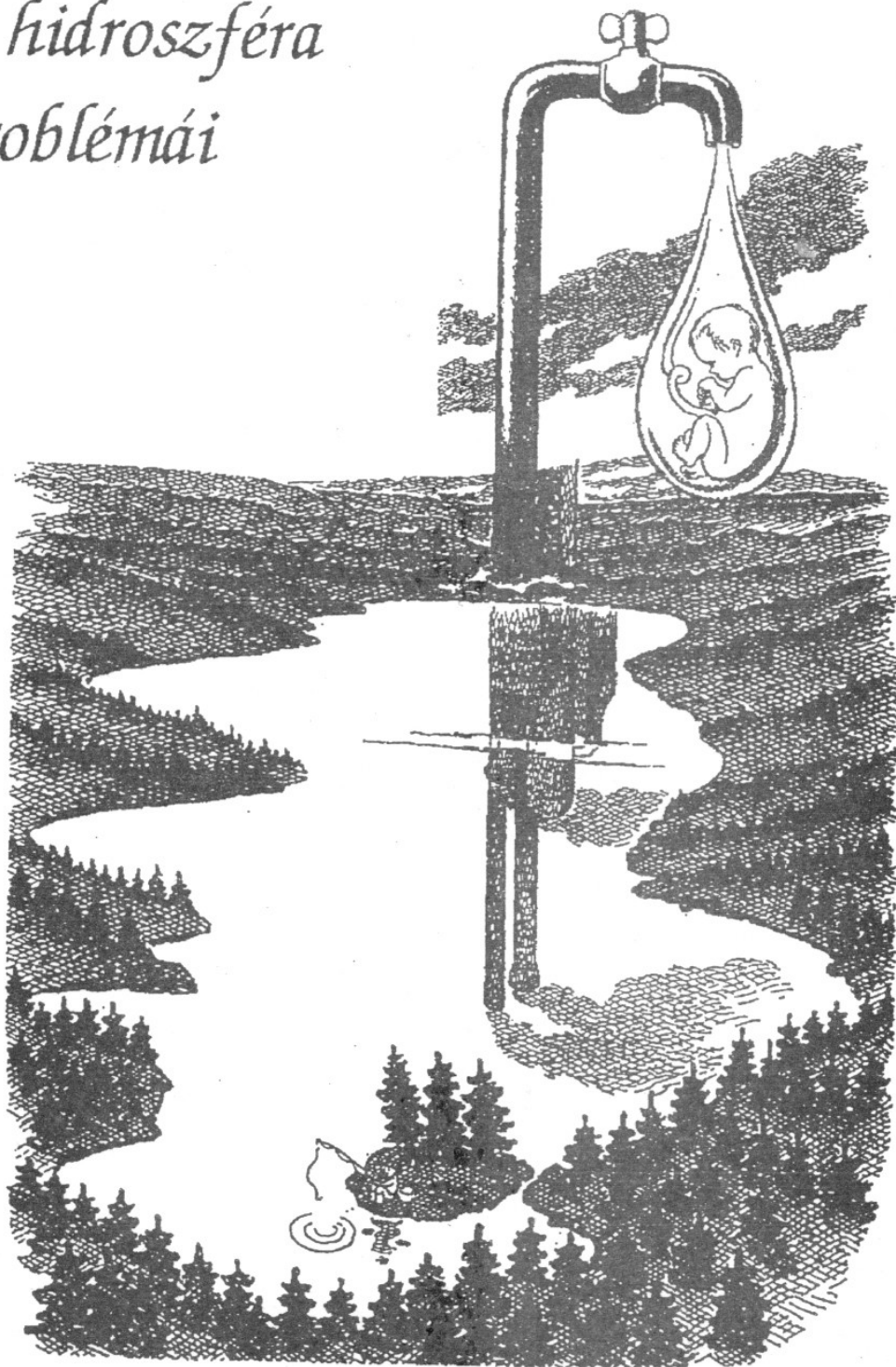


*A hidroszféra  
problémái*



# **A hidroszféra problémái**

## **Harmadik, átdolgozott kiadás-2001**

**Szerkesztette:**  
**Zámbori Zoltán**

A miskolci Ökológiai Intézet programjai keretében 1993 óta jelennek meg szemléletformáló kiadványok, oktatási segédanyagok. Három-négy évente a legfrissebb szakirodalomból válogatva szerkesztjük, és ingyen bocsátjuk az iskolák, civil szervezetek, környezetvédelem iránt érdeklődők rendelkezésére.

Kiadványainkban 26 témakört dolgoztunk fel, melyek közül 2001-ben újra megjelentetünk 15-öt a következő címekkel:

- |   |   |
|---|---|
| 1. A Bükki Nemzeti Park                 | 10. Környezet-egészségügy                       |
| 2. A hidroszféra problémái              | 11. Ökológiai alapismeretek I.                  |
| 3. Aggteleki Nemzeti Park               | 12. Ökológiai alapismeretek II.                 |
| 4. Az erdő                              | 13. Természetismereti játékgyűjtemény           |
| 5. BAZ megye környezetvédelmi problémái | 14. Természetvédelem Magyarországon             |
| 6. Élőhelyek, ökológiai folyosók        | 15. Védett természeti értékek B.-A.-Z. megyében |
| 7. Fenntartható fejlődés                |   |
| 8. Globális problémák                   |   |
| 9. Hulladékgazdálkodás                  |   |

**Kiadó:**  
**Ökológiai Intézet a Fenntartható Fejlődésért Alapítvány**  
**(Miskolc, Kossuth u. 13. 3525 Tel.:06-46/505-768)**

**Kiadványaink újbóli megjelenése a Környezetvédelmi Alap Célelőirányzat támogatásának köszönhető!**

**Sokszorosítás:**  
**Holocén Természetvédelmi Egyesület – Miskolc**

## Tartalomjegyzék

|  |          |
|--|----------|
| <b>1. A HIDROSFÉRA</b>   | <b>2</b> |
| 1.1. A HIDROSFÉRA FOGALMA  | 2        |
| 1.2. A HIDROSFÉRA KIALAKULÁSA  | 2        |
| 1.3. A HIDROSFÉRA FŐ ALKOTÓELEME, A VÍZ  | 3        |
| 1.3.1. A víz fogalma, szerkezete, tulajdonságai  | 3        |
| 1.3.2. A víz mozgása a szférák között. A víz körforgása                                    | 4        |
| 1.3.3. A természetben előforduló vizek típusai   | 5        |
| <b>2. AZ EMBER ÉS A HIDROSFÉRA</b>   | <b>6</b> |
| 2.1. BEVEZETÉS   | 6        |
| 2.2. A HIDROSFÉRÁT BEFOLYÁSOLÓ EMBERI TEVÉKENYSÉGEK  | 6        |
| 2.2.1. Emberi lét  | 7        |
| 2.2.1.1. Háztartások   | 7        |
| 2.2.1.2. Rekreáció   | 7        |
| 2.2.2. Mezőgazdaság  | 8        |
| 2.2.2.1. Növénytermesztés  | 8        |
| 2.2.2.2. Állattenyésztés   | 9        |
| 2.2.3. Ipar  | 10       |
| 2.2.4. Közlekedés  | 10       |
| 2.3. AZ EMBERI TEVÉKENYSÉGEK HATÁSÁRA JELENTKEZŐ PROBLÉMÁK A HIDROSFÉRÁBAN                 | 10       |
| 2.3.1. A vízkészletek mennyiségi kimerülése  | 10       |
| 2.3.2. Szennyező anyagok a vízben, a vízkészletek minőségi romlása                         | 11       |
| 2.3.2.1. Oxigént fogyasztó szennyezések  | 12       |
| 2.3.2.2. Mérgező vízszennyezések   | 13       |
| 2.3.2.3. Közvetett módon káros hatású szennyezések   | 14       |
| 2.3.3. Beavatkozások más szférákba, amelyek károsan hatnak a hidroszférára                 | 15       |
| 2.3.3.1. Az atmoszférára gyakorolt hatások   | 15       |
| Az üvegházhatás fokozódása   | 15       |
| Savas ülepedés   | 16       |
| 2.3.3.2. A geoszférára gyakorolt hatások   | 18       |
| Folyómedrek szabályozása   | 18       |
| Kisebb vízfolyások mederszabályozása   | 20       |
| Folyóvízi víztározás   | 20       |
| Nedves rétek és lápok lecsapolása  | 22       |
| Partvédelem  | 23       |
| 2.3.3.3. A bioszférára gyakorolt hatások   | 23       |
| Erdőirtás, fakitermelés a vízgyűjtő medence mentén   | 23       |
| Idegen fajok betelepítése a természetes vizekbe  | 24       |
| 2.4. A PROBLÉMÁK "ÖSSZEREDMÉNYE"   | 25       |
| 2.4.1. A vízszennyezések hatása  | 25       |
| 2.4.2. A természetes vizek állapota  | 26       |
| 2.4.2.1. Az óceánok állapota   | 27       |
| 2.4.2.2. A felszín alatti vizek állapota   | 28       |
| 2.4.2.3. A felszíni vízfolyások állapota   | 28       |
| 2.5. NÉHÁNY PROBLÉMA MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGE  | 29       |
| 2.5.1. A vízkészletek mennyiségi megőrzése   | 30       |
| 2.5.1.1. Szemléletváltozás   | 30       |
| 2.5.1.2. Gyakorlati lehetőségek  | 31       |
| Hatékonyabb öntözés  | 31       |
| 2.5.2. A vízminőség védelme  | 32       |
| 2.5.2.1. Szemléletváltozás   | 32       |
| 2.5.2.2. Gyakorlati lehetőségek  | 33       |
| Az ipari szennyvíz és a kommunális szennyezések elleni védekezés                           | 33       |
| A mezőgazdaság okozta vízszennyezések csökkentése  | 36       |
| 2.5.3. A természetes vizek megóvása, új vizes élőhelyek teremtése. A vízi élővilág védelme | 36       |
| 2.5.3.1. Szemléletváltozás   | 36       |
| 2.5.3.2. Gyakorlati lehetőségek  | 37       |

# 1. A hidroszféra

## 1.1. A hidroszféra fogalma

Földünk kialakulása során a bolygó különböző sűrűségű anyagai a forgás és a nehézségi erő következtében gömbhéjakba rendeződtek. Ezeket a héjakat a görög gömb-szféra szó segítségével nevezték el:

Atmoszféra- levegőburok, légkör: A Föld legkülső, csaknem kizárólag gázok alkotta gömbhéja.

Hidroszféra- vízburok: Különböző halmazállapotú, az összes természeti vizet magába foglaló földburok-rész. A Föld vízből álló, többnyire folyékony halmazállapotú, szárazföldekkel megszakított, de összefüggő gömbhéja. A vízburok nem egységesen borítja be a földet, víztartalma területenként erősen változó. A világtengerekben, a folyókban és a tavakban összefüggő vízfelületet alkot, de a légkörben és a felszín alatt nem. A hidroszféra szoros összefüggésben van a bioszférával is, hiszen az élőlények testében is sok víz van.

Geoszféra-földöv: A Föld fázishatárokkal, illetve földrengéshullámok útján elkülöníthető mélységi szintjei.

Bioszféra- az élővilág burka: A szerves élet elterjedésének tere a Földön. Nem alkot összefüggő gömbhéjat, mivel az élőlények környezettel szembeni igényei nagyon különbözőek. Élőlények előfordulnak a levegőburokban, a vízburokban és a talajburokban is.

## 1.2. A hidroszféra kialakulása

Jelenlegi tudásunk szerint a Föld vízkészlete, a bolygónk belső anyagainak gázleadása révén alakult ki. Először tehát kialakult egy gázokkal-gőzökkel teli légkör, majd ebből kicsapódva és lehullva jött létre az „ősóceán”.

Jelenlegi légkörünk azonban csak másodlagos. A Föld kihülése után keletkezett elsődleges légkör ugyanis elszökött. Majd kihült égítüstünkbe rengeteg meteor csapódott évmilliókon keresztül, és a becsapódások hőt gerjesztettek, valamint erősítették a vulkáni tevékenységet. A vulkáni kigőzölgések, valamint az elégett meteorokból származó gázok és a víz alakították ki a másodlagos légkört. Ennek összetétele még erősen eltért a maitól. Metán, ammónia, széndioxid, szénmonoxid stb. és sok víz is keletkezett a kigőzölgések során. Ugyanúgy, ahogy jelenleg is, amit juvenilis víznek nevezünk. Azonban ennek nagy része még elbomlott az ózonpajzs megjelenéséig, ám ezután már védve volt az UV-sugárzástól és megmaradhatott. Miután a keletkezett légkör elégette a meteorok nagy részét, a vulkánosság enyhült és a kéreg is hűlni kezdett. Mikor a légkör hőmérséklete elérte a 350 °C-ot, a légkör túltelítetté vált a vízre, így az kicsapódott, és több millió éven keresztül esett. Az így lehullott csapadék még tovább hűtötte a felszínt és összegyűlt a mélyebb részeken. Ekkor keletkeztek az első, ún. „ősóceánok”. Ezek mérete, alakja, sőt összetétele is még teljesen más volt, mint a jelenlegi óceánoké. Végző formájukat és összetételüket a belső erők felszínformálása és a kontinensek áthelyeződései után, valamint a bioszféra kialakulása és ennek légkört, tengervíz-összetételt módosító hatása után érték el.

Így alakult ki Földünk mai képe, ahol a felszín 71 %-át borítja víz, és csupán a maradék 29 % szárazföld. Mivel az óceánok vize a napfény színskálájából a kék szín kivételével valamennyi színspektrumot elnyeli, emiatt látszik kéknek a tenger és a Földünk kékszínűnek az űrből. Ezért nevezik a Földet „kék bolygónak”. A világtenger vizének 62,9 %-a az óceánokban található. A vízkészlet további 8,1 %-a a tengereké (perem- és beltengerek). A maradék 29 %-a a légkörben, a litoszférában, a szárazföldek folyóiban és tavaiban, valamint a sarkvidéki és magashegységi jegekben van.

## 1.3. A hidroszféra fő alkotóeleme, a víz

### 1.3.1. A víz fogalma, szerkezete, tulajdonságai

A víz fogalma: A víz, -  $H_2O$  - tulajdonképpen egyszerű vegyület. Színtelen, vastag rétegben kékes színű, íztelen, szagtalan szobahőmérsékleten folyékony vegyület.

Kémiai szerkezete: A vízmolekulában kovalens kötéssel egy oxigénatomhoz két hidrogénatom kapcsolódik, és a kötések kialakulása után az oxigénatomon két magányos elektronpár foglal helyet. Az utóbbiak hatására a HOH vegyértékszög kerekén  $105^\circ$ , amely az elméleti tetraédes szögnél valamivel kisebb. Mivel az oxigénatom elektronegativitása magas, így a vízmolekulában kialakult kötés erősen poláris. A molekula geometriája és a kötések polaritása együttesen jelentős dipólusmomentum kialakulását eredményezte. Az oxigénatom negatív, a hidrogénatom pedig pozitív parciális töltéssel rendelkezik, s ez a töltéelosztás kedvez a molekulák közötti hidrogénhidak kialakulásának. Ez a kémiai szerkezet az oka a víz számos egyedi, különleges tulajdonságának, amelyek lehetővé tették vizes közegben az élet kialakulását a Földön.

A szerkezetéből adódó tulajdonságai:

**Halmazállapot:** Sok más, egyszerű kémiai vegyülethez hasonlóan a víz is három halmazállapotban van jelen a Földön: jég (szilárd), víz (folyékony), vízgőz (légnemű). Ezen állapotok egymásba való átmenete meghatározott hőmérsékleteken történik.  $0^\circ\text{C}$ -on jéggé fagy,  $100^\circ\text{C}$ -on pedig gőzé válik, a kettő között folyékony állapotban van. Ezt azonban még befolyásolják a nyomásviszonyok is. A fent említett értékek ugyanis csak tengerszintközeli légnyomáson érvényesek. Függ az oldottanyag-tartalomtól is, valamint előfordul, hogy a jég közvetlenül gőzzé válik (szublimál), például a gleccsereken napsugárzás hatására.

Gáz halmazállapotban a vízmolekulák egymásra gyakorolt hatása kicsi. Folyadék halmazállapotban viszont egyes vízmolekulákat hidrogénhidak kapcsolnak össze, ún. aggregátumok jönnek létre, de egyedi vízmolekulák is jelen vannak. A jégben szabályos, tetraédes szerkezet alakul ki. A szerkezet méhsejtszerű, nagy belső üregekkel. Ebben az állapotban a vízmolekulák nagyobb teret foglalnak el, mint rendezetlen folyékony halmazállapotban. Ez a víz sűrűségváltozásában eredményez ritka jelenséget, miszerint a víz szilárd halmazállapotában kisebb sűrűségű, mint folyadék állapotában. Fagyáskor a hidrogénhidak létrejöttével, a tetraédes szerkezet kialakulásával megnő a térfogat.

A víz halmazállapot-változásainak határértékei az élőlények számára is perdöntőek. Az élet leginkább csak a  $0$ - $100^\circ\text{C}$ -ig lévő hőmérséklettartományban, a víz olvadás- és forráspontja között lehetséges. Ezen belül is az élőlények zöme a  $0$ - $45^\circ\text{C}$ -os tartományon belül él. Azért vannak olyan különlegesen ellenálló fajok, amelyek szélsőséges viszonyokat is kibírnak, mint például néhány hőforrásban élő baktérium, vagy a sarkvidékek fagypon alatti hőmérsékletviszonyait elviselő halfajai.

**Sűrűség:** A víz szilárd halmazállapotában kisebb sűrűségű, mint folyadékként. A fagyás térfogatnövekedéssel, sűrűségcsökkenéssel, az olvadás térfogatcsökkenéssel, azaz sűrűségnövekedéssel jár.

A víz maximális sűrűségét  $1\text{ g/cm}^3$   $4^\circ\text{C}$ -nál éri el. Valamely víztömeg ezért csak addig rétegződik „normálisan” (lefelé haladva egyre hidegebb víz felé jutunk), amíg  $+4^\circ\text{C}$  alá nem csökkent a hőmérséklete, ugyanis ettől kezdve fordítva rétegződik. A hidegebb vízrétegek kerülnek följebb, így a  $0^\circ\text{C}$  -os is. Ezért van, hogy a víz mindig fölülről fagy be. A jégképződés pillanatában  $0^\circ\text{C}$ -nál már  $8,5\%$ -kal könnyebb, mint a  $4^\circ\text{C}$ -os víz. Emiatt úszik a jég a vízben. Ezért maradhat meg az élet télen a tavakban és folyókban, amikor azok befagynak.

**Felületi feszültség:** A hidrogénhid-kötések nagy felületi feszültséget eredményeznek. Ez teszi lehetővé, hogy a víz növényi kapillárisokban viszonylag könnyen mozoghasson, és a szilárd részecskék üregeibe behatolhasson.

**Fajhő:** A földrajzi burok elterjedtebb anyagai közt a víznek legnagyobb a fajhője. Így jelentős hőmennyiséget képes abszorbeálni számottevő hőemelkedés nélkül. Nehezen, késleltetve veszi át a környezet hőmérsékletét. Lassan melegszik fel, lassan hűl le.

**Hővezetőképesség:** Kedvező. A már felvett hőt környezetének gyorsan átadja. Ez a tulajdonsága egyben azt jelenti, hogy a felszíni vizek az atmoszféra hőtartalmát, s ezzel együtt az időjárást is képesek szabá-

lyozni. A fenti tulajdonságokhoz kapcsolódik még, hogy a melegvérű állatok ily módon képesek beállítani keskeny hőmérséklet-tartományukat, amelyben lehetséges szervezetük anyagcseréje, miszerint a fölösleges hőt a bőrön keresztül történő vízpárologtatással adják le.

A víz, mint oldószer: A víz a legközönségesebb, egyetemes oldószer. Kisebb- nagyobb mértékben oldja mind a litoszféra kőzetanyagait, mind a légkör gázösszetevőit. Fontos oldószere a sóknak, fehérjéknek, cukroknak. Így lehet szállítóközeg az élőlényekben, és körülöttük is. A természetben legtöbbször sóoldatok formájában fordul elő. Oldó hatását fokozza, hogy bizonyos anyagok (pl. CO<sub>2</sub>) felvételével híg savvá vagy esetleg lúggá alakulhat, így nő az oldó hatása. A levegő CO<sub>2</sub> tartalmából oldva híg szénsavvá alakul, ez pedig jól oldja a kalcium- és magnézium-karbonátokat. Ez megváltoztatja a víz ún. keménységét. A keménység mutatja meg, hogy mennyi karbonátos anyagot oldott magába a víz. Az oldott sók mennyisége befolyásolja fizikai tulajdonságait is, mint például: fagyáspont, forráspont, vezetőképesség.

A víz reakciói: A víz kémiai reakciói éppen olyan sokfélék és változatosak, mint fizikai tulajdonságai. Más vegyületekkel kialakuló kölcsönhatásuk a hidratáció, lúgos hidrolízis, savas hidrolízis.

### **1.3.2. A víz mozgása a szférák között. A víz körforgása**

A víz nem egy stabil, helyhez kötött anyag, könnyedén változtathatja a halmazállapotát és a helyét, „vándorol” a föld különböző szférái között. Ezen változásaiban és mozgásaiban két nagy erő játszik fontos szerepet. Az egyik, amely főként a halmazállapot-változásokhoz adja az energiát, a Nap. A másik a gravitáció, amely leginkább a folyékony víz és a szilárd jég mozgásait irányítja.

A körforgás egyes szakaszai minőségi oldalról jól ismertek:

Leccsapódás, kicsapódás: A légkörben a víz mint vízpára van jelen. Ez a vízpára kicsapódhat nagyobb kiterjedésű légtömegeken belül felhőt, ködöt képezve, vagy a levegővel közvetlenül érintkező testek, tárgyak felszínén. A víz a légkörben a szél következtében szállítható vízpára és felhők formájában egyaránt.

Csapadék keletkezése: A csapadék a földfelszínen megjelenő cseppfolyós, vagy szilárd halmazállapotú víz. A csapadéknak keletkezése alapján két formáját különíthetjük el:

A hulló csapadék létrejöttékor a felhőket kialakító vízcseppecskék, ha elérnek egy bizonyos súlyt, a levegő feláramlása már nem képes fenntartani őket, és eső, hó vagy jégeső formájában a Föld, vagy az óceánok felszínére hullnak.

Talajmenti csapadék esetén a víz a felszín közelében lévő levegő hidegebb felülettel érintkezik, s a felhőképződést kihagyva, kicsapódva, közvetlenül csapadék képződik, mint harmat, dér vagy zúzmara.

A Föld felszínére hulló víz sorsa különböző:

Beszivárgás: Bekerül a talajba, ahol egy részét a növényzet hasznosítja, másik része raktározódik a talajban, mivel mélyebbre szivárog, míg el nem éri a legközelebbi vízzáró réteget. Az így beszivárgott víz a nehézségi erő hatására lassan áramolhat.

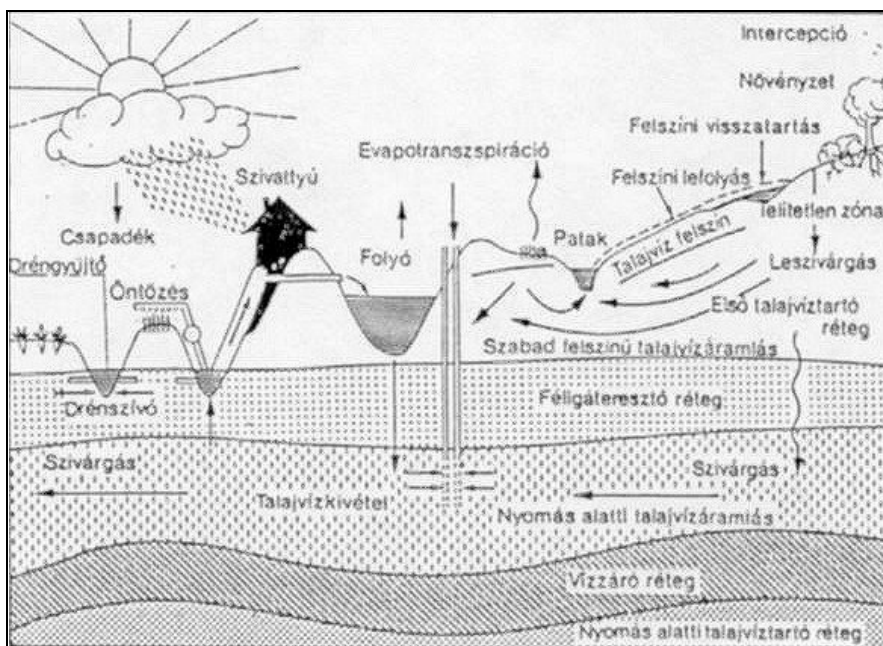
Felhalmozódás: a talajon hó vagy jég alakjában.

Lefolyás: Az a víz, amely nem képes a talajba beszivárogni a talaj felszínén marad, kialakítja a felszíni vízfolyások rendszerét, s a vizet a tengerekbe, óceánokba szállítja. A lefolyás azonban nem jellemzi a szárazföldek egészét. Felszínüknek valamivel több mint 1/5-én (29,1 millió km<sup>3</sup>) a csapadékvíz úgy párolog el, hogy közben nem alakul ki az óceánokat elérő vízfolyás. Ezeket hívjuk belső lefolyású, vagy lefolyástalan területeknek. A szárazföldek és az óceánok vízháztartása között kapcsolatot teremtő lefolyás a földrajzi burok egyik legfontosabb hatótényezője, hiszen a víz felszínformáló munkája jórészt ennek a vízmennyiségnek a segítségével megy végbe.

Visszakerülés a légkörbe: A légkörbe kizárólag vízpára formájában kerül vissza az evapotranszpiráció útján. Ez jelenti az élettelen felszínekről (talajról, felszíni vizekről) történő párolgást és a növények párologtatását.

A körforgás szakaszainak mennyiségi viszonyai csak becslési adatok: A Föld egészének vízháztartása kiegyenlített, vagyis bolygónk vízkészlete hosszabb időn át változatlanul tekinthető. Ebből az is következik, hogy a párolgás évi összege megegyezik a csapadék évi mennyiségével. Ez a kijelentés azonban csak a Föld egészére nézve igaz. Ugyanis az óceánok, illetve a szárazföldek esetében a párolgás és a csapadék mennyisége eltérő, s vízháztartásukat csak azért tarthatjuk egyensúlyban lévőnek, mert a párolgás

és a csapadék különbségét a lefolyás kiegyenlíti. Érdekes még, hogy a légkörben a körforgásban résztvevő teljes vízmennyiség megfordul. 1. ábra. A víz körforgása



1. ábra. A víz körforgása (Szalai Gy. 1987 nyomán)

### 1.3.3. A természetben előforduló vizek típusa

| Gáz         |             |          | Folyékony                |               |          | Szárazföldi    |                | Szilárd   |                |
|-------------|-------------|----------|--------------------------|---------------|----------|----------------|----------------|-----------|----------------|
| Légköri víz | Világtenger |          |                          |               |          |                |                |           |                |
|             | Óceán       | Tenger   |                          |               | Felszíni | Felszín alatti |                |           |                |
|             |             |          | Folyóvíz                 | Állóvizek     |          |                |                |           |                |
|             |             |          | Kisvízfolyások           | Folyók        | Folyam   |                |                |           |                |
|             | Csendes     | Földközi | Patak                    | Nagy folyó    |          | Sekélytavak    | Talajnedvesség | Sarki jég | Magashegyi jég |
|             | Atlanti     | Bel      | Csermely                 | Közepes folyó |          | Kopolyák       | Talajvíz       |           |                |
|             | Indiai      | Perem    | Ér                       | Kis folyó     |          | Kistavak       | Rétegvíz       |           |                |
|             | Jeges       |          | Mesterséges kisvízfolyás |               |          | Fertők         | Résvíz         |           |                |
|             |             |          |                          |               |          | Lápok          |                |           |                |
|             |             |          |                          |               |          | Mocsarak       |                |           |                |
|             |             |          |                          |               |          | Kis vizek      |                |           |                |

**Világtenger:** A Föld összefüggő vízburka, a szárazulatokat körülölelő sós víztömeg. Égitestünk felszínének 71%-át foglalja el, de igen egyenlőtlen megoszlásban. A szárazföldek óceánokra és tengerekre tagolják. Óceánok: Nagy mélységűek, körülhatárolt medencével rendelkeznek és van önálló áramlásrendszerük. Tengerek: Az óceánokon kívüli (vagy azokon belüli), elkülönülő kisebb kiterjedésű részek. A Föld felszínének 8 %-át foglalják el. A szárazföldekhez viszonyított elhelyezkedésük alapján különböző típusúakat határozzuk meg. (földközi tengerek, beltengerek, peremtengerek)

**Felszíni vizek:** A Föld felszínén található minden folyóvíz, tó és a térszínen lefolyó víz:

Folyóvíz, vízfolyás: A nehézségi erő hatására a lejtőn vonalas pályán, mederben áramló víztömeg. Vízgyűjtő területük nagysága és a szállított vízmennyiség alapján különböző típusúakat, altípusúakat különböztetik el.

Állóvíz: A földfelszín mélyedéseiben tárolódó víztömeg, kivéve a tengereket. Különböző szempontok alapján történhet felosztásuk, csoportosításuk: a tároló mélyedés kialakulása, mérete, a tárolódó víz mélysége, a benne élő élővilág szerint.

Felszín alatti vizek: A szárazföld felszíne alatt a talajban, ill. a kőzetekben felgyülemelő vizek összessége. Rendszerezésük történhet származásuk, megjelenési módjuk, oldottanyag-tartalmuk és hőmérsékletük alapján.

## 2. Az ember és a hidroszféra

### 2.1. Bevezetés

Az ember, hogy szolgálatába állítsa a természetet, mélyrehatóan átalakította környezetét, majd miután saját haszonszerzésének rendelte alá, kiapasztotta erőforrásait. Az ipari társadalmak felborították az ökoszisztémák egyensúlyát, amivel a fajok életét is veszélybe sodorták. Ez hatványozottan igaz a hidroszférára, a vízi ökoszisztémákra is. Melyek a jelenlegi emberi lét jellemzői, amelyek okai környezetünk pusztulásának?

Túlnépesedés és a környezet túlzott kihasználása: 1990-ben az emberiség összlétszáma 5,35 milliárd, ha a jelenlegi növekedési ütem (évi 1,8 %) változatlan marad a Föld népessége 38 év alatt megduplázódik. A Föld számos országában már jelenleg is akkora a lélekszám, hogy a túléléshez sokkal több természeti erőforrásra lenne szükség, mint amennyi rendelkezésre áll. Az élelmezéshez egyre több termőföld kell. A termőföldnyerés módja pedig gyakran a vizes élőhelyek kiszáritása, mocsarak, lápok lecsapolásával, ártéri területek megművelésével. A növényi kultúrák öntözése egyre több vizet fogyaszt, ami a felszín alatti vízkészletek kimerítéséhez, a folyók eltereléséhez, duzzasztóművek építéséhez vezet. A modern, intenzív és iparosított mezőgazdaság hatalmas területekre óriási mennyiségű vegyszert szór ki, amely aztán szennyezi a Föld vízkészletét.

Technológiai fejlődés: Az ipari civilizáció kialakulásáig, a XIX. század közepéig a természetes ökoszisztémák szinte érintetlenek maradtak, mivel az ember csak csekély mértékben befolyásolta környezetét. Az iparosítás a fosszilis energiahordozókból (kőolaj, földgáz, szén), legújabbán pedig az atommaghasadásból nyert energia folyamatosan növekvő felhasználásával járt. Ez a környezetben az energiaáramlás mélyreható megzavarását eredményezte: a bioszféra fő természeti energiaforrását jelentő napenergiához hozzáadódtak azok az energiák, amelyek az elraktározódott szénvegyületekből és hasadóanyagokból származnak. Az intenzív energiatermeléssel pedig együtt jár a folytonosan növekvő mennyiségű gáz és szennyező anyagok levegőbe való kibocsátása. A modern ipar ugyancsak jelentős mennyiségű, gyakran erősen toxikus és biológiailag le nem bontható szennyező anyagot bocsát ki (nehézfémek, peszticidek, műanyagok). Mivel a lebontó mikroorganizmusok a szerves hulladékot nem tudják visszaforgatni, az energia- és anyagáramlás egyensúlya felborul az ökoszisztémában. Mivel a víz átjárja valamennyi földi szférát, így bárhol is történjék, a szennyezés előbb vagy utóbb megjelenik a természetes vizekben is.

### 2.2. A hidroszférát befolyásoló emberi tevékenységek

Az emberi tevékenységnek jószerével nincs olyan része, amely ne lenne kapcsolatban a hidroszférával. Egyrészt jelentős a vízigénye, - felhasználjuk a vizet, mint élelmet, nyersanyagot, energiaforrást, ezért vizet veszünk ki a folyókból, tavakból, a felszín alól. Másrészt vannak a víznek - emberi szempontból - kellemetlen hatásai (árvíz), amelyek kiküszöbölésére törekszünk. Ez a két tevékenység sokszor összekapcsolódik, erősíti vagy gyengíti egymást. S miközben használjuk a vizet, gyakran juttatunk bele olyan anyagokat, amelyek megváltoztatják a természetben előforduló vizek minőségét, szennyezik azt. A beavatkozások gyakran nem közvetlenül a hidroszférát érik, hanem más földi szférát, de mivel a víz megjelenik valamennyi szférában, így a hatás mindig lemérhető a hidroszférán is.

Csoportosítás:

Emberi lét: Háztartások: ivóvíz, táplálék, tisztálkodás

Rekreáció: üdülés, sport, gyógyászat

Mezőgazdaság: Növénytermesztés, erdőgazdálkodás, állattenyésztés, hal- és vadgazdálkodás, halászat

Ipar: Energiatermelés, ércbányászat, kohászat, gépípar, vegyipar, élelmiszeripar, könnyűipar (papír,- nyomda,- fa,- bútór,- textil,- ruházat, bőr, cipő, szőrme,- kézmű,- háziipar)

Közlekedés és szállítás: szárazföldi: vasút, közút,  
vízi: belvízi, tengeri, légi, csővezetékes

Idegenforgalom

### 2.2.1. Emberi lét

#### 2.2.1.1. Háztartások: Ivóvíz és tisztálkodó-, mosóvíz

Vízigény: Ez a lakosság vízhasználatával kb. megegyező mennyiség, melyet a termelői szféra szociális célú vízfelhasználása némiképpen módosít. A lakosság vízfogyasztása a vezetékes ivóvíz biztosításával ugrásszerűen megnőtt, a korszerű városi lakásokban a személyenkénti napi vízfogyasztást kb. 200 literre becsülik. Ugyanakkor a csatornázás lényegesen lassabb ütemben fejlődött. Országoként eltérő az emberek vízigénye is. Az átlagos amerikai évente 70-szer több vizet fogyaszt egy átlagos ghánaihoz képest.

Személyi szükséglet: Élettani minimum 2-3 liter/ fő, nap. Kútról ellátott lakosság: 10 liter/ fő, nap. Városi lakás lakója: 200-300 liter/fő, nap.

Vízszennyezés: Kommunális szennyvíz. A házi szennyvízben szerves (fehérjék, zsírok, cukrok, zsírsavak, mosószerek, papír) és szervetlen (különbféle sók, ammónia, foszfátok) anyagok találhatóak, oldott vagy lebegő állapotban, valamint a járványügyi szempontból nagyon fontos mikroorganizmusok (pl. Coli-baktériumok, féregpeték) is megtalálhatók benne. A házi szennyvíz szárazanyagtartalma napszaktól (vízfogyasztás mennyisége) függően változik, átlagosan 1-2 g/l. A szennyező anyagok több mint fele szerves anyag (kb. 40% fehérje, 50% szénhidrát, 10% zsír), melyek kedvező körülmények között végső soron szervetlen anyagokká alakulnak át. pH-ja közel semleges. A szennyvíztisztítóban a házi szennyvíz anyagának eltávolítása különösebb nehézséget nem okoz, de a csatornázás hiánya miatt a házi szennyvíz jelentős része tisztítatlanul jut a befogadóba.

#### 2.2.1.2. Rekreáció: üdülés, sport, gyógyászat

A fejlett országokban a 60-as évek óta folyamatosan csökkent a heti átlagos munkaidő és nőtt a fizetett szabadság hossza (1990-ben átlag 4 hét). Ez a szabadidős tevékenységek, ill. a turizmus fokozódását eredményezte. Egy adott természeti környezet (pl. víz, erdő, geológiai képződmény) fokozott használatba vételének többféle – gyakran visszafordíthatatlanul – káros hatása van. Vizek, vizes élőhelyek esetében az üdülés típusa: vitorlázás, szörfözés, fürdés, evezés, motorcsónakázás, táborozás a parti zónában, horgászat. Ezen tevékenységek káros hatásai a következők lehetnek:

Vízszennyezés:

a/ A megnövekedett látogatószámot nem követi az infrastruktúra – elsősorban a csatornázás, szennyvíztisztítás, hulladékelhelyezés – fejlesztése.

b/ A motorcsónakok, vízisík és egyéb vízi járművekről benzin és olaj kerül a vízbe.

c/ A fürdőzők testéről kozmetikumok mosódnak be a vízbe.

Közvetett hatások:

a/ A motorcsónakok, vízisík és egyéb vízi járművek hajócsavarjai károsítják a vízínövényzetet, a motorok az élővilágot zavaró zajok és rezgések forrásai;

b/ A vízpartok egyre hosszabb szakaszán építenek ki strandokat;

c/ A vízparti telkek tulajdonosai beavatkoznak a parti zóna életébe, pl. stégek, nádason keresztül vezető pallók építésével. Ezzel feltörik a nyugalmi zónát, kis területekre aprózzák fel azt, amelyekben legfeljebb csak egy nádírigó, vagy szárcsapár tud fészkelni, nem pedig az érzékeny madárfajok. Szétszabdallják az egységes nádasállományt (pl. Balaton). Ha a part elveszíti a nádast, vagy fellazul állománya, a szél és a hullámok kikezdi a partot. A parti zónából kimosott tápanyagok folyamatosan terhelik a vízháztartást.

d/ A horgászok zavarják a vízimadarak költését, a fiókák nevelését. Ott, ahol a költési idő alatt is horgásznak, a vízimadarak költőállománya drasztikusan visszaszorul. Az ott maradó vízimadarak csak a zavarást tűrő fajok, pl. bütykös hattyú, szárcsa, tőkés réce. Elmaradnak az ijedős, érzékeny vízimadarak, épp azok, amelyek leginkább veszélyeztetettek. A zavarás a fiókanevelés idején is érzékenyen érinti a madarakat, hisz a fiókák még 2-3 hétig repülésképtelenek, veszély esetén sem képesek elrepülni.

e/ Vízimadár-botulizmus- járvány. A szerves anyaggal túlterhelt víz annyira felmelegszik, hogy a *Clostridium botulinum* tömegesen elszaporodik benne. Ez a baktérium a talajiszapban él, és aktivitását csak akkor tudja kifejteni, ha nem áll rendelkezésre szabad oxigén. Ez beállhat a túlzottan szennyezett vizekben magas vízhőmérséklet mellett, szélcsendes időben, amikor már nincs elegendő gázcsere a légköri levegővel. A baktérium a vízimadarak tömeges pusztulását eredményezheti.

## 2.2.2. Mezőgazdaság.

### 2.2.2.1. Növénytermesztés

Vízigény: A világon felhasznált víz mennyiségének 73 %-át a mezőgazdaság használja fel. A legtöbb vizet a növénytermesztés igényli a növények öntözésére. 1 tonna betakarított gabona előállításához 1000 tonna víz szükségeltetik. 1995-ben a világ egésze átlagosan fejenként 300 kg gabonát fogyasztott, ha ez az átlag változatlan marad, akkor a 2025-re jóslt világnépesség etetéséhez, a mainál 780 milliárd köbméterrel több víz kellene. Hogy honnan szerezhető be tartósan ennyi víz, az még nem világos. A még több természetes csapadék felhasználása a termelés növeléséhez nem lehetséges, mert a szántóföldi terület már nem növelhető tovább. A gabonaföldek nagysága 1981-ben elérte csúcsát. Jelenleg a Földön kb. 3 millió km<sup>2</sup> az öntözött terület, és e terület évente kb. 8%-kal növekszik. Ekkora területet csak duzzasztógátak, víztározók, csatornák építésével lehet öntözni, ami mai méreteiben már durva beavatkozás a földi anyagforgalomba is.

Hazánk öntözéses helyzete: Az intézményes öntözés fejlesztésének megindulása az 1930-as évekre tehető. Az 50-es évektől a 70-es évekig erősen fellendülőben volt. Az elárasztásos és altalaj-öntözéses módszer mellett a század második felétől az esőztető öntözés vált gyakoribbá. A 80-as, 90-es években az öntözés jelentősen visszaesett. Napjainkban a rendelkezésre álló öntözési lehetőségek mintegy 20-30 %-át használják ki. A csatornák gyakran többfunkciójúak: az öntöző csatorna vize szolgálhatja az ivóvízellátást pl. Keleti- főcsatorna, belvízcsatorna szállíthat öntözővizet, vagy lehet tisztított szennyvíz befogadója. Csatornáink teljes hossza a folyóink hosszához képest igen tekintélyes: 2790 km folyóhossz- 40 000 km csatornahossz.

Közvetett hatás: A növénytermesztés elsősorban a talajt szennyezi, a növénytermesztés során felhasznált kemikáliákkal, s a szennyezés csak közvetve, az esőzések révén kerül a talajvízbe, a felszíni vizekbe. A műtrágyák és a növényvédő szerek alkalmazása ugyan növelte a mezőgazdaság gazdaságosságát, de ezek az anyagok, illetve elbomlatlan maradékaik károsan szennyezik a talajt, a termelt növényeket, s a vizeket. Különösen veszélyesek azok az anyagok, amelyek lassan bomlanak, s a növények, állatok fogyasztásával felhalmozódnak az emberi szervezetben, a mérgezés első tünetei csak évek múltával jelentkeznek.

#### a/ Műtrágyák

Ha a műtrágyákat nem a növény számára megfelelő időben és/vagy túl nagy mennyiségben szórják ki, akkor a növények nem tudják teljes mértékben felvenni és hasznosítani a tápanyagokat. A műtrágyák így a talajból kimosódva a talajvízbe, majd végül a felszíni vizekbe jutnak, ahol megnövelik a növényi tápanyagkínálatot, és – különösen a foszfortartalmú műtrágyák – gyors eutrofizációt eredményeznek. A talajvízbe jutva legnagyobb veszélyt a nitráttartalom növelésével okozzák, ha a talajvizet ivóvízként használják (pl. tanyák fűt kútjai). 20 mg/L NO<sub>3</sub>-tartalom fölött nem ajánlott a vizet csecsemőknek adni, mert methemoglobinémia alakulhat ki, amikor is csökken a vér oxigén szállító képessége. Felnőtteknél az ivóvízben jelenlévő nitrát növeli a gyomorrák kockázatát.

#### b/ Növényvédőszer

Használatuknál is azt kell(ene) alapul venni, hogy a legjobb hatás és legkevesebb mellékhatás akkor érhető el velük, ha a megfelelő vegyszer a megfelelő időben, helyen és mennyiségben kerül felhasználásra. Különösen veszélyesek a lassan bomló és sokáig ható készítmények, melyek a növényi és állati szervezetben felhalmozódnak, és a tápláléklánc csúcsán már komoly betegségeket okozhatnak.

A rovarirtók komoly károkat okozhatnak akkor, ha a kezelt területen a mezőgazdaságilag hasznos fajok nagyobb arányban pusztulnak el, mint a károsak. Megtörténhet, hogy a kártevőt fogyasztó faj teljesen kipusztul, így a kártevő jobban elszaporodhat, mint permetezés nélkül (pl. fürkészdarázsok – levéltetvek, a DDT – és a parathionhatás következtében). A kórokozók és a kártevők gyakran rezisztenssé válnak az adott peszticiddel szemben, ezért egyre újabbakat kell alkalmazni.

#### 2.2.2.2. Állattenyésztés

Vízszennyezés: A nagyüzemi állattartás során a szakosított telepeken a melléktermékeket, az állati fekáliát és vizeletet öblítővízzel távolítják el. Az így keletkező ún. hígtrágya nagy mennyiségű szerves anyagot tartalmaz, melyben kórokozó mikroorganizmusok is jelen lehetnek. Tisztítatlanul juttatva a befogadóba, annak minőségét már jelentősen ronthatják, pl. az oldott oxigéntartalom csökkentésével, a szerves anyag bomlásából származó nagy mennyiségű növényi táplálékkal. Napjainkban már egyre több gondot okoz a háztáji diffúz hígtrágyaszennyezés is.

#### 2.2.3. Ipar

Vízigény: Az ipar kb. annyi vizet használ fel, mint a lakosság és a mezőgazdaság együtt. Az ipartelepek vízigénye igen jelentős: Pl. közepes vegyi üzem napi vízigénye 1 000-10 000 m<sup>3</sup>, vegyi kombinátok napi vízigénye napi 100 000 m<sup>3</sup>. Ezt a vízmennyiséget nem képesek kutakból fedezni, így az üzemeket bő vízü folyók mellé kell telepíteni.

Az ipar különböző célra használja fel a vizet:

a/ fűtő- és hűtővizek

b/ technológiai vizek: A különböző ipari technológiák mosó, áztató, öblítő, úsztató, oldó, nedvesítő, osztályozó vizei.

c/ üzemi szociális célra igényelt vizek

Szennyvíz: Az ipari szennyvizeket a vízhasználat célja és a vízszennyezés fajtái szerint a következő módon csoportosíthatjuk:

a/ hűtővizek és gőzrendszerek lebecsátott vizei. A hűtővizek normál üzemmód mellett csak hővel szennyezettek, tisztítás nélkül vezethetők a befogadóba, melynek hőmérsékletét maximum 3 °C-kal növelhetik. A gőzrendszerek lebecsátott vizei már jelentős mennyiségű szennyező anyagot is tartalmazhatnak, magas hőmérsékletük mellett.

b/ technológiai használt vizek. A különböző ipari technológiák mosó, áztató, öblítő, úsztató, oldó, nedvesítő, osztályozó stb. használt vizei, a termelési folyamattól függően, a legkülönbözőbb szennyező anyagokat tartalmazzák, ezért egységes szennyvíztisztítási technológia nem alakítható ki.

Energiaipar: Főleg hőszennyezést okoz. A vízerőművek fontos megújuló energiaforrást jelentenek. Működésük során nem szennyezik a környezetet, de létesítésük és működésük során (váltározók) más nemkívánatos környezeti hatások lépnek fel.

Vegyipar: A szennyező anyagok változatosak, így egységes szennyvíztisztítási eljárás nem alakítható ki. Többnyire savas vagy lúgos kémhatásúak, így fontos semlegesítésük. Gyakran tartalmaznak olajszerűanyagokat, szénhidrogéneket, zsírokat.

Kohó és gépipar: Az itt keletkező legveszélyesebb anyagokat (cianidok, krómsók) még az üzemekben ki kell vonni a szennyvízből.

Élelmiszeripar: Igen magas a kibocsátott szennyvíz szerves-anyag tartalma, különösen a szesz és a takarmányélesztő gyártás során. A húsipar szennyvizéből el kell távolítani a szerves hulladékokat, a vért, a csont- és szarudarabokat.

Könnyűipar: Legnagyobb vízszennyező a papír-, textil-és bőripar, a szennyvizek minősége igen változó. Papírgyártás: szilárd rostanyagokat tartalmazó szennyvíz, többnyire elegendő mechanikailag tisztítani.

Cellulózgyártás: szennyvizében sok az oldott szennyező anyag, így fontos a biológiai tisztítás is.

Textilipar: vegyi anyagok, színezékek, mosószerek jutnak a szennyvízbe.

Bőrgyártás: nagy az üledék-, zsírtartam-, magas a pH,- a szulfid- és a krómion-koncentráció.

c/ üzemi szociális használt vizek. A települések házi szennyvizeihez hasonlóak, de annál általában higabbak.

d/ üzemi területről elvezetett csapadékvíz. Gondot akkor okozhat, ha az üzem területéről szennyező anyagokat (pl. kőolajszármazékokat) mos be a csapadékvíz a csatornahálózatba.

#### 2.2.4. Közlekedés

Közvetett hatás: A belvízi hajózás feltételeinek biztosítása céljából gyakran megváltoztatják a meder morfológiai jellemzőit, partjait. A szükséges vízszint biztosítására duzzasztógátákat, tározókat építenek.

### 2.3. Az emberi tevékenységek hatására jelentkező problémák a hidroszférában

#### 2.3.1. A vízkészletek kimerülése

"A béka nem issza fel a tavat, amelyben él"  
Régi inka közmondás

A víz egyenletlenül elosztott természetes erőforrás. A 150 millió km<sup>2</sup>-nyi szárazföldi területnek a szélsőséges éghajlati viszonyok miatt (sivatag, sarkvidék), csupán a felén áll rendelkezésre. Számos trópusi téritőmenti, mérsékelt övi, száraz éghajlatú vidéken csaknem állandó vízhiánnyal küszködnek. Nemcsak a hasznosítható vízkészletek eloszlása egyenletlen, de a világ népességének eloszlása is. Különböző területeken a rendelkezésre álló vízmennyiség igen változó. Pl. Izlandon 68 500 m<sup>3</sup> édesvíz jut egy főre évente, míg Bahrein lakosainak nem is jut természetes édesvíz, a tengervizet sótalánítják.

A népesség gyarapodása, a mezőgazdaság és az ipar terjeszkedése következtében egyre kevesebb vízünk lesz. A világ legkülönbözőbb csücskeiből származó bizonyítékok utalnak erre:

\*Süllyedő talajvíz: A talajvizet túlzottan leszívadják, a talajvíztartó rétegeket kimerítik a világ legfontosabb gabonatermő térségeinek jó részében, az öntözés következtében.

Néhány számadat ezzel kapcsolatban, 1990 körül: Kaliforniában a talajvíz túlszivattyúzása 1,6 milliárd köbméter évente. A Mexikói-völgyben a kiszivattyúzás 50-80%-kal lépi túl a természetes utántöltődést. Az Arab-félszigeten a talajvíz felhasználása csaknem háromszorosa a természetes visszatöltődésnek. Gundzsaratban (India) 90 %-kal süllyedt a talajvíz az ellenőrzött kutakban 1980-as évekhez képest. Peking egyes területei alatt 37 métert süllyedt a talajvízszint.

A süllyedő talajvíznek számos egyéb káros következménye is lehet: A tengerparti területeken a túlszivattyúzás miatt sós víz áramolhat be az édesvíz tároló rétegekbe, és elszennyezheti a készleteket. Pl. Izrael partvidéke. Egyes esetekben a talajvíz kimerítése tartósan megfoszthatja a talajt természetes víztartó képességétől. A víz kiemelésével összetömörödhet a víztartó réteg anyaga, eltömődnek a vizet tároló pórusok és terek. A tároló képesség ezután már nem nyerhető vissza. Pl. Kaliforniában a Central Valley víztartó rétegeinek túlzott leszívadjása miatt 25 milliárd m<sup>3</sup> tározó kapacitás veszett el.

\*Kimerült folyók: pl. Ázsiában 1993-ban sok olyan vízgyűjtő terület van, amelyből egyáltalán nem kerül víz a tengerbe a száraz évszakban.

\*Tavak vízszintjének csökkenése: Üzbegisztán- Aral-tó, Oroszország- Bajkál-tó

A vízhiány az emberi biztonság számos tényezőjét fenyegeti:

\*Ivóvízellátást.

\*Élelmiszertermelést: Világszerte lassul az öntözés terjedése. Az öntözött területek egy főre jutó nagysága 1978-ban elérte a maximumát, s azóta 5 százalékkal csökkent, emellett a legtöbb öntözött földnek csökken a termelékenysége, mivel az állandó öntözés miatt sók halmozódtak fel az öntözött talaj gyökérszónájában. A világ öntözött területeinek több mint 10 százalékán már akkora a só feldúsulása, hogy ez csökkenti a terméshozamot. A gyorsan növekvő városok igénye mind korlátozza a mezőgazdaságnak jutó víz mennyiségét. A világ város lakóinak száma minden valószínűséggel 5 milliárdra nő 2025-re. Mivel a politikai erő és a pénz a városokban koncentrálódik, s mivel kevés a víz ahhoz, hogy minden igényt ki lehessen elégíteni, a kormányokra nagy nyomás fog nehezedni, hogy vonják el a vizet a mezőgazdaságtól. Erre már számos példát találhatunk Ázsiában. Pl. Thaiföldön a Chao Phraya -medence mezőgazdasága és Bangkok vízellátása gyakran kerül összetűzésbe. Peking környékén, az indiai Radzsaszthánba is elvonják a vizet a parasztgazdaságoktól a város lakók számára.

\*A vízi környezet egészségét.

\*A társadalmi- politikai stabilitást: Egyre hevesebbé válik a versengés a vízért egy-egy országon belül, s az országok között is. A konfliktusok kirobbanásának leggyakoribb oka az egyenlőtlen elosztás. Számos ország felszíni vízkészletének jelentős hányada függ folyóinak felső folyása mentén elterülő szomszédaitól. Magyarország esetében 95 %-os a részesedés a határon kívül eredő összes vízhozamból. A konfliktusok legvalószínűbb helyszínei azok a folyók, amelyek legalább két ország osztozik, s amelyek mentén nem elegendő a víz az összes tervezett igény kielégítésére, s ahol nincs elfogadott megállapodás, amely rendezné a víz megosztását az összes érintett ország között. Ilyen folyók pl. a Nílus, a Jordán, a Tigris és az Eufrátesz, az Amur-darja, Szir-darja. Pl. 1967-ben Szíria megpróbálta elterelni a Baniast, s ez egy sor fegyveres összecsapást váltott ki Izraellel.

Magyarország vízellátása: Vízfolyásainak 96 %-a a határokon túlról érkezik. Belépő vízfolyás 114 milliárd m<sup>3</sup>/ év, a csapadék mennyisége 13,2 milliárd m<sup>3</sup>/ év. A lakosság vízellátását 12 %-ban a felszíni vizekből, 88 %-ban a felszín alatti készletből fedezik (2 % talajvíz -ásott kutak, 7 % karsztvíz, 35 % rétegvíz- artézi kutak, 44% kavicságyból származó parti szűrősű vizek, amelyek igen érzékenyek a felszíni víz minőségére. Pl. a Rába-, Dráva-, Duna-menti parti kutak). Jelentősen növekszik az ország vízigénye. 1. Táblázat.

1. Táblázat: A vízigények növekedése millió m<sup>3</sup>/év Magyarországon

| Felhasználó/év  | 1975 | 2000 |
|-----------------|------|------|
| Ipari friss víz | 3000 | 7000 |
| Ivóvíz          | 820  | 2100 |
| Mezőgazdaság    | 980  |      |

### 2.3.2. Szennyező anyagok a vízben, a vízkészletek minőségi romlása

A rendelkezésre álló, felhasználható vízmennyiség nemcsak a tényleges mennyiségi fogyás miatt jelentkezik, hanem a természetes vizeket érő szennyeződések okozta minőségi romlás miatt is. A vizeket egyre nehezebb a természetes minőséget megközelítő szinten tartani, megfelelően kielégíteni a háztartási, ipari és mezőgazdasági igényeket. Pl. Észak-Amerikában már az 1970-es években a folyóvizek 90%-a szállított szilárd, vagy feloldott hulladékokat a tengerbe. A vizekbe kerülő szennyezőanyagok palettája sajnos igen széles. 2. Táblázat.

\*\*\*

2. Táblázat. A vízbe kerülő szennyező anyagok típusa, forrása, eltávolítási módja

| A szennyezés fajtája  | Forrás   | Eltávolítás módja                               |
|---|--|---|
| <b>Az oldott oxigén mennyiségét csökkentő szennyezések</b>                          |  |   |
| Hő  | Erőművek   | Hűtés, tározás                                  |
| Növényi tápanyagok: műtrágya, mosószer: nitrátok, foszfátok                         | Mezőgazdaság   | Ioncsere, kicsapás, denitrifikáció              |
| Biológiailag lebontható szerves anyagok: cukrok, fehérjék, zsírok                   | Kommunális szennyvíz, mezőgazdaság, élelmiszeripar, faipar | Aerob, anaerob fermentáció                      |
| <b>Betegségeket, károsodást, mérgezéseket előidéző szennyezések</b>                 |  |   |
| Radioaktív anyagok  | Atomerőművek   |   |
| Szervetlen vegyületek: savak, bázisok, nehézfém-ionok, fémek, toxikus fémhulladékok | Ipar, mezőgazdaság, füst, savas esők                       | Kicsapás, kémiai oxidáció, adszorpció, ioncsere |
| Biológiailag nehezen lebontható szerves anyagok                                     | Ipar   | Kémiai oxidáció, adszorpció                     |
| Mesterséges szerves anyagok: peszticidek, detergensok                               | Mezőgazdaság, ipar, kommunális szennyvíz                   |   |
| Mikrobiális szennyezés: vírusok, baktériumok  | Városi szennyvíz, állattenyésztés, élelmiszeripar          | Kémiai oxidáció                                 |
| <b>Közvetett módon káros hatású szennyezések</b>                                    |  |   |
| Lebegő anyag  |  | Ülepítés, flotálás                              |
| Neutrális sók   |  |   |
| Szénhidrogének. Nyersolaj és származékaik   | Ipar, kőolajfinomítók, közlekedés                          |   |
| Szerves klórvegyületek. Poliklórozott bifénilek, klórozott szénhidrogének           | Ipar   |   |
| Műanyagok   | Ipar   |   |

Az alábbiakban áttekintünk néhány jellegzetesen előforduló szennyeződés típust:

### 2.3.2.1. Oxigént fogyasztó szennyezések

Az emberi tevékenység során képződő legtöbb szennyezőanyag ebbe a kategóriába tartozik. A felszíni vizekben végbemenő életfolyamatokhoz oldott oxigén szükséges, hiánya a víz minőségére rendkívül káros, az élővilág pusztulását okozza. A fajtól és a víz hőmérsékletétől függően az elviselhető határérték 1-2 mg/l, de pisztrángok már 6 mg/l, pontyok 4 mg/l oxigéntartalomnál légzési nehézséggel küzdenek. Oxigén szükséges a szennyvízzel bejutó különféle anyagok oxidálásához, lebontásához is.

\* Hőszennyezés: Alapvetően erőművi hűtővizekből származik. A hőerőművek jelentős mennyiségű, a termelt hő kb. 70 %-át juttatják vissza a környezetbe. A felmelegedett hűtővizet előbb lehűtik, de még így is mindig magasabb a hőmérséklete, mint a befogadóé. Hatása: A hőmérséklet viszonylag már csekély emelkedése is bizonyos populációk elpusztulásával jár, ami végső soron az oxigént fogyasztó szennyezések mennyiségét emeli. A víz felmelegedése felborítja az eredeti élőlényközösséget, pl. a kékalgák elszaporodnak a zöld- és kovaalgák rovására. Csökken az oxigén oldhatósága, miközben magasabb hőmérsékleten fokozódik az élőlények anyagcseréje, ami növekvő oxigénfogyást idéz elő.

A hűtővizek még más veszélyes adalékokat is tartalmazhatnak. A melegebb vízben fokozódik a toxikus anyagok hatása. A fokozott párolgás és az oldhatóság növekedése miatt állóvizekben az összes sótartalom megnövekszik.

\* Szervetlen növényi tápanyagok, nitrogénvegyületek, foszforvegyületek: A legnagyobb mértékű szennyezést a műtrágyák foszfát és nitrát tartalma okozza, az algák túlzott mértékű elszaporodását előidézve.

-Nitrogénvegyületek: Származásuk a mezőgazdaság nitrogéntartalmú műtrágyáiból, az állattenyésztés során keletkező trágyából, hígtrágyából, ipari és kommunális szennyvizekben.

A nitrogénvegyületek közvetlenül is bejuthatnak a felszíni vizekbe, a talajba mosódásával pedig felhalmozódhat a talajvízbe, amely az utóbbi években a nitrátok gyűjtőhelye lett. Hatásuk: A magas nitrát tartalom mérgező. A kritikus mértéket meghaladó nitrát hatására az oxigént szállító hemoglobin két vegyértékű vasa három vegyértékűre változik, s ez által a hemoglobin irreverzibilisen köti le az oxigént. A tüdő felveszi az oxigént, de nem továbbítja a szervezetnek. Az ivóvízben jelenlévő magas nitrát tartalom az emberben rákkeltő hatású, gyomor és vastagbélrák okozói lehetnek. Bizonyos állatfajoknál megfigyelték, hogy a nitritek rákkeltő hatásúak. Állóvizekben történő felhalmozódásuk eutrofizálódáshoz vezethet. Az ammónia zavarja az ivóvíz előállítását, mert klórozás során szag és ízrontó klóraminok keletkeznek. Magasabb pH értéknél a szabad ammónia halpusztulást okoz.

-Foszforvegyületek: Származás: a mezőgazdaság foszfát tartalmú műtrágyái, kommunális szennyvizekben a fekália, szintetikus mosószerek, ipar, élelmiszer ipari tartósítószer, mosószerek. Hatásuk: Bizonyos algák felszaporodása, vízvirágzás.

### 2.3.2.2. Mérgező vízszennyezések

\*Radioaktív anyagok: Származás: A vizeknek van egy természetes radioaktivitása, amely a kőzetektől származik, kb. 0,1 Bq/l nagyságrendű. Veszélyforrást jelenthetnek az atomreaktorok és az izotópot felhasználó laboratóriumok. Az uránium bányák közelében a bányászat, s az érc feldolgozása során, az érc feltárása után az érc maradékát a meddőre viszik, amely még tartalmaz észlelhető mennyiségben Th és Ra. A csapadék kimossa a radioaktív elemeket, s az élővizekbe szállíthatja.

Hatás: A radioaktív anyagokból származó alfa, béta, és gamma sugárzás az élő szövetekre ionizáló hatású. Az élő szövetet alkotó atomokról elektronokat szakít le, módosítva ezzel a vegyület tulajdonságait. A sejtek sok vizet tartalmaznak, amely sugárzás hatására H- és OH- gyökre hasad, s így hidrogénperoxid képződik. Ha ily módon nagy számú sejtet ér károsodás daganatképző folyamatok indulhatnak meg. A stroncium és a bárium a csontokba beépülve gátolja a vörösvértestek képződését.

\*Szervetlen vegyületek. Savak, bázisok, nehézfém ionok: Származás: Szervetlen mikroszennyezők természeti folyamatok révén mindig is jutottak a vizekbe, pl. a kőzetek bomlásából származó fémionok, de fő tömegükben az ipari szennyvízzel kerülnek be. A természetes öntisztulás folyamán egyáltalán nem, vagy csak lassan alakulnak át, a szokásos szennyvízkezelési eljárások nem vezetnek eredményre.

-Nehézfémek: Igen könnyen felhalmozódnak a folyó torkolatának fenékiszapjában.

Pl. Rajna. Így a kikotort iszap alkalmatlan feltöltésre, tulajdonképpen veszélyes hulladéknak minősül. Mindig fennáll annak veszélye, hogy egy természeti folyamat, vagy emberi beavatkozás olyan kémiai reakciót indít el, amely oldhatóvá teszi a szennyező anyagot, így mozgásba kerül. A szervetlen mikroszennyezők közül ízrontó hatású pl. a vas, mangán, cink. Mérgező pl. a higany, kadmium, ólom. A mérgező nehézfémek együttes mennyisége ivóvízben maximum 0,5 mg/L lehet, de egyes fémek fokozzák egymás hatását, pl. a réz és a higany együttes jelenléte növeli az egyedi mérgező hatást.

\*Biológiailag nehezen lebontható szerves anyagok. Szerves mikroszennyezők. Származás: Szerves mikroszennyezők természeti folyamatokkal is kerülhetnek be a természetes vizekbe pl. Növényi részek korhadásakor keletkező fenol. Elszaporodó algák anyagcseretermékei. Mesterséges úton az ipari szennyvizekkel jutnak a természetes vizekbe. Hatás: Veszélyességüket fokozza, hogy a hagyományos ivóvíz előkészítés és szennyvíztisztítás során többségük nem távolítható el.

\*Mesterséges szerves anyagok:

-Növényvédőszer: Származás: mezőgazdaság.

Típus: Jelenleg csaknem tízezer szer ismert. Kémiai felépítésük szerint a következő csoportokat különböztetjük meg:

Szerves halogénszármazékok: DDT, dieldrin, heptaklór, klordan

Szerves foszforvegyületek: foszforsav észterek

Fenoxi-alkánsav-származékok

### Triazinszármazékok

Hatás: Veszélyük abban rejlik, hogy gyakran természeti körülmények között mutatott stabilitásuk nagy, felezési idejük több év is lehet. Lebomlásuk a természetben, mérgező hatásuk, egyéb másodlagos biológiai hatásuk nem mindig tisztázott. Előfordulhat, hogy bomlási termékeik mérgezőbbek az eredeti hatóanyagnál. A klórozott szénhidrogének, foszforsav észterek rendkívül erős idegmérgek. A vízben élő alacsonyabb rendű szervezetek légzési ciklusába bekapcsolódva blokkolják mind az aerob, mind az anaerob légzést. A szerves foszforsav észterek emellett beépülnek a baktériumok, és az algák szerves foszfort bontó enzimrendszerébe, gátolva ezzel a tápanyag hasznosítás egyik lépcsőjét. Fenoxi-alkánsav-származékok, triazinszármazékok pedig felhalmozódva az állati szervezetekben az izomműködés lassúbbodását, a mozgások vontatottabbá válását idézik elő.

-Felületaktív anyagok: szappanok, detergensek= szerves szintetikus mosó, tisztító és nedvesítő anyagok. Származás: Elsősorban a kommunális szennyvizekből kerül a felszíni vizekbe.

Típusaik:

Szappanok: hosszú szénhidrogénláncból, és valamely szerves sav víz oldható nátriumsójából áll.

Pl. nátrium- sztearát / $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}-\text{Na}^+$

Szintetikus mosószerek: Felépítése hasonló a szappanokéhoz. Pl. alkil- benzolszulfonát.

Nedvesítő anyagok: Az adott folyadékban, általában vízben oldódó olyan anyag, amely elősegíti az adott folyadéknak szilárd felületen történő szétterjedését, azaz nedvesedését. Fokozzák a felületaktív hatást. Pl. nátrium- tripolifoszfát, nitrilo-triecetsav, nátrium-citrát.

Hatásuk: A felszíni vizekbe kerülve a mikroorganizmusok lebontják a szappanokat, az egyenes szénhidrogénláncot tartalmazó detergenseket. A lebontásban specifikus enzimek játszanak szerepet. A lebontás során a szénhidrogéncsoportok feldarabolódnak, kisebb szénatom számú karbonsavak (ecetsav) keletkeznek, a szulfonsavcsoport bakteriális közreműködéssel hidrolizál. Az egyenes láncú felületaktív anyagok lebontása gyorsabban megy végbe, bár lebomlási termékei károsan hathatnak. A foszfát tartalmú nedvesítő anyagok lebomlásakor jelentős mennyiségű foszfát kerül a vízbe, s vannak olyan nedvesítőszerek, amelyek bizonyos nehézfém ionokat oldatba visznek, ezáltal teremtenek toxikus körülményeket az organizmusok számára. A szintetikus mosószerek a felszíni vizek habzását okozva gátolják az oxigénfelvételt, emellett emulgeáló tulajdonságuk miatt megakadályozzák más káros anyagok kicsapódását, ülepedését.

\* Kórokozók: Származás: Kommunális szennyvíz. Hígtrágya.

Az ipari forradalmat megelőzően a természetes vizekbe mérgező anyagként csupán a fertőzéseket okozó baktériumok, vírusok kerülhettek. Azóta az ivóvíz kezelésekként a klórozással ezt a veszélyt csökkentették. A klór egyszerre, mint fertőtlenítő és oxidálószer elpusztítja a kórokozókat, átalakítja a rossz szagot, ízt, elszíneződést okozó szerves anyagokat, s a belőle keletkező hipoklórossav csökkenti a mikroorganizmusok működéséhez szükséges enzimek működését.

### 2.3.2.3. Közvetett módon káros hatású szennyezések

\* Szénhidrogének: kőolaj: Származás: A kőolaj bányászatával, szállításával, és kenő vagy üzemanyagként történő felhasználásával kapcsolatos tevékenységek. Különösen veszélyes a tengeri szállítás, a tengeri fűrótoronyok balesetei.

Hatás: A vizeket ért olajszenyezés minden formája igen káros. Bár a kőolaj biológiailag teljesen lebomlik a vízben, de a baktériumok ezt csak igen lassan végzik. Egyes komponensei képesek felhalmozódni bizonyos szervezetekben, s így hatásuk hosszú távon is jelentkezhet.

- Az olaj már kis mennyiségben is képes elzárni a víz felszínét az atmoszférától. Ily módon gátolja a víz természetes oxigénfelvételét az atmoszférából, illetve megakadályozza a gáz anyagcsere-termékek kilevegőzését a vízből. Ezek az anyagcsere-termékek így visszamaradva a vízben megzavarhatják a reverzibilis biokémiai folyamatok lejátsszódását.

-Az olaj, s annak származékai a fénytől is elzárják a mikroorganizmusokat, a fotoszintézis így lelassul, esetleg leáll, ami akadályozza a fotoszintetikus oxigéntermelést.

- Az olaj rátapadhat a mikroorganizmusokra, így azok pusztulását okozhatja. Az élő szervezetekre kifejtett káros hatás a vízben az ásványolaj származékától függően már néhány tized, század mg/l koncentrá

cióban is jelentkeznek. Rendkívül mérgezőek a többgyűrűs aromás szénhidrogének a vízi környezet számára.

- Az ivóvíz előállítás szempontjából már kis koncentrációban is ízrontó hatásúak, az aromások pedig rákkeltők is.

### 2.3.3. Beavatkozások más szférákba, amelyek károsan hatnak a hidroszférára

Beavatkozások az atmoszférába: Az üvegházhatás fokozódása, savas ülepedés  
Beavatkozások a geoszférába:

A természetes vizek mederszerveinek megváltoztatása:

Folyómedrek szabályozása. Holtágak, mellékágak megszüntetése

Folyóvízi víztározás

Nedves rétek és lápok lecsapolása

Partvédelem

Talajszennyezés

Beavatkozások a bioszférába:

Erdőirtás, fakitermelés a vízgyűjtő medence mentén

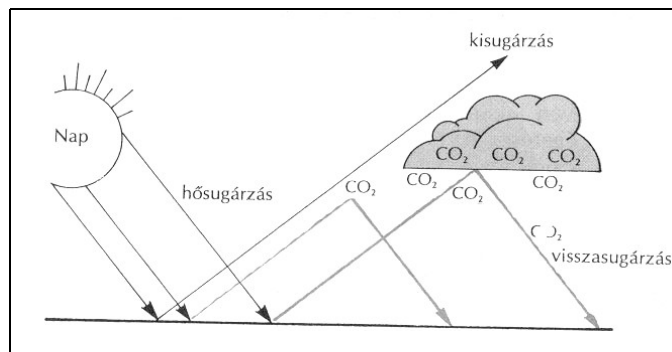
A tó parti növényzet irtása, megbontása

Lehalászás. Idegen fajok betelepítése

#### 2.3.3.1. Az Atmoszférára gyakorolt hatások

##### Az üvegházhatás fokozódása

A napsugárzás jelentős része 30 % visszaverődik a világűrbe a légkör, a felhőzet hatására, 15 % elnyelődik a légkörben, 50 % éri el a földfelszínt, ahol elnyelődve hővé alakul. Ebből a hőből juttat a felszín a levegő legalsó rétegének. A földfelszín hosszuhullámú sugárzást bocsát ki. A sugarak egy része a világűr felé távozik, de legnagyobb részét a levegő vízgőz és széndioxid tartalma elnyeli, hővé alakítja, s visszacsugározza a föld irányába. A légkörnek ez a hő visszatartó tulajdonsága az üvegházhatás. 2. ábra



2. ábra. Az üvegházhatás lényege.

A grönlandi jégbe zárt levegőbuborékok elemzése szerint a legutóbbi jégkorszak végétől a XVII. Század végéig a szén-dioxid és a metán koncentrációja állandó volt a légkörben. Az ipari forradalom óta a foszilis energiahordozók égetésével azonban egyre több széndioxid kerül a levegőbe. (20 milliárd tonna/év) További szén-dioxid mennyiség kerül a légtérbe a trópusi erdők irtásával. Az egyre több szén-dioxid hatására növekszik a földfelszínről kisugárzott hő elnyelése, és visszacsugárzása, fokozódik az üvegházhatás. A folyamatban szerepet játszik még a troposzférikus ózon, a nitrogén-dioxid, a freon és a metán is. Légköri koncentrációjuk az utóbbi 50 évben igen megnövekedett. Bár ezen gázok koncentrációja jóval alacsonyabb a szén-dioxidéhoz képest az atmoszférában, szerepük mégsem elhanyagolható, mivel igen magas a hőelnyelő képességük.

Hogy milyen éghajlati hatása lesz a légköri széndioxid- tartalom növekedésének nincsenek történelmi tapasztalataink, s az igen bonyolult légköri, óceáni, földfelszíni kölcsönhatások miatt laboratóriumi előrejelző kísérletek sem végezhetők. Így csak matematikai modellekkel próbálják megjósolni a lehetséges változások irányát. Eszerint 2100-ra a Föld felszínén átlagosan +2-+5 °C-os hőemelkedés várható. Egy ilyen változás példa nélküli lenne az emberiség történetében, egyelőre megjósolhatatlanok a pontos környezeti hatásai, de a legnyugtalanítóbb talán az, hogy mindezen változások igen gyorsak lesznek, ami megnehezíti, vagy akár lehetetlenné is teszi a világ ökoszisztémája és az emberi társadalom számára az alkalmazkodást. A hőmérsékletemelkedés igen jelentősen befolyásolná természetesen a hidroszférát is. Már napjainkban is vannak riasztó jelek:

- A talajközeli légrétegek hőmérséklete 1880 óta átlagosan és globálisan 0,5 °C-kal nőtt.
- 1849-1989 között a trópusi óceánok felszíni hőmérséklete fél fokkal nőtt. Ezzel párhuzamosan a párolgásuk 16 %-kal nőtt meg, s ez hatalmas hőmennyiséget szállít a légkörbe.
- Világszerte olvadnak a hegyi gleccserek. Az Alpokban 1850 óta a gleccserek elvesztették jég tömegüknek közel a felét.
- A tengerek szintje az elmúlt 100 évben 10-20 cm-rel nőtt.
- Az északi féltekén 1973 óta mintegy 8 %-kal csökkent a szárazföldet évenként borító hótakaró.
- Az Északi -sark tengereinek jéggel fedett területei egy évtized alatt 2,1 %-kal zsugorodtak, és 1976 óta a jég maga is jelentősen elvékonyodott.

Mire számíthatunk?

-Csökken a sarkvidéki jégtakaró vastagsága. A jég olvadása 30-100 cm -re megemeli a világtengerek szintjét. A tengerszint emelkedés a gátakkal védett helyeken műszaki gondot, kisesésű lapos tengerpartokon széles tengervíz- borítottságot okoz. Ez veszélyezteti a partvidéki településeket és ökoszisztémákat, a talajvízkészleteket pedig sóval szennyezné, romlik a Föld sós víz/ édesvíz aránya. Szikesedés jelentkezne, új mocsaras területek alakulnának ki, miközben a korábbiak elpusztulnak.

-Feljebb tolódik az örök hó határ, a gleccserek fokozatosan elolvadnak.

-A tundrák talajában a jég megolvad, az olvadékvíz a talajból elszivárog, megindul a tundra eróziója. A tundrai élet kipusztul.

-Változik a csapadékeloszlás. Ha csökken a csapadék mennyisége, többet elszív a talaj, csökken a felszíni vízfolyás, folyó, tó vízszintje. Meggyorsul a párolgás, csökken a folyók vízhozama. A gyorsabb párolgás miatt növekedne az öntözési igény. A változatlan mennyiségű szennyvíz alacsonyabb vízállású folyókat terhelne, így romlana a vízminőség. Ha nő a csapadék mennyisége, akkor eróziós károk jelentkezhetnek, árhullámok lesznek a folyón.

-Módosul a szélrendszerek, tengeráramlások útvonala.

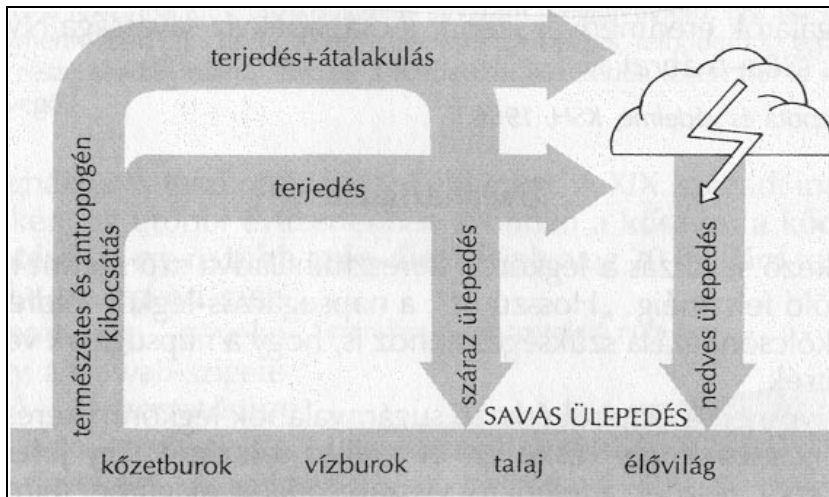
-Az észak-amerikai kontinensen a tūlevelű zónák északra tolódik.

### *Savas ülepedés*

A savas ülepedést a levegőbe bocsátott kén- és nitrogén oxidok okozzák, amelyek 80 %-ban az ipari létesítmények és nagyvárosok égési termékeiből erednek. A légkörből a földfelszínre kétféle úton kerülhetnek: 3. Ábra.

Száraz ülepedés: Gáz formájában, vagy mikroszkópikus szemcsék alkotórészeként ülepednek le. Mivel gáz formájában hosszú ideig fennmaradnak a légkörben, így meglehetősen egyenletesen szétoszolva, kibocsátási helyüktől messzire elvándorolva világméretű hatást fejthetnek ki.

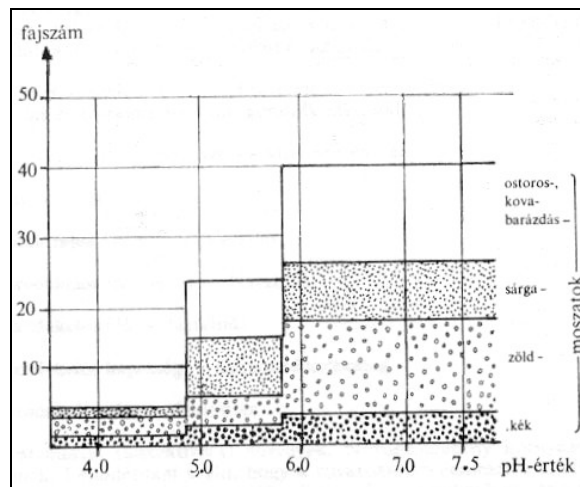
Nedves ülepedés: A gázok a csapadékvízben oldódva, a hidroxilgyökökkel egyesülve napok alatt széntromsavvá és kénsavvá alakulhatnak, ezzel elsavanyítják az esőt. Kialakul az ún. savas eső. Mivel a víz-cseppek gyorsan eltávoznak a légkörből, a savas eső inkább helyi, vagy kontinentális jelenség.



3. Ábra. A savas ülepedés

A savas ülepedés hatása: A gázok direkt károsító hatása mellett, a légzőszervi megbetegedések, növényeknél a gázcserre zavarok, (a légkör kéndioxid szennyeződésére igen érzékenyen reagálnak bizonyos növények (zuzmók, fenyők, bükk, hárs, alma), igen jelentős a hidroszférára gyakorolt közvetett hatás is:

- Kevésbé lúgos tavak elsavasodásához vezethet. Természetes vizeinkben a pH érték savas irányba való eltolódása jelentős mértékben megváltoztathatja a vízi élőlények élettevékenységét, szaporodását, létszámát, faji összetételét. 4. ábra 5. ábra.



4. ábra A víz savasodása és az alga fajszám, alga megoszlás

| állatfaj           | pH | 6,5 | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 | 4,0 | 3,5 |
|--------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| folyami sügér      |    | ✓   | ✓   | ✓   |     |     |     |     |
| tavi pisztráng     |    | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   |     |     |
| tengeri pisztráng  |    | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   |     |     |
| sárga sügér        |    | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   |     |     |
| szalamandra-embrio |    | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   |     |     |     |
| kagylók            |    | ✓   | ✓   |     |     |     |     |     |
| szitakötő-lárva    |    | ✓   | ✓   | ✓   |     |     |     |     |
| keringő-bogár      |    | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   |
| hátondász-poloska  |    | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   |

*A víz pH-értékének savas irányba való eltolódását a különböző vízi állatfajok egyedei eltérő mértékben képesek elviselni. (A kagylók el érzékenyek a változásra, a vízpoloskák viszont jól tűrik ezt.)*

5. Ábra. A víz savasodása és vízi állatfajok előfordulása

A lúgos tavak elsavasodásának menete:

PH 7,2. Az iszapban lévő nehézfémek, mérgező anyagok nyugalomban vannak. A vízben nyüzsög a sokfajú élővilág.

PH 6,5. A korábban oldhatatlan alumíniumvegyületekből szabaddá válik a fém, és az iszaptól a vízbe kerül. Ha koncentrációja a 0,2 mg/l-t eléri mérgező és károsítja a kopoltyúkat. Az érzékenyebb rákok, halak, csigák, kagylók elpusztulnak.

PH 5,5. A nehézfém- koncentráció növekedést a vízben már csak az angolna viseli el.

PH 4,5. Már az angolna is kipusztul. A tó holt vízzé savanyodott.

- Kimos a talajból bizonyos pozitív töltésű ionokat, ami a folyókban, tavakban halpusztulást előidéző ionkoncentrációt okozhat.

- A savas ülepedés erősen károsíthatja a felszíni vízfolyások forrásvidékén és vízgyűjtő területén élő erdőségeket.

### 2.3.3.2. A Geoszférára gyakorolt hatások

A természetes vizek mederszervezetének megváltoztatásának általános okai:

A víz biztosítása az ember számára megfelelő helyen, és időben (öntözőcsatornák létrehozása, víztározók).

A víz megjelenésének megakadályozása azokon a helyeken, ahol az ember számára kedvezőtlen (ár-  
vízvédelem, belvízvédelem).

A víz eltüntetése azokról a helyekről, ahol az ember számára kedvezőtlen (belvízvédelem, mocsarak,  
lápok lecsapolása).

A csapadék, a világtengerek, felszíni vizek, jég felszínformáló hatásainak kivédése (partvédelem).

A vízi energia hasznosítása (duzzasztók, víztározók).

### Folyómedrek szabályozása

A folyószabályozások okai számosak: Árvízvédelem, mezőgazdasági művelés alá vont területek növelése, hajóúttal biztosítása, üdülőterületek létrehozása, növekvő vízigények biztosítása, árvízvédelem. Annak ellenére, hogy a folyóvizeknek először az árvíz nem járta helyei népesedtek be, (a legtöbb nagyváros alapjait hajdan ilyen kedvező fekvésű területen rakták le) de időnként érkeztek előre meg nem jósolható katasztrófális áradások is. A folyókat vízi útként, átkelőhelyeként is használták, ezért településeit a parthoz a legközelebb szerették volna felépíteni, amit a megismétlődő árvízjáratok megakadályoztak.

A folyók megregulálásának azonban káros hatásai is vannak:

\*Vízjárásra: A folyók gátak közé szorítása, a mellékágak elzárása azt eredményezi, hogy a leszűkülő mederben feltorló víz hatására megnő a levonuló víz esése és sebessége. Az áradások a gátak között gyorsabban vonulnak le, sokszor torlódásokat okozva a befogadó folyóban. A megnövekedett vízsebesség a meder mélyüléséhez vezet. Az áradások után kiürül a folyóágy, a kisvizek tartósabbá válnak, befolyásolva ezzel a talajvíz szintjét és a mederben a zátonyképződést. A magasodó árvízszintek a gátak további magasítását követeli meg, míg a zátonyképződés a hajózást befolyásolja. Nem érvényesül az árvizek tisztító hatása.

\*Mederszervezetekre: A folyók lefutását összeszorították, szűk mederbe kényszerítették, amely sem a neanderképződést, sem az oldalágak kialakulását nem teszi lehetővé. Ezáltal megszűnt az oldalerózió, így elmaradt a hordalék dinamikus lerakása, majd mindezek eredményeként a szabályozott folyók mélyebbre vajták medrüket. Áradásai átszakítják a gátakat, a kanyarok külső szélét elmossa, zátonyokat épít, a holtterekben hordalékot rak le. A meder vándorlása értékes élőhelyeket szüntethet meg. (pl. Duna megbontja a löszfalakat) Az ily módon szabályozott folyók átlagos vízállása mintegy 10 méterrel mélyebben van az eredeti szintnél, hacsak utólagosan további technikai műveletekkel újra meg nem emelték. Így ugyan csökkent az árvizek gyakorisága, és ereje, ám ezzel együtt csökkent a talajvízszint is.

\*Árterekre: Az ártér leszűkül a töltések és a meder közötti hullámtérre. Megszűnt az árterületek természetes tápanyag utánpótlása, trágyázása. A korábbi vizes élőhelyek, mocsarak, lápok, mocsárrétek, jórészt kiszáradtak. Az árterületen fátlan, száraz gyepek alakulhatnak ki, a terület elszikesezhet (pl. Alföld). A fajgazdag, árvizekkel szabályozott ligeterdők nyitott száraz erdőkké alakultak át, amelyek laza öntéshomok talajukon nem tudták megőrizni termelékenységüket. A kiszáritott terület jelentős része szántóvá vált. Megszűnt a foggazdálkodás, a folyóvízi halállomány ivadék utánpótlása, mivel a holtágak túlságosan hosszú időre kerültek szárazra, vagy teljesen megszűnt az összeköttetésük a folyóval, s így sok halfaj számára megszűntek a természetes ikrázóhelyek. A természetes vizes élőhelyek csak a folyóvölgyekre korlátozódnak, csak szigetszerűen találhatók meg. Az ármentesített területeken a növénytermesztés számára a csapadékos években a belvíz jelenthet problémát, aszályos években viszont a vízhiány.

\*A folyók öntisztuló erejére: Az öntisztuló képesség jelentősen csökkent. Eredetileg a folyók természetes dinamikájuk, és munkaképességük révén hosszú időn át képesek voltak elnyelni a szennyeződéseket. A számos oldalágban, öbölben, holtágban és ártéren mindig akadt kitérés. Sokkal sekélyebbek voltak, ezáltal a szennyezések lebontásához szükséges oxigént felvétele is a nagyobb felület, a sekély kavics és homokpadok vagy partvidékek örvényei révén könnyebben történt meg, ugyanis minél szeszélyesebb az áramlás annál több oxigént tud a víz magával ragadni. A mesterséges, ideálisnak tűnő mederkiépítés a legrosszabb a biológiai öntisztulás elősegítése szempontjából.

A folyómeder szabályozáshoz kapcsolódtak egyéb mesterséges vízvezető rendszerek is, amelyeknek szintén voltak káros hatásai:

\*Lecsapoló csatornák: Régen a folyók áradó vize, a csapadék és a talajvíz együttes hatásaként tartós vagy időszakos vizenyős területek, lápok, mocsarak keletkeztek. Lecsapolt vizüket a folyókba vezették, remélve, hogy a szárazra került terület mezőgazdasági művelésbe foghatják. Megszűnt ez által az adott területek szűrő, tisztító hatása.

\*Belvízcsatornák: Sík vidéken az ármentesítés után a talajra jutó csapadék, ha a talaj nem tudja befogadni, a felszínen gyűlik össze, és tekintélyes területet foglalhat el. A folyóba nem tud visszajutni, mert azt a töltés megakadályozza. A mezőgazdaságnak okoz gondot, mert víz alá kerülnek szárazföldi kultúrák, lehetetlenné válik a művelés. Levezető csatornarendszert hoztak létre, amely összegyűjti, és a folyókba vezeti a pangó vizet. Ez a rendszer ott a legsűrűbb, ahol régen az árvízjárta területek voltak.

\*Öntözőcsatornák: A folyók gátak közé szorításával a hajdani árterek kiszáradtak, a talajvízszint lecsökkent. Az erdőket jórészt kivágták. A kiszáradó rétek, az intenzív növénytermesztés viszont igényelte a vizet. Az igény kielégítésére öntöző csatornarendszert hoztak létre. Kezdetben csak gravitációs úton vették ki a folyókból a vizet, később szivattyúzással töltötték fel a csatornákat, duzzasztógátakkal zárták el a folyókat, hogy táplálhassák a csatornákat. A kiterjedt öntözőcsatorna rendszer révén jelentősen csökkenhet a vízszint a folyó eredeti medrében.

Magyarországi helyzet:

A Duna szabályozását 1830-ban gróf Széchenyi István kezdte el az Al-Duna hajózhatóságának felméréseivel, illetve a munkálatok megindításával (mederszélesítés). Ezután a budapesti Duna-szakaszt rendezték 1871-75 között, aminek elsődleges célja a jeges árvíz veszélyének elhárítása volt. A magyar Felső-Duna szakasz szabályozása napjainkban is tart. A tervezett Bős-Nagymarosi vízlépcsőrendszer okozta problémák (pl. a holtágak vízhiánya) még mindig megoldatlanok. A Duna magyarországi hosszát 472 km-ről 30 átvágással 417 km-re rövidítették.

A Tisza szabályozása Vásárhelyi Pál tervei alapján 1846-ban kezdődött. Itt az elsődleges cél az árvízvédelem volt, hiszen a múlt században a nagy tiszai árhullámok a Tiszántúl jelentős részét vízzel borították. Az árhullámok gyors levezetésére ezért 112 kanyart vágtak át, így a folyó eredeti 1000 km-es hosszát 600 km-re csökkentették. 1954-ben üzembe helyezték a tiszalöki, majd 1973-ban a kiskörei vízlépcsőt.

A mai magyarországi holtágak többsége a folyók mentén található a gátak közötti hullámtéren, vagy a gáton kívül a mentett oldalon. Ez elsősorban a vízutánpótlásuk szempontjából lényeges. Ez történhet a medren keresztül zsilippel, vagy szivattyúzással, illetve árvízkor elöntéssel. A rosszul értelmezett komp

lex gazdálkodásnak számos holtágunk áldozatul esett. A szokásos hasznosítási forma mellett: belvíz-tározás, horgászat, üdülés, más, káros hasznosítás is sorra került: intenzív kacsa és haltenyésztés, szennyvízbevezetés.

A magyarországi folyókon mellékágrendszerek a hegyközi medencékben (Tisza), és a hordalékkúpokon alakultak ki (Szigetköz).

### *A kisebb vízfolyások mederszabályozása*

A szabályozások a kisebb vízfolyásokat sem kímélte. Például a síksági patakok szabályozásának következményei: A szabályozások előtt a patak kanyarulatokkal, nagy ívekkel kacskaringózott a mezőkön, a patakpartokat cserjések szegélyezték. Így hóolvadáskor, nagy esőzésekkor a környező mélyedések is víz alá kerültek, a lefolyás lassan történt. Meder útjának kiegyengetése után ugyan a patakok vizét az egyenesebb meder gyorsan levezette, csökkent a gazdaságilag nagy károkat okozó áradások száma. De a patak így kezdte gyorsan alámosni a partot, csuszamlások, partleszakadások történtek. A partot igen költségesen kövekkel kezdték megerősíteni. A kiszáritás után a nedves réteket felszántották, ám a szántóföldeket rövid időn belül trágyázni kellett, hogy termékenyek maradjanak. A trágyafélék egy része a patakba mosódott, ez megnövelte a víz tápanyagtartalmát, és mivel az árnyékot adó patakparti fűzetet kivágták, így magában a patakban burjánzottak el a vízínövények. Nyáron egészen a szegélyig betöltötték a patak medrét, mivel korlátlanul jutottak fényhez és tápanyaghoz. A dús növényzet a meder kiegyenesítése ellenére gátolta a víz lefolyását, kezdődhetett most már a patak "gyomlálása is". Ahogy a szántóföldek egyre közelebb kerültek a patakokhoz, a nagy esőzésekkor mind több értékes talaj mosódott le a felszínről, és került a patakba, ezáltal is növelve a produktivitást. Míg a patakmedrek tisztítására eleinte csak több éves időszaka-szonként volt szükség, később ezt már évente el kellett végezni. Minden árvíz tovább rongálta a kikövezett partot, így végül az egész meder kibélelése, betonagyba foglalása következett be, sőt előfordul, hogy az egész patakot egy csöbe szorítják be. Számtalan patak és kis folyó került az ötvenes, hatvanas években többé, vagy kevésbé a csatornázás, betonozás, és becsövezés állapotába. A hetvenes években rájöttek, hogy sokkal olcsóbb a dinamikus vízfolyás számára szükséges parti zónát felvásárolni, vagy az árvízkar okozta termés kiesést megtéríteni, mint gigantikus összegeket kiadni hosszú távon hasznavehetetlen, és értelmetlen építménytömegekre, amelyeknél a kiadás aránytalanul magasabb, mint a bevétel.

### *Folyóvízi víztározás*

A világon 1950 óta a vízfelhasználás több mint a háromszorosára nőtt, amire azzal reagáltak, hogy egyre több, s egyre nagyobb vízszolgáltató létesítményt építettek: duzzasztógátákat, eltereléseket. A világ nagy (15 méternél magasabb) duzzasztóinak száma az 1950-es 5000-ról a 1990-es évekre 38000-re emelkedett. Ez egészen rövid idő alatt alaposan megváltoztatta a globális vízi környezetet. Nem egy folyó leginkább gondosan megtervezett vízvezetékére emlékeztet. A modern mérnöki tudomány sikeresnek bizonyult abban, hogy ott és akkor juttassa vízhez az embereket, és gazdaságokat, amikor, és ahol kell, de nem sikerült megőriznie a folyók és vízi rendszerek alapvető ökológiai funkcióit. Ezeknek a mulasztásoknak a következményei napjainkra válnak világossá.

Igények, amelyek a víztározók létrejöttét eredményezheti: Öntözés, hajózás, ivó és ipari víz szükséglet, energiatermelés, halászat, üdülés, természetvédelem.

A tározók létesítésének módja: A folyóvizek elrekesztése a leggyakoribb, s egyben legkritikusabb mód. Az elzárás feletti szakaszon felduzzasztják a vizet, amely különböző mértékű vízszintemelkedést eredményezhet. Mederduzzasztás esetén a megemelkedett víz csak a mederben okoz tartós vízszintemelkedést. Nagyobb mérvű duzzasztás esetén, síkvidéken az árvízvédelmi gátak között, hegyvidéken a völgyet előlntve jelentkezik a tartós vízszintemelkedés.

A régi típusú víztározók szerkezete: Lakatlan, természetközeli völgyekben, völgy szakaszokban létesítették őket, értékes biotópokat téve ezzel tönkre. Fentről nézve egy hosszában félbevágott körte alakú, az eltorlaszoló gát a völgy pereméig ér, és onnan a folyás irányával szemben visszahajlik. A folyó torkolatánál a medence keskeny, csak a gát felé szélesedik ki. Itt van a legnagyobb vízmélység, míg a keskeny felső szakaszon egyre sekélyebb. Az év során nagy vízszintingadozás tapasztalható. Árvízkor a horda

lék, szerves üledék a duzzasztógát előtt gyülemlik fel, mert ott a legmélyebb vízü részen legalacsonyabb az áramlási sebesség. Terhelt folyó esetén ilyenkor az iszapzónában oxigénhiány léphet fel. A felszínen gyakran ebből semmi nem érzékelhető, teljesen addig, míg a visszatartott víz tápanyagtartalma annyira meg nem nő, hogy fellép a vízvirágzás, az algák tömeges felszaporodása. A fenékiszap levegőzése nem megoldható a víz mérges gáz kénhidrogén, metán tartalma miatt, kikotrása, szivattyúzása pedig igen körülményes, költséges, az elhelyezése pedig problémás.

A víztározók káros hatása: A folyómeder elzárása a folyóvízi rendszer életébe való durva beavatkozás. Együtt jár mindazon tulajdonságok megváltoztatásával, amely a folyó szakasz jellegét adják.

\* Az elzárás feletti szakaszon a víz sebessége lelassul, megnő a vízszint, a vízmélység. A vízmélység függvényében a tározóban félig- meddig tavi vagy mocsári viszonyok alakulnak ki. Lerakódnak a hordalékok, s az ahhoz kötött szennyeződések. Nagy szervesanyag tartalmú üledék esetén ez oxigénhiányt okozhat. A víz lelassulása, felmelegedése, a hordalék kiüledésével a jobb megvilágítás, a tápanyag feldúsulása együttesen az algák túlzott felszaporodását eredményezheti, vízvirágzást okozhat. A gát alatti folyószakaszon a hordalékhiány miatt medererózió következik be, ami a folyómeder alsóbb szakaszain zátonyképződést okoz. A folyókon épített vízlépcsők, tározók befolyásolják a folyó eredeti felszínformáló munkáját, ami a már kialakult formák létét változtathatja meg. Tönkremennek a folyótorkolatok.

\* A nagy vízszintkülönbség miatt megemelkedhet a környező talajvízszint. Lazább talajokon, hordalékkúpokon létesített tározók esetében ez igen jelentős lehet.

\* A felduzzasztott hatalmas víztömeg hirtelen kiszabadulás katasztrófával fenyegeti az alsóbb régiókat. A visszaduzzasztás miatt az alsóbb régiókba időnként kevesebb víz jut, ami megváltoztathatja a medret, s az élővilágot.

\*A tereprendezés következtében megemelkedik a talajvíz, módosul a klíma és a talaj. Az átalakult élőhely és ökológiai viszonyok miatt elpusztul az eredeti élővilág.

\*A felduzzasztott víztömeg hatalmas súlya miatt a kőzetek elmozdulhatnak, deformálódhatnak, ami földrengéseket okozhat. A földrengések okozta gátsérülések súlyos áradásokat eredményezhetnek.

\* Mára már olyan sok (mintegy hatvanezer) víztározót létesítettek a Földön, hogy együttes hatásukat sem lehet figyelmen kívül hagyni. A nagy vízfelületek miatt megváltozik a felszín felmelegedése, hőgazdálkodása, ami hatással van a légkör felmelegedésére, és így az éghajlatra is

#### Magyarországi tározók:

A Magyarországra belépő folyókon számos helyen épültek tározók, s Magyarország hegy és dombvidékén is számos kisebb tározót építettek patakokra, vagy kisebb folyókra. Pl. Rakacai tározó- ivóvízellátás. Hernádon- századelő óta több kisebb erőmű. Körösök- öntözőrendszer részei. Tisza- 1950-ben a Tiszalöki vízlépcső- energiatermelés, öntözőcsatornák ellátása. Kiskörei tározó.

#### Hatásuk:

Kiskörei tározó: Nagy kiterjedésű, sekély vízü tározó. A hordalékban gazdag Tisza nagyon gyorsan feliszapolta a tározó sekélyebb részeit. Mára a tározó jelentős része már mocsár, vagy hínáros. A tápanyagban gazdag mélyebb részek pedig eutróf élővilágúak. Hasznosítása egyre inkább a természetvédelem, üdülés felé tolódik el.

A Dunán létesült víztározók hatása: A Duna régen a Szigetközben rakta le durva kavics hordalékát. Most a felette épült vízlépcsőkben teszi ugyanezt, a Szigetközbe jórészt a folyó lebegtetett hordalék, homok-agyag frakció kerülhet.

Néhány példa a folyómeder szabályozások, víztározó építések káros következményeire:

\* A Colorádó csak azokban az években fut végig teljes pályáján, amikor szélsőségesen sok csapadék hullik a vízgyűjtő területén. 10 nagy duzzasztómű, több nagy folyóeltérítés után szinte felszívódik a környező sivatagban. A folyódelta hemzsegő vadvilága nagyrészt a múlté. A Cortez -tenger haltenyészhelyei elszegényedtek, a deltavidék folyóból élő települései eltűnöztek.

\* A kalifornia vízügyi fejlesztésének káros következményeként az állam elveszítette mocsarainak 95 százalékát. A költöző és vízi madarak 1950-es 60 milliós populációi a 1990-es évekre 3 millióra zsugorodott. A halpopulációk szaporodási helyeik tönkretételével jelentős károkat szenvedtek. Pl. a kaliforniai lazac és acélosfejű pisztráng populációi 80 százalékkal lettek kisebbek.

\*Gangesz: A felső folyáson az indiaiak számos helyen elterelték a folyót, így a száraz évszakban a folyó már nem jut el a természetes torkolatig a Bengál-öbölbe. Mivel ekkor nem ömlik édesvíz a tengerbe, a sós tengervíz felnyomul a folyódelta bangladesi területének nyugati felén, ezzel kárt tesz az értékes mangrove erdőkben, (a veszélyeztetett bengáli tigris élőhelye) és halak élőhelyeiben.

\*Nílus: Az 1960-as években megépítették az Asszuáni gátat, hogy teljesen szabályozhassák a folyó vizét. A gát építése előtt a Nílusban élő 47 halászott halfaj közül a gát megépítését követő évtizedben már csak 17-et lehetett kifogni. A Földközi tenger keleti medencéjébe 83 %-kal csökkent a szardíniafogás, ami valószínűleg abból ered, hogy nem kerül be abba a tengerrészbe a tápanyagban gazdag folyóiszap. A Nílus hordaléka a gát megépítése óta jórészt a Nasszer-tóban marad vissza, így a folyódelta állandó visszavonulásban van, lassan belesüllyed a tengerbe, ezáltal Egyiptom elveszítheti lakható területének 19 %-át. Áradásonként kb. 100 millió tonna iszap, agyag, homok a Nasszer-tóba rakódik le, s nem a földeket termékenyíti. Így Egyiptom műtrágyaimportra szorul, s mivel nincs agyaglerakódás sem, sorvad a kairói téglagyártás. Visszahúzódott a Nílus deltája. Egyiptom megművelt felszínének 35 %-át szikesedés, 90 %-át elvizenyesősödés sújtja. Rohamosan elterjedt a mételyférgesség.

\*A folyó tönkremenetelének legdrasztikusabb következményei ott fordulnak elő, ahol a folyó belvízi tavakba, vagy tengerekbe ömlik. Amur Darja, és a Szir darja - Aral-tó kapcsolatrendszer ezt jól szemlélteti. Az 1960-as években a két folyót eltérítették, hogy gyapotot termeljenek a sivatagban, így az 1960-as években az Aral-tóba szállított 55 milliárd m<sup>3</sup> vízből az 1990-es években már csak 7 milliárdnyi maradt. Következmények: Az Aral-tó felére zsugorodott összes kiterjedésében, és háromnegyedére térfogatában. Súlyos károk keletkeztek a folyótorkolatokban. A tucay erdők (fűz, tamariszkusz,) megtizedelődött. A mocsarak 85 százalékkal csökkentek. A vízimadár populáció erősen megritkult. Pl. Szir darja deltájában élő 173 fészekrakó madárfajból 38 maradt. A tóban élő 24 halfajból 20 eltűnt. A kiszáradt tófenékről a szél évente 40-140 millió tonna por-só keveréket ragad fel, s rak le a környező művelt földeken, károsítva, pusztítva ezzel a termést. Az alacsony vízállású folyókban feldúsulnak a sók és a mérgező anyagok, veszélyes belőle inni, terjednek a betegségek.

\*USA teljes folyó és patakhálózatának csupán 25 %-a áramolhat szabadon, belvizeinek 85 %-a mesterségesen szabályozott. Eredeti mocsarainak 50 %-át lecsapolták.

\*Columbia - Snake vízgyűjtője: A folyón 58 vízierőmű és 78 duzzasztógát épült. A folyó 1996 km-es hosszából csak 71 km járható szabadon. A visszajáró vad lazacok száma manapság csak 6%-a a gátak megépítése előttinek. A beavatkozások megváltoztatták a folyók hőmérsékletét, áramlását, gátolják a hordalék, tápanyag, víz mozgását. Akadályozzák a vándorló fajokat. Régebben egy fiatal lazacnak két hetébe került, hogy eljusson az óceánba, ma két hónapjába.

### *Nedves rétek és lápok lecsapolása.*

"Az ember későn ismerte fel, hogy ezt is túlzásba vitte."

Okok az elmúlt századok nagy láp és mocsár lecsapolására:

\*A lápos területek művelésbe vétele. Elegendő trágya és szerves anyagok utánpótlása nélkül a jó és termékeny talajok elszegényedtek. A vizes területek különösen tápanyag gazdag talajában még hasznosítható lehetőség rejtett, legfőképpen a síklápok és ligeterdők esetében. A vízfölösleg azonban korlátozta a területek használatba vételét. Ezért fogtak hozzá nagy ütemben a láplecsapoláshoz, vízszabályozáshoz. A folyók szabályozása után a laza, jól felmelegedő, viszonylag könnyen megművelhető, humuszban gazdag öntéstalajok néhány évig kiváló terméshozamot biztosítottak.

\*Egészségügyi haszon. Malária szúnyog élőhelyei voltak a mocsarak, s más veszélyes élősködőknek, pl. májmételynek.

\*Tőzeglápok esetén már emberemlékezet óta a tőzeg tüzelő anyagot szolgáltatott.

A munkálatok káros hatásai:

\*A korábbi növény és állatritkaságok számos élettere ment veszendőbe.

\*Lehetetlenné vált a csapadékvíz felesleg tartálékolása: Ahelyett, hogy a láp nagy esőzések során erősen telestívná magát, és csak lassan párologtatná el a vizet, az alcsövezett nedves terület a vizet azonnal elvezeti a patakokba. Mivel ezek medrét gyakran kiépítették, minden visszafogás nélkül küldi tovább a vizet a

folyókba, ahol lefelé száguldva többé már alig fékezhető árhullámokat idéznek elő. Napjainkban már elég két esős nap, hogy veszélyes árvíz keletkezzen, míg a nedves területek lecsapolása, patakok, folyók szabályozása előtt hasonlóan magas vízállás csak egy hétig tartó nagy esőzés után volt tapasztalható. Az öszszetört rendszer önmagával versenyez. Az emelkedő árvízveszély miatt egyre erőteljesebb gátépítkezések, mederkotrások kellene. Az emberi beavatkozások helyett, hogy az árhullámokat csillapítanák és késleltetnék lefutásukat, épp hozzá segítették ahhoz, hogy az árhullám gyakran a katasztrófa határig emelkedjen. Fordított előjellel igaz ez csapadékszegény időszakban. A talaj egyre gyorsabban szárad ki, mert eltűnt a vizes területek tároló kapacitása, amely aszály, tartós szárazság idején jól szabályozottan adagolhatná a vízfőlöset.

\* Befolyásolták a mikroklímát, és tartósan megváltoztatták: Gyakrabban jelentkeznek fagykarak, mióta hiányzik a tájból a vízraktár kiegyenlítő, fagyenyhító hatása.

\* A növények ki vannak szolgáltatva a vízellátás erősebb ingadozásának. Ezért védtelenebbek a különböző kártevőkkel szemben.

\* A táj vízháztartásába való beavatkozás következményei sokszor csak sok évvel később derülnek ki, amikor hirtelen eltűnik a talajvíz, vagy váratlan viharok elfűjják a termékeny, de túl szárazzá vált szántóföldi feltalajt.

Pl. Germán alföld: a lápok több mint 90 %-a kultúrtáj, a még fellelhető állományok is annyira zavartak, hogy alig található valamelyest is működő lápkomplexum.

Magyarországi helyzet:

Régen a folyók áradó vize, a csapadék és a talajvíz együttes hatásaként tartós vagy időszakos vizegyes területek, lápok, mocsarak keletkeztek. Magyarországon az 50- es években az országos méretű víztelenítés program keretén belül lecsapolták a Hanságot a Kis-Balaton, a Sárrétet, az Ecsedi lápot, a régi mocsarakból csak hírmondó maradt. Lecsapolt vizüket a folyókba vezették, remélve, hogy a szárazra került terület mezőgazdasági művelésbe foghatják. Megszűnt ezáltal az adott területek szűrő, tisztító hatása.

Pl. Kis- Balaton megszűnté után megszűnt a Balatonba jutó víz természetes szűrése, és tisztulása, veszálybe került a tó egyedinek számító vízminősége is. A Keszthelyi- öbölben a Zalából bejutó tápanyagok, elsősorban a foszfor hatására a biológiai més kiválásától opálos, tiszta víz zöld algalevessé vált.

### *Partvédelem*

A tószabályozások fő célja az állandó vízszint biztosítása valamint a partvédelem (a tó állandó határok közé szorítása) volt. Ezzel a tavak életében fontos szerepet játszó parti zónát sikerült alaposan megváltoztatni és lecsökkenteni, ami nagy szerepet játszott pl. a Balaton mai állapotának kialakulásában. A partvédő művek létesítésével mintegy „bebetonozták” a tavat.

### *2.3.3.3. Beavatkozások a bioszférába*

#### *Erdőirtás, fakitermelés a vízgyűjtő medence mentén*

A vízgyűjtő erdői hozzájárulnak a folyórendszer vízjárási és lefolyási viszonyainak stabilitásához, befolyásolják a mikroklímát. Hiányuk nemcsak a víz körforgalmában, hanem az ökológiai rendszerben is zavarokat okoz, továbbá lényeges szerepet játszik az áradások és aszályok formájában jelentkező természeti katasztrófákban.

A vízgyűjtő területen élő erdő szerepe:

\* Az erdő és annak talaja jelent kapcsolatot a lehullott csapadék és a folyórendszer között. Az erdő a lehullott csapadék visszatartásával és lassúbb vízáteresztésével kiegyenlítő hatást gyakorol a víz lefolyására, jelentősen csökkenti a talaj erózióját, ezzel együtt a folyó hordaléktartalmát. A vízzel telített erdő már nem tudja visszatartani a vizet, így az közvetlenül a vízfolyásba jut. A növényzetten fennmaradó víz elpárolog, így nem jut a folyóba. Jelentősen befolyásolják a klímát.

\* Az ártéri erdő csökkenti a hullámzást és az elmocsarasodást, ugyanakkor akadályozzák az ár és a jég levonulását. Az éger és a fűz gyökerei jól alkalmazkodtak a vízhez, felkészültek az áramlásra, és a kelet

kezett lyukakat gyorsan, maguktól betöltik. A jól kifejlődött parti növényzet fékezi a kisebb árvizeket, csökkenti a sebes folyás romboló erejét.

\* Az eredeti parti vegetáció a vegetációs periódusban sűrű árnyékukkal megakadályozhatják a patak vízinövényeinek túlbujánzását, a víz szabadon folyhat a medrében. A növényzet így kiszorul a vízfolyásból a két partot lepi el, megakadályozva ezzel a tápanyag- kimosódást. A mélyreható gyökerek felfogják a tápanyagokat, a felszíni dús növényzet pedig megfogja a talajt.

\* A parti fák erős gyökérzete a halak biztos búvóhelye.

Az erdőirtás következményei:

\*Talajerózió, növekvő lefolyás, ami növeli az árvízveszélyt.

\*A fakitermelés miatt a víz zavarosabb, melegebb lesz, ami már jelentős élőhely változást jelent. Például már alkalmatlan a lazacok szaporodására. Pl. USA a coho lazac előfordulásának teljes tartományában veszélyeztetetté vált.

\*Az ártéri erdők kivágása után hazánkban gyakran sűrű, eltávolíthatatlan bozót nő fel a helyén.

Magyarországi helyzet:

A Kárpátok magasabb régióiban jelentősen csökkent az erdők területe, a felső erdőhatár 100-200 méterrel lejjebb került. Az erdőket tarra vágják, felújításuk csak csemete ültetéssel oltható meg. A letarolt területek talaja erodeált, a nem szakszerű kezelések miatt a patakrendszerek tönkrementek. Mindezek hozzájárultak ahhoz, hogy először a folyók felső szakaszán, később már lejjebb is rendkívüli méretű áradások alakuljanak ki.

Magyarországon az elmúlt évtizedben hegy és dombvidékeinken a nagy mennyiségű fa elszállításához az erdőket és patakrendszert szétszabdaltó úthálózat épült. Ez is szerepet játszott az erdők vízháztartásának felborulásához. Az egyre intenzívebbé váló erdőgazdálkodás következtében az utóbbi évtizedekben csökkent a természetes és természetszerű erdők aránya és nőtt a telepített, ökológiailag kevésbé stabil erdőállomány.

Ártéri erdőink az ármentesítés után a gátak közötti hullámtérre szorultak vissza. Napjainkban a természetes erdők a hullámtereknek csupán néhány százalékát teszik ki, ott is az ültetvények dominálnak különösen a nemes nyárasok, és a nemesített fűzek. Az őshonos keményfás és puhafás ligeterdők állományai drasztikusan csökkentek. A hullámtereken tömegesen szaporodtak el, a sem természeti sem gazdasági értéket nem képviselő, tájidegen zöldjuhar, amerikai köris, gyalogakác, elvadult amerikai szőlőfajták.

*Idegen fajok betelepítése a természetes vizekbe*

A mesterségesen keltetett halak kiengedése megszokott lépés, ha ritkul a természetes állomány.

Következmények:

Megehetik a honos halakat.

Versenyezhetnek a honos fajokkal a táplálékért.

Versenyezhetnek a honos fajokkal a szaporodó helyekért.

Új betegségeket hurcolhatnak be.

Az idegen és a honos fajok kereszteződése pusztulásra ítélni, az immáron elütőnek számító honos fajt.

Az idegen faj jelenléti elfedheti az ökoszisztéma hanyatlásának jeleit.

## 2.4. A problémák "összeredménye"

### 2.4.1. A vízszennyezés hatása

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

A természetes vizekbe kis mennyiségben és ritkán jutó szennyezőanyagok általában nem okoznak kárt, mert a vizek képesek bizonyos mértékű természetes tisztulásra. A szerves tápanyagokat a növények beépítik testükbe. A szerves anyagok mikroorganizmusok tevékenysége révén lebomlanak. Ehhez a folyamathoz azonban oldott oxigén szükséges. Ha a szerves terhelés nagyon nagy és/vagy folyamatos, oxigénhiány léphet fel, ami sok élőlény pusztulását okozhatja. Ilyenkor az anaerob savas erjedés során keletkező ammónia és kén-hidrogén miatt a víz bűzösé válik. Gyakran csak hosszú évek eltelte után válik láthatóvá a szennyvízterhelés, ha pl. az élőlényekben akkumulálódó anyag kerül a vízbe. Látványos pusztulás csak akkor következik be, ha egy bizonyos koncentrációt meghalad a szennyezőanyag az élőlények testében. Ez történt Japánban is, ahol egy acetaldehid-gyárból származó higanytartalmú szennyvíz jutott a tengerbe, és a vízi táplálékláncban felhalmozódva jutott az emberek szervezetébe és sok halálos megbetegedést is okozott (Minamata-kór). Az üledékben felhalmozódó szennyezőanyagok gyakran „időzített bombaként” viselkednek, mert bizonyos esetekben (pl. a vizet az üledékig felkavaró nagy viharban) a vízből kivont anyagok hirtelen nagy dózisban kerülnek oda vissza. Igen veszélyesek a szennyvizek azon összetevői, amelyek gátolják, megszüntetik a vizek öntisztuló képességét: Savas szennyeződések. A vizek élővilágát közvetlenül pusztító mérgező anyagok. Az oxigén utánpótlást gátló a víz felületén hártját, vagy habot képező anyagok: olajok, mosószerek.

A vízszennyezés okozta károk:

Közvetlen károk: Korlátozódik a szennyezett víz hasznosítási lehetőségei. Növekednek a víz felhasználást megelőző kezelések költségei.

Közvetett károk: A természeti környezet romlása. Pusztul a vízi élővilág. Egészség károsodás. Halpusztulás, a halászati lehetőségek csökkenése. A szennyezett vízzel érintkező létesítmények fokozott korróziója. A szennyvízzel hasznos anyagok kerülnek veszendőbe. Csökkenő üdülési lehetőségek. Minőségromlás a rosszabb vízminőségű vízzel előállított termékben.

Hogyan mutathatjuk ki a vízszennyeződéset?

\*A vízbe jutó szennyezőanyagok egy része kimutatható a hagyományos vízvizsgálati módszerekkel. A vízbe került szennyezőanyagokat az analitikai kémia eszközeivel (tömegspektrométerek, gázkromatográfok stb.) már nyomnyi mennyiségben is ki lehet mutatni. Ezek igen költséges vizsgálatok.

\*A szennyezőanyagok élőlények segítségével is kimutathatóak. A szennyezőanyagokra adott válaszokat három nagy csoportra oszthatjuk:

-Akkumuláció, amikor az élőlények testükben felhalmozzák a különféle anyagokat, pl. növényvédőszeret, nehézfémeket. Az akkumulált mennyiségből következtetni lehet a vizet ért terhelésre.

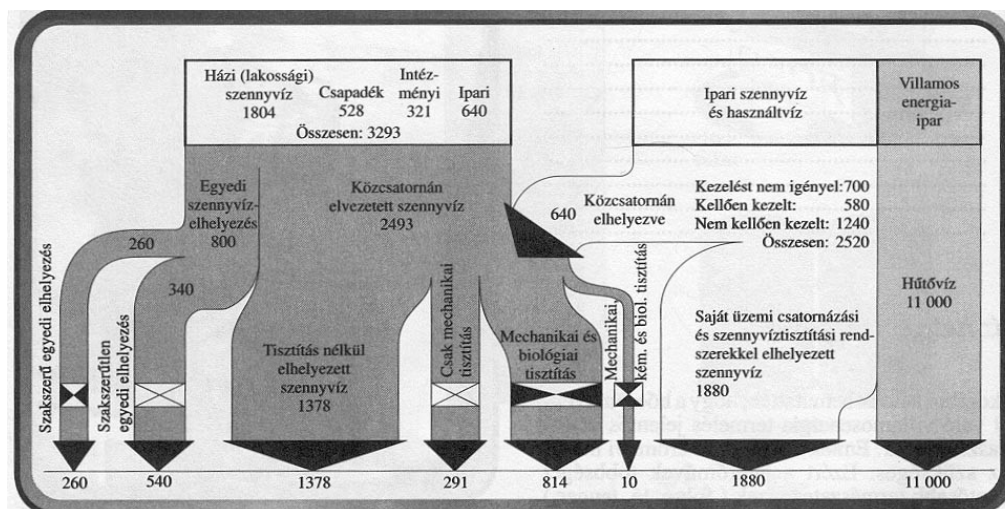
-Fiziológiai válaszreakció, amikor megváltozik. pl. a légzésszám, valamely enzim aktivitása. Erre alapozva folyamatos monitoring-rendszereket dolgoztak ki. Ilyen pl. a kagyló-monitoring, melyben a kagylók szűrő mozgásának intenzitását mérik folyamatosan. Ez igen érzékeny jelzés, pl. nehézfém szennyezés után néhány perccel már jellegzetes változások figyelhetők meg a kagylóhéjak nyitás-zárás min-tázatában.

-Egyes fajok eltűnése, bizonyos fajok megjelenése egy adott vízben (negatív, illetve pozitív indikátorok).

A vízszennyezés nemzetközi helyzete: Újjonnan iparosodó országokban egyre nő a folyó szerves és ipari szennyezettsége, és a víztisztítást sokszor teljesen elhanyagolják. Pl. Kelet- Ázsiában a vízkészletek pusztulása a legsúlyosabb környezeti probléma. A kevésbé fejlett országokban a népesség egyre nő, a hulla

dékkezelés lényegében nem is létezik., így itt legáltalánosabb a vizek szerves szennyezettsége, a vizek fertőzöttsége.

Magyarországi helyzet: 6. Ábra. 3. Táblázat.



Mivel a friss szennyvíz kémhatása semleges, ez kedvező körülményeket teremt a lebomlási folyamatokhoz

| A csatornavíz jellemző szennye |               | Középtérték | Alsó            | Felső | Egy lakostól, kb.<br>mg/l |
|--------------------------------|---------------|-------------|-----------------|-------|---------------------------|
|                                |               | mg/l        | határérték mg/l |       |                           |
| Lebegő                         | szerves anyag | 250         | 100             | 400   | 233,3                     |
| Oldott                         |               | 425         | 250             | 600   |                           |
| Oldott ásványi anyag           |               | 400         | 200             | 600   |                           |
| Összes foszfor                 |               | 15          | 10              | 20    |                           |
| Ammónia                        |               | 30          | 25              | 35    |                           |

6. ábra. Magyarország napi házi és ipari szennyvízkibocsátása, tisztítása, elhelyezése

3. Táblázat. Magyarországi iparágak éves szennyezőanyag kibocsátása tonnában

| Miből/hová     | Élővizekbe | Közcsatornába | Összesen |
|----------------|------------|---------------|----------|
| Olajok, zsírok | 5300       | 1500          | 6800     |
| Ammónia        | 10000      | 1000          | 11000    |
| Ólom           | 1,7        | 11            | 12,7     |
| Cink           | 110        | 34            | 144      |
| Kadmium        | 2,7        | 8,4           | 11,1     |
| Króm           | 22         | 43            | 65       |
| Réz            | 12         | 15            | 27       |

### 2.4.2. A természetes vizek állapota

A természetben az ember beavatkozása nélkül is megváltozhatnak, esetleg átalakulhatnak a vizes élőhelyek, pl. a tavak feltöltődnek, lápok, mocsarak kiszáradnak. Ezek azonban mindig hosszú idő (legalább évtizedek) alatt lejátszó folyamatok, melyekhez az élővilág alkalmazkodni képes. Ez nem azt jelenti, hogy ugyanazok a fajok élnek tovább az adott területen, hanem az új, megváltozott élőlényközösség is változatos fajösszetételű és stabil lesz, ellentétben az emberi tevékenység hatására megváltozó – degradálódó – élőhelyekkel, amelyekre általában néhány faj nagy egyedszáma a jellemző. Az emberek általában nem tudják, mennyire sérülékenyek az édesvízi környezetek. Az édesvízi rendszerek gazdagabbak, veszélyeztetettebbek az átlagosnál. Az összes állatfaj 12 %-a, az ismert halfajok 41 %-a él édesvizekben. Az utóbbi években az édesvízi halfajok 1/5-e halt ki, vált fenyegetetté, veszélyeztetetté.

4. Táblázat. A probléma kettős: Egyrészt igen nagy a kipusztult és a veszélyben lévő fajok száma, másrészt a fajok eltűnésének gyorsasága jóval meghaladja a természetes kihalási sebességet. Biodiverzitási hiányban élünk: gyorsabban pusztítjuk ki a fajokat, mint ahogy a természet újakat tud teremteni.

4. Táblázat. Az édesvízi halak állapota és veszélyeztetők egyes kiválasztott területen

| Terület        | Ismert édesvízi halfajok száma | Kihaltak aránya % | Veszélyeztetettek aránya % | Főbb veszélyek  |
|----------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------|---|
| Globális       | 9000                           | 20                | 20                         |   |
| Amazonas       | 3000                           |                   |                            | Élőhely pusztulás   |
| Ázsia          | 1500                           |                   |                            | Élőhely pusztulás   |
| Észak- Amerika | 950                            | 4                 | 36                         | Élőhely pusztulás, idegen fajok                           |
| Mexikó         | 200                            | 8                 | 60                         | Küzdelem a vízért, környezetszennyezés                    |
| Európa         | 193                            |                   | 42                         | Élőhely pusztulás, környezetszennyezés                    |
| Dél-Afrika     | 94                             |                   | 63                         | Élőhely pusztulás, környezetszennyezés, küzdelem a vízért |
| Viktória tó    | 350                            | 57                | 43                         | Idegen fajok  |

#### 2.4.2.1. Az óceánok állapota

Az óceánokat érintő legsúlyosabb problémák:

\* Az óceánok legjelentősebb, s legsérülékenyebb övezetét a parti övezetet igen nagy terhelés éri. Parti övezetek jelentősége többrétű. A sós és az édesvíz között fontos fizikokémiai kölcsönhatások játszódnak le. Itt a legélénkebb a biológiai produkció, ami táplálja a tengeri életet. A 240 ezer négyzetkilométernyi tengerparti mangrove erdő sok halfaj, értékes, ritka élőlény élettere. A parti területen zajlik a világ halászatának 100%-a. A parti náddal és ciprussal teli mocsarak szintén biológiai szempontból gazdag területek. A parti övezetet ért szennyezéseknek így igen súlyosak a következményei.

A folyók torkolatában megnövekedett a lerakódó üledék mennyisége az emberi tevékenységeket követő erózió, erdőirtás következményeként, a vízgyűjtő területen történő szennyezések miatt pedig az üledék gyakran tartalmaz szennyező anyagokat. A bejutó anyagok vagy termékenyebbé teszik a parti övezetet, vagy a mérgező anyagok beszennyezi azt. A partmenti városok szennyvízbeocsátása a parti vizek eutrofizálódásához vezethet, ami megváltoztathatja az eredeti plankton összetételt. A tömeges plankton pusztulás aztán oxigén fogyáshoz vezet, ami halpusztulást eredményezhet. A bejutó szennyvíz kórokozókat tartalmazhat, így gyakran le kell zárni a strandokat, s be kell szüntetni a kagylóhalászatot, mert a kagylók szöveteikben feldúsítják a kórokozókat

Tengerparti szemétkerakás, szemétegetés. Parti bányászat, hajóbalesetek: 20 milliárd tonna oldott és lebegőanyag kerül a parti övezetbe. Műanyagpalackok, edények csomagolóanyagok a partokon, tengerek felszínén. A madarak, halak, vízi emlősök halálát okozhatják azáltal, hogy élelemnek nézik, vagy belegabalyodnak. Gyakran helyeznek el veszélyes hulladékokat part menti felhagyott bányák területén, ami az esetek legnagyobb részében a hulladék bomlása, oldódása miatt a talajvíz szennyezését okozhatja, leiszivárog a part menti övezetbe. Ezek a bányagödrök csak megfelelő szigeteléssel alkalmasak hulladéktárolásra. Az éghajlat melegedésének (üvegházhatás) egyik következménye a világtengerek szintjének emelkedése lesz. Már néhány méteres vízszintemelkedés is olyan sűrűn lakott vidékeket árasztana el, mint a Holland-mélyföld, a Mexikói-öböl, s számos értékes part menti területet semmisítene meg.

\* A szennyeződések már jelentkeznek a teljes tengeri és óceáni ökoszisztémában. Nagy gondot jelent az olajszennyezés, ami különösen a fő víziutak mentén jelentik a kisebb-nagyobb olajfoltok állandó jelenlétét. A világ olajtermelésének 0,1 %-a kerül évente az óceánokba, mintegy 5 millió tonna. Mivel a tengervízben csekély a tápanyag mennyisége, az itt élő baktériumok igen lassan képesek csak lebontani a kőolajat. Az olaj elpusztít többféle plankton, halat, madarat, tengeri emlőst. Forrása: olajfinomítók a ten-

gerpartokon, folyótorkolatok közelében, tartályok szivárgása, véletlen olajömlés, olajszállító tankhajók katasztrófája.

Potenciális szennyező források a mélytengeri hulladék lerakóhelyek, melyek főleg az Atlanti-óceán európai partjai mentén találhatók. 1949-1970 Az országok hordókba és tartályokba zárva az óceánok mélyre süllyesztette a radioaktív hulladékát.

Jelentős mennyiségű szennyezőanyag jut a tengerekbe a partok mentén a szárazföldről, pl. az Arab-tengerbe, a Japán-sz. körüli tengerbe. Az óceánok szállítják a hulladékot, szennyező anyagot. Így eredetileg nem szennyezett területek is elszennyeződnek. Sok nehezen lebomló mérgező vegyszer már szétterjedt a tengeri ökoszisztémában pl. PCB vegyületek, DDT, nehézfémek.

\*Tengerek esetében a túlhalászás, ami az állományok csökkenéséhez vezet. Az Északi-tengeri hering-állomány a 60-as évek végére olyan súlyosan károsodott, hogy bár a 70-es évek végén Nagy-Britannia megtiltotta a halászatot, az állomány máig sem regenerálódott. A halászat igen veszélyes következménye az akaratlan halfogás, amikor a lehalászni kívánt fajok mellett tömegével fognak ki és pusztítanak el egyéb, gyakran védett fajokat. Az atlanti olajzöld cserepesteknős állománya a Mexikói öbölben 30 éven belül 40.000-ról 400-ra csökkent.

#### 2.4.2.2. *A felszín alatti vizek állapota*

Keveset tudunk a talajvíz minőségéről, kivéve azokat a helyeket, ahonnan rendszeresen vizet nyerne. Míg a folyó és tavak szennyeződése megfordítható folyamat, a talajvízé nem. Mivel a talajvíz nem érintkezik a levegő oxigénjével, a lebontó baktériumok nem képesek a lebontásra, így csekély az öntisztulási képessége. Pl. Európában és az, USA-ban a vizsgált kutak 5- 10 %-ban a nitrát koncentrációja meghaladja az ajánlott 45 milligramm /litert.

Magyarországi helyzet:

Felszín alatti vízkészletek minősége, az ivóvíz felhasználási lehetősége alapján: 25-30 % I. osztályú. Csak biztonsági fertőtlenítést igényel (karsztvizek, egyes parti szűrősű és rétegvizek). 75% II. osztályú, ezek 80-90 %-a magas vas és mangántartalma, 15%-a nagy gáztartalma (robbanásveszélyes metán) 5-10 % -a arzéntartalma miatt kezelendő. Falvaink 15-20 %-ban a talajvíz nitrát tartalma 50-200 mg/l közötti, néhol 1000 mg/l is elér. (Az ivóvíz szabvány szerint elfogadható: 20 mg/l, tűrhető 40 mg/l.)

#### 2.4.2.3. *A felszíni vízfolyások állapota*

A természetes állapotú folyórendszerekre az adott földrajzi elhelyezkedés, geológiai, és éghajlati feltételek mellett a dinamizmus, a stabilitás és a folytonosság a jellemző. Mivel a folyóvizek a társadalmak számára is nélkülözhetetlen igényeket elégítenek ki, az ember beavatkozik a vízi rendszerek életébe. Ezen beavatkozások döntő többsége a folyórendszer természetétől idegen hatású. Minél erősebb ez a hatás annál messzebb kerül egymástól a természetes és a mesterséges rendszer. A beavatkozások pedig egyre drasztikusabbak: A vízgyűjtő egyre sűrűbben lakott. A vízügyi beavatkozások a forrásvidékekig hatolnak fel. Az árvízvédelmi töltések, vízlépcsők megszüntetik a természetes összeköttetést a vízgyűjtővel. Az intenzív erdőgazdálkodás következtében a forrásvidék erdeinek, talajának, és patakrendszerének eróziója felerősödött. A vízgyűjtő területén nő a települések, és mezőgazdasági területek kiterjedése, valamint az infrastruktúra telepítése.

A mesterséges rendszer nemcsak nincs tekintettel a folyó természetére, de önmagában véve sem egységes természetű. Az egyre inkább intézményesülő beavatkozások térben és időben elszigeteltek. A beavatkozások nincsenek tekintettel a folyó természetére, lokálisak, rendszertelenek, hiányzik a vízgyűjtő szintű nemzeti és nemzetközi integráció.

Ha már bizonyos műszaki létesítmények megépültek (töltések, csatornák, zsilipek, vízlépcsők) ott is maradnak, és minden további beavatkozás már csak ezek figyelembe vételével történhet. A folyórendszer egyre inkább eltávolodik természetes állapotától, stabilitása gyengül, folyamatossága megtörik, ökológiai rendszer sérül és megváltozik.

Magyarországi helyzet:

Az elmúlt 15 évben a vízkészlet zömét kitevő, külföldről eredő vízfolyásaink minősége az országba történő belépéskor változatlan, vagy romlik.

A Kárpát-medencei folyók forrásvidékének többsége hegyvidéken található, a patakrendszer vize tiszta. A hegyek lábainál található nagyobb települések, ha a kommunális és ipari szennyvizüket a folyóba vezetik drasztikus vízminőség-romlást idéznek elő, amely a folyó középső, de alsó szakaszát is érintheti. Pl. (Szamos- Kolozsvár, Maros- Marosvásárhely, Fehér- Körös- Brad, Begán- Temesvár, Hernád- Kassa, Zagyva- Hatvan, Tisza- Rahó, Técső, Huszt, Latorca- Munkács, Ung- Ungvár)

A középső és alsó szakaszokra már szennyezett víz érkezik, ahol a nagyobb lakosságú települések és ipari centrumok szennyvizei tovább terhelik a folyót, amelyek ezen a szakaszon inkább a tűrhető, vagy szennyezett kategóriába tartoznak. Nagyobb folyóink közül a Duna, Szamos és a Maros a legszennyezettebb.

Néhány folyónk állapota:

Duna: Rajka feletti vízgyűjtő területén 34 millió ember él. 200-500 liter a személyenként termelt napi szennyvíz mennyisége. A németországi területen számos ipartelep található. Pl. ingolstadti olajfinomító. Az osztrák ipar több mint kétharmada különösen az acélművek és nitrogénipari üzemek települtek a Duna mellé. Magyarországi területen a Duna mellékfolyói a Vág, Garam, Nyitra, Ipoly Szlovákia iparosodott területeiről cukorgyárak, olajfinomítók, papírgyárak, vegyi üzemek szennyezőit hozzák magukkal. Különösen a Vág szennyezett. Rajta keresztül a Dunát olyan szennyezés éri, hogy csak Budapest előtt lesz olyan vízminőségű, mint a határon történő belépéskor. Budapesten a folyó olyan nagy szervesanyag terhelést kap (1 millió köbméter napi átlagos szennyvíz), hogy a folyó öntisztuló képessége nem képes vele megbirkózni a határig. A folyó Hercegszántón szennyezettebben távozik, mint ahogy Rajkánál érkezett. Duna szakasz egyéb szennyezői: Győr, Dunaújváros. Duna iszapjában található nehézfémek 1 méterig 1 kg iszapban: 0,38 mg higany, 1,0 mg kadmium, 95 mg ólom, 6,4 g vas, 210 mg mangán

A Duna vízében ma kb. 10-szer több alga van, mint 1960-ban. 1 köbméter Duna vízben kb. 10 milliárd alga van, ami meleg időben meg is duplázódhat.

Tisza: A korábban tiszta vízű Tisza vízminősége folyamatosan romlik. Bár a belépő víz minősége még első osztályú, mivel valamennyi mellékfolyójának (Szamos, Kraszna, Sajó, Maros) vize szennyezett III. osztályú, így a határon kilépő Tisza vize már csak II. osztályú.

Szamos: Kolozsvár kommunális és ipari szennyvize a folyóba jut, amely a város alatt fekete vízű, oxigénben szegény szennyvízcsatornává válik. Az alsóbb szakaszon a szerves anyagok mineralizálódnak, szervesetlen növényi tápanyagok keletkeznek. A Magyarországra beérkező vízben a tápanyagokon feldúsult algatömeg érkezik. Ezt ugyan hígítja a Tisza vize, de nyári melegben, kis víz idején a tiszalöki erőmű miatt lelassuló, felmelegedő vízben a nagy tömegben jelenlévő algamennyiség leülepszik, elpusztul, s a bomlása jelentős oxigénhiányt okozhat. Ilyenkor a rákok kimásznak a vízből, a halak megpróbálnak elhúzódní erről a szakasról.

Maros: Középső szakaszán igen komoly ipari eredetű nehézfém szennyezés (réz, cink, króm, nikkel, ólom, kadmium, higany) éri a folyót. A szennyezett szakasz medréről kipuóznak a kagylók, csigák, a nehézfémek felhalmozódnak az iszapban is.

## 2.5. Néhány probléma megoldási lehetősége

A nemzetközi egyezmények és a belső szabályozások egyre inkább környezetünk olyan módon történő megóvása irányába mutatnak, hogy utódaink legalább ilyen minőségű erőforrásokhoz jussanak, mint a mostaniak.

A 70-es években Meadows és munkatársai világmodelljeikből arra a következtetésre jutottak, hogy a gazdasági növekedést meg kell állítani az akkori szinten. A növekedés azonban tovább folyik.

Az 1988-ban készített Brundtland-jelentés (Közös jövőnk) harmonikus, fenntartható fejlődést tűz ki célul. Ez azt jelenti, hogy a gazdasági tevékenységeket a környezettel harmóniában kell megtervezni és megvalósítani. A természetes erőforrások felhasználási módját környezetkímélővé kell változtatni. A fogyasztási szintet olyan mértékűre kell csökkenteni, ami az ökológiai rendszerek állapotát nem rontja, de az alapvető emberi szükségleteket az egész világon kielégíti. A megújítható erőforrásokat csak olyan mértékben szabad kihasználni, hogy azok megújulhassanak, sőt gyarapodjanak. Figyelni kell a globális hatásokra.

A hidroszféra esetén cél a vízkészletek mennyiségének és minőségének megőrzése. Ehhez összehangolt nemzeti- nemzetközi tevékenységre lenne szükség, melynek során valamennyi folyó és tó vízgyűjtőjében a társadalmi-gazdasági és a környezetvédelmi szempontokat egyeztetni kell, a hosszú távú közös érdekek alapján.

### **2.5.1. A vízkészletek mennyiségi megőrzése**

"Ha a hatékonyságban rejlő előnyöket csupán a még nagyobb fogyasztás támogatására használjuk, soha nem kerülünk közelebb egy fenntartható világhoz"

Sandra Postel

#### **2.5.1.1. Szemléletváltozás**

Politikai szemléletváltozás: A vízkészletek minőségének és mennyiségének megőrzése érdekében világszerte erőfeszítéseket tesznek. Számos konferencia zajlott le az elmúlt évtizedben. Pl. 1992 január Dublin- elvi állásfoglalás, 1992 riói világcsúcs- Agenda 21 vízügyi fejezete, 1993 Világbank vízgazdálkodási irányvonalak. De az eredmények sajnos eddig még nem megfelelőek. Számos védekezési alapelvek a múlt tapasztalataiból származik, és jól ismert. Alkalmazásuk mégis késedelmet szenved. Ezek az alapelvek pl.:

Összehangoltság: Valamennyi folyó és tó vízgyűjtőjében a társadalmi- gazdasági és környezeti szempontokat úgy kell egyeztetni, hogy az emberi települések, az ipar, az energiatermelés, a mezőgazdaság, az erdő, a halászat és a vadállomány egymás mellett élhessen, működhessen.

Együttműködés: országos és államközi szinten egyaránt. Ezt nehezíti, hogy a különböző feladatokat más- más intézményeknek adják ki. Pl. a vízellátás, víztisztítás más- más minisztériumhoz tartozik.

Vízgazdálkodási projekteknél szemléletváltás.

Ezek az irányelvek hasznosak ugyan, de hiányoznak belőlük a konkrétumok: Milyen egy fenntartható vízgazdálkodási jövő? Melyek azok a kritériumok, célok, amelyek alapján lemérhetjük, hogy haladunk a fenntartható vízgazdálkodás felé? Melyek azok a politikai eszközök, gyakorlati lépések, amelyekkel a kívánt cél felé lehet kormányozni a vízgazdálkodást? Eme stratégia lényege magának a fenntarthatóság összes alapvető célja:

Ökológiai sértetlenség (legelső, legfontosabb lépés): Talajvízkészlet esetén a fennmaradás viszonylag nyilvánvaló, a vízkivétel nem haladhatja meg a természetes utánpótlódást. A folyók fenntartható használata már bonyolultabb kérdés. Hogy pontosan mennyi vizet kellene a folyómederben hagyni az több tényezőtől is függ: évszaktól, a folyó élővilágának élőhely-szükségletétől, a rendszer hordalék és sóháztartásától, a helyi lakosok mekkora értéket tulajdonítanak a halászatnak, üdülésnek, különböző a folyó egyedi tulajdonságaitól. De még az is kellően biztosítaná a folyórendszer egészségét, ha akár a kezdetleges minimális áramlási mennyiséget állapítanának meg a közepes és az alacsony vízállású időszakokra.

Néhány pozitív példa: 1992 végén USA törvény a kaliforniai Central Valley-ből évente 987 millió köbméter vizet kell tovább engedni a halak és a vadvilág élőhelyeinek fenntartására. 1994 Kalifornia megállapodás korlátozza az édesvíz mennyiségét, amelyet el lehet vonni a San Franciscói öböl deltavidékétől és folyótorkolatától. Aral tó környéke a Világbank által koordinált program révén- mocsarak, mesterséges tavak létesítése az Amur- darja deltájában.

Hatékonyság: Mivel a vízügyi fejlesztés hajlamos magánkézbe juttatni a hasznot, s a közösségre terhelni költségeket, a legtöbb vízfogyasztó kevés indítást érez a takarékoskodásra. A vízhasználat jelentős támogatásával a kormányok azt a hamis üzenetet juttatják el az emberekhez, hogy van elég víz,

lehet pazarolni, még akkor is, ha folyók száradnak ki, halászterületek omlanak össze, és fajok halnak ki emiatt. Pl.: USA Talajhasznosítási Iroda öntözési programjának építési költségeinek 86 %-át az állam támogatta. A létesítményekből származó vizet a nyugati városok is felhasználták, mértéktelenül alacsony vízdíjat fizetve ezért. Ez hozzájárult a nyugati városok mértéktelen felduzzadásához, a farmerek pazarló vízhasználatához. Mivel a világon felhasznált víz 2/3 -ért a mezőgazdaság felel, a támogatás egész kis csökkentése jelentős mennyiségeket szabadíthat fel, a földművesek hatékonyabb vízfelhasználásával. Pl. USA Texas északnyugati része- új öntözési technológiák, módszerek bevezetése- 20-25 %-kal csökkentette a vízfogyasztást

Méltányosság.

A részvételen alapuló döntéshozatal.

Néhány politikai eszköz, gyakorlati lépés a stratégia megvalósítására:

\*Vízárúsítás- piacosítás: Ott, ahol a törvények, a kulturális normák és az infrastruktúra lehetővé teszi a piacosításnak megvannak az előnyei: Az új duzzasztóművek, elterelések helyett a városok, farmerek készleteket vehetnek meg másoktól, amely a tulajdonosokat a hatásfok növelésére serkenthet. Lehetővé teheti, hogy magánszervezetek, kormányhivatalok vízhasználati jogot vásároljanak, s helyreállítsák a vízi környezetet.

\* Készletkimerítési adó: Különösen jól alkalmazható talajvíz kiszivattyúzás, vagy a foszilis víztartó rétegek kimerítése esetén.

\*A takarékosagra ösztönző intézkedések: Pl. Nyugat -Texas kis kamatozású kölcsönök víztakarékos öntözési berendezések vásárlására.

A kormányok hatékonysági előírásai, szabványai: Pl. USA szabványok a lakások vízvezetékvezetésére. (zuhanyok, WC lehúzó.)

Vízgazdálkodási szemléletváltás: A vízkészlet bővítése helyett a hatékonyabb vízfelhasználást kell szem előtt tartania. A készlet növelése a legdrágább megoldás, s csak elodázza a válságos helyzetet. A modern vízügyi létesítményeket igen egyszerű képlet alapján hozták létre: felbecsülték a vízigényt, a felépítették az azt kielégítő létesítményt. Figyelmen kívül hagyták a természeti világ bonyolultságát, az emberi méltányosságot, több fajjal kapcsolatos megfontolásokat, a jövőendő nemzedékek jólétét.

### 2.5.1.2. Gyakorlati lehetőségek

#### *Hatékonyabb öntözés*

A világátlatot tekintve az öntözővíznek csak 37 %-át veszi fel a termés, a többi veszteségnek tekinthető, a kimerülő vízkészletek serkentették számos a mezőgazdaság vízhasznosítását javító intézkedés, technológiai megoldás megszületését. 5. Táblázat.

## 5. Táblázat. Az öntözővíz termelékenységének növelési lehetőségei

| Csoport      | Lehetőség, illetve intézkedés   |
|--------------|---|
| Műszaki      | <ol style="list-style-type: none"><li>1. A földfelszín kiegyenlítése az egyenletes vízelosztás érdekében</li><li>2. Árasztásos öntözés a vízelosztás javítására</li><li>3. Hatékonyabb öntözőgépek a víz egyenletesebb elosztására</li><li>4. Kis energiafelhasználású precíziós permetező berendezések használata a párolgás és a szél okozta veszteségek csökkentésére</li><li>5. Öntözőárkok védelme töltéssel a talajba szűrődés javítására és az elfolyás csökkentésére</li><li>6. Csepegtető öntözés a párolgási és más vízveszteségek csökkentésére, valamint a termés hozam növelése érdekében</li></ol>  |
| Gazdálkodási | <ol style="list-style-type: none"><li>7. Az öntözés ütemezésének javítása</li><li>8. A csatorna-műveletek hatékonyságának javítása, megfelelő időzítéssel</li><li>9. Öntözés a termés hozam szempontjából kritikus időben</li><li>10. Vízmegőrző talajelőkészítési és művelési módszerek alkalmazása</li><li>11. A csatornák és berendezések jobb karbantartása</li><li>12. A szennyvizek és alvizek újrafelhasználása</li></ol>  |
| Intézményi   | <ol style="list-style-type: none"><li>13. Vízfelhasználói szervezetek létrehozása a gazdálkodók intenzívebb bevonása és a vízdíjak összegyűjtése érdekében</li><li>14. Az öntözési támogatások csökkentése és/vagy megtakarítás-ösztönző árrendszer bevezetése</li><li>15. Törvényes keretek létrehozása a hatékony és igazságos vízpiac érdekében</li><li>16. A magánszektor vidéki infrastruktúrájának és a hatékony technológiák terjesztésének támogatása</li></ol>   |
| Agonómiai    | <ol style="list-style-type: none"><li>17. Nagyobb erőfeszítések a képzés és terjesztés területén</li><li>18. Az egy liter elpárologtatott vízre vonatkoztatva nagy hozamot adó fajták kiválasztása</li><li>19. Köztes termés termesztése a talajnedvesség maximális kihasználására</li><li>20. Az éghajlati viszonyoknak és az adott vízmennyiségnek jobban megfelelő termények termesztése</li><li>21. Olyan termesztési sorrend alkalmazása, ami a talajviszonyoknak és a víz sótartalmának megfelelő legnagyobb hozamot eredményezi</li><li>22. Szárazságtűrő termények termesztése azokon a helyeken, ahol kevés a víz vagy az ellátás bizonytalan</li><li>23. Hatékony vízhasznosítású fajták nemesítése</li></ol> |

### 2.5.2. A vízminőség védelme

#### 2.5.2.1. Szemléletváltás

A jövőben a fő cél nem a szennyezett víz megtisztítása kell hogy legyen, hanem a szennyezés megakadályozása (környezetkímélő technológiákkal), valamint a szennyezett vizek helyreállítása. Új technológiák bevezetésével csökkenteni kell a felhasznált víz mennyiségét, de a vízbe juttatott szennyezőanyagok mennyiségét és veszélyességét is.

Politikai szemléletváltás:

\*Nemzetközi egyezmények: Már több példa van nemzetközi egyezményekre, melyek célja a szennyezőanyag kibocsátás csökkentése, illetve növekedésének megállítása. Ilyen pl. a Londonban 1972-ben elfogadott Egyezmény a hulladékok és más anyagok lerakásából eredő tengeri szennyeződések megelőzéséről, vagy a Helsinkiben 1992-ben elfogadott Egyezmény az országhatárokat átlépő vízfolyások és nemzetközi tavak védelméről és használatáról. (Az egyezmények elfogadása és hatályba lépése között általában néhány – esetleg több mint 10 év telik el.)

\*Szennyezésvédelmi programok kidolgozása: Pl. az UNEP már tíz beltenger szennyezésvédelmi programját dolgozta ki.

Vízgyártási szemléletváltás: A szennyezés megakadályozásának, a már szennyezett vizek helyreállításának előtérbe kell kerülnie a tisztítási módszerek kidolgozásával szemben. A vizet szennyező anyagok számának növekedésével a vízkezelési eljárások egyre bonyolultabbak és drágábbak lesznek. Az ivóvíz tisztítására költött pénzt inkább a szennyezők vízbejutásának a megelőzésére kellene fordítani. Az ipari szennyvizet nem közvetlenül a kibocsátásnál kell megtisztítani, hanem inkább visszavezetésre és hasznosításra kell a pénzt fordítani.

#### 2.5.2.2. Gyakorlati lehetőségek

*Az ipari szennyvíz és a kommunális szennyezések elleni védekezés*

\*A szennyezést megszüntető technológiai módosítások.

\* A szennyezést csökkentő technológiai módosítások: Iparban pl. a szuperfoszfát gyártásánál keletkező fluorvegyületek szilárd alakban leválasztó eljárás. Galvanizálásnál az öblítővizek ciántartalmának csökkentése visszacsepegtetéssel. Savas és rézpácolatok gyakori regenerálása. Ciános zsírtalanítás helyett szerves oldószerek használata, azok visszanyerése. Vágóhidaknál száraz feldolgozás. Etilén-oxid előállítás közvetlen oxidációval. A háztartásokban az alkalmazott kemikáliák tudatos megválasztásával (pl. foszfátmentes mosóporok) csökkenthető a szennyvízbe kerülő anyagok veszélyessége.

\*Technológiai módosítások a víztakarékosság érdekében: Az egyenes (átfolyó) vízhasználat helyett többszörös (soros) vagy ismételt (forgatott) vízfelhasználás. Vízhűtés helyett léghűtés. (Heller- Forgó féle léghűtő)

\*Értékes anyagok visszanyerése a szennyvízből: Burgonya feldolgozásnál a keményítőt élesztőgombává fermentálják. Szennyvíziszap szénporát tüzelőanyagként hasznosítják. Pácvizek tisztítása helyett újbóli felhasználás, a fémek visszanyerése.

\* Szennyvíztisztítás: A használat során szennyeződött vizek végső elhelyezésére két lehetőség adódik: az élő vizekbe, vagy a talajba vezetéssel juttatni vissza a természetes körfolyamatba. Mindkét közeg rendelkezik öntisztuló képességgel, de a növekvő szennyvízmennyiséggel már nem tudnak megbirkózni, ezért szükséges a szennyvizek ártalmatlanítása. Ennek a feladatnak az első lépése a szennyvíz összegyűjtés és eltávolítása az ember környezetéből, a második lépés a szennyvizek olyan mértékű tisztítása, hogy a végső elhelyezésük ne jelentsen veszélyt az élővizek vagy a talaj élővilágára, öntisztulási viszonyaira, de mindenek előtt a vizeket és a talajt használó emberre.

- A szennyvizek összegyűjtése: Általában csatornázás útján történik. Előnyei, hogy a zárt csőrendszer megóvjaa a talajt és a talajvízből nyert ivóvizet a szennyeződéstől, fertőzéstől.

Városi szennyvíz esetén: Városainkban a házi szennyvizeket egyesített rendszerű csatornahálózat gyűjti össze, míg az elválasztó rendszerben a csapadékvizeket külön hálózat vezeti el. Az egyesített rendszer előnye, hogy nehezen dugul el, mivel az esőzések időről- időre átmosják a hálózatot. Hátránya, hogy a berendezéseket bővebbre kell tervezni, s így is előfordulhat nagyobb záporok esetén túlterhelés, amely tisztítás nélkül kerül a befogadóba. Az elválasztó rendszer nemcsak a település változásait képes rugalmasabban követni, hanem a csapadékvizek bővizű befogadóba különösebb kezelés nélkül bevezethetők.

Ipari szennyvíz esetén: Az ipartelepeken a különböző típusú szennyvizek részére célszerű külön csatornahálózatot építeni. Míg a hűtő és csapadékvizek általában közvetlenül a befogadóba vezethetők, a technológiai és kommunális szennyvizeket tisztítani kell. A tisztítást központi telepen történő megvalósítása szakszerűbb kezelést biztosít, ugyanakkor különböző technológiai szennyvizek összekeverése kedvezőtlen lehet. Ilyenkor a technológiákhoz közvetlenül kapcsolódó, üzemben belüli szennyvízkezelés kerül előtérbe. Ezzel elősegíthetik, hogy eltávolítsák a központi telep működését zavaró komponensek eltávolítását, értékes anyagok nyerhetők így vissza.

## -A szennyvíztisztítás

A hagyományos szennyvíztisztítás szakaszai:

| Fokozat                     | Tisztítással elérendő cél  |
|-----------------------------|--|
| 1. mechanikai tisztítás     | – nagyobb méretű szennyezőanyagok felfogása rácson;<br>– zsír- és olajszenyezések eltávolítása;  |
| 2. biológiai tisztítás      | – finom lebegőanyag leüleptítése (derítés);<br>– szervesanyag-eltávolítás,<br>– nitrifikáció (mikroorganizmusok segítségével);   |
| 3. fizikai-kémiai tisztítás | – finom lebegőanyag eltávolítás;<br>– foszforeltávolítás;<br>– nitrogéneltávolítás -denitrifikáció<br>– oldott szervesanyag eltávolítás;<br>– baktérium- és vírusmentesítés;<br>– sótalánítás. |

A bemutatott három fokozattal a háztartási szennyvizek teljes körű tisztítása elvégezhető. A kisebb településeken azonban általában csak az 1. és 2. fokozat működik, tehát a befogadóba általában magas szervesanyagtartalmú víz kerül. Városi szennyvíznél a fő probléma a magas szerves anyag tartalom, ami erjedésre, rothadásra hajlamos. Ennek eltávolítása többnyire mikroorganizmusok által irányított oxidatív lebontás, amely aerob körülmények között zajlik. A biológiai folyamat hatásosságát azonban csak a mechanikai és kolloid szennyeződések előzetes eltávolításával lehet biztosítani. Az ipari szennyvíztisztítás alapját is ez a rendszer képezi, de ezt speciális módszerekkel egészítik ki a különböző üzemek tevékenységének megfelelően.

Nem hagyományos szennyvíztisztítás:

Alkalmazása: Napjainkban még csak akkor alkalmazzák a nem hagyományos szennyvíztisztítás különböző módozatait, ha a településen nincs csatornahálózat, minden ház/ingatlan saját kisberendezéssel oldja meg szennyvizének a kezelését, illetve ha a településen ugyan kiépült a csatornahálózat, de a szennyvíztelep költségmegtakarítás gyanánt valamely természet-közeli technológiával működik.

Technológiák:

\*Egyszerű egyedi szennyvíztisztítók

Oldómedencék: Tulajdonképpen csak előtisztítást végeznek. Feladatuk a szennyvíz tárolása, és üleptése, miközben a szennyvíz anaerob módon bomlik, a szennyvíziszap pedig anaerob módon stabilizálódik. Egy vízzáró monolit, vasbeton, vagy műanyag falú kétkamrás medence a műszaki megvalósítása.

Kisberendezések: Az oldómedencék kiegészítéseként tartalmaznak valamely módszerrel levegőztetett medencét, utóüleptítőt, s sokszor lehetőség van a vegyszeres foszforeltávolítására is. Pl. SINGULAIR, PURATOR.

\*Szikkasztó rendszerek: A szennyvíz befogadója a talaj, a talaj öntisztuló képessége végzi el a szennyvizek lebontását. A szennyvíz úgy szívárog keresztül a talajon, hogy nem tölti ki annak hézagterfogatóját, így aerob viszonyok között történik meg a talajszemcsék felületén megtapadó mikroszervezetek révén a lebomlás.

Hagyományos szikkasztó rendszerek: szikkasztó árkok, szikkasztó mezők, aknás, kutas átszivárogtatás.

Alternatív szikkasztó rendszerek: elsősorban akkor alkalmazzák, ha nem lehetséges a hagyományos eljárások valamelyikét felhasználni (pl. magas a talajvíz, domborzati adottságok): váltakozó üzemű homokszűrők, recirkulációs szemcse- töltetű szűrő, kiemelt szikkasztó rendszer.

\*Nyárfás öntözés, szántóföldi szennyvízelhelyezés.

\*Épített vízínövényes rendszerek: Mindazon mesterségesen kialakított helyek, ahol különböző vízinövények és több-kevesebb víz a talaj felett és/vagy alatt együttesen alkot egy olyan életteret, amely hatékonyan felhasználható szennyvizek tisztítására. A rendszerben számos fizikai, kémiai és biológiai folyamat végbemenetele során tisztul a víz: ülepités, szűrés, aerob, anaerob mikrobiológiai bontás, nitrifikáció, denitrifikáció, növényi felvétel, talaj adszorpció. 6. Táblázat

6. Táblázat Az Épített vízínövényes rendszerek eltávolítási mechanizmusa.

| Szennyező anyagok     | Eltávolítási mechanizmusok   |
|-----------------------|--|
| Lebegőanyagok         | Ülepítés<br>Szűrés   |
| Oldott szervesanyagok | Aerob mikrobiológiai lebontás<br>Anaerob mikrobiológiai lebontás   |
| Nitrogén              | Ammonifikáció és nitrifikáció<br>Denitrifikáció<br>Növényi felvétel<br>Talaj/közeg adszorpciója<br>Ammónia elillanása a légtérbe |
| Foszfor               | Ammónia elillanása a légtérbe<br>Növényi felvétel  |
| Nehézfémek            | Adszorpció és kation-csere<br>Csapadékképződés<br>Növényi felvétel<br>Mikrobiológiai oxidáció/redukció                           |
| Patogének             | Ülepítés<br>Szűrés<br>Természetes kihalás<br>Ragadozás<br>UV-sugárzás<br>A vízínövények gyökereiből antibiotikumok kibocsátása   |

Ez a rendszer ugyan jóval nagyobb területet igényel, mint a hagyományos szennyvíztisztító telep, de olcsóbb a kivitelezése, üzemeltetése, nem igényel vegyszert, nincs szükség gépi berendezésekre. Jobban elviseli a szennyvíz mennyiségi és minőségi változásait. A tulajdonképpeni tisztítást végző vízínövények, amennyiben a szennyvíz nem tartalmazott nehézfémet újrahasznosíthatók: állati takarmány, cellulóz-, papírgyártás.

Típusaik:

Növény élettere szerint:

Vízből kiemelkedő, mocsári növényes (nád, gyékény, sás)

Vízfelszínen úszó, lebegőhinaras (békalencse, vízi jácint, vízigázló)

Alámerült, hinaras (süllőhínár, átokhínár)

A víztest elhelyezkedése szerint:

Talajfelszín felett (is), nyílt vízfelszínű

Talajfelszín alatt, gyökérmezős

Talajfelszín felett és alatt is egyaránt áramlik

Vízáramlás iránya szerint:

Vízszintes vízáramlású vagy átfolyású

Függőleges vízáramlású vagy szivárgású

\*Élőgépek: A természetközeli szennyvíztisztítási technológiák legújabb generációja. Tulajdonképpen az eleveniszapos technológia és az épített vízinövényes rendszerek kombinációja. Levegőztetett reaktorok sokaságából állnak, amelyekbe 2-3 ezer fajból álló élőlény közösséget telepítenek: Baktériumokat, algákat, növényeket, csigákat, kagylókat, rákokat stb. Nagy tisztítási hatékonyságú, kis helyigényű, önszabályozó, kevés gépészeti berendezést igényel, kevesebb a keletkezett fölös iszap mennyisége a hagyományos eleveniszapos eljárásához képest. A technológia mind kistelepülés, mind nagyváros esetében nagy hatékonysággal alkalmazható. A jövőben tervezik olyan hajókon is a kiépítésüket, amelyeket eutrofizálódott felszíni vizek kezelésére használnának.

### *A mezőgazdaság okozta vízszennyezések csökkentése*

A mezőgazdaság műtrágya, növényvédőszer felhasználásának vízkímélő megoldásai: Gyorsan bomló és kisebb mértékben mérgező szerek alkalmazása. Szigorú ellenőrzés. A szükségtelenül kiszórt felesleg elkerülése. Szabályozott, és mértéktartó alkalmazás: A megfelelő helyen és időben.

### **2.5.3. A természetes vizek megóvása, új vizes élőhelyek teremtése. A vízi élővilág védelme.**

"Biodiverzitási hiányban élünk: gyorsabban pusztítjuk ki a fajokat, mint ahogy a természet újakat tud teremteni

#### *2.5.3.1. Szemléletváltás*

Politikai szemléletváltás:

\*Nemzetközi egyezmények: A tengerek és óceánok védelme érdekében pl. a Genfben 1958-ban elfogadott Egyezmény a nyílt tengeren folytatott halászatról és a tengeri élővilág megőrzéséről.

\*A területfejlesztés vegye figyelembe a táj jellegzetességeit, a természeti értékek megbecsülését, ösztönözzön egy természet és környezetbarát magatartásforma kialakulását.

Vízgazdálkodási szemléletváltás:

\*Beavatkozások visszafordíthatósága: A táj természetháztartásába való beavatkozások mindig kockázatot jelentenek, ezért az átalakításokat úgy kellene megtervezni, és végrehajtani, hogy szükség esetén vissza lehessen állítani az eredeti állapotokat.

\*Integrált vízgazdálkodási és ökológiai hálózat: Elméletileg nem kétséges, hogy a természetvédelmi és vízgazdálkodási problémák megoldását azok összekapcsolásában kell keresnünk. A vízügyi ágazat keresi azokat a megoldásokat, amelyekkel a túl sok víz elvezetése és tározása folyómedren kívül megoldható. Míg a természetvédők a természeti területek védelmével, rehabilitációjával, valamint azok összekapcsolásával és ökológiai hálózattá fejlesztésével kívánják óvni a biológiai sokféleséget. Vízyűjtőkön, különösen a síkságokon a természetes vízfolyásokon kívül számos olyan hely található, amely alkalmas vagy alkalmassá tehető a víz fogadására, és többirányú mozgására: holt és mellékágak, öntöző és belvízcsatornák, halastavak, bel és véstározók, mocsarak, természetes mélyedések, volt ártéri területek. Ezek összekapcsolásával és integrált hasznosításával olyan hálózat alakítható ki, amely hozzájárulhat mindkét törekvés kielégítéséhez.

Pl. A Ramsari egyezmény " nemzetközi jelentőségű vízi világ " koncepciója vizes refúgiumok hálózatának kialakítását tervezi. Ez magába foglalná egész Európát és Északnyugat- Afrikát is. Ezek a területek a természet megőrző bankjait jelentené. Különösen fontos ez a vízimadarak számára, akik így vándorlásuk során megfelelő madárvártakat találnának.

\*Az árvizek szerepének átgondolása: Az árhullám a folyók életében nem zavarjelenség, inkább fontos eltérés a megszokott hidrológiai állapottól, vagyis az árvizek megakadályozását kell zavarjelenségnek tekinteni. A folyórendszerek biológiai és fizikai jellemzői dinamikus egyensúlyi állapotban vannak egymással. Sok rendszer alkalmazkodott a természetesen előforduló évszakos áradáshoz, amit az ember hirtelen terhelésváltozásnak nevez. Pl. Sok halfaj az ártéren rakja le ikráit, ott nevelkednek fel a kicsinyek. Az

ártér táplálék bőségét kihasználva tartják fenn magukat. Számos növény áradáskor csírázik, és veszi fel a frissen oldott tápanyagokat. A költöző vízimadarak is az áradásos időszak bőségére hagyatkoznak. Az árvizek révén marad fenn a fizikai, biológiai kapcsolata folyó és a környező ártér között, ami mindkettő termékenységét, változatosságát őrzi.

Lakossági szemléletváltozás:

Egy toleránsabb magatartásforma elfogadása, és gyakorlása a vízi világ védelme érdekében.

Nem minden vizet kell teljes terjedelmében mindenki számára hozzáférhetővé tenni:

Nem kell teljes partszakaszt lefoglalni és táj szabad bejárására jogot formálni tekintet nélkül a szabadon élő állatokra és növényekre:

A vadász mondjon le a nemzetközi jelentőségű vizekről.

A horgász maradjon távol a ritka madarak költési területéről.

A kiránduló fészkelési, költési időben ne zavarja a nádas partokat.

A fürdőzők ne menjenek be minden csendes öblbe.

### 2.5.3.2. Gyakorlati lehetőségek

A vizes élőhelyek megóvásánál, rehabilitációjánál a következő lehetőségek vannak:

- prezerváció: a szukcessziómenet kedvező környezeti feltételeinek biztosítása.
- konzerváció: a kedvező állapot rögzítése.
- rekonstrukció: a kívánt korábbi állapot elérése a meglévő maradványok felhasználásával. Renaturálásnak is nevezik, amennyiben a rekonstrukció fő célja az eredeti természetes élővilág visszatelepülése.
- rehabilitáció: új élőhely teremtése. Nyomtalanul eltűnt, de a terület ősi elemeihez tartozó élőhelyek megteremtése.

A rekonstrukció lehetőségei különböző természetes víz típusoknál.

Dagadóláp: több ezer, százezer év szükséges, hogy újra kialakuljanak. Emberi időmértékkel nem lehet őket újrateremteni, ha már túl nagy rombolást végeztünk bennük.

Síklápok: megszüntethetők, elzárhatók a levezető árkok, alcsovök. Néhány évnek, talán évtizednek kell eltelnie, míg a változás észlelhető, de a folyamat minden bizonnyal bekövetkezik.

Folyókák: A legtöbb más tájelemnél gyorsabban regenerálódnak, több esély van a renaturálásra is, mivel egy erős dinamika szabályozza őket. A renaturálást érdemes a patakokon, kisebb folyókon megkezdeni, itt még a szakmai kényszer nem olyan nagy, a szükséges földek megszerzésének költsége kisebb. A legnagyobb folyók is renaturálhatóak vagy alakítható úgy, hogy a természet újra helyet kapjunk bennük. A renaturálódáshoz szükséges változtatások:

\*Visszatérés az eredeti állapotba, ahol ez egyáltalán lehetséges. Szerencsére akadnak korabeli térképek a szabályos előtti állapotokról.

\* A folyómedernek, amennyire csak lehetséges ismét meg kell közelítenie az eredeti vízfolyás hosszát, akkor a patak, vagy folyó magától fog ismét egyensúlyba jönni.

\*A mederprofil változatosan kell kialakítani, vagy hagyni, hogy a szabad hordalék lerakódással magától létrejöjjön. Sekély gyorsan elárasztott területeknek kell váltakoznia mélyebb, lassabban víz alá kerülő részekkel.

\*A part gránit, vagy beton helyett inkább élő fallal legyen megerősítve. Azaz a természetes kísérő parti vegetációval.

\*Lehetőséget kell teremteni a holtágak, árterek újra aktiválódására. A nagy fölöslegben érkező víznek lesz újra természetes tározói, szabályozói az aszályos időszakokban. A lefolyás egyenletesebb lesz. Ikrázóhelyek a folyómenti békáknak, halaknak. Költőhelyek a vízimadaraknak.

\*Ahol csekély a lehetőség a folyómeder eredeti állapotának visszaállítására, ott bizonyos országokban megoldási lehetőségnek tekintik tározómedencék létesítését a folyón:

Léteznek olyan víztározók, amelyeket hosszan elnyúló szigetvidékek, oldalágak, öblök, csendes vízű zónák kuszasága alkot, a benne lakók pedig igényes vízimadarak. Az ilyen típusú tározótavak csak a sza

bályozatlan folyók esetében jelentenek ökológiai szempontból kedvezőtlen beavatkozást. A szabályozott, többé-kevésbé alaposan csatornázott folyókon jó technológiai kivitelezést feltételezve jelentékeny regenerálódáshoz, javuláshoz járulhatnak hozzá. Az ilyen típusú tározó épp fordított szerkezetű, mint a már korábban említett ún. fordított körte alakú tározóé. Itt a keskeny rész fekszik a zsilip előtt, s a medence a tározófejnél szélesedik ki körte alakúra, ott éri el a legnagyobb szélességet. Ilyen formánál csak a sekély zóna van maximálva, s nem a mélység. Előnyei, hogy több nedves biotóp keletkezik, a tározómedence fő felülete jól el van látva oxigénnel, mert a víz ott sekély, ahol a szél és a hullámok gyarapíthatják a víz oxigéntartalmát. A bemosódott szerves vegyületekből keletkező, vagy bemosódott növényi tápanyagokon felszaporodó növényeket ősze az alacsony vízállásnál learathatják. A bemosódott nyers talaj, humusz egyenletesen oszlik meg a befolyásnál, ahol delta képződik, s ez benépesülhet egy igazi vízi világgal. Ha a zsilip előtt a mélyzónában az iszap mégis felhalmozódna úgy a megfelelő adagban a folyón le lehet engedni. Ha csak rövid időre nyitják ki a zsilipet, az olyan erősen szív, hogy az iszapot is magával ragadja. Nincsenek áramlás és sodrásmentes öblök. Így jobb marad a vízminőség.

Mivel legnagyobb mértékben az édesvízi, mocsári fajok életterét pusztították, az a kevés védett terület, amely ezen fajok túlélését hivatott biztosítani Közép- Európában túl kicsi ahhoz, hogy a renaturálási szándékkal épülő tározókat az üdülőüzemnek, vadászatnak, horgászatnak áldozzák fel. Van elég víz, amit az üdülőipar úgyis teljesen birtokába vett, és amiben a renaturálás belátható időn belül lehetetlennek tűnik.

Renaturálási céllal az Inn folyón létesítettek már tározótavakat. Három építési típussal próbálták elérni a kívánt eredményt:

Feltöltődési típus: Alkalmazásával ott érhető el rövid időn belül látványos eredmény ezzel a tározó típussal, ahol a folyó igen termékeny, magas a lebegőanyag tartalma: Pl. Inn alsó folyásán létesített tározó. Az Inn az Alpokból nagyon sok finoman lebegő anyagot szállít magával (gleccsertej). A természetközeli állapot gyorsan helyreállt. A 30 km hosszú duzzasztott területen 20-30 év után a folyószakasz 80-90 %-a renaturálódik. A duzzasztott területet úgy tervezik, hogy az legnagyobb kiterjedését a folyó természetes alsó teraszán érje el. Így árvízkor az előtött területeket bekapcsolják a duzzasztott területbe. Az ilyen víztározó széles kiterjedésűek, és sekélyek. Az erőműhöz közel szilárd oldalgátjaik vannak, a folyásnál felfelé már lemondanak a magas gátakról, a természetes meredek partokat használják határként. Három szakaszra tagolódnak: Fő tározóterület az erőmű előtt. Egy rövid szakasz mindig is nyílt tározótó marad, mert a turbinákba ömlés előtt a víz áramlási sebessége túl magas ahhoz, hogy itt szigetek alakuljanak ki. Sziget és feltöltődési zóna: homokpadok, öblök szigetek alakulnak ki, amelyek a tavon belül egy deltát képeznek. Idővel a szukcesszióval ezek a szigetek benépesülnek. Az erőműtől a legtávolabb eső szigetek a legidősebbek, ezeken gyakran teljesen természetközeli állományok alakultak ki. Tározófej: a folyó itt még gyorsan áramlik.

Árvízkor az erózió elszállítja a homokpadokat, a szigetek lebomlanak, az árvíz levonulásakor újra az építő folyamatok jutnak túlsúlyba. Összeségében azonban alig változik valami, mert helyreállt az egyensúly.

Túlfolyásos tározó: Alkalmazás szabályozott, kimélyített folyók esetén, amelyek kevés hordalékot szállítanak, feltöltődésre kevésbé hajlamosak. Pl. Inn folyó felső szakaszán. Itt a gátakat az erőmű előtt alacsonyan tartják, alig emelkednek a környező táj felé. A vízjárást nagyon alacsony szinten tartják, ami megfelel a közepes vízhozamnak. Tulajdonképpen tározómedence nincs is. Úgynevezett túlfolyási helyeket tartanak fenn, amelyek ott találhatóak, ahol a szabályozás előtt az oldalágak eredtek. Az árvizet ezeken a túlfolyási helyeken a ligeterdőkbe terelik, alacsony és közepes vízállásnál az oldalágak holtágakká válnak. A szabályozás után a szárazsággal küzdő ligeterdők így újra regenerálódnak.

Szigetes-öblös tározó: A szigeteket, öblöket már a tározóterület építésénél úgy alakították ki, hogy a nagyobb feltöltődés miatt néhány év alatt gazdag életközösségek keletkezessenek. Pl. Landau-Isar tározómedence

Magyarországi helyzet:

\*Hazánkban is születtek olyan területfejlesztési programok, amelyekben már hangsúlyosan szerepelnek a folyóvölgyek és más vizes területek:

Alföld program: Az Alföld rövid és hosszú távú tájvédelmi és tájhasznosítási koncepció kialakítása: kunhalmok védelme, holtágak, természeti területek, ősgyepek, ökológiai folyosók feltérképezése. Meg-

alakult a Körös-Maros Nemzeti Park, Bodrogzug és a Szatmár- Beregi sík Tájvédelmi Körzet. Tisza tó térségére rendezési terv készült.

Holtág program: A Kárpát- medencei holtágak egyedülálló természeti értékek. Ezért javaslat született a hasznosításukra, a természeti értékekkel rendelkező élőhelyek védelmére, az arra érdemes holtágak rehabilitációjára. A kiemelkedő természeti értékeket őrző holtágak, az ún. szentélyek állami kézbe kerültek. (167 Tisza- völgyi, 50 Duna völgyi 50 hektárnál nagyobb holtág van.)

\*Ramsari Egyezmény történő csatlakozás: Magyarország 1979. április 10.-én csatlakozott az Egyezményhez. Hazánk földrajzi fekvéséből következően a vonuló madarak útvonalában az egyik legfontosabb európai állomás. Vízi élőhelyeinken vonulási időszakban többszázszorosára nő a madarak száma. Az Egyezmény jegyzékébe 13 vizes területünket vették fel. 7. Táblázat.

7. Táblázat. A Ramsari Egyezmény jegyzékébe felvett vizes területeink

| A vizes terület elnevezése  | Területe ha |
|---|-------------|
| 1. Szaporcai Ó-Dráva- meder Természetvédelmi Terület  | 257         |
| 2. Velencei Madárrezervátum Természetvédelmi Terület és Dinnyési Fertő Természetvédelmi Terület   | 965         |
| 3. Kardoskúti Természetvédelmi Terület  | 488         |
| 4. Mártélyi Tájvédelmi Körzet   | 2232        |
| 5. A Kiskunsági Nemzeti Park területéből a Kiskunsági Szikes Tavak elnevezésű egység  | 3903        |
| 6. A Pusztaszeri Tájvédelmi Körzetből a szegedi Fehér-tó. A labodári és a saséri fokozottan védett tiszai árterek, a Csajtó, a Baksi Nagylegelő, valamint a pusztaszeri Büdösszék fokozottan védett része   | 5000        |
| 7. A Hortobágyi Nemzeti Park területéből Angyalháza, Pentezug és Zám puszták, a Hortobágyi Halastó, valamint a HNP-hez csatlakozó területek közül a Tiszafüredi Madárrezervátum Természetvédelmi Terület és az Egyek-pusztakócsi Mocsarak Természetvédelmi Területből a Jusztus-Feketerét és a Hagymáslapos | 15000       |
| 8. A tati Öreg-tó az október 1. és április 30. közötti időszakban   | 269         |
| 9. A Fertő tó Tájvédelmi Körzetből a fokozottan védett területek a szárhalmi erdő kivételével   | 2870        |
| 10. A Balaton az október 1. és április 30. közötti időszakban   | 59800       |
| 11. Kis-Balaton Tájvédelmi Körzet   | 14745       |
| 12. A Tokaj- Bodrogzugi Tájvédelmi Körzetből a Bodrogzugi terület   | 3872        |
| 13. Az Ócsai Tájvédelmi Körzetből a Tőzegbánya- tavak, az Öregturján és az azt övező területek  | 1078        |

## Irodalomjegyzék

1. Barati Sándor (szerk.): A hidroszféra problémái. Ökológiai Intézet a Fenntartható Fejlődésért Alapítvány, Miskolc, 1994
2. Barati Sándor (szerk.): Globális problémák. Ökológiai Intézet a Fenntartható Fejlődésért Alapítvány, Miskolc, 1994
3. Borsy Zoltán (szerk.): Általános természetföldrajz. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1993
4. Dr. Nádai Magda: Földanyai gondok. Móra Könyvkiadó, 1995
5. Dr. Paál Tamásné: Természet és környezetvédelem. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996
6. Elődi Pál: Biokémia. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1980
7. Hamar József: Lesznek-e még folyóink. Természet romlása a romlás természete. Föld Napja Alapítvány, 2000, 67. oldal
8. Hevesi Attila: Természetföldrajzi kislexikon. PannonKlett Kiadó, Budapest, 1997
9. Jarnet N. Abramovitz: Édesvízi ökoszisztémák fenntartása. A világ helyzete 1996, Föld Napja Alapítvány, Budapest, 60. oldal.
10. Josef Reichholf: A vizek világa. Magyar Könyvklub, Természetkalauz sorozat, Budapest, 1998
11. Juhász István, Patkós Mária, Somló István (szerk.): Hazánk Környezeti állapotának mutatói. Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium, 1994
12. Makádi Mariann: Környezetünk természetföldrajza. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1997
13. Marczsisák Viktória: Nem hagyományos szennyvíztisztítás. Optimális technológiák kiválasztásának stratégiája. Vituki Consult Rt. Budapest, 2000
14. Moser Miklós, Pálmai György: A környezetvédelem alapjai. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1992
15. Papp Sándor: Szervetlen kémia. Tankönyvkiadó, Budapest, 1983
16. Patrice Maubourguet (szerk.): Larousse a természet enciklopédiája. Glória Kiadó, 1993
17. Sandra Postel: Az öntözéses földművelés átalakítása. A világ helyzete 2000, Föld Napja Alapítvány, Budapest, 44. oldal.
18. Sandra Postel: Fenntartható vízgazdálkodási stratégia kialakítása. A világ helyzete 1996, Föld Napja Alapítvány, Budapest, 40. oldal.
19. Schmidt Hajnalka (szerk.): Édesvizek. Világ Természetvédelmi Alap Magyarországi képviselő, Budapest 1999
20. Széky Pál: Ökológiai kislexikon. Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, 1983
21. Zámboi Zoltán (szerk.): Alisma. Hegyvidéki Tavainkért Környezetvédelmi Egyesület, Miskolc, 1998