

Tanulmányok

Sallai Ferenc

A Sajó vízminősége, hosszú távú védelme

A rendszerváltásig eltelt négy évtizedben Borsod-Abaúj-Zemplén megyét, ezen belül is elsősorban a Sajó-völgyét a nehézipar hegemóniája jellemezte. Az '50-es évek ipartelepítésére általánosan jellemző volt a magas fajlagos anyag- és energiafelhasználás, mely pazarló vízhasználattal, aránytalanul nagy hulladéktermeléssel és szennyező anyag emisszióval párosult. Ilyen körülmények között egyes vízfolyások olyannyira elszennyeződtek, hogy azok többcélú felhasználásra alkalmatlanná váltak.

A Sajó az az állatorvosi ló, amelyen az elmúlt évtizedek vízszennyezéseinek valamennyi tünete jól tanulmányozható. A Sajó demonstratív vízfolyás ma is, de már nem az akut (pl.: cianid), vagy a krónikus (pl.: nehézfém) szennyezés tüneteit, hanem a gyógyulás egyértelmű jeleit mutatja. Hogy milyen stációkon ment keresztül ez a jobb sorsra érdemes folyó, az elmúlt 30 év vízvizsgálati eredményeinek változása, a vízi ökoszisztéma állapota és a fenékiszap nehézfém tartalma jelzi.

A Sajó vízgyűjtője, hidrológiája

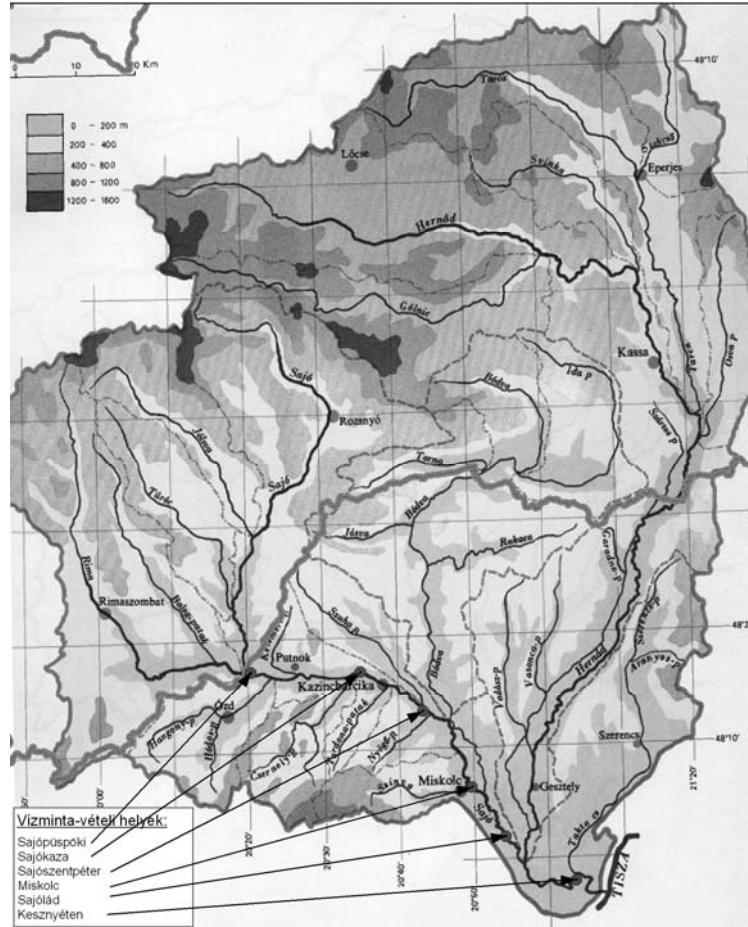
A Sajó a Szlovákiai Érc-hegységben 1300 m B.f. magasságban a Királyhegyből ered. Vízgyűjtője a Kárpát-medence északi részén a Dunajec, a Bodrog, a Tisza, az Eger, a Zagyva, az Ipoly, a Garam, a Vág vízválasztója által közrezárt terület (1. ábra). Nagysága 12.708 km², melynek egyharmada 4214 km² esik magyar területre. A folyómeder hossza 223 km, ebből a hazai folyószakasz 131 km. A folyó az országhatárt Sajópüspökinél lépi át és Kesznyéten után torkollik a Tiszába. Jelentősebb hazai mellékvízfolyása a Bódva és a Hernád. A Hernád Ónodnál ömlik a Sajóba, amelynek vízgyűjtőterülete csaknem azonos a Sajóéval. A Sajó Q_{aug} 80 %-os vízhozama 5,7 m³/s.

A folyó középszakasz jellegű, meanderező, esése a Hernád torkolatig viszonylag nagy (50-70 cm/km), onnan a torkolatig fokozatosan csökken. Az egységes beágyazott főmeder a Bódva és a Hernád torkolatánál felhalmozott hordalékkúpon bomlik fel és válik sekély mélységűvé. Ennek megfelelően morfológiailag két különböző típusú víztestre különül el. A Bódva torkolattól felfelé *6. típus: dombvidéki, meszes hidrogeokémiai jellegű, durva mederanyagú, nagy vízgyűjtőjű folyó*; a Bódva torkolattól lefelé *13. típus: síkvidéki, meszes hidrogeokémiai jellegű, durva mederanyagú, nagy vízgyűjtőjű folyó*.

Az ország medence jellegéből adódóan a felszíni vízfolyások tekintetében is tranzit ország vagyunk. A Sajó és mellékvízfolyásai (Bódva, Hernád) vízgyűjtő területének kétharmada szlovák területre esik, így a vízgazdálkodás helyzete alapvetően mind mennyiségi, mind minőségi szempontból döntően a szomszédos (felvízi) országban tett beavatkozásoktól (készletelvonásoktól és szennyezésektől) függenek (1. ábra).

Ipartelepítések, a folyó elszennyezése

A Sajó az '50-es évek elejéig az ország halban egyik leggazdagabb folyója volt, és mint a Tisza halbölcsőjét tartották számon. Az ötvenes évektől üzemek egész sorát telepítették a folyóvölgybe, Kelet-Szlovákiában épp úgy, mint nálunk.



1. ábra: A Sajó-folyó vízgyűjtő területe
Forrás: Vízrajzi atlaszból saját szerkesztés

Ózdtól Tiszaújvárosig két nagy vaskohászat, két vegyipari üzem, gépgyár, drótygyár, papírgyár, üvegyár, hőerőmű, szénmosó, (hogy csak a legnagyobbakat említsük) vezette nem vagy alig tisztított szennyvizet a Sajóba. Ózdról a Hangony-patak közvetítésével magas olaj és vasre, Kazincbarcika térségében magas só, ammónia és higanytartalmú szennyvíz mellett jelentős lebegőanyag és hő-szennyezés is érte a folyót. A Bábony-patakon keresztül szerves vegyipari eredetű és kadmium szennyezések jutottak a Sajóba, melyhez Miskolc térségében vaskohászati és gépgyári olajos, a drótygyári galván jellegű valamint papírgyári szennyvizek társultak.

A nagyarányú ipari fejlődés addig soha nem tapasztalt városiasodással járt együtt. A vízigények ugrásszerű növekedésével sem a szennyvízcsatornázás, sem a szennyvíztisztítás nem tudott lépést tartani. Nyílt a közműöllő. Miskolc kommunális szennyvizei például a kilencvenes évek közepéig biológiai tisztítás nélkül kerültek bevezetésre a folyóba, melynek mennyisége a '80-as években megközelítette a napi 100 ezer köbmétert.

A Sajó ilyen körülmények között rövid agonizálás után szinte a teljes hazai szakaszon „holt” vízzé vált. A folyó Európa egyik legszennyezettebb vízfolyása lett.

Vízminőségi hossz-szelvény vizsgálat (1974)

Hogy mennyire nem túlzóak ezek megállapítások, vizsgálatok támasztják alá. Egy 1974-ben (WHO segítségével) elvégzett vízszál-követéses vízminőségi hossz-szelvény vizsgálat alkalmával például a határszelvényt átlépő víz oldott oxigén tartalma nulla volt, és az Sajócecegig, a Bódvápatak torkolatáig nem változott. A Bódva hígító hatására az oxigén koncentráció ugyan 3,0 mg/l érték közelébe emelkedett, de Miskolcnál az erősen szennyezett Szinva befolyásánál ismét jelentősen csökkent. Számottevő javulás csak a Hernád befolyásánál következett be. Azonban a torkolati szakaszon még így is csak alig 5 mg/l koncentrációt ért el.

A határszelvényben a víz *dikromátos oxigénfogyasztással (KOIcr)* jellemezhető *szerves szennyezettsége* megközelítette a 300 mg/l értéket, ami megfelel egy közepesen szennyezett nyers kommunális szennyvíznek. A szerves szennyezettség csak a Bódva befolyása után csökkent számottevően, miután a víz oldott oxigén tartalma elérte a 2-3 mg/l körüli értéket. A javuló tendenciát Miskolc térségében, az erősen szennyezett Szinva visszavetette. Az öntisztulási folyamatok, és a Hernád hígító hatása együtt eredményezte, hogy a KOI a torkolatig 40 mg/l körüli értékre csökkent.

Az *ammónium ion* koncentráció a határszelvényben 7 mg/l volt, amely Kazincbarcikánál a BVK műtrágyagyári szennyvizeinek hatására 22 mg/l fölé emelkedett. A vizet ezen kívül magas sótartalom (600-900 mg/l), lignin-szulfonsav tartalom és rostos lebegőanyag tartalom jellemezte. A Sajó ilyen mértékű szennyezettségét elsősorban a Gömörhorkai Papírgyár (szlovákia) szennyvizei okozták, melyet a már említett hazai ipari szennyezések még tovább fokozták.

A Sajó vízminőségében először a '80-as években észleltünk jelentősebb javulást a vízminőségi beavatkozások (szennyvíztisztítók építése, ipari technológiák korszerűsítése stb.) hatására, melyet a magasabb rendű élő szervezetek, a halak elszaporodása is jelzett.

A folyó hazai szakaszának vízminőségét elsősorban a határszelvénybe érkező víz minősége határozza meg. Ez igazolódott be, amikor 1990. decemberében a papírgyár leállítását követően szinte egyik napról a másikra ugrásszerű javulás következett be. A határszelvénybe érkező víz minősége ettől az időponttól a jellemző vízminőségi mutatók többségénél tartósan kedvező (I-II-III. o.) állapotot mutatott.

Ebben az időszakban a hazai ipari üzemek többségére is a gyors leépülés volt jellemző. A korábbi szennyező iparágak fokozatosan megszűntek. Amelyek talpon maradtak szennyezőanyag kibocsátásukat azok is jelentősen csökkentették.

A Sajó vízminőség-változása (1975-2005)

A Sajó vízminőségének rendszeres vizsgálata a hatvanas évek elején kezdődött. 1990-től a felszíni vizek monitorozását az Észak-magyarországi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség végzi jól felszerelt, akkreditált laboratóriummal az ún. törzshálózati vizsgálatok keretében. Az adatok 1975-től elektronikus adatrögzítőn vannak tárolva.

Vizsgálati és értékelési módszer

A vizsgálatok az 1994. január 1-jén hatályba lépett „Felszíni vizek minősége, minőségi jellemzők és minősítés” című MSZ 12 749 szabvány alapján történik. A szabvány a vizsgált komponenseket mutatócsoportokba sorolja: A: oxigénháztartási jellemzők; B: tápanyagháztartási jellemzők; C: mikrobiológiai jellemzők; D: mikroszennyezők és toxicitás; (D1: szerves mikroszennyezők; D2: szerves mikroszennyezők; D3: toxicitás; D4: radioaktivitás); E: egyéb jellemzők.

Minden egyes vízminőségi komponens éves adatsorát külön-külön kell értékelni a 90 %-os összegzett relatív gyakoriságú érték alapján. A szabvány öt vízminőségi osztályt különböztet meg: *I. osztály: kiváló víz; II. osztály: jó víz; III. osztály: tűrhető víz; IV. osztály: szennyezett víz;*

V. osztály: erősen szennyezett víz. A szabvány a Sajó folyón törzshálózati mintavételi helyként a folyó 6 szelvényét: Sajópüspöki-, Sajókaza-, Sajószentpéter-, Miskolc-, Sajólád- és Kesznyéten közötti hid szelvényét jelölte ki. A mintavételek gyakoriságát évi 52-szeri (hetenkénti) alkalomban állapította meg.

A Sajó vízminőségének részletes kiértékelését egységesen a jelenleg érvényes szabvány alapján végeztem el három (Sajópüspöki, Sajószentpéter és Sajólád) szelvényre, melyek jól reprezentálják a folyó hazai szakaszának vízminőség változását.

A vízminőség Sajópüspökinél

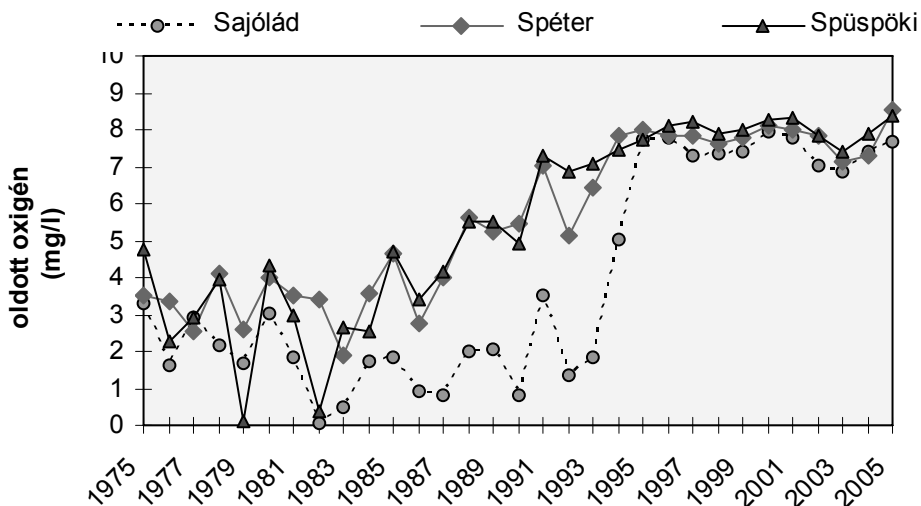
Oxigénháztartási mutatók

Az *oldott oxigén tartalom* és *oxigén telítettség* tekintetében 1986 előtt szennyezett, erősen szennyezett (IV-V. o.) volt a Sajó, általában 2-4 mg/l éves koncentrációk voltak jellemzőek, de nullához közelítő értékek is előfordultak. 1986-tól folyamatos javulás figyelhető meg (III. o.), majd 1990. december végétől, a Gömörhorkai Papírgyár leállítását követően folyamatosan kiváló (I. o.), volt a vízminőség (7-9 mg/l). (2. ábra)

A *biokémiai oxigénigény* (BOI₅) alapján a folyó 1990-ig erősen szennyezett volt. Ezt követően tűrhető (III. o.), majd 1995-től a biológiailag könnyen bontható szerves szennyezőanyag tartalom 6 mg/l alá csökkent, amely alapján jó minőségű (II. o.) lett.

A *permanganátos oxigénfogyasztás* (KOI_{ps}) tekintetében 1990-ig a folyó erősen szennyezett (V. o.) volt, a biológiailag bontható szerves anyag tartalom 50-100 mg/l között változott. 1991-től jelentős javulás volt megfigyelhető, a vízminőség jó és tűrhető (II-III. o.) értékek (10-22 mg/l) között változott.

A *dikromátos oxigénfogyasztás* (KOI_d) értékei 1990-ig 100-250 mg/l között változtak (V.o.), ezt követően a 20 – 30 mg/l körüli koncentrációk már jó és tűrhető vízminőséget jeleztek (3. ábra).



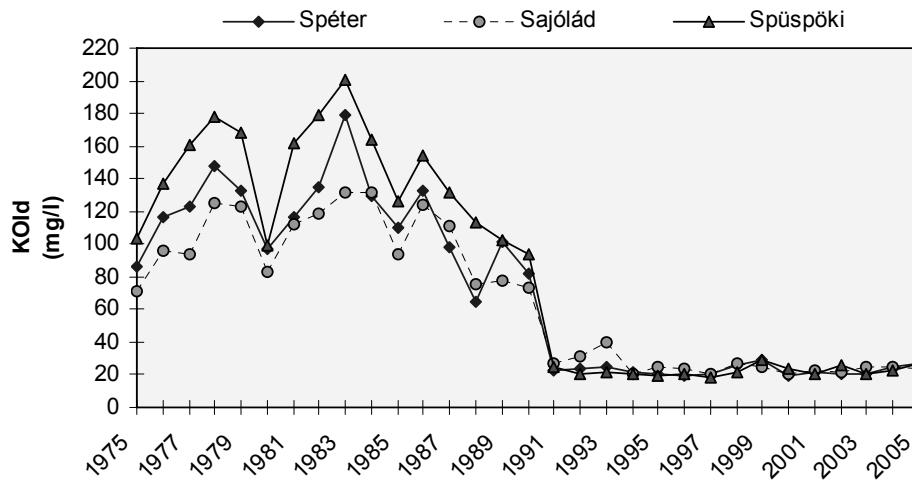
2. ábra: A Sajó oldott oxigén tartalmának változása (1975 – 2005)

Forrás: saját szerkesztés

A *szaprobítási index* értékei is hasonlóan alakultak, 1991-ig folyamatosan szennyezett (IV. o.) értéket mutatott, majd ezt követően tűrhető (III. o.) lett.

Az oxigénháztartási mutatók egészét figyelembe véve megállapítható, hogy a 80-as évek közepétől javulás volt tapasztalható a határszelvényben. 1990 végétől viszont a változás

ugrásszerűen, egyik napról a másikra következett be. A javulás az eltelt 15 évben is tovább folytatódott.

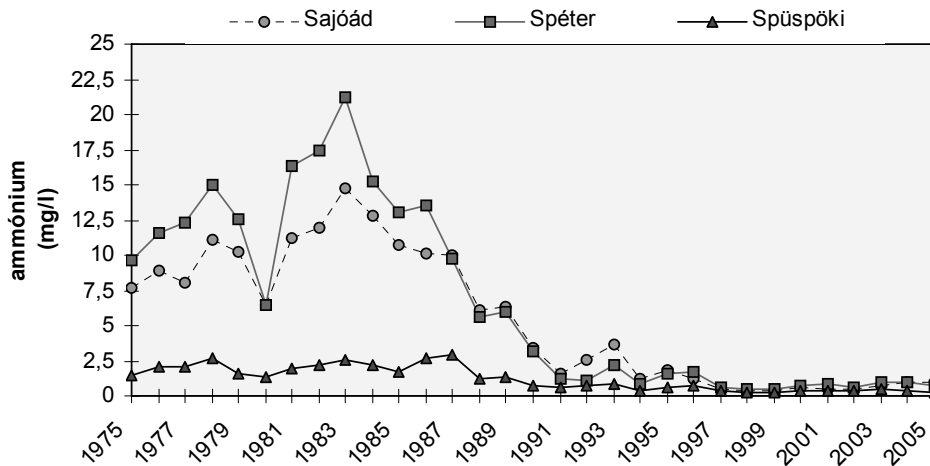


3. ábra: A Sajó kémiai oxigénigényének változása (1975 – 2005)

Forrás: saját szerkesztés

Tápanyag-háztartási mutatók

Az ammónium ion ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) tekintetében a határszelvénybe érkező víz 1989-ig IV-V. osztályú volt (1,5-3,0 mg/l). 1990-től 1995-ig tűrhető (III. o.), az ezt követő tíz évben már folyamatosan II. osztályú, jó minőségű volt (4. ábra).



4. ábra: A Sajó ammónium ion tartalmának változása (1975 – 2005)

Forrás: saját szerkesztés

A nitrit ion ($\text{NO}_2^{2-}\text{-N}$) koncentráció alapján (mely friss fekáliás szennyeződésre utal) 1993-ig folyamatosan szennyezett (IV. o.) volt a Sajó, majd 1994-től csaknem folyamatosan tűrhető (III. o.).

A *nitrát ion* (NO_3^- -N) koncentrációja a Sajóban mindig alacsony volt (1-5 mg/l), ami II. osztálynak, jó vízminőségnek felelt meg.

Az *ortofoszfát ion* (PO_4^{3-}) koncentrációi 1993-ig III-IV. osztálynak feleltek meg, ezt követően viszont folyamatosan III. osztályú vízminőséget jeleztek. Ez azt mutatja, hogy a foszfátszennyezés döntően kommunális szennyvíz bevezetésekből és mezőgazdasági bemosódásokból származik, az ipari termelés visszaesése itt nem eredményezett ugrásszerű változást (5. ábra).

A *klorofill-a* tartalmat csak 1989-től vizsgálják. Ennek alapján I-II. osztályú, alacsony trofitási szintet mutatott.

Mikrobiológia

A Sajó mikrobiológiai értékelése a *coliform-szám* alapján történik, 1994-től. A Sajó ennek alapján folyamatosan szennyezett (IV. o.). Ez azt mutatja, hogy a Sajót már a határon túl jelentős fekáliás szennyvíz-szennyeződés éri.

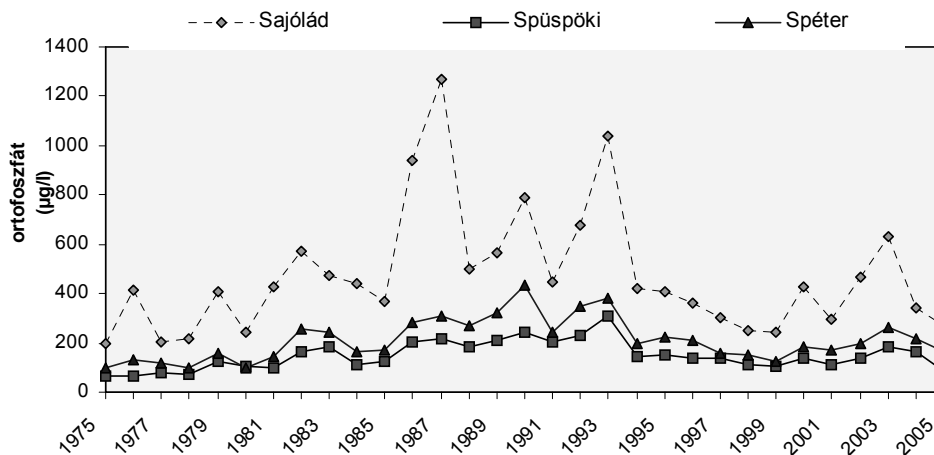
Szerves- és szervesetlen mikroszennyezők

Az *olaj* szennyezők tekintetében a Sajó 1988-ig folyamatosan erősen szennyezett volt, koncentrációja többszörösen meghaladta az V. osztály (250 $\mu\text{g/l}$) határértékét. 1988-1994. között még mindig magas (100 – 200 $\mu\text{g/l}$) volt az olaj koncentrációja (IV. o.). 1995-től viszont jelentős javulás következettbe (II-III. o.), az olaj tartalom 100 $\mu\text{g/l}$ alá csökkent (6. ábra).

A *fenolok* alapján a folyó 1990-ig III. osztályú volt. 1990-től gyakorlatilag megszűnt a fenol szennyeződés.

Az *ANA detergens* (tenzidek) szempontjából a folyó folyamatosan I. osztályú.

A *szervesetlen mikroszennyezők* (fémek) rendszeres vizsgálata 1994-től kezdődött. Az *oldott cink* tartalom alapján a víz minősége szinte folyamatosan szennyezett (IV. o.), az *oldott alumínium* tartalom alapján általában tűrhető (III. o.), míg a többi vizsgált nehézfém (Hg, Cd, Cr, Ni, Pb, Cu) tekintetében I. osztályú volt a vízminőség.



5. ábra: A Sajó ortofoszfát ion tartalmának változása (1975 – 2005)

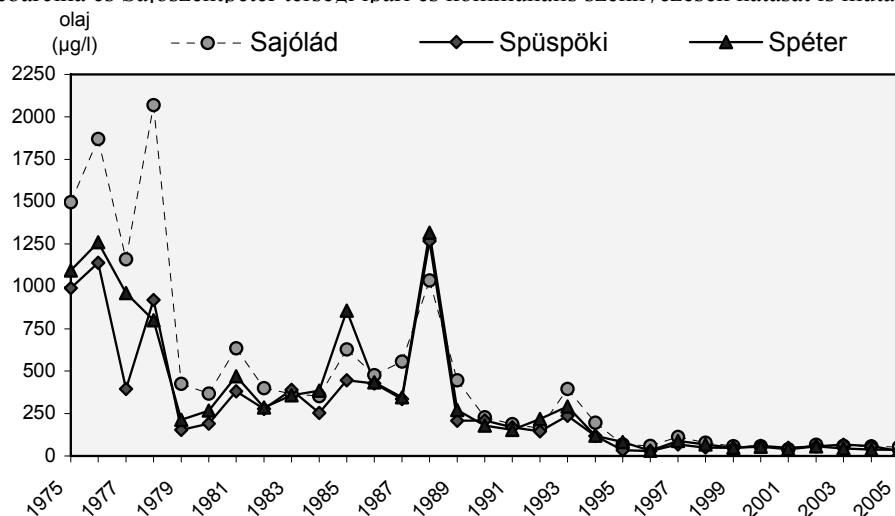
Forrás: saját szerkesztés

Egyéb paraméterek

Egyéb paraméterek közül a *pH* és a *vezetőképesség* alapján a vízminőség folyamatosan I-II. osztályú, *oldott vas* és a *mangán* tartalom alapján 1993-ig IV-V osztályú, majd 1994-től jelentős javulás történt (II-III. o.).

A vízminőség Sajószentpéternél

A Sajószentpéter közúti híd szelvényében végzett vizsgálatok eredményei már az Ózd, Kazincbarcika és Sajószentpéter térségi ipari és kommunális szennyezések hatását is mutatja.



6. ábra: A Sajó olaj tartalmának változása (1975 – 2005)

Forrás: saját szerkesztés

Oxigénháztartás

Az oxigénháztartás mutatói közül az *oldott oxigén* tartalom 1987-ig - hasonlóan mint a határszelvényben - IV-V. osztálynak felelt meg. Meg kell jegyezni viszont, hogy olyan alacsony oxigén koncentrációk mint a határszelvényben itt nem fordultak elő. 1991-től (egy-egy évtől eltekintve) a vízvizsgálatok itt is kiváló (7-9 mg/l) vízminőséget jeleztek. (2. ábra).

A többi mutató (BOI, KOI) esetében a vízválasztó 1990. Ezt megelőzően IV–V. osztályú volt a víz. Ezt követően jó és tűrhető (II. és III. o.) minőségnek megfelelő koncentrációkat mértek.

A kémiai oxigénigény eredményeit összehasonlítva a határszelvényben mértekkel, a '70-es, '80-as években 30-40 mg/l csökkenés mutatkozott Sajószentpéterig (3. ábra). Mindez jelentős öntisztulásra enged következtetni, sőt a hazai szakaszon bevezetett szennyezőanyag terheléssel is meg tudott birkózni a Sajó. 1991-től a két szelvényben mért értékek között már számottevő különbség nem mutatkozott.

Tápanyagháztartás

Az *ammónium-ion* ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) értékek alapján 1990-ig erősen szennyezett (V. o.) volt a víz ebben a szelvényben. 1975-1983 között 10-25 mg/l között változott a folyó ammónium ion koncentrációja. Ezek az értékek a határszelvényhez képest közel 8-10-szeres növekedést mutatnak, amely a BVK-ból elvezetett műtrágyagyári szennyvizek következménye. 1983-tól ugyan folyamatosan és meredeken csökkent a szennyezettség, azonban 1996-ig még szennyezett (IV.o.) volt. Számottevő javulás csak 1997-ben következett be, amikor is a BorsodChem. Rt. nitrogéncsökkentő beruházásainak a hatására jelentős mértékben csökkent a bevezetett szennyvíz ammónium tartalma. Az utóbbi 10 évben az ammónium ion koncentrációk (0,2-0,5 mg/l) már folyamatosan II-III. osztályú vízminőséget mutatnak (4. ábra).

A *nitrit-ion* ($\text{NO}_2^{2-}\text{-N}$) tekintetében lényegében ugyanez mondható el azzal az eltéréssel, hogy itt 1996 után sem mértünk III. osztálynál jobb vízminőséget.

A *nitrát-ion* ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) alapján a vízminőség megegyezik a határszelvénnyel, folyamatosan jó (II. o.) minőséget mutat.

Az *ortofoszfát-ion* (PO_4^{3-}) koncentrációk alapján 1993-ig általában IV. osztályú, ezt követően folyamatosan tűrhető (III. o.) volt a vízminőség.

A *klorofil-a* tartalom a határszelvényhez hasonlóan egy-egy kivételtől eltekintve jó vízminőséget jelez.

A *coliform-szám* ebben a szelvényben korábban is és ma is IV-V. osztályú értéket mutat.

Szerves és szervesetlen mikroszennyezők

Az *olaj* tartalom alapján 1994-ig itt is szennyezett (IV. o.) volt a víz. 1995-től már javuló III. osztályú.

A *fenolok* alapján a vízminőség megegyezik a határszelvényvel.

A vizsgált *fémek* ebben a szelvényben is többségében I-II. osztályt jeleztek.

Egyéb paraméterek

A vízminőség az egyéb paraméterek alapján is a határszelvényhez hasonlóan alakult.

Összegezve: a jellemző komponensek tekintetében Sajószentpéternél a vízminőség hasonló mint a határszelvényben, kivéve az ammóniumot, melynek koncentrációi Kazincbarcika térségében gyakran a 20 mg/l-t is meghaladták (4. ábra).

A vízminőség Sajóládnál

Ebben a szelvényben az összes Sajószentpéter alatti szennyezők hatása érvényesül. A Miskolc térségi ipari üzemek mellett az egyik legjelentősebb szennyező a Miskolc városi szennyvíztisztító.

Oxigénháztartás

Az *oldott oxigén* tartalom és az *oxigén telítettség* ebben a szelvényben egészen 1994-ig rendkívül alacsony volt (1-3 mg/l). 1994-től, a Miskolc városi szennyvíztisztító biológiai tisztító műtárgyainak üzembe helyezésétől kezdődően jelentősen javult az elvezetett szennyvíz minősége, mind a biológiailag bontható szerves szennyezőanyag, mind a szerves eredetű tápanyagok (KOI, BOI, NH_4 , NO_2) tekintetében. 1995-től már 7 mg/l fölé emelkedett az oxigén koncentráció a befogadóban, a vízminőség kiváló. (2. ábra)

A *biokémiai oxigénigény* (BOI_5), a *kálium-permanganátos oxigénfogyasztás* (KOI_{ps}) és a *kálium-dikromátos oxigénfogyasztás* (KOI_d), *szaprobítás index* tekintetében is a '90-es évek eleje volt a vízváltás. Míg 1991 előtt erősen szennyezett, addig 1994-től már II-III. osztályú volt a Sajó (3. ábra).

Tápanyagháztartás

Az *ammónium ion* ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) tartalom 1994-ig igen magas volt. Ez elsősorban a már említett BVK szennyvíz terhelésének volt a hatása. Azt követően viszont már itt is tűrhető volt a vízminőség (4. ábra).

A *nitrit ion* ($\text{NO}_2^{2-}\text{-N}$) tartalmat vizsgálva is hasonlóan rossz eredményeket találunk. 1994-ig erősen szennyezett, szennyezett, 1995-től már tűrhető volt a vízminőség.

A *nitrát-ion* ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) koncentrációja ezen a folyószakaszon is folyamatosan jó minőséget mutat.

A *ortofoszfát-ion* (PO_4^{3-}) koncentrációja folyamatosan magas (esetenként az 1000 $\mu\text{g/l}$ értéket is meghaladja), a víz erősen szennyezettnek minősül. Ezt nagyobb részben a Miskolc városi szennyvíztisztítóból befolyó szennyvizek okozzák (5. ábra). Ez azt támasztja alá, hogy egy ilyen nagy kapacitású (70 ezer m^3/nap) szennyvíztisztítónál indokolt a tápanyag eltávolítás (elsősorban a foszfáté, mivel limitáló tényező).

A *klorofil-a* tartalom általában jó és tűrhető (II-III. o.) vízminőségről tanúskodik.

Mikrobiológia

A *coliform-szám* ebben a szelvényben is IV-V. osztályú vízminőséget mutat.

Szerves és szervesetlen mikroszennyezők

Az *olaj* tartalmat figyelembe véve 1994-ig itt is szennyezett, erősen szennyezett volt a folyó. Az utóbbi 10 évben már III. osztályú, tűrhető a víz (6. ábra).

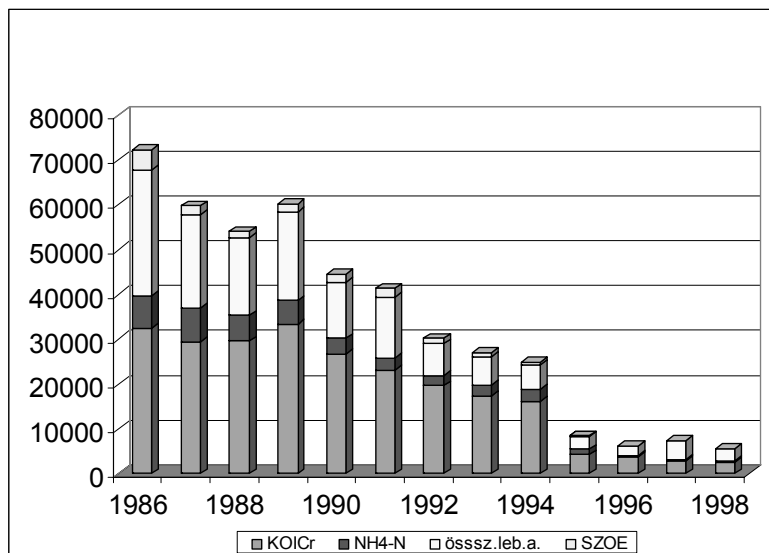
A fenol, az ANA-detergens és a fémek hasonlóan alakulnak mint a többi vizsgált szelvényben.

Egyéb paraméterek

A *pH* érték alapján folyamatosan I-II. osztályú, a *vezető képesség* szerint néhány évet leszámítva III. osztályú, az *oldott vas* és *mangán* tartalom alapján 1993-ig szennyezett, majd ezután II. osztályú, jó minőségű a folyó.

Összegezve megállapíthatjuk, hogy a Sajó minősége ebben a szelvényében a jellemző komponensek tekintetében – a KOI és az ammónium ion kivételével - minden más szelvényben mért értéknél rosszabb képet mutatott egészen 1994-ig. Ez egyrészt a Miskolc térségi ipari és kommunális szennyvízkibocsátásoknak, másrészt a Miskolc feletti terhelések szuperponálásának, és annak a következménye, hogy a folyó öntisztító képessége ezen a szakaszon már nem volt képes minden időszakban megbirkózni a szennyezésekkel. Az oldott oxigén koncentráció például a 1994-ig olyan alacsony volt, hogy gyakran mértek nulla vagy nullához közeli értéket, szinte alig volt olyan év, amikor a 90 % tartósságú értékek meghaladták volna a 2 mg/l-t. 1994 után a Miskolc városi szennyvíztisztító telep korszerűsítése, a biológiai tisztító egység üzembe helyezését követően az oxigénháztartási mutatók jelentősen javultak. A Sajó vízminőség-változását 1975 – 1991 – 2005. években (az MSZ 12749 szabvány alapján értékelve) az 1. táblázat tartalmazza.

Sajólad után a folyót pontszerű szennyező forrás már nem éri, egyedül a Hernád az, ami a torkolati folyószakaszon a vízminőséget befolyásolhatja. A '70-es években a Hernádnak jelentős hígító hatása volt, ma viszont a két folyó vízminőségében nincs lényegi különbség. Sajóladtól Kesznyétenig, ill. a torkolatig számottevően nem változik a vízminőség, ezért külön részletesen nem értékeltem. A Sajó ilyen mértékű javulásának háttérében a hazai szennyezőanyag terhelések igen jelentős csökkenése is szerepet játszik. A 8. ábrán jellemző szennyező anyagok 1986-1998. közötti változása látható. A terhelések összességében tized részére csökkentek.



7. ábra: A Sajó szennyezőanyag terhelésének változása (kg/nap)

Forrás: ÉMI-KTVF Vízvédelmi Osztály

A Sajó vízminősége ma

Sajópüspökinél

Az *oxigénháztartási mutatók* közül az oldott oxigén tartalom I. osztályú, kiváló vízminőséget jelez, a többi paraméter (KOI, BOI, szaprobitási index) III. osztályú, tűrhető.

A *tápanyag háztartás mutatók* közül az ammónium-, a nitrát- és az ortofoszfát ion II. osztályú tűrhető, a klorofill-a I. osztályú, kiváló, a nitrit ion III. osztályú tűrhető vízminőséget mutat.

Mikrobiológiai (coliform szám) szempontból viszont jelenleg is V. osztályú, erősen szennyezett.

A *szerves és szervesetlen mikroszennyezők* közül az olaj és az oldott cink koncentrációi II. osztályú jó, a többi paraméter I. osztályú kiváló vízminőségre utal.

Az *egyéb paraméterek* a pH kivételével I. osztályú, kiválóak.

Összességében a határszelvényt átlépő víz a coliform szám kivételével tűrhető vagy annál jobb minőségű volt 2005-ben.

Sajószentpéternél

Az *oxigén háztartás mutatói* nem mutatnak eltérést a határszelvényhez képest. A BOI egy osztályt romlik, de így is III. osztályú.

A *tápanyag háztartási mutatók* összességében tűrhető minőségűek, az ortofoszfát tartalom növekszik, ez egy vízminőségi osztály romlást jelent (III. o.). A coliform tartalom alapján szennyezett a víz.

A mikroszennyezők szintén megegyeznek a határszelvényben mértekkel. Az *egyéb paraméterek* közül a vezetőképesség tűrhető, a többi paraméter jó, ill. kiváló.

Sajóládnál

Az *oxigénháztartási mutatók* közül az oldott oxigén tartalom kiváló, a BOI jó, a KOI tűrhető, míg a szaprobitási index IV. osztályú vízminőséget mutat.

A *tápanyag háztartási mutatók* többsége jó és tűrhető vízminőséget jeleznek. Az ortofoszfát tartalom tovább növekszik, ami IV. osztályú, szennyezett vízminőséget eredményez.

A *szerves és szervesetlen mikroszennyezők* közül az olaj tartalom III. osztályú tűrhető, míg a többi paraméter I. osztályú kiváló minőségű.

Az *egyéb paraméterek* közül a vezetőképesség tűrhető, a többi paraméter kiváló és jó vízminőséget mutatnak

A 2005. évi vizsgálatok alapján a hossz-szelvény mentén az ammónium, az ortofoszfát és az olajtartalom alapján is növekedés figyelhető meg.

A Sajó jelenlegi (2005) vízminősége a határszelvényben és a torkolatnál a vizsgált 28 paraméter százalékában az alábbi képet mutatja:

Vízminőséghatárszelvény torkolat

I. osztályú	54 %	39 %
II. osztályú	28 %	25 %
III. osztályú	14 %	21 %
IV. osztályú	0 %	11 %
V. osztályú	4 %	4 %

Ez azt jelenti, hogy a határszelvényt átlépő víz minősége a vizsgálatok 96 %-ában tűrhető értéken belül marad. A torkolatig a vízminőség romlik, de még így is a mért paraméterek 85 %-ában tűrhető minőségű.

I. táblázat: A Sajó vízminősége (1975 -1991 -2005) MSZ 12749 szabvány szerint

Vízfolyás megnevezése	Sajó Sajópüspöki			Sajó Sajószentpéter			Sajó Sajólád		
	1975	1991	2005	1975	1991	2005	1975	1991	2005
A. csoport									
Oldott oxigén	IV	I	I	IV	I	I	IV	IV	I
Oxigén telítettség	IV	II	I	IV	II	I	IV	IV	I
Biokém.oxigény (BOI5)	IV	III	II	V	III	III	V	III	II
Kémiai ox.igény (KOIps)	V	III	III	V	III	III	V	III	III
Kémiai ox.igény (KOIk)	V	III	III	V	III	III	V	III	III
Szaprobítás	IV		III	IV		III	IV		IV
B. csoport									
Ammónium (NH4-N)	IV	III	II	V	IV	III	V	IV	III
Nitrit (NO2-N)	III	IV	III	V	IV	III	IV	IV	III
Nitrát (NO3-N)	II	II	II	II	II	II	II	II	II
Ortofoszfát (PO4-P)	II	IV	II	II	IV	III	III	IV	IV
Összes foszfor		III	II		III	III		IV	III
a-Klorofill		II	I		II	I		II	II
C. csoport									
Coliform szám			V			IV			IV
D. csoport									
Olaj	V	IV	II	V	IV	II	V	IV	III
Fenolok (fenolindex)	III	I	I	II	I	I	III	II	I
anionaktív detergensek	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Cr (oldott)			I			I			I
Zn (oldott)			II			II			I
Cd (old.)			I			I			I
Ni (old.)			I			I			I
Pb (old.)			I			I			I
Cu (old.)			I			I			I
Al (old.)			I			II			I
Hg (old.)			I			I			I
Össz β									
E. csoport									
pH	I	I	II	I	II	II	I	I	II
Fajlagos vezetés	I	I	I	II	II	III	III	III	III
Vas	IV		I	IV		I	IV		I
Mangán	IV	IV	I	IV	IV	II	V	IV	II

Forrás: saját értékelés

Biológiai vízminőség

A Sajó *trofitására* télen alacsony érték a jellemző, amikor is a folyó szűken termő *oligotróf*. Jelentősebb növekedés a tavasz végén, nyár elején (június, július) figyelhető meg, a víz *mezo-otrófá* válik, bőven termő lesz. Ez az állapot fokozottabban a folyó alsó, szakaszára jellemző. A téli, tavaszi időszakra az apró termetű kovaalgák a jellemzőek, míg nyáron a bőséges színanyagú kovaalgák és a zöldalgák uralják a víztestet.

A *szaprobitást* tekintve a Sajó teljes szakaszán kiegyensúlyozott, a szerves-anyag tartalmat jelző mutatók (KOI, BOI, összes formált foszfor, szaprobias index) alapján a folyó szerves tápanyagban gazdag.

A Sajó toxicitásáról annyit, hogy az elmúlt 20 évben halpusztulás nem fordult elő a folyón.

A biológiai vízminőséget a klasszikus mutatók (halobitás, trofitás, szaprobitás, toxicitás) mellett az EU Víz Keretirányelv gyakorlatához igazodó mutatók (fitoplankton, fitobentosz, makrofiton, makroszkópikus vízi gerinctelenek, halfauna) alapján is jellemezzük a Felügyelőség 2005-ben végzett vizsgálati (Nagy Katalin biológus) alapján.

Fitoplankton állomány

A *Sajó-6 víztest* (a Bódva torkolat feletti szakasz) fitoplankton állományára jellemző az euplanktonikus fajok nagyszámú jelenléte. Az algaflórát elsősorban a kovamoszat dominancia jellemzi, Pennales fajok vannak túlsúlyban (*Navicula lanceolata*, *Fragilaria crotonensis*, *Nitzschia* sp.). Nyári időszakban nagyobb százalékban jelennek meg a zöldalgák is (*Crucigenia tetrapedia*, *Scenedesmus* sp., *Selenastrum* sp.).

A *Sajó-13 víztest* (Bódva torkolat alatt) fitoplankton állományára is a kovamoszat dominancia és magas fajszámú zöldalgák jelenléte jellemző. Az általános mikroszkópikus képen jól érzékelhető a Bábony-pataknak és a Miskolc városi szennyvíztisztító szennyvíz kibocsátása, de a szennyezéseket a folyó még képes tolerálni, nem kerülnek túlsúlyba a szennyvizet jelző fajok (pl. *Sphaerotillus natans*).

Makroszkópikus gerinctelenek

A *Sajó-6 víztestben* a makroszkópikus vízi gerinctelen fauna kiemelkedő diverzitású, a kérész- és álkérészfauna számos ritka, veszélyeztetett faja mellett a piócák is jellegzetes karakterfajokkal vannak jelen. A típus specifikus fajok mellett relatíve nagy számban képviseltették magukat a kérészek (pl.: *Ephemera ignita*, *Ephemera danica*, *Ephemera vulgata*) és különböző tegeszfajok (pl.: *Limnephilidae*, *Hydropsychidae*). Az előforduló fajok a korábbiakhoz képest javuló vízminőséget jeleznek.

A *Sajó-13 víztest* mintavételi helyein még nagyobb faji diverzitás jellemző. A típus specifikus fajok mellett említésre méltó, hogy a *Gammarus* (bolharák) fajok összetétele itt már dominánsabb (*Gammarus fossarum*). Emellett ezeken a szakaszokon, az előbbi típustól eltérően, nagy számban jelentek meg a szitakötő-genus (*Calopteryx*), illetve a kérész-genus (*Caenis*) fajai. Nagyobb számban fordultak elő ezekben a mintákban a kevéssertéjű gyűrűsférgék (*Oligochaeta*) illetőleg a közönséges víziászka (*Asellus aquaticus*) egyedei, amik az előző víztest-típushoz képest rosszabb vízminőséget indikálnak.

Fitobenton

A Sajóból a két víztestből öt szelvényben történt mintavétel. Ezekből összesen 82 taxont (fajok és változatok) határoztak meg. Többségük gyakori fajnak tekinthető. Leggyakoribb faj az *Amphora pediculus* volt, mely kozmopolita faj, béta-alfa-mezoszaprob szennyezettségű vizekig előfordul. A fajok többsége eutróf, alkalikus vizekre jellemez. Közülük néhány a szerves szennyezéseket jól tolerálja (pl. *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia paleacea*), mások csak tiszta alkalikus vizekben fordulnak elő (pl. *Achnanthes biasolettina*). Ez utóbbi valamennyi mintavételi helyen megtalálható, jelentős egyedszámban. Az OMNIDIA adatbázisa - amely

minden fajhoz két rendszámot rendel: egy érzékenységi értéket (S) és egy indikátorértéket (V) – a Sajót jó állapotminőségű osztályba sorolja.

Halfauna

Az elmúlt években végzett halfaunisztikai felmérések (Hoitsy György) egyre biztatóbb eredményeket mutatnak. A legutóbbi, 2004. március-október között végzett próbahalászat szerint már 49 halfaj települt vissza a Sajóba. A fajlista élén - népszerűségi arányukat tekintve - a szinttájban őshonos kűsz, szivárványos ökle után a domolykó, fenékjáró küllő, márna, bodorka, paduc és keszeg félék következnek. A nemes halak közül a ponty, csuka, harcsa, süllő, sebespisztráng is szép számban akadt a vízben. A magyar halfauna 20 védett halfaja közül már 15 visszatelepült a folyóba. Így például a petényi márna, halványfoltú küllő, kurta baing, vágócák, sulytásos kűsz, selymes durbincs, magyar bucó, tarka géb.

A mederüledék állapota

Felszíni vizeink szennyezés-története a mederüledékben érhető tetten! Korábban az ipari szennyvizekkel kibocsátott és a fenéküledékben felhalmozódott kadmium, higany és ólom jelentett krónikus környezeti problémát, részben a z üledékben lejátszódó redox folyamatok hatására történő vízbeoldódás, másrészt az üledéklakó szervezetektől induló táplálékláncban történő feldúsulással. Az utóbbi 20 évben a kibocsátott szennyvizekben ezek a szennyezők megszűntek, ill. határérték alá csökkentek. Az ismétlődő árvizek pedig az üledékből fokozatosan kimosták (tovább szállították és szétterítették) ezeket a toxikus anyagokat. 1997 – 2001 között a VITUKI Rt. Vízminőségi Intézet által végzett vizsgálatok már elfogadható koncentráció értékeket mutattak. A mederüledék környezeti állapotának minősítésére hazai határérték rendszer nem áll rendelkezésre. A kanadai ökológiai határérték-rendszer alapján megállapítható, hogy a vizsgált fémek koncentrációja eléri a „legalacsonyabb határszint”-et, de már csak időnként haladja meg a „súlyos határszint”-et.

A vízminőség hosszú-távú védelme

Az EU direktívák hazai jogrendbe illesztésével a felszíni vizek védelmével kapcsolatosan is új jogszabályok egész sora jelent meg. Az új vízvédelmi jogi szabályozás alapvető változásokat hozott, elsősorban a vizek szennyezésének a megelőzésében, a vizek minőségének tartós és hatékony megóvása és javítása érdekében.

Folyik az EU Víz Keretirányelv hazai végrehajtása. A VKI alapvető célja a vizek jó ökológiai állapotának elérése 2015 –ig és ezt az állapotot fenntarthatóvá kell tenni. A tagállamoknak 2009-ig el kell készíteniük a vízgyűjtő gazdálkodási terveiket. 2007-től új vízminőségi monitoring rendszert kell bevezetni. (Ennek az előkészítése második éve folyik.) A felszíni vizek hidrológiai, morfológiai jellemzőik alapján víztípusokba kerültek besorolásra (tipizálás), az egyes víztípusokhoz meg kellett határozni a jó állapot eléréséhez szükséges követelményeket (típus-specifikus referenciák). Valamennyi víztípusnál az elérhető legjobb ökológiai, kémiai állapothoz kell viszonyítani az ugyanazon víztípusba tartozó víztesteket. Ezért van különös jelentősége az un. referencia helyek kijelölésének, az interkalibrációs hálózat létrehozásának.

Mindezek jó alapot nyújtanak ahhoz, hogy a jövőben hatékony vízminőség-védelmet folytassunk és hosszú távon biztosítsuk a vízminőség megóvását, javítását, megvalósítsuk a víz kíméletes használatát (a vízzel való takarékos gazdálkodást), a víz újra használatát, a vízi ökoszisztemek (ökoszisztémák) védelmét, a teljesebb körű, megbízható monitorozást (a biológiai paraméterek előtérbe helyezését), s nem utolsósorban a vízzel kapcsolatos (helytelen) közgondolkodás megváltoztatását.

Feladatunk, hogy megvalósítsuk a vízkészletek, a vízminőség és a vízi környezet védelmének egységes, holisztikus szemléletű szabályozását, az egységes vízgyűjtő gazdálkodást, melynek alapja a vízminőségi adatok vízgyűjtő szintű, nemzetközi összehasonlítása, a már említett interkalibrációs és referencia laboratóriumok létrehozása. A határokon áttekintő vízgyűjtők esetében az egységes szennyező-forrás felmérést, terhelés-csökkentést, a szennyezések megelőzését, két és többoldalú szabályozását kell következetesen érvényesíteni.

Azt hiszem, hogy ezek azok a legfontosabb kérdések, melyeket semmiképpen nem kerülhetünk meg itt a Kárpát-medencében, ha el akarjuk érni, és hosszútávon fenn akarjuk tartani vízkészleteink jó ökológiai és kémiai állapotát.

Irodalom

- Az Európai Parlament és Tanács 2000. október 23-i 2000/60/EK Irányelve a közösségi cselekvés kereteinek meghatározásáról a vízügyi politika területén (EU Vízközelítési Keretirányelv). Európai Közösségek Hivatalos Lapja 2000.12.22.
- A vízgyűjtő gazdálkodás egyes szabályairól szóló a 221/2004. (VII.21.) Korm. rendelet EU Vízközelítési Keretirányelv Nemzeti Jelentés 2005. március 22. Felszíni víztestek adatai. (WWW.euvki.hu)
- A Sajó vízminőség-védelmi műszaki koncepciójának előtanulmánya (UNDP/WHO Projekt) ÉVÍZIG 4020-635/1976.
- BC Rt. magas sótartalmú technológiai vizeinek hatása a Sajó-Tisza vízi környezetére VII. Zárójelentés. 7. Meder-iszap vizsgálat eredményei. (Tsz.: 721/3/557601), VITUKI Rt. Vízminőség-védelmi Intézet, 2002. május hó.
- EU Vízközelítési Keretirányelv gyakorlatához igazodó ökológiai állapotfelmérés 2005. évi vizsgálatai. ÉMI-KTVF Mérőközpont.
- Felszíni vizek vízminőségi adattára. ÉMI-KTVF.
- Hoitsy Gy. (2004): A Sajó halfaunisztikai felmérése 2004. március-október (kézirat).
- Magyarország Hidrológiai Atlasza, 1. folyóink vízgyűjtője, 2. A Sajó. VITUKI, 1953.
- Vízrajzi Atlasz sorozat – Sajó, VITUKI 1979.
- MSZ 12749 szabvány.