd szennyeződések eltávolítására is. Részegységei:

- Delta fejű förlözőgép

- Szívótömlő a tömlőúszókkal
- Meghajtó egység
- Olaj eltávolító szivattyú egység
- Üritő olajszállító tömlő

15.6.2. Levegőztetés

A levegőztetés a vízminőségi kárelhárítás azon módja, amikor a szennyezett víztömeget mesterséges beavatkozással oxigénben dúsítják. A műveletnek az a célja, hogy a biológiailag bontható szerves anyagokat, az elszíneződést okozó szennyezéseket, valamint a vízben oldott mérgező gázokat távolítsa el a szennyezett vízből. A víz oldott oxigéntartalma a következő módszerekkel növelhető: porlasztás, permetezés, csörgedeztetés, légbefúvás. Kisebb vízfolyások oldott oxigéntartalma ideiglenesen vagy állandó jelleggel beépített bukógátak segítségével növelhető. A módszer előnye, hogy egyszerű eszközökkel, energiafelhasználás nélkül oldja meg az oxigén bevitelét. A bukógátak homokzsákból, termésköböl, kővel töltött dróthengerből, farönkökből vagy rőzsekolbászból készíthetők.

OXYGÉNIUS víztisztító és vízi levegőztető berendezés (400/250 és 800/750 típusú). A magyar gyártmányú, turbóinjektoros víztisztító és vízi levegőztető berendezés, az „OXYGÉNIUS” (15–12. kép) alkalmazásának célja, hogy megelőzzük a szerves szennyezettség és oxigénhiány miatt fellépő halpusztulást, a túlburjánzott növényzet okozta eutrofizációt, az élővizek egyensúlyának felbomlását és részleges vagy teljes pusztulását. Az OXYGÉNIUS típusú levegőztető berendezés-család alkalmazható különböző méretű állóvizekben (tó, holtág, tározó) és más természetes és mesterséges vizeken.

A levegőztető berendezések egyszerre több feladatot látnak el:

- teljesítményüktől függően, nagy mennyiségű oxigént oldanak be a vízbe,
- kihajtják a vízből az alacsony forráspontú szerves szennyezéseket (pl. ammóniák, kénhidrogének stb.)
- keverő mozgásukkal és a szivattyú távolabbi elhelyezésével nagy mennyiséget hoznak lassú mozgásba, megszüntetve a pangó régiók káros hatását.

15.6.3. Hígítóvíz-vízkezelés

Vízben oldott szennyező anyagok káros hatásának mérséklésére szolgál a megfelelő mennyiségű hígítóvíz biztosítása. A vízrendszerek adottságainak figyelembe vételével vízátvétellel érhetjük el a megfelelő hígító hatást (15–13. kép). A védekezés során szükséges a folyamatos vízminőség vizsgálat, általában a pH érték, vagy a víz fajlagos elektromos vezetőképességének mérése (15–14. kép).



15–13. kép. Műtrágya szennyezés.
Kárelhárítás vízkormányzással



15–14. kép. Vízkormányzás folyamatos pH méréssel

15.6. A KÖRNYEZETI KÁRELHÁRÍTÁS SZERVEZETI FELÉPÍTÉSE

A környezeti kárelhárítás az érvényben lévő, de jelenleg átdolgozás alatt álló 90/2007. (IV.26.) sz. Kormányrendelet alapján történik. A rendelet értelmében a kárelhárítás az *üzemi és területi kárelhárítási tervek* alapján történik. A rendkívüli vízszennyezést az azt észlelőnek a vízügyi hatóságnak és a területi vízügyi igazgatóságnak kell bejelenteni. A környezetvédelmi hatóságnál és a VIZIG-nél állandó ügyeletet kell tartani. A bejelentésről ezen szervek egymást tájékoztatják. A környezetkárosodás felderítése a vízügyi hatóság, a környezetvédelmi hatóság a VIZIG és a nemzeti park igazgatóság feladata.

A vizek előre nem látható események vagy ismeretlen ok miatt rendkívüli mértékben elszennyeződnek vagy elszennyeződhetnek, s ennek következtében a vízellátási, a gyógyászati, az üdülési és sportcélú, valamint az

egyéb vízhasznosítás a lakosság egészségét, életét, a gazdaságot és a környezetet súlyosan és közvetlenül veszélyezteti, ezért a keletkező károk megelőzése, elhárítása, illetve mérséklése minden érintett kötelezettsége. Az, aki a vízminőség veszélyeztetését vagy romlását előidézte (*károkozó*), valamint az elszennyeződött víz vagy vízelélesztési tulajdonosa a veszély megszüntetésében, illetőleg a kár elhárításában köteles közreműködni, az illetékes *vízügyi igazgatóság szakmai irányítása* és az illetékes *vízügyi hatóság* felügyelete mellett. Külföldről áterjedő vízszennyezés esetén, vagy abban az esetben, ha a károkozó ismeretlen, a kárelhárítás ellátása az előzőekben említett munkamegosztás szerint a vízügyi igazgatóság és a *vízügyi hatóság* feladata. A kárelhárítás helyi szintjén túl a szennyezés terjedelmétől függően valamennyi érintett területi szerv együttműködésben végzi a kárelhárítást (területi kárelhárítás), *országos szintű kárelhárítás* esetén a tevékenység az OVF irányításával folyik.

A kárelhárítással kapcsolatos feladatok az alábbiak:

- a kárelhárításra való felkészülés,
- a rendkívüli szennyezés felderítése és minősítése,
- a kárelhárítás végrehajtása,
- a kárelhárítás megszüntetését követő intézkedések.

A rendkívüli szennyezések észlelése céljából a vízügyi igazgatóság *figyelőhálózatot*, az illetékes Kormányhivatal *mérő-megfigyelő rendszer* (labort) működtet. A kárelhárítás feladatai *készültségi fokozatokban* kell ellátni, melyek az alábbiak:

- *I. fokú készültség*: a rendkívüli szennyezés felderítése,
- *II. fokú készültség*: a műveleti végrehajtást megelőző intézkedések megtétele,
- *III. fokú készültség*: a kárelhárítás műveleti végrehajtása.

A kárelhárítás érdekében a felszín és felszín alatti vizekre és földtani közegre, a VIZIG vagyongazdálkodásában lévő vizekre *kárelhárítási készültségi fokozatot a VIZIG rendel el a vízügyi hatóság és a nemzeti park bevonásával*.

- az *I. fokú készültséget kell elrendelni*, ha a VIZIG, a nemzeti park igazgatóság és a vízügyi hatóság rendkívüli szennyezésről szerzett tudomást, akkor helyszíni műszaki szemlélet kell tartani;
- a *II. fokú készültséget kell elrendelni*, ha a helyszíni műszaki szemle alapján a kárelhárítást közvetlenül megelőző intézkedések (így különösen mintavétel, elemzés értékelés) válhatnak szükségessé;
- a *III. fokú készültséget kell elrendelni*, ha a helyszíni műszaki szemle vagy a minták elemzésének eredménye alapján azonnali beavatkozásra (így például a szennyezés lokalizálására, közömbösítésére, eltávolítására, a partok, vízkivételek megvédésére) van szükség.

A védekezés fázisai:

- a szennyezés okának megszüntetése,
- a szennyezett víz vagy veszélyes anyag lokalizálása,
- a szennyező anyag hatástalanítása, eltávolítása.

A védekezés eredményességét nagy mértékben befolyásolja a beavatkozás gyorsasága. Gyakran az azonnali beavatkozást késlelteti, hogy a vizsgálati eredmények későn érkeznek a kárelhárítás műveleti irányítását végző szervhez.

A rendkívüli szennyezés kárelhárításának *műveleti irányítása* a vízügyi igazgatóság feladata, az eltávolított hulladék biztonságos elhelyezése a műveleti kárelhárítást végző szerv feladata. A Kormányhivatal szerve végzi el a kárelhárításhoz szükséges vízminőség-vizsgálatokat, és a vízminőség változása alapján a beavatkozás szükségességét folyamatosan értékeli. A minősítés a megyei kormányhivatal által működtetett akkreditált laboratórium igénybevételevel a vízügyi hatóság feladata a vízügyi igazgatóság bevonásával.

A készültség fokozatait a VIZIG-nek meg kell szüntetnie, ha az azt kiváltó ok megszűnt, és annak közvetlen ismétlődésétől nem kell tartani.

A kárelhárítás költségeinek, annak befejezése után szennyezőre történő áthárításáról a vízügyi hatóság intézkedik.

A védekezésben csak képzett személyzet vehet részt, balesetvédelmi oktatást a védekezés megkezdése előtt meg kell tartani.