

A Fertő tó múltja, jelene és jövője



Pannonhami Miklós és Sütheő László
ÉDUKÖVIZIG
Győr, 2007 március hó

A Fertő tó múltja, jelene és jövője

Pannonhami Miklós és Sütő László

ÉDUKÖVIZIG

Győr

BEVEZETÉS

A mérsékelt, illetve nedves éghajlatú övek az ún. nyitott, lefolyásos állóvizek a jellemzőek, míg a zárt, lefolyástalan tavak a szteppék, puszták kísérői is ritkán fordulnak elő a mérsékelt éghajlati övben. Ilyen zárt sztepp tavak legnagyobb és egyben legnyugatibb tagja a Fertő tó, mely különleges természeti adottságaival, környezetére gyakorolt hatásával egyedülálló jelenség. Közép-Európa egyetlen sztyepei jellegű tava, amely az európai táj mozaikjában egy valódi páratlanságot jelent. A Fertő tó eltűnésével az európai táj egy típussal szegényebb lenne.

A vízháztartás adataiból kitűnik a Fertő tó jelleg, sztyepei típusa.

	Bodeni tó	Genfi tó	Chiem tó	Wörther tó	Fram tó	Fertő tó
Felszín/Vízgyűjtő	1:20	1:13	1:17	1:9	1:57	1:3
Csapadék(mm)	1000	1200	1500	1000	1300	650
Lefolyástényező %	80	60	30	25	70	10
Mélység (m)	252	310	26	43	90	1,3

A tó kialakulásával kapcsolatban az egyes szerzők különböző álláspontokat foglalnak el. Hassinger ősi Duna-ágnak véli, míg Cholnoki és Prinz az uralkodó északi szelek deflációs tevékenységét tartják a tó keletkezésének okának. A tó keletkezésére és kialakulására vonatkozóan jelenlegi ismereteink szerint, elfogadhatjuk Károlyi Zoltán véleményét, miszerint a Kisalföld medencéje – a Nagyalfölddel egyidőben – a harmadkorban süllyedt le, s e medencéhez tartozó ún. pontuszi tábla különböző méretű süllyedéséből keletkezett a Fertő tó medencéje a Hansággal együtt.

A tó elnevezéséről Hunfalvy Pál a következőket írja: „Mind a Balatonra, mind a Fertőre a rómaiaknál csak a Pelso név divatozott. A folyónevek megmaradtak a rómaiak után, s átöröklődtek a magyarokra. A Pelso tónév megváltozik. A nagyobbikra talán már az avarok közt élt szlovénektől a Balaton (blatō – sár) név ragad, s rajta marad a magyarok közt is, kik az ottani szlovéneket magokba olvasztották. A kisebbik tónak Fertő lesz a neve, mely magyar szó, ugyanazt jelentő, mint Balaton”

A Fertő elnevezés sok tudományos vitára adott okot. A Fertő név már a XII. sz.-ban szerepel III. Béla király okirataiban és hol a Fejér megyei Velencei-tavat, hol a Csákvár határában lévő mocsaras területet illetik meg e névvel. A XIII. sz.-ban Pest-Pilis-Solt-Kiskun megyében lévő tómosár kapja a nevet.

Olyan okiratok, melyek kifejezetten a mai Fertőre alkalmazzák ezt a régi elnevezést, már a XI. sz.-ból valók, IV. Henrik császár idejéből. Arra is vannak adatok, hogy a régiek a Pelső, Peisó nevet nemcsak a Balatonra, hanem a Fertőre is alkalmazták.

A Fertő elnevezés egyébként a későbbi idők soráig mindinkább a mai Fertő tó kizárólagos nevévé lesz.

Az a tudományos meggyőződés válik uralkodóvá, hogy a „Fertő” szó nem szláv, hanem avar, de talán kelta eredetű.

Egy régi kézirat, mely 1777-ben készült és a tó közelében volt boldogasszonyi Ferenc-rendi kolostorban volt elhelyezve, elmondja, hogy az ottani templom a helységgel együtt 123 éven át a reformáció idejében és a reá következő háborúk alatt elpusztulva és elhagyatva állott. Annak okát, miért hagyták el a templomot és a helységet, abban a viszályban és félelemben keresi a kézirat szerzője, hogy ez a hely, mely a tó által való elárasztásnak van kitéve, az ár által elpusztult. Így történt 1300-ban, mondja a kézirat, amint a Fraknói-vár levéltárában található kétrendbeli kézirat tanúsítja. Majd szó szerint idézi a kézirat latin szövegét, melynek magyar fordítása a következő: „Fekszik ezen szentélynek közelében egy bizonyos tó, mely közönségesen Fertőnek neveztetik, melyet a legrégibb időben soha sem láttak az országban, hanem annak helyén egykor községek álltak, melyek Fraknó várához tartoztak. Amidőn azonban ez a tó keletkezett és hatalmasan terjedni és szélesedni kezdett, az 1300. évben azon időben az emberek elhagyták, a községek elmenekültek, s mindeddig láthatók nem is voltak. Ezen községek, nevezi: Feketető, Jakabfalva, Sárkölygye, Jókut, Kendervölgye és Fertő, melyek közül a legutóbbi után a tónak nevet adott”.

A felsorolt községek neveit a kézirat is magyarul közli, ami érdekes bizonyítása annak, hogy a Fertő menti mai német községek helyén valamikor ősmagyar élet volt.

Egy időben a tó a „titokzatos” jelzőt is viselte, mivel időnként kiszáradt, és csak évek múltán telt meg újból vízzel. A tó vízszintjének nagyfokú ingadozását mutatja az is, hogy a korai századokból fennmaradt oklevelekben nagyon gyakran nem mint tó, hanem, mint folyó szerepel.

Történelmi adatok

A Fertő-Hanság medencét nyugat felől egy geológiai törésvonallal élesen határolt hegyvidék zárja le. Ez a törés a Pozsony-Sopron-Kőszeg-Graz vonalon, az első és második mediterrán korban következett be. A töréstől nyugatra emelkedett, tőle keletre süllyedt a térszín. Ezeknek a viszonylag gyors kéregmozgásoknak jelei a Rust, Balf környéki melegforrások. A töréstől nyugatra a Rozália- és Lajta hegység, valamint a rusti dombvidék alapkőzetei, az ősi Variszkuszi hegylánc maradványaiból származó kristályos kőzetek (gneisz és csillámpala) helyezkednek el, melyek karbon kor óta nem szenvedtek gyűrődést. Ezekre mediterrán és származata rétegek – a helyenként 200 m vastag Lajta mészkő – támaszkodnak, a Fertő felőli oldalon pedig pannóniai üledékek. Diluviális rétegek csak a hegység lábánál találhatók.

A törésvonaltól keletre a Kisalföld süllyedt medencéjét találjuk, mely a Nagyalfölddel egy időben süllyed le. A Hanság-Rábca-Győr vonaltól északra az ős-Duna hordalékkúpja helyezkedik el. Az ősi hordalékkúpot, valamint a tőle délre megmaradt medencét alluviális vízzáró rétegek borítják különböző vastagságban. A hordalékkúp gerince a Fertő szintjénél 35-50 m-rel magasabb parndorfi fennsík, amely a pontusi táblának a győri medence süllyedéseiből kimaradt része. Ez választja el a Fertő-Hanság medencét a Duna völgyétől, felszínét pliocén kavics, pontusi homok és agyag borítja.

Podersdorf és Illmitz között 11 km hosszú vonalon végzett osztrák furások a 110 m.A.f. magasságig felérő vízvezető kavicsot tártak fel, amelyet agyagos rétegek borítanak.

Más jellegű a Fertő-Hanság medencétől délre a pontusi táblához tartozó Rábaköz, melynek Győrnél horpadása van. A pontusi tábla helyén a Pannoniai tenger feküdt, eltűnése után vastag homoklerakódások maradtak vissza. A pliocén-kor elején a terület sivatag jellegűvé vált, megkezdődött rajta a szél lepusztító munkálkodása, a defláció. A Fertőtől délre az Ős-Ikva és Répce hordalékkúpot rakott le Sopron-Nagycenk-Kapuvár között, ennek kavicsa a pontusi tábla északi részén a homokrétegeket megmentette a lepusztulástól.

A Wulka völgy 1,5 km széles szűkülettel torkollik a Fertő medencéjébe, Gérc (Gschies) alatt a folyó két ágra szakad és kis deltát épít a tóba. A Wulka völgy fenéke diluviális és alluviális rétegekkel borított. Ez a völgy a neogén tenger egy csatornája lehetett, ezt bizonyítja, hogy a völgy nem eróziós eredetű, hanem inkább feltöltődött jellegű.

Magának a Fertő tónak a keletkezésére nézve megoszlanak a vélemények. Hassinger felhagyott ősi Duna-ágnak véli. Ő és Swarowsky fiatal képződménynek tartják a tavat és korát a Wulka patak deltájának méreteiből legalább 1800, legfeljebb 9000 évre becsülik. A diluviumból származó mamut és barlangi medve leletek viszont arra mutatnak, hogy mai kialakulását a tó a késő diluviumban érte el.

Cholnoky és Pinz az állandó északi szelek deflációs munkájának tulajdonították a tó keletkezését. Szerintük a szelek vajták ki a kavicsos homok talajban a tó mélyedését, melyet később alluviális lerakódások tettek vízzáróvá. Ez a vízzáró réteg északon vékonyabb, déli irányban vastagabb, a tó keleti és északkeleti oldalán viszont kibújik az alsó homok és kavicsréteg. A Fertőtől délre a Nagycenk-Eszterházai homokdombokat találjuk, amelyeket szintén a szél hozott létre. Cholnoky a Fertőt a lefolyástalan tavakhoz sodorja, mert a párolgása több mint a reá hulló csapadék, ezért sótartalmú a vize.

A Hanságtól északra és a Fertőtől keletre elterülő ún. Fertőzug (Seewinkel) az Ős-Duna diluviális hordalékkúpjának déli része, amelyet agyag és szikes agyag borít. Ez a terület jóval magasabb a Fertő és Hanság szintjénél, rajta 80 különböző nagyságú lefolyástalan, sekély szikes tó van. Közülük a legnagyobb a 2 km. hosszú Zicksee.

Vízrajzi viszonyok

Ősállapotot, szabályozás előtti időszakot az Országos Széchenyi Könyvtár, Térképtára, TA 23.sz. TA 211.sz. szelvényei jellemzik.

A Fertő tó átlagos kiterjedése régebbi adatok szerint középértékben 353 km², Sárány és Vogel szerint 322 km², melyből 240 km² osztrák, 82 km² pedig magyar területre esik. Legnagyobb vízállása idején 1786-ban és 1883-ban a felülete 515 km² volt, hosszúsága 36 km, szélessége közepén 6, a két végén 11 km. Vízmélysége a nagyságához képest rendkívül csekély, a jelenlegi vízállásnál a legnagyobb mélység 1,2 – 1,5 m. Feneke teljesen vízszintes, lapos, csak a közepe táján mélyül 50-60 cm-rel. A tó átlagos víztartalma 400 millió m³.

A tónak nem volt lefolyása, legfeljebb, ha nagyon megtelt vízzel, szivárgott át belőle valami a Hanságba. A kiszáradás oka kétségtelenül az volt, hogy a száraz években a hozzáfolyás a párolgásnál lényegesen kisebb volt. Az ősállapotban a Fertőnek táplálója a Wulka és a kisebb patakok voltak. Az Ikva eredetileg szintén a Fertőbe ömlött, a 18. sz. végén azonban csatornázták és a Répcebe vezették. Megmaradt azonban egy ága, amely Endréd és Sarród

között a víz egy részét továbbra is a Fertőbe vezette. A Hanság táplálói a Kis-Rábába (Kapuvári Rába) és a Répce, valamint a belevezetett Ikva voltak (TA.211.sz.). Ezek a tó és láp állandó vizet adó táplálóinak tekintendők. Időszakosan nagyobb vízmennyiséget szolgáltatottak és jelentékenyen megemelték a víz szintjét a Rábából, ill. a Dunából időnként átömlő árvíztömegek.

A Fertőt tápláló vízfolyások

1. A Wulka a Fertő tó fő táplálója. A Lajta hegység keleti oldalán ered, völgye 38 km hosszú és 18 km széles. A 401 km²-es vízgyűjtő legmagasabb pontja a Rozália hegységben 746 m.A.f. Nagyobbik része dombos terület. A vízgyűjtő terület nagy része pontus vagy diluviális kavicssal, homokkal, agyaggal borított, kevés szarmatakorai réteg is van. Szontagh becslése szerint évi átlagban a csapadék 1/4 része folyik le. Osztrák adatok szerint a Wulka évi vízzsárlítás 81 millió m³, becslés szerint a tó táplálásának 60 %-át adja. A kisvízhozama 0,1 m³/sec, a számított középvíze 2,4 m³/sec, legnagyobb árvízhozamát 56 m³/sec-re becsülték.

2. A Fehéregyháza (Donnerskirchen) és Nezsider (Neusiedler am See) közti 108 km² kiterjedésű meredek sáv, vízmosásokkal, árkokkal szabdalt, de sok a kavicsos, homokos része is, úgy, hogy a Fertőbe nagyobb víztömeg innen csak hirtelen záporok és a hóolvadás alkalmából kerülhet.

3. A tó nyugati, délnyugati és déli 1-2 km széles parti sávja Oka (Oggau) és Hegykő között 118 km². Itt a Rákos, Bozi és Balfi patak táplálja a tavat. Az utóbbi jóformán csak Balf-fürdő ásványvizét vezeti. Ezeknek a patakoknak együttes árvízhozamát 7 m³/sec-re teszik. (1880-ban jóváhagyott tervek szerint Balfi patak 1,9 m³/sec, Rákos-patak 5,67 m³/sec, Bozi patak 1,2 m³/sec). A vízgyűjtő talaja eléggé vízáteresztő a tó déli partján dűne-szerű homokbuckák vannak.

4. A Nezsider (Neusiedler am See) és Hegykő közötti 68 km² területű keleti parti sáv rendkívül keskeny, a fennsík széléig ér. Innen a tóba csak nagyon kevés csapadékvíz jut.

5. A Fertőzug (Seewinkel), vagyis a Fertőtől keletre és a Hanságtól északra elterülő fennsík, régi adatok szerint 223 km², újabb megállapítás szerint 363 km²-es területét nem lehet a Fertő tó vízgyűjtőjéhez számítani. Nagyrészt lefolyástalan terület, a rajta lévő sok szikes tó egy némelyikét lecsapolták és vizét a Hanság csatornába vezették.

A Fertő tó vízgyűjtő területe km²

	Hidrológiai atlasz alapján	Régi magyar adatok	Osztrák adatok
Wulka	401,4	433,0	433,0
A Fertő közötti többi vízgyűjtő	386,6	294,0	169,0
A Fertő tó vízfelülete	232,4	353,0	337,0
Fertő vízgyűjtő	1020,4	1080,0	939,0
Fertőzug	363,0	222,8	363,0
Az irodalom szerint a Fertő vízgyűjtőhöz számított terület	1383,4	1302,8	1302,0

Éghajlat és víz-viszonyok

A Fertő-Hanság vidék éghajlatát három különböző hatás találkozása jellemzi. Délről a Földközi-tenger éghajlata érvényesíti időnként hatását, nyugatról az óceáni és keletről a szárazföldi, amely a szélsőséges hőmérsékletű és kevés csapadékú időszakokat hoz létre. Csapadék maximumok júliusban, minimumok februárban jelentkeznek.

A Fertő tavat a 650 mm-es izohéta metszi, tőle keletre Győr felé a 600 és 550 mm-es vonalak futnak, nyugatra a 700 mm, a Lajta hegységben 800 mm-nél is több, míg a Wulka völgyben 800 mm-nél valamivel kevesebb az évi átlagos csapadékmennyiség. A Fertő vízgyűjtőjének évi átlagos csapadéka 622 mm. Száraz években azonban a 400 mm sem éri el a csapadékot.

A Fertő vidék az ország más vidékéhez képest rendkívül szeles. Az uralkodó szélirány ÉNy-DK-i. A Földközi-tenger hatására nem ritka a déli szél sem. Az évi átlagos sebesség 7-8 km/óra.

Történelmi adatok a vízszintváltozásokról

A Fertő tó legnagyobb nevezetessége, hogy időnként teljesen kiszárad, máskor pedig nagyon feltelik. Ezt számos történelmi adat bizonyítja. A feljegyzések szerint teljesen kiszáradt a tó 1693-ban, 1738-42-ben, 1811-ben és utoljára 1868-ban. A legutóbbi kiszáradásról részletes adataink vannak.

A tó 1854-től apadni kezdett, 1865-ben már csak néhány pocsolya volt benn és 1868-ban teljesen kiszáradt. Területét felosztották és művelés alá vonták. Ruszt és Illmitz között rendszeres kocsiforgalom volt. A nyugati oldalon jó, a keleti oldalon rossz termés volt. 1869-ben kezdett ismét gyűlni a víz, 1874-ben az átlag 30 cm. volt, és 1886-ban már régi méreteire nőtt a tó és ebben az évben nagy árvizeket jegyeztek fel.

A legtöbb történelmi adatot Ortway , Winkler és Schmid gyűjtötték össze.

Római írások beszélnek egyrészt a Fertő tónak, a Lacus Peiso-nak nagy kiterjedéséről, másrészt arról, hogy egyszer kiszáradt.

1074-ben Salamon király a besenyőket a tóba borította, tehát akkor nagy volt a víz.

1096-ban Könyves Kálmán tanácskozást hívott össze Sopronban az „új tó partja mellé”, 1270-ben pedig II. Ottokár cseh király 40 lovasa és 300 gyalogosa alatt beszakadt a tó jege és vízbe fulladt.

Anonymus sárnak, mocsárnak nevezi a tavat. 1237-ben szó van révjogról, tehát Illmitz és Rust között vízi közlekedés volt. A XV. században annyira megáradt a tó, hogy név szerint is említett magyar községeket elöntött.

1501-ben Aventinus megadja a tó méreteit. Ezek szerint a Fertő kiterjedése a mainak felelt meg.

A XVI. sz. második felében hirtelen nagyon leapadt a víz, a bécsi piacról elmaradt a fertői hal. Ekkor bizottság vizsgálta az elapadás okát és megállapították, hogy özv. Nádasdy Tamásné elvezette a Rábca, ill. Répce vizét, amely eddig a Fertő ömlött.

A XVII. sz. közepén újra elöntötte a víz csaknem egész árterületét, 1683-ban azonban a Bécs felé nyomuló törökök szinte száraz lábbal keltek át a tavon.

1677-ben a rusti várostoronyra rávésték a tó Rust és Illmitz közötti távolságát – 3.830 öl (7.262 m). Ugyanennyi volt 1880-ban is.

1740-ben majdnem teljesen kiszáradt, de 1786-ban 515 km²-re nőtt, tehát majdnem kétszerese a mainak.

A XIX. sz. elejéről több feljegyzés szól arról, hogy a Répce, vagy a Rábca vize behatolt a Hanságba és a Fertőbe, sőt 1830-ban a Lajta folyó is betört.

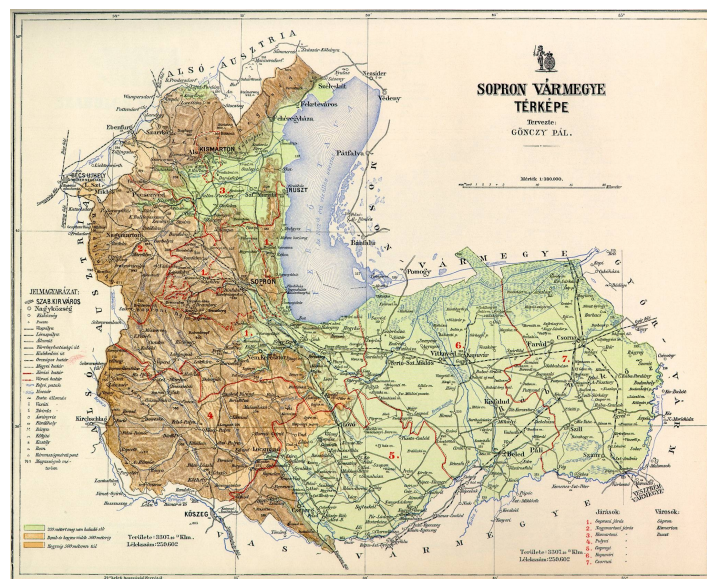
1801-ben kicsi volt a tó, 1804-ben rövid időre megáradt, majd ismét apadt. 1811-ben 1000 lépéssel beljebb húzódott a víz.

1831-40 között szárazság volt és a tó majdnem egészen kiapadt.

1837-38-ban megáradt és területe 1844-ben 356 km² volt.

1853-ban igen magas volt a vízállás, ettől fogva fokozatosan apadni kezdett, míg 1868-ban teljesen kiszáradt.

Az 1910 körüli állapotokat mutatja az un. Gönczy féle térkép.



A vízszint változásainak megfigyelését nagyon megnehezíti az, hogy a szél a sekély tó vizét a szél irányától és erősségétől függően megduzzasztja, ill. leaszítja. Szélvihar alkalmával a tó két ellenkező oldala közt 85 cm vízszint különbséget is észleltek.

1941. áprilisában a tó vize szokatlan magasságra emelkedett (115.83 m.A.f.). Mivel a víz az erős északi szél hatására a déli oldalon időnként még 30-40 cm-rel megduzzadt, több helyen átszakította a mexikói körgátat, súlyos belvízkárokat okozva.

Külön meg kell említeni a tó kiszáradásával kapcsolatos virágosmajori építészeti emléket.

A Fertő tó kiszáradásának néma tanúja a kápolna felirata:

„Praedo Virágos anno 1872 suscitato anno 1873 sacellum hoc in lacu Fertő primum addidit et 8. Septembris eiusdem anni solemni ritu benedixit Joannes Zalka Episcopus Jaurinensis”

Az évszázados teljes kiszáradások 110-120 évenként jelentkeztek.

A Fertő-menti lakosság 7 éves áradási-szárazsági periódusokat tart nyilván, megfigyeléseik helyesek, éves eltérések lehetségesek.

A tó különös adottságai korán felkeltették a kutatók érdeklődését. A XIII. és XIX. században a Fertő tó lecsapolása állt a kutatások középpontjában. Különböző terveket dolgoztak ki a tó részleges, ill. teljes lecsapolására, de szerencsére ezek közül egy sem valósult meg. A terveket készítő mérnökök is szakbizottságok munkáiban azonban értékes adatokat találunk a tó talajára, a földrétegek geológiai szerkezetére vonatkozóan.

Szekendi Ferenc 1938-as dolgozata a Hanság és a Fertő eddig jobbra ismeretlen lecsapolási kísérleteiről ad világos áttekintést. A Fertő és a Hanság mocsarainak kialakulása a Kisalföld fejlődéstörténetének függvénye. Ezért a szerző a mai földrajztudományok eredményeinek felhasználásával mindenekelőtt az elmocsarasodás okait mutatja be. A tektonikus süllyedés okozta kedvezőtlen esésviszonyok mellett különösen a vízimalmok túl magasra emelt rőzsegátjai idézték elő a Hanság, ill. a beléje ömlő folyók gyakori kiöntését. A mocsarak terjedelme az időjárás alakulása szerint gyakran változott. A XII. sz.-ban pld. annyira összehúzódott a víz, hogy a kiszáradt területeken apró települések is keletkeztek, de ezeket az újabb áradás, amely legnagyobb terjedelmét a XVIII. sz. második felében érte el, hamarosan elpusztította.

A Fertő és a Hanság lecsapolásának eszméje, mint a vízszabályozás gondolata általában a Mária Terézia kormánya által kezdeményezett merkantilista gazdasági politika következménye. Célja a termőterületek növelése, de főleg a közlekedés könnyítése volt.

A Hanság és a vele összefüggő mocsarak rendezésére 1762-ben készítette az első tervet Freman Maxim.

A Dunából történő vízpótlásra, illetve a vízpótlás mellett a vízi energia hasznosítására, új mezőgazdasági területekre készült az 1929-es tanulmány „Vízierőművek a Dunán és a Fertőtávon”. A dunai vízátvétel Fishamend térségéből kiindulva a Lajta hegységen át, Winden térségében érte volna el a Fertő tavat, három tározó, illetve egy vízi erőmű kialakításával. A tó mintegy 50%-ának lecsapolását, kiszáraitását tervezték.

A tó vízszintjének állandósítása, az ezzel kapcsolatos gazdasági haszon elemzése szintén a múlt század egyik fontos hatása volt a tóra. A különböző változatokat Károlyi Zoltán foglalta össze.

Vízpótlás Duna-vízzel

„A” változat

A Rajkai zsilip mellett – a szomszédos mellékág lezárása által – lehetőségessé válik a Dunából, ill. Mosoni-Dunából a víz gravitációs kivétele még a legalacsonyabb Duna vízállás mellett is. A terepviszonyok megengedik, hogy a víz tápláló csatorna Bezenye, Hegyeshalom községek határában a Lajtakert, valamint a Budapest-Bécsi vasutat és műutat keresztezve eljusson a Mosonszolnok határában tervezett elágazáshoz. Ettől a ponttól délre 10 km-nyire kezdődik a Hanság medencéje, innen tehát nemcsak a Hanság látható el tiszta öntözővízzel, hanem azok a magasabb fekvésű területek is, ahova eddig nem jutott el a víz. Az elágazási ponttól nyugati irányban vezetett tápláló csatorna átmenve osztrák területre és Frauenkirchen déli szélénél haladva 5-6 m esés volna kihasználható. Ez a csatorna az elágazástól magyar területen 10,8

km, Ausztriában 18,2 km, összesen 29,0 km hosszú volna. A tápcsatorna összes hossza tehát a Dunától a Fertőig 46,8 km.

„B” változat

Ha Pozsony alatt megépülne a tervezett duzzasztómű, akkor annak felvízéből kiindulva haladhatna a Fertő tápcsatorna az Oroszvár-Csúny közötti lecsapoló árok mellett, Csúny magasságában keresztezné a pozsonyi műutat is, vasutat, majd átmenne osztrák területre és a határral párhuzamosan haladva, keresztezné a Rétárok, Kis-Lajta csatornákat és a vízosztó zsilip felett a Lajtát. Nickelsdorf alatt keresztezné a bécsi országutat és vasutat és mindenütt a dombvonulat alján haladva Albertkázmer pusztáig, ahol a kiugró határt érintené. Ezen a ponton volna célszerűen kiágaztatható Magyarország felé a Hanságot ellátó öntöző csatorna. A tápcsatorna pedig osztrák területen haladva tovább a Fertő tóig. Ez a „B” változat 9,0 km csehszlovák területen, 37,8 km osztrák területen futó csatornát kivárva, összes hossza 46,8 km lenne, mint az „A” változat.

„C” változat

A „C” változat túlnyomórészt magyar területen halad, kb. az előbbinél párhuzamosan keletebbre. Ez a változat Ujszada major mellett csatlakozna az „A” változat vonalához, itt ágazna ki belőle a Hanságot tápláló öntözőcsatorna. ez a „C” változat 8,4 km hosszon csehszlovák, 22,2 km magyar és 17,5 km osztrák területen futna, összesen 48,1 km.

A vizsgálatok során meghatározták a pótláshoz szükséges vízmennyiséget, amit 11 m³/sec határoztak meg, valamint a pótlással járó vélt előnyöket is. Az ökológiai szempontok ebben az időben semmilyen szerepet nem játszottak.

A tó felmérései

A Fertő tó egyik felmérésére 1868-ban került sor, amikor a tó teljesen kiszáradt a Katonai Intézetet kérték fel. Ugyancsak felmérték a taat 1902-ben alacsony vízállásnál. Az 1868-as mérések a vízmélységet 6,5 m-ig adják, ha a tó fel lett volna töltve. Az azonban már bizonyos, hogy a minerális fenék a legmélyebb ponton a vízszint alatt 2,40 m-re van. Ausztriában 1963. július 29. és november 8. között mérték fel ismét a tavat.

Nagyon pontos mérési eljárás szükséges, mert 1 cm-es hiba a magasság meghatározásánál kb. 2 millió m³ vízmennyiséget vagy kb. 3 km² vízfelületet von maga után.

	<u>Felület km²</u>	<u>Vízmennyiség m³ x10⁶</u>
Osztrák rész	174	119
Az egész tó (magyar rész extrapolálva)	(221)	(129)

	Felszín F (km²)	Vízmennyiség V (10⁶ m³)	V F cm
1868-as felmérés	352	870	247
Merliczen 1925	337		
Vogel-Sárkány 1931	322	280	100 -
Grünhvt-Bartolett: 1935	337	- 400	- 250
Riedinger 1940	270	között	között
Schuster 1943	337		

Szesztay 1962	280		
Kopf 1962	280	190	68
Kopf 1963 (felmérés)	221	129	58

1963-ban átlagos vízállásnál a vízmélység 131 cm volt. A magyar részre a extrapolált vízállás vízfelszín görbe szerint a sokévi átlag (1930-1960) alapján a tó felszíne 221 km².

Az osztrák tórész iszaptartalma 74,5 millió m³, ebből 69,6 millió m³ a 115.00 m.A.f. szint alatt. A tó „iszapoltsága” 36,2 %. Ez azt jelenti, hogy az osztrák tórész kb.36 %-ba iszap és kb. 64 %-a víz. Az iszapmennyiség északról délre növekszik.

Az osztrák tórész változása
1901-1963

				Fogyás - Gyarapodás +	
	Egység	1901	1963	abszolút	%
Vízmennyiség 115.00 m.A.F	10 ⁵ m ³	187	119	- 68	- 46
Felszín 115.00 m.A.f.	km ²	231	175	- 56	- 24
Szabad vízfelszín	km ²	180	124	- 56	- 31
Nádöv felszíne	km ²	50	106	+ 56	+ 112
Vízmennyiség átlagos vízállásnál 115.60 m(1901) és 114.98 m (1963)	10 ⁶ m ³	(360)	119	(- 241)	(- 67)
Felszín 115.60 m(1901) és 114.98 m (1963)	km ²	(238)	175	(- 63)	(- 28)
Átlagos vízmélység 115.60 m(1901) és 114.98 m (1963)	cm	(81)	68	(- 23)	(- 28)
Legnagyobb vízmélység 115.60 m(1901) és 114.98 m (1963)	cm	(190)	131	(- 59)	(- 31)

A magyar tórészen a változások kétségtelenül nagyobbak. Megállapítható, hogy a magyar tórészen az iszap mennyisége meghaladja a víz mennyiségét. Ezt támasztották alá a soproni egyetem végzett tófelmerések, az elkészített digitális felületmodellek is.

A tó 1901. óta a vízmennyiségének 2/3-át elvesztette. Hasonló „elszárazföldiség” mellett a tó 2100-ban, mint nyíltvízű tó megszűnik létezni. Az átlagos nádelőrehaladás a tóközép felé 1901. óta 8 m/évet tesz ki. Először ún. pionír-szigetek jönnek létre a nádfal előtt, majd néhány év múlva ezek összekapcsolódnak és újabb pionír-szigetek keletkeznek.

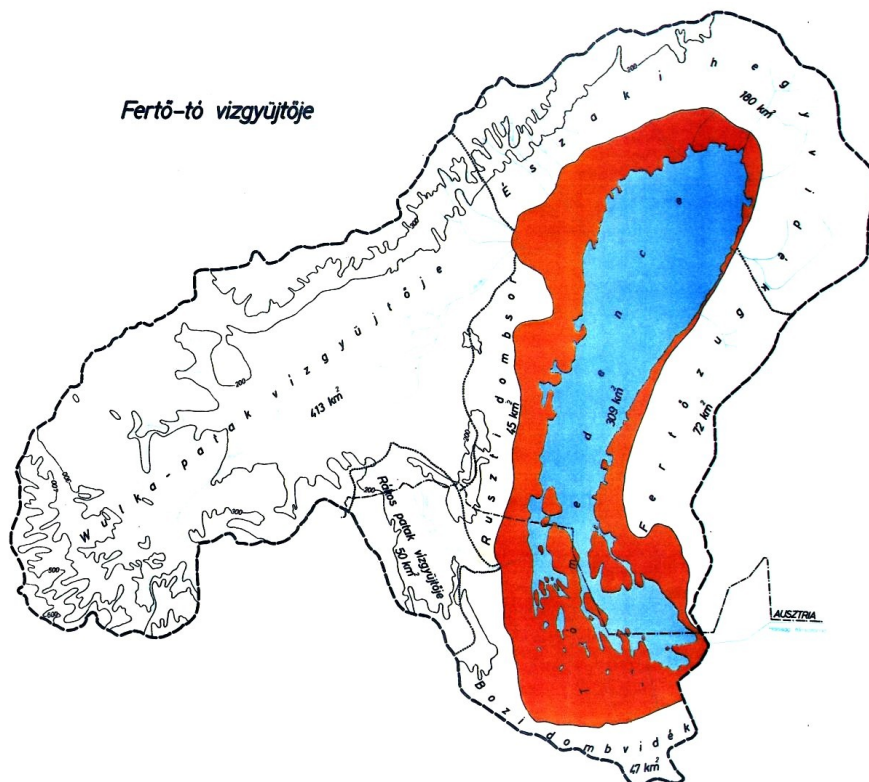
A Fertő tó újkori történetének legmarkánsabb beavatkozása a 80-as években történt, a Fertőrákosi szárazulat kialakításával az öbölben lévő Bokor sziget elkotrásával.

A Fertő tó térségbeli elhelyezkedését az alábbi űrelvétel szemlélteti:



A tó vízgyűjtő területe 116.00 mAf. tóvízszintre vonatkoztatva 1120 km², a tófelület pedig 315 km². A tóterület megoszlása a két ország között: Ausztria 240 km², míg Magyarország 75 km². A tava 180 km² nádas fedi be, melyből Ausztriához 117 km², míg Magyarországhoz 63 km² tartozik. Ez azt jelenti, hogy a magyarországi Fertő tó területének mintegy 85%-a náddal borított.

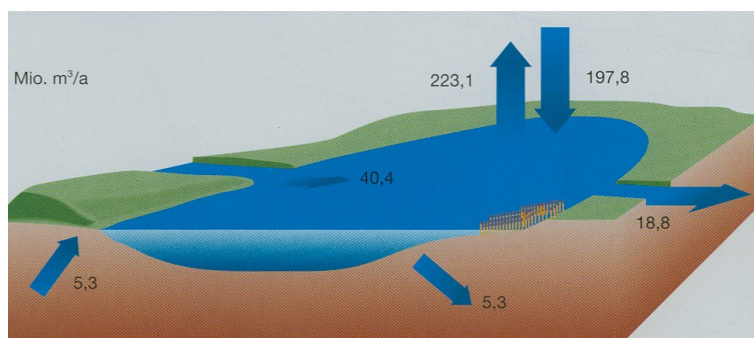
A vízgyűjtő területet, annak részvízgyűjtőivel az alábbi ábra mutatja



A Fertő-tó vízháztartása

A tó vízháztartását számos tényező befolyásolja: csapadék (P), párolgás, felszíni hozzáfolyás, felszín alatti hozzáfolyás és a Hanság-főcsatornán keresztül történő vízlevezetés. E tényezők közül a felszín alatti hozzáfolyás a legújabb kutatások szerint elhanyagolható mértékű. Mivel a vízlevezetés szabályozható, ezért a vízmérleget csökkentő tényezők közül a párolgás (E) a legjelentősebb. A felszíni hozzáfolyás (R) döntő hányadát a Wulka-patak v vízhozama jelenti. A Wulka vízgyűjtőterülete 401 km², közepes vízhozama 1,25 m³/s. A Rákos-patak és a tó közvetlen vízgyűjtőjéről mindösszesen átlagosan 0,22 m³/s érkezik a tóba.

A tó éves vízforgalmát a sokéves adatok alapján az alábbi ábrán szemléltetjük



Forrás: 40 éves a Magyar-Oszták Bizottság

A vízháztartást jellemző átlagértékek az elmúlt 39 év adatai alapján:

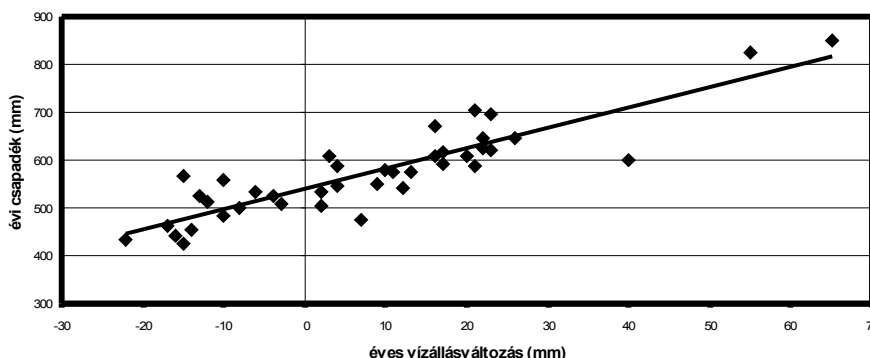
P = 566 mm

E = 872 mm

R = 168 mm

A tó vízháztartása összességében hosszú idő átlagában pozitív, bár az elmúlt közel 4 évtized csapadékatlaga a sokéves átlagnál (600 mm) kisebb, míg párolgása vélhetően magasabb volt. Az éven belüli vízszintváltozását tehát elsősorban a párolgás és a csapadék egymáshoz viszonyított aránya határozza meg. A sokéves átlagértékek alapján a tó készletváltozása általában november – április között pozitív, majd a párolgás növekedésével negatívvá válik. Összefoglalva megállapítható, hogy a vízháztartás szempontjából legjelentősebb a párolgás és a csapadék, illetve a csapadékkal szorosan összefüggő felszíni lefolyás szerepe. Részletes vizsgálatok azt mutatják, hogy a vízháztartási mérleg két legpontosabban meghatározható eleme, a tó vízkészletének változása és a csapadék között szoros korreláció van.

Csapadék- vízszintváltozás kapcsolati görbe
1965 -2005



Ez lehetővé teszi azt is, hogy a vízkészlet változására vonatkozó adatokat időben visszamenőleg kiterjesszük, s azokkal a vízháztartás szempontjából szélsőséges állapotokat jellemezzük.

Jellemző vízszintek kialakulása

A tó hidrológiai jellemzésére 1930 óta állnak rendelkezésre megbízható adatok. Tudjuk azonban, hogy azt megelőzően is voltak olyan időjárási helyzetek, amikor szélsőséges vízszintek alakultak ki. A tónak ekkor is lehetett természetes túlfolyása, hiszen a Hansággal együtt befogadója volt az ide érkező vízfolyásoknak, folyóknak (Ikva, Répce, Rába), melyeknek árvizei a vízszintnek és a természetes terepalakulatoknak megfelelően lefolytak a területről. Tudjuk azt is, hogy a tó 1868-ban kiszáradt, ami a meder fenekének figyelembe vételével 114,00 mAf alatti szint kialakulását jelenthette. Árvizeiről még kevesebb információ áll rendelkezésre, de történeti leírások alapján megállapítható, hogy a maximális vízszint jóval 116,00 mAf fölött alakult ki. Jelentős árvíz volt 1838, 1872-80, 1965 és 1996 években.

A jellemző vízszintek 1964-ig, az első zsilipkezelési szabályzat megalkotásáig az alábbi értékekkel becsülhetők:

$$H_{\min} < 114,00 \text{ mAf}$$

$$H_{\text{átlag}} = 115,00 \text{ mAf}$$

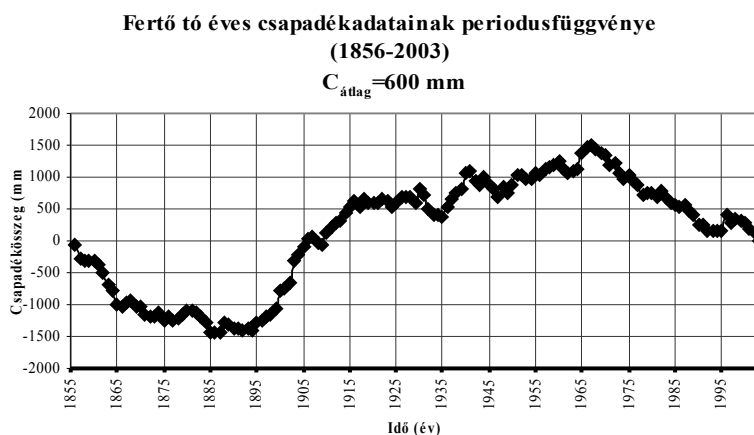
$$H_{\max} > 116,00 \text{ mAf}$$

A tó vízszintingadozása 1930 – 64 között kb. 1,8 m lehetett, s az átlagvízszint a mainál alacsonyabb volt.

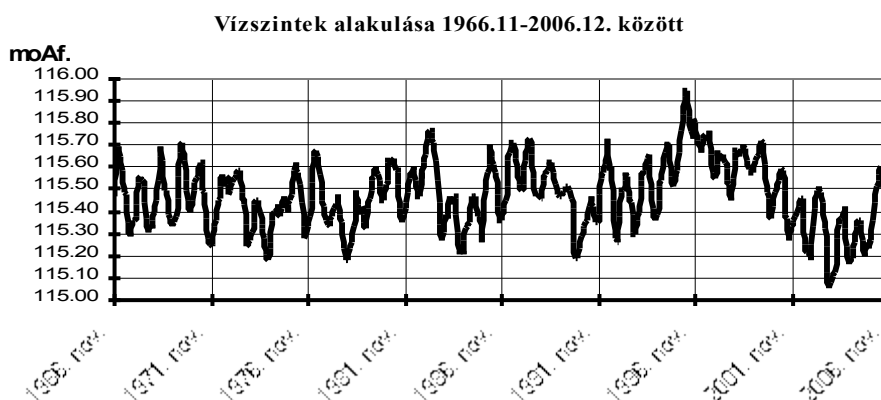
Mivel a csapadékadatok és a vízkészlet változás között szoros kapcsolat van, ezért hosszúidejű csapadékadatok felhasználásával meghatározhatjuk, hogy mely időszakok lehettek a tó vízszint szempontjából kritikusak. Ehhez felhasználhatjuk hosszúidejű csapadékadatsorból előállított periódus függvényt (A Fertő-tóra vonatkozó csapadékadatsor a hosszúidejű soproni csapadékadatok alapján meghosszabbítható). E függvény az éves csapadékösszegek átlagtól való eltéréseinek halmozott összegét mutatja az alábbi függvény alakban:

$$Y = \Sigma(C_i - C_{\text{átl}}),$$

Ahol C_i az i -dik év csapadékösszege, $C_{\text{át}}$ a teljes adatsor csapadékatlaga. Érdekes röviden áttekinteni az így előálló függvény tulajdonságait. A függvény monoton növekedése egymást követő csapadékos éveket, míg monoton csökkenése száraz időszakot jelöl. A függvény természetesen a vizsgált időszak végén a 0 értéken záródik, amennyiben az átlagérték a számításba bevont adatok átlagát jelenti. Az így előállt idősor jól jellemzi az egyes kiválasztott időszakok csapadékoságát.



Az ábrán látható, hogy melyek voltak azok az időszakok, amikor egymást követő években jelentős csapadékhány keletkezett. Figyelembe véve a 2. ábrán bemutatott kapcsolatot a tó készletváltozásával, megállapítható, hogy ezekben az években volt a legnagyobb mértékű a tó apadása. A leghosszabb jellemzően száraz periódusok 1861-66, 1881-85, 1931-35, 1968-78, 1988-93 és 1999-2003. Ezen időszakok végén általában rendkívül alacsony vízszintek alakultak ki a tavon: 1866-ban a tó kiszáradt, 1978-ban a XX. században Mekszikópusztai-zsilip megépülése utáni időszak minimális vízszintje alakult ki, míg 2003-ban a 115,10 mAf szint újabb rekordot jelent a szabályozott tóvízszint időszakában. 1996. óta, amikor az elmúlt 39 év maximális tóvízszintjét (115,96 mAf) észlelték, közel 400 mm csapadékhány keletkezett a vízgyűjtőn. Ez jóval kevesebb, mint a vizsgált teljes időszak aszályos periódusaiban eddig tapasztalt legnagyobb halmozott csapadékhány, ami több, mint 700 mm volt. Ez azt is jelenti egyben, hogy az elmúlt évekhez hasonlóan alacsony vízszintet okozó meteorológiai helyzet nem rendkívüli, erre volt már példa a XIX. század második felében és a XX. század 70-es éveiben is. A tó vízszintjének alakulását mutatja a következő ábra.



A Fertő-tó vízháztartása szempontjából jelentős változás volt a Mekszikópusztai zsilip megépülése és az ehhez kapcsolódó szabályzatok szerinti üzemelés, ami nem csak az árvízi jelenségek kivédését szolgálta, de hatással volt a kisvízi állapotokra is.

A vízszintszabályozás hatása a tóvízszintre

Az első zsilipkezelési szabályzatot 1964-ben alkották meg, a zsilip megépítését követő hét éves tapasztalatok alapján. Eszerint minden ősszel az előző 3 év csapadékatlagának és az aktuális vízszintnek a figyelembe vételével végezték a szabályozást. A szabályzat kellően rugalmas volt, kötelező zsilipnyitást nem írt elő. A Mekszikópusztai zsilip megépülése és a szabályozás azt eredményezte, hogy a tó vízszintingadozása jelentősen, kb 1 méterrel csökkent, az átlagvízszint pedig 50 cm-rel emelkedett. Ennek ellenére kijelenthetjük, hogy a szabályzat nem foglalkozik az időről-időre előforduló kisvízszintek kezelésének lehetőségével.

A tó jellemző vízszintjei ebben az időszakban:

$H_{min} = 115,17 \text{ mAf}$

$H_{\text{átlag}} = 115,49 \text{ mAf}$

$H_{max} = 115,96 \text{ mAf}$

A jellemzős vízszintek meghatározása a szél miatt a tavon belül kialakuló vízszintkülönbségek kiegyenlítése miatt több vízmérce vízállásának átlagértéke alapján történik. A szabályozás szempontjából mértékadó vízmércék:

Mörbisch, Rust, Breitenbrunn, Neusiedl, Podersdorf, Ilmitz és Apetlon A 79. A vízmércék elhelyezkedését mutatja az alábbi ábra.



A magyar oldalon lévő tavi állomások: Fertőrákos, Fertőboz, Mekszikópusztai-zsilip felvázadatai nem szerepelnek az átlagvízszint meghatározásában.

A Fertő-tó hidrológiai és vízgazdálkodási adatainak vizsgálata alapján 1998-ban készült el a Fertő-tó vízszintszabályozását célzó új kezelési szabályzat. A területi sajátosságokból következően a szabályozásnak egymásnak ellentmondó érdekeknek kell egyidejűleg megfelelniük. A Fertő partján lévő osztrák területeken a hasznosítás csak szűk vízállástartományokat tűr el, s 115,80 mAf-nél magasabb vízszint nyáron sem kívánatos, a 116,00 mAf pedig már károkat okoz. Ugyanakkor a levezetés lehetősége a Hanság-főcsatornán keresztül történik, ami a Hanságban belvizes időszakban növeli a Rábca és a Hanság-főcsatorna terhelését. Mivel azonos hidrometeorológiai helyzet váltja ki a tó áradását,

azaz a lecsapolást, mint a belvizes elöntéseket, ezért különösen ügyelni kell arra, hogy a tavaszi-nyári időszakban lecsapolást lehetőleg ne kelljen végezni.

Mindezek és a hidrológia helyzet adta lehetőségek figyelembevételével dolgozták ki az osztrák és magyar szakemberek a tó legújabb szabályozásának alapelveit:

Télen a tó vízelvezetésének van prioritása.

Levezethető mennyiség max. 15 m³/s.

Nyáron a belvízi szabályos élvez elsőbbséget.

Átlagosan 4 m³/s levezetés végezhető.

A tó vízszintje 116,0 mAf értéket szélsőséges helyzetben sem lépheti túl.

Ikva árvíz illetve az abdai árvízkapu zárása esetén a leeresztés szünetel.

Ezek alapján két markánsan elválasztható időszakot különböztetünk meg:

Téli időszak:

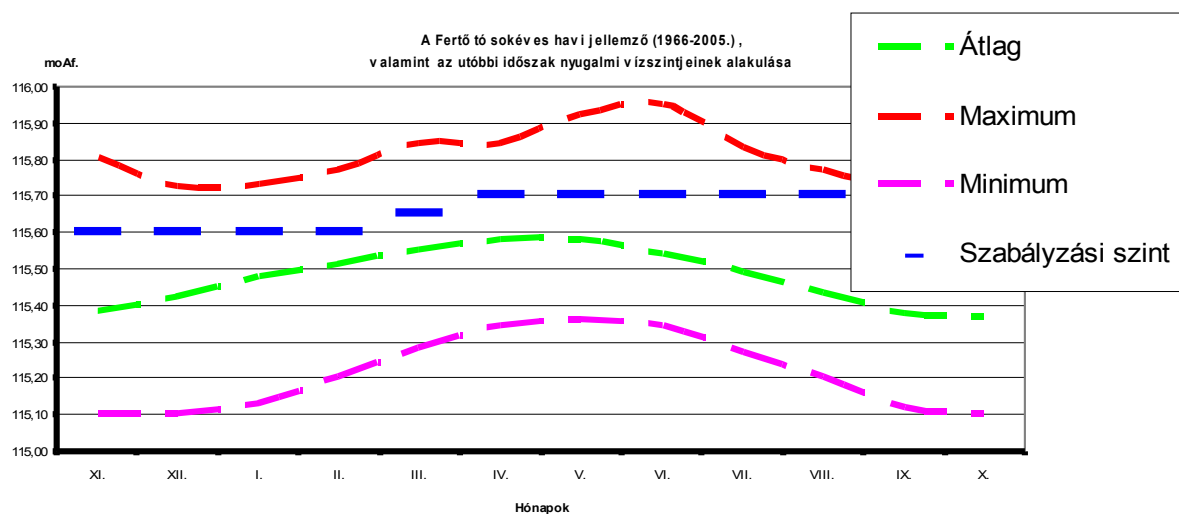
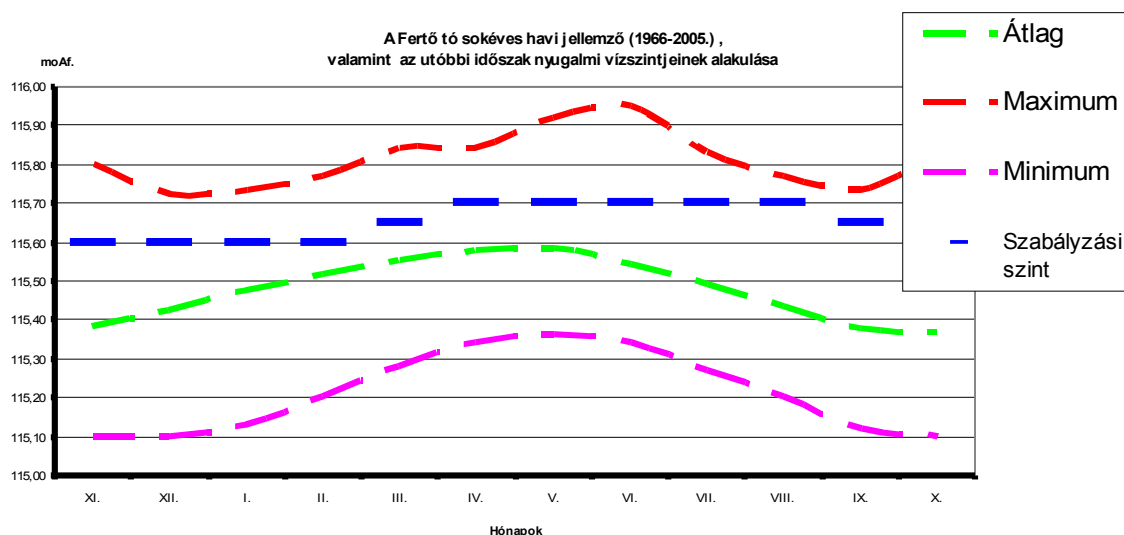
októbertől – februárig 115,60 mBf

Nyári időszak:

áprilistól – augusztusig 115,70 mBf

A két időszakot egy-egy átmeneti időszak (március, szeptember) köti össze.

115,65 mBf



A vízszintemelés lehetősége

Az elmúlt évek csapadékszegény időjárása következtében a Fertő-tó átlagos vízszintje, hasonlóan más közép-európai tavakhoz, fokozatosan csökkent. Ennek hatására 2002-ben a Magyar-Osztrák Határvízi Bizottság 46. ülésén az osztrák Fél bejelentette, hogy a Hanság-Fertő-tó rendszer ökodinamikai rehabilitációjára általános stratégiát dolgoz ki. A tervek gyökerei a Rába Szabályozó Társulatnak már a 19. században a tervezett vízgazdálkodási beavatkozásáig nyúltak vissza. Eszerint a térség vízpótlását (Fertő-tó vízpótlás és Fertőzug öntözés) a Rába vízgyűjtő-területéről szeretnék megoldani. Osztrák kezdeményezésre a Magyar-Osztrák Vízügyi Bizottság keretében elvégzett vízpótlással kapcsolatos vizsgálatok középpontjába a vízminőségi-ökológiai kérdések álltak. Az Albizottság 2005-ben a következőket állapította meg, amit a Bizottság jóváhagyott:

1. A Fertő tó vízpótlásának szükségessége ökológiai szempontból nem áll fenn.
2. Kiemelt jelentőségű a tó, mint tájalkotó elem fenntartása.

Abban az esetben, ha a Fertő tó hosszú ideig kiszárad, az ökológiai hatás ellenére ilyen esetben vízpótlásra a 115,20 mAf. vízszinttől kerülhet sor.

A vízpótlás szükségességének és lehetőségének megítéléséhez számos tényezőt meg kell vizsgálni. E tekintetben nem elegendő a Fertő-tó vízgyűjtőjének ökológiai, hidrológiai, vízminőségi feltárása, hanem a Rába, a Hanság és a Fertő-tó teljes vízgyűjtőjének az EU Víz Keretirányelv szerinti komplex vizsgálata szükséges.

A tó vízszintjét befolyásoló jelenlegi zsilip-kezelési szabályzat – mint azt fentebb említettük – elsősorban az árvízi biztonságot szolgálja. Időközben 2003-ban befejeződött a Rábca és a Hanság-főcsatorna levezetőrendszer rekonstrukciója, így a korábbi időszakhoz képest számottevően nagyobb, a rekonstrukciós terv szerint 15 m³/s vízhozam vezethető le a Fertő-tóból. Ez minden bizonnyal lehetővé teszi a szabályozási vízszintek emelését, ami pedig az osztrák hasznosítási igényként megjelenő vízpótlás újragondolását is eredményezheti. A vízszintemelés mértékét előzetes hidrológiai vizsgálatok alapján, figyelembe véve a levezetőrendszer tervezett 15 m³/s-os kapacitását, 10 – 15 cm-re becsülhető. A következőkben részletes vizsgálatokat kell végezni, melyben vizsgálni kell a belvízi levezetés lehetőségét, a dunai és rábai árvizek egybeesését a Fertő-tó árvizeivel, illetve a különböző mértékű Ikva árhullámokkal. A vízszintemelés hatására gyakoribb lesz a vízlevezetés, ami a tó vízcseréjének felgyorsulását eredményezheti. Ennek vízminőségi kihatásai lehetnek. A vízszintemelés azonban csak hosszú távon eredményezheti a vízszint növekedését és a tó vízszintingadozásának további csökkenését fogja eredményezni, melynek ökológiai hatását is vizsgálni kell.

Magyar-Osztrák Határvízi Bizottság

A Fertő tó és a Hanság térségének történelmi fejlődésében a vízgazdálkodás mindig komoly szerepet játszott. Ez érvényes mind a vizek elleni védelemre, mind a vízhasznosításra, a legutóbbi időben pedig mindinkább a vízminőség védelemre. Már elég régen felismerték, hogy az ezzel kapcsolatos gondokat nemcsak helyileg, hanem területi méretekben is figyelembe kell venni. Egy 1568-ból való "bizottsági jelentés" már visszatükrözi ezt a regionális gondolkodást, mivel az a tó kiszáradásának okát visszavezeti a Répce vizeinek a tó vízgyűjtőterületéről történő elvezetésére. Ugyancsak már a 18. évszázad közepétől tettek erőfeszítéseket arra, hogy nagytérségi vízgazdálkodási változtatásokkal növelhessék a mezőgazdaságilag művelhető területeket.

Ez vezetett végül 1873-ban a Rábaszabályozó Társulat megalakításához, később pedig a Hansági-főcsatorna kiépítéséhez, valamint annak a tóig történő meghosszabbításához.

A csatorna további építésének műszaki nehézségei mellett hirtelen befejeződtek a tó kiszáritására vonatkozó megfontolások, a Monarchia felbomlása után. A Rábaszabályozó Társulatot megszüntették. A vízi létesítmények fenntartását és üzemelését államközi szerződésben szabályozták. Ausztria emellett jelentős hozzájárulások megfizetésére kötelezte magát magyar területen végzendő munkákhoz. Az ehhez szükséges költségeket a Szövetségi Állam átvállalta és azokat a haszonélvezőkkel együtt kellett viselnie.

Végül 1936-ban lényeges csökkenés következett be az osztrák szövetségi teljesítésekben és -miután Ausztriát Németország megszállta - a Magyarország felé történő kifizetéseket beszüntették.

Ausztria 1945-ben történt felszabadulása után 10 év telt el és 1955-ben ismét megkezdődtek a kétoldalu tárgyalások a határtérség vízgazdálkodási kérdéseiről. A tárgyalások eredményeként 1956-ban aláírták a "Vízgazdálkodási kérdések szabályozása a határtérségben" szerződést.



Unterzeichnung des Gewässervertrages
A Vízügyi Egyezmény aláírása

A Bizottság, amely mindkét részből 4 tagból áll, a vízgazdálkodási kérdések problémáit dolgozza fel és oldja meg a gyakorlatban, ellenőrzi a határozatai végrehajtását, tisztázza a vitás kérdéseket, kutatásokat és méréseket hajt végre és javaslatokat tesz a Szerződő Felek kormányainak.

A Bizottság rendes ülésszakot általában évenként egyszer tart. Meg van a lehetősége azonban annak is, hogy bármely Szerződő Fél első meghatalmazottjának kérésére rendkívüli ülésszakot hívjanak össze. Az ülések előkészítésére az ügyrend szerint a kérdések nagy részét az albizottsági ülések keretében előre megtárgyalják. Ezen felül szakértői csoportok is működnek.

Az ülésszakokat felváltva tartják a Szerződő Felek területén és azok egy jegyzőkönyv szertartás-szerű aláírásával zárulnak. A jegyzőkönyvben megfogalmazott határozatok nem érintik a kormányok döntési jogát.

A jegyzőkönyveket a kormányok hagyják jóvá.

Minden olyan ügyet, amelyekben a Bizottság nem tudott megállapodni, a Szerződő Felek kormányai elé kell terjeszteni. Ezzel biztosítják a vitás kérdések politikai szinten történő megoldását.

Az osztrák-magyar határtérségben a vízgazdálkodás a Vizügyi Egyezmény megszületése óta harmonikusan fejlődik. A Magyar-Osztrák Vizügyi Bizottság tevékenysége 50 év után is lehetővé teszi a Szerződő Felek határtérségében előforduló vízgazdálkodási kérdéseinek korszerű és a legújabb követelményeknek megfelelő megoldását. Az egyezmény alkalmazása során hozott határozatokkal ma már az EU Víz Keretirányelv elvárásait is figyelembe veszik. Elvégezték a tó állapotértékelését és kialakították a közös monitoring rendszereket.

Áramlások

Varga Lajos megfigyelései szerint a szél olymértékben elmozdítja a vizet, hogy 1926. III.25.-én egy kis csatornában a szerző 34 m/perc vízsebességet mért. A víz magával vitte az iszapot és kemény talaj maradt vissza.

A nyugati part mentén egy dél-északi-áramlat uralkodik, a keleti partnál a tó közepétől délre egy észak-déli áramlat. A maradék felszínen több kisebb körszerű áramlat létezik.

Az áramlási sebesség nagyon csekély 5-30 dm/perc. Fritz Kopf szerint azonban mégis elég jelentős energiák hatnak pld. a középső áramlásnál és kb. 50 millió m³ víz van mozgásban. A szél hatására a víztömeg kilendül és extrém esetekben a víztükör különbsége az É. és D. part között 1 m is lehet.

Meder -és áramlás mérések 1967

A tó magyar részének mederviszonyaira vonatkozó feltárást 1967-ben kezdte meg az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság, geodéziai felméréssel, valamint a nádasodás és feliszapolódás mértékének meghatározásával. Megfigyeléseket végeztek a szél hatására történő víz -és iszapmozgás jellemzőinek meghatározására. A Fertőrákosi öböl feliszapolódásának megakadályozására a műszaki beavatkozásokat megalapozó részletes áramlási vizsgálatokat azonban nem végeztek.

Áramlási vizsgálatok 1976-1980

Egy kutatási program keretében az áramlási vizsgálatok megkezdésére az 1976 évi előkészítő munka után 1977-ben került sor. Az utolsó méréssorozatot 1980 szeptember 4.-én végezték el. Mind a méréseket, mind a vizsgálatok kiértékelését az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság és a VITUKI szakemberei végezték a mérésekkel együtt lebegőanyag vizsgálatokra is sor került.

Az 1976-80 időszakban végzett kutatás főbb megállapításai az alábbiak voltak

- a fertőrákosi öbölben az áramlások iránya az óramutató járásával megegyező,
- a déli törész mederváltozása a korábbi időszakhoz képest csökkent,
- a változás mértékét egyértelműen nem lehetett meghatározni,
- a fertőrákosi öböl Mörbisch felőli elnásodása, feliszapolódása várható,
- a vízmozgások irányát a vízszintlengések következtében előálló áramlások határozzák meg,
- az áramlások a nádsávok fékező hatása miatt zavartak, változatosak,
- a hordalékmozgásra a kisszámú mintavétel eredményeiből következtetést nem lehetett levonni.

Hidraulikai kutatások 1982

A Fertő tó magyar területére eső törészét, elsősorban a fertőrákosi öböl feliszapolódásának megakadályozását, az eutrofizációs folyamatok csökkentését célzó műszaki beavatkozások megalapozását szolgáló hidraulikai kutatások 1982-ben sikeresen befejeződtek. A kutatások a VITUKI - ÉDUVIZIG szoros együttműködésében valósultak meg. A vizsgálati eredmények alapján a VITUKI kidolgozta a tószabályozási beavatkozásokra vonatkozó javaslatát. Az

áramlási vizsgálatokat négy merülőszárnyas bója úsztatásával végezték, gyakorlatilag az 1976-ban megkezdett kutatások folytatásaképpen.

A hidraulikai kutatások főbb megállapításai az alábbiak voltak:

- a vízmozgások és a mederalakulás szempontjából az ÉNY-É-i , kisebb súllyal a D-DK iránytartományból fújó szelek a mértékadóak,
- a fertőrákosi öbölben az É-ÉNY-i szél hatására az áramlás iránya az óramutató járásával egyező irányú,
- A D-DK-i szelek hatására keltett áramlások a hordalék eltávolítás szempontjából kedvezőek,
- az öböl NY-i partja a hullámvázban a leggazdagabb.

Áramlási vizsgálatok 1990

Az 1990 évi vizsgálatokat az ÉDUVIZIG megbízására a VITUKI végezte, a finn állami vízgazdálkodási és környezetvédelmi szervezet szakértőjének bevonásával.

Az 1990 évi kutatás célkitűzései a következők voltak:

- a nyílt vízfelület felett uralkodó szelek és az általuk keltett mértékadó, nem permanens illetve időben közel állandósult áramlási viszonyok feltárása a fertőrákosi öbölben,
- a fertőrákosi öböl és az osztrák tórész közötti vízcseré- mechanizmus feltárása, mértékének becslése,
- a hullámváz felkeverte mederanyag vándorlási tendenciájának becslése.

A mérések alapján egyrészt megállapítható, hogy a viharok felfutó és elcsituló időszakában - néha erősen pulzálva - a többé-kevésbé egyirányú, töltődést vagy kiürülést hozó mozgás dominál. Emellett a nádas okozta szél- és egyúttal hullámvázárnyékolás is jelentős szerepet játszik, mégpedig az időről-időre kifejlődő cirkulációs áramlások kialakításában. A Fertőrákosi öbölhöz hasonló kitettségű lapos, közel egyenletes mélységű víztérben a cirkulációt elsősorban a térben egyenlőtlen eloszlású felszíni szél csúsztatófeszültsége determinálja, a szélnek erősen kitett zónákban szélirányba hajtva a víztömegeket, melyek aztán a szélárnyékos zónákban találnak maguknak visszaáramlási utat. Nyilván mindez a szél ingadozása és a belső vízlengések miatt tisztán sohasem, pusztán tendenciaszerűen, a lengési mozgásra halmozódva észlelhető. Ebből következően a Fertőrákosi-öbölben - legalább is annak északi felén - mind a mértékadó É-ÉNY-i, mind a D-DK-i szelekre egy, az óramutató járásával egyező irányba forgó cirkuláció alakul ki, míg az É-ÉK-i irányból fújó viharok esetén a cirkuláció a kitettség változásával forgási irányt vált. A BO határtörés pont környezete, É-ÉNY-i valamint D-DK-i kifűjt szélnél széllel szembeni áramlások, míg az É-ÉK-i szeleknél kitettségének növekedése miatt széllel közel egy irányba tartó áramlások zónája.

A kutatások az öböl déli részére közvetlen információt nem adhattak.

Áramlási vizsgálatok 1995 - 1996

Az 1995 évben kezdődő áramlási vizsgálatokat az ÉDUVIZIG megbízására a BME Vízgazdálkodási Tanszéke végezte, finn szakértő bevonásával. Az 1990 évi vizsgálatokhoz képest jelentősen bővített műszerezettséggel került sor átfogóbb módon a magyar tórész részletes áramlási feltárására. A vizsgálati programhoz vízminőségi és üledék vizsgálatok is kapcsolódtak. Az áramlásmérési helyeken ülepítő kelyhek kerültek kihelyezésre. A

rendelkezésre álló 8 db. áramlásmérő műszert az osztrák és finn vízügyi szervezetek biztosították. A vizsgálatok kiterjedtek a korábbi időszakban áramlási szempontból csak becsült déli Fertőrákosi öböl térségre is.

Az áramlási kutatások, és a kapcsolódó vízminőségi vizsgálatok főbb megállapításai, javaslatok

A jelenleg rendelkezésre álló megfigyelések és mérési eredmények a Fertőrákosi öböl vonatkozásában részben megerősítették, ill. túlmutatnak az 1990 évi vizsgálatokon amelyeknek eredményeként a következő megállapítások tehetők.

A Fertőrákosi-öbölben tervezett bármely műszaki beavatkozást, a feliszapolódás csökkentését csak a nyíltvíz minősége, a nádközi víz minősége, az üledékállapot és az áramlási viszonyok egymásra hatásának elemzése után szabad kezdeményezni.

Az öböl nyílt vizének minősége kedvező, ezt az állapotot éppen a víz alacsony tápanyag és magas lebegőanyag tartalma biztosítja. Ennek megfelelően egy nagymértékű iszapeltávolítás, ami már hatással lenne a víz lebegőanyag tartalmára - azt jelentősen csökkentené - kedvező fényviszonyokat teremtené, ami az öböl vizének algásodását vonhatná maga után. Ugyancsak kedvezőtlenül hatna az öböl lefűződéséből adódó lebegőanyag kiülepedés is, ami a kezdeti algaszaporodást követően az öböl vízminőségét a belső tavakéhoz hasonlóvá tenné /barnás víz, magas humin anyagokkal/. A tó vízszintjének stabilizálása, illetve tervezett növelése a nád előrehaladási folyamatokat, az öböl lefűződését megfelelő korlátok között tartja. Ennek megfelelően iszapcsapda kialakítása nem javasolható. Nem indokolja ezt továbbá a víz lebegőanyag tartalom/iszap arány sem /pl.100 mg/l körüli lebegőanyag/.

Kedvezőtlen vízminőségi állapotok - alacsony oxigéntartalom, illetve oxigén hiány - a nádközi vízterületeken alakulnak ki. Ebből a szempontból ezek a folyamatok markánsan az. un. nyugati nádasokban alakulnak ki. Az esetleges visszaoldódási, belső tápanyag terhelési folyamatok további célvizsgálatokat igényelnek.

Az üledék oxidáltsági foka, aerob állapota a nád-vízhatár térségében kedvezőtlenebb, annak ellenére, hogy az áramlási vizsgálatok megfelelő cirkulációt mutatnak. Ez a cirkuláció azonban nem érinti a nádas vízterületeket, a vízminőség javító hatás nem érvényesül. Ennek elősegítése javasolható. Az üledék oxidáltsági foka sem indokolja iszapcsapdák kialakítását, sőt az iszapcsapdákban redukzív állapotok alakulhatnak ki.

A nádközi víz minőségének javítása céljából, az áramlási folyamatokat és az üledék állapotát figyelembe véve javasolható a nádközi vízterületek jobb vízellátása. Ennek megfelelően szükséges lenne a kedvezőtlen minőségi állapotban lévő üledék eltávolítása, a nádas területek áramlási viszonyainak javítása az alábbi helyeken:

- Határbokor térsége,
- országhatár - Virágosmajori csatorna közötti terület,
- keleti nádas északi részén és a
- déli nádhatár térségében.

A nádközi víz vízminőség javítását célzó beavatkozásokat egy rövid és középtávú program keretében, rendszeres víz és üledékvizsgálatok végzése mellett szabad elvégezni, az esetleges korrekciók figyelembevételével.

A fenti vízminőség-javító beavatkozás hatékonyságának megítélésére, további nádas területek középtávú program keretében történő rehabilitációjának megalapozására, megvalósítására műszaki, áramlástani szempontból legkedvezőbb térségnek az országhatár-Virágosmajori csatorna térsége tűnik. Itt a rövidtávú program keretében az alábbi tevékenységek javasolhatók, sorrend szerint:

- a Virágosmajori csatorna bővítése, a csatorna déli oldalának megbontása nélkül, a kellően fel nem tárt Rákos patak-i lerakódások miatt,
- a csatorna torkolati szakaszán a tó medrében sankolótér kialakítása, a bemosódások visszatartása érdekében, ezen ülepítő tér rendszeres karbantartásával,
- a nádashatáron a redukált üledék eltávolítása, a nádasba történő víz bejutásának áramlási vizsgálatokon alapuló biztosítása, a térség rendszeres karbantartásával
- a Rákos patak torkolati térségének részletes vizsgálata.

A belső terhelések csökkentése mellett elsőrendű fontossággal bír a tóba torkolló vízfolyások lebegőanyag tartalmának tó előtt történő kiülepítése.

A javasolt, mérési programon alapuló beavatkozások alapján kezdhető meg az öböl rekreációs, idegenforgalmi célú, jelenlegi főmóló mögötti terület hasznosításának részletes tervezése.

Vízminőség

Történelmi adatok

A Fertőből nemcsak a profundális réteg, de a szublitorális réteg is hiányzik. A növényfiziológusok Varga Lajos szerint a Fertőt a következőképpen osztják fel:

1. Nagyon széles parti gyűrű, ami időnként száraz. A gyűrű szélessége 100 m lehet.
2. A part, melyet 2-3 km széles nádöv vesz körül. Nagyrészt *Phragmites communis*, csak ahol a víz mélyebb, jelentkezik a *Scirpus lacuster* zóna. Ez azonban jelentőség nélküli.
3. A szabad vízfelszín, amit csak 2-3 m széles csatornákon lehet elérni (*Carex*). Itt gazdag növényvilág található, fonalas algák, alacsonyabb és magasabb rendű növények. Nagy szerepet játszik a *Myriophyllum* és a *Ceratophyllum*, több helyen benövik a vizet.
4. *Ceratophyllum* zóna

Neumann feloszlása szerint: *Phragmitetum* és *Scirpetum* a Fertő „felső szublitorális zónája”, az úszó növényekkel fedett víz az „alsó szublitorális zóna”, a mélyebb vizek növényzete jellemzi az „elitorális zónát” az időnként száraz zóna az eulitorális zóna.

Vízhőmérséklet nagyon ingadozó, de az iszap és a víz között nincs nagy különbség (1-4°C). Nyáron a vízhőmérséklet nagyon magas 1928 augusztus 2-án 32°C-ot mért. A vízhőmérséklet 0-32°C között ingadozott. Euritherm szervezetek élnek a tóban.

A tó történetének katasztrófális időszaka, amikor fenékgig befagyott. Szerencsére ez nagyon ritka, utoljára 1892-ben fagyott be teljesen. A fény teljesen átvilágítja a tavat, gazdag a fenékfauna, hiányzik az aphotikus zóna.

Nyugodt időjárásnál a víz szintelen. Kis szél már felkeveri az iszapot és a víz színe barnásszürke vagy világos szürke. Nyáron a csendes helyeken a vízben élő szervezetektől a víz színe sárgászöld árnyalatú.

A víz átlátszósága a szélről függ. Ha 3-4 órán át nincs szél, a víz fenéig átlátszó. Ez azonban nagyon ritka. Erősebb szélben a plankton háló fehér színe 10-20 cm után eltűnik.

A Fertő vize erősen alkálikus. Nátrium-hidrokarbonát és nátriumsulfát uralkodik benne. Szabad CO_2 is található. A víz keménysége jelentős. A pH nyáron 7,2-7,8 között ingadozik. A feneket 30-50 cm vastag iszap, főleg szürke borítja. Tápanyagokban gazdag. Valódi gyttja. Varga 1928-ban a Fertőt az eutrof tavak csoportjába sorolja.

A tó vízkémizmusáról már 1902 óta vannak adatok. A Fertő tó állandóan vagy időszakosan erősen befolyásolt vízkémizmusú.

Mennyiségileg vizsgálva az évszázad elején igen nagy inonkoncentrációk voltak jellemzők, később azonban lassan a mai napig a koncentrációk csökkentek.

Az ionok mval/l eé.-i.:

1902-1903	max. 320 mval/l	min. 120 mval/l	Treitz
1945	85 „		Moraha
1960-61	65 „		Szabó E
1966-68	29-50 „		próbák átlaga között

Minőségileg az évszázad elején $\text{SO}_4\text{-Na}$ (Mg)-Cl és $\text{HCO}_3\text{-Na}$ (Cl), Maucha szerint 1945-ben $\text{SO}_4\text{-Na-Mg}$ típusú, az 1960-61 években egészen napjainkig az összes próba átlaga alapján a Fertő tó $\text{HCO}_3\text{-Mg-Na}$ típusú szikes tó, melynek vízkémizmusa nagyon hasonlít a Velencei tóéhoz.

A nyílt vízben, ugyanabban az időpontban az egyes mintavételi helyek vízkémizmusában nem voltak szignifikális eltérések.

Nyugatról keletre haladva növekedett az összes ion koncentráció főleg az SO_4 ion és Na ion növekedésének hatására. A legszorosabb pozitív korrelációt a SO_4 ion és az összes ion koncentráció, valamint a szulfát és nátrium ionok között. Erős negatív korrelációt határoztak meg a az összes ion koncentráció és a kalcium ion, valamint a kalcium és klorid ionok között.

Egy 1972-es vizsgálat szerint a tó utolsó szakaszát éli, feltöltődése az élő szervezetek, elsősorban növények térhódításának következménye.

A szerves anyagok elborulásának intenzitásától függően változik a kénhidrogén képződése az iszapban. A képződött kénhidrogén eloxidálásával keletkező SO_4 -ion mennyisége ennek megfelelően változik. Növekszik, vagy csökken az oxidációs folyamatokkal szorosan összefüggő hidrogénkarbonát - karbonát képződés is. A szulfát-ion növekedése az elsődleges, ehhez kapcsolódik a Na-ion mennyiségi növekedése.

A Fertő tó magyarországi részére az állandó változás, dinamizmus jellemző.

A szél hatására a pangó, bomló szervesanyag tömeg hirtelen friss vizet kap, a felszabaduló gázok nem a levegőbe jutnak, hanem a vízben oldódni tudnak.

A tó környékén a felszín alatt nagykoncentrációjú NaSO_4 , hidrokarbonátos kloridos víz található (pl.: 4-10 m és 30-40 m mélységben 16-26 g/l koncentrációban. A 70-es évek elején még feltételezték, hogy ez hathat a tóra, vagy vice-versa.

Igen előnyös, hogy a $\frac{\text{HCO}_3}{\text{SO}_4}$ hányados értéke kisebb 1-mél.

Ez azt jelenti, hogy általában túlsúlyban vannak a oxidációs folyamatok.

Az oxigénfogyasztás értékei 10 mg/l-nél általában magasabbak, de 20 mg/l-nél alacsonyabbak. A szervesanyagban gazdag vizekre jellemző. A hidrogénion-koncentráció (pH) 7,5-8,6 között ingadozik. A karbonát-ion gyakran nem mutatható ki és a pH 8.4 alatt marad.

Hortobágyi Tibor már 1972-ben felhívja a figyelmet a tó emberi hatásokat követő szennyezésére, a beömlő jelentősebb vizek vízkémiai összetételére.

Varga Lajos megállapítja, hogy a Fertő igazi síkvidéki sóstó. Legnyugatibb és egyik legnagyobb tagja azoknak a hasonló állóvizeknek, melyek Közép-Ázsiától, az Aral és Kaspi-tavak környékétől nyugati irányban terülnek el. pH 8,5-9,5 erősen lúgos. Összes sótartalma 2000-13.500 mg/l. A sótartalom a medence különböző helyein változó.

Uralkodó kation a Na, főként SO_4 , CO_3 , Cl ionokhoz kötött. Elég sok a Mg, hasonlóan kötött. Feltűnően sok a HCO_3 és Cl is, szintén kationhoz vannak kötve. Kevés a Ca, ezért az előbbi sók okozzák a lúgos kémhatást.

Fenékig történő befagyás 1721-ben, 1892-ben, legutóbb pedig 1929-ben. A jég vastagsága ilyenkor 50-60 cm, a lékből szökőkútszerűen tör fel a kénhidrogénes víz, gázok hatására, az iszap is befagy. A halállomány 60-70 %-a elpusztul, főleg a ponty és csuka.

Uralkodó szél északnyugati a Pozsony és Sopron közötti kapun tör be. A vizet elnyomja.

A Fertő mind víztömegében, sótartalmában, hőmérsékletében, mind élővilágában állandó változások színtere. A tó az állandóan változó, asztatikus tavak csoportjába tartozik.

A Fertőben csak litorális zóna van. A tó eutróf, 1 liter vízben 3000-4000 alga és mikroszkópikus állatkát számoltak meg.

1902-ben oldott sók mennyisége (Szontagh féle bizottság). Feketevárosnál 3726.0 mg/l, Illmitznél 9274,4 mg/l, Fertőrákosnál 7022.0 mg/l.

1903-ban Treitz hét helyről gyűjtött vízben az alábbi összetevőket, ill. azok legkisebb és legnagyobb mennyiséget határozta meg (a sókká csoportosított adatok átszámolva):

Na^+	540 – 2430	mg/l
Mg^{++}	290 - 600	„
K^+	7 - 290	„
Ca^{++}	9 - 97	„
HCO_3^-	970 - 2470	„
SO_4^{--}	1044 - 7933	„
CL^-	670 - 2000	„
SiO_2	10 - 60	„
	3540 - 15950	„

Varga méri a hőmérsékletet, pH-t és vezető képességet. A nyílt víz pH-ja, vezető képessége erős ingadozást mutatott 1927-31 között, általában nyári max. és téli min. pH 6,24-8,98, 1002-4454 uS. (átl. 2329uS.). 1960-ban a pH érték 7,5-9,5 között ingadozott. A vezető

képesség értékei 1444 – 2419 uS tartományban változott. A víz oldott oxigén ellátottsága jó, meghaladta az 5,0 mg/l értéket.

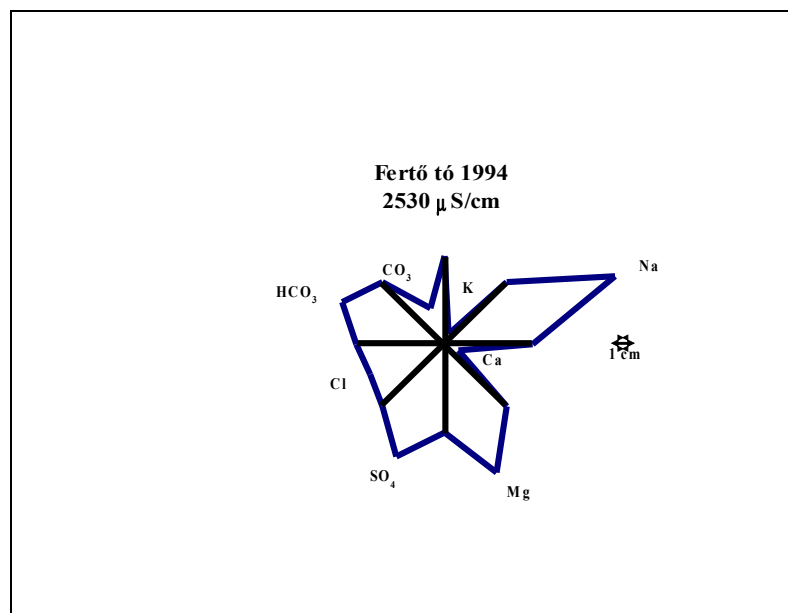
Az 50-es években Knie Podersdorfnál havonként vizsgálja a tavat pH 8,85 – 8,97. Vezető képesség télen 2128, későnyári max. 2041, tavaszi min. 1411 uS. A tó vizének össz-ion tartalma 1.000-2.000 mg/l. Uralkodó kation a Na és Mg., sok a HCO_3 , SO_4 és Cl, kevés a CO_3 .

A Fertő tó vizének részletesebb, több kémiai komponenst is felölelő vizsgálatok a 60-as évek elejéből származnak. A magyar tórészen a rendszeres vízminőségi vizsgálatok 1968-ban kezdődtek, a törzshálózati mintavételi rendszer keretében. 1973 óta a Magyar-Osztrák Vízügyi Bizottság határozata alapján közös vizsgálatokat és értékeléseket is végez a két ország.

A magyarországi tórész nyíltvizének minősége

A Fertő tó nyíltvize a geológiai és hidrológiai adottságai alapján magas sókoncentrációt mutat, a sóösszetétel alapján sztyepp jellegű tó, és ezen tótípus legnagyobb nyugati tagja. A nagy sótartalom jelentős tartományokban ingadozik, az összes sókoncentráció legnagyobb értéke a nyári hónapokban meghaladhatja a 2500 mg/l-t is.

A víz sótartalma főleg nátrium és magnézium kationokból, valamint hidrokarbonát, szulfát és klorid anionokból tevődik össze. Az 1995/96 évi közel 180 millió m^3 csapadékvíz „hígító” hatása 2003 évre megszűnt és a tó vizének sókoncentrációja, annak megoszlása hasonló az 1994 évi állapothoz. Egy általános sóösszetételt, a tó higulása előtti állapotára jól szemlélt a Maucha féle diagramm.



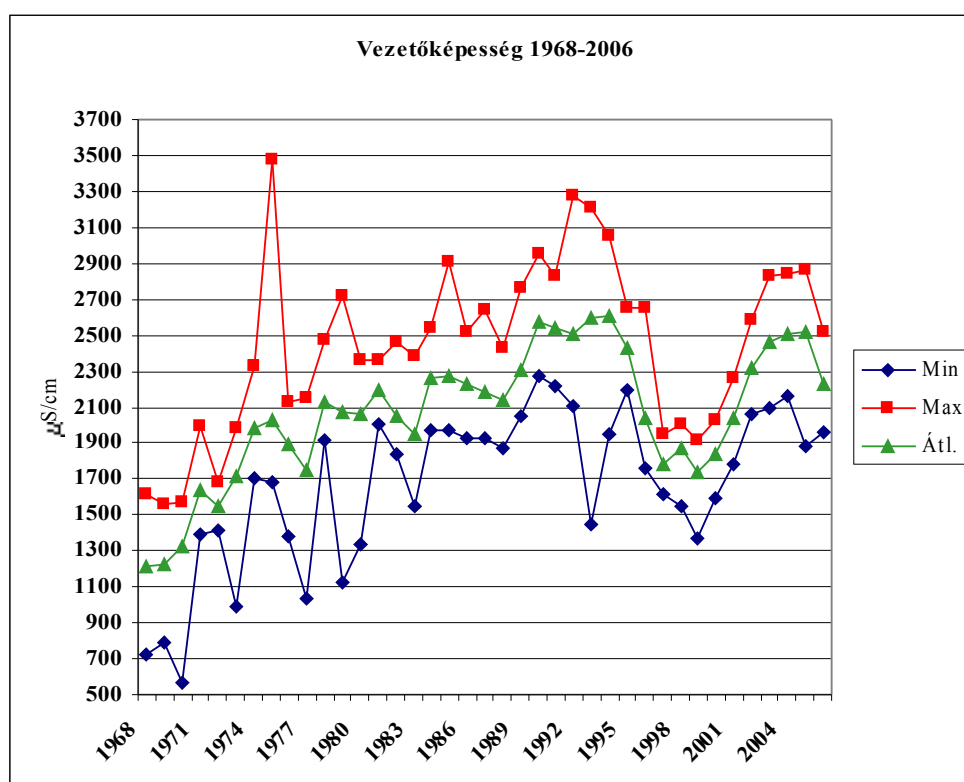
A Fertő tó vizének összes ion tartalom változása az utóbbi 100 év során

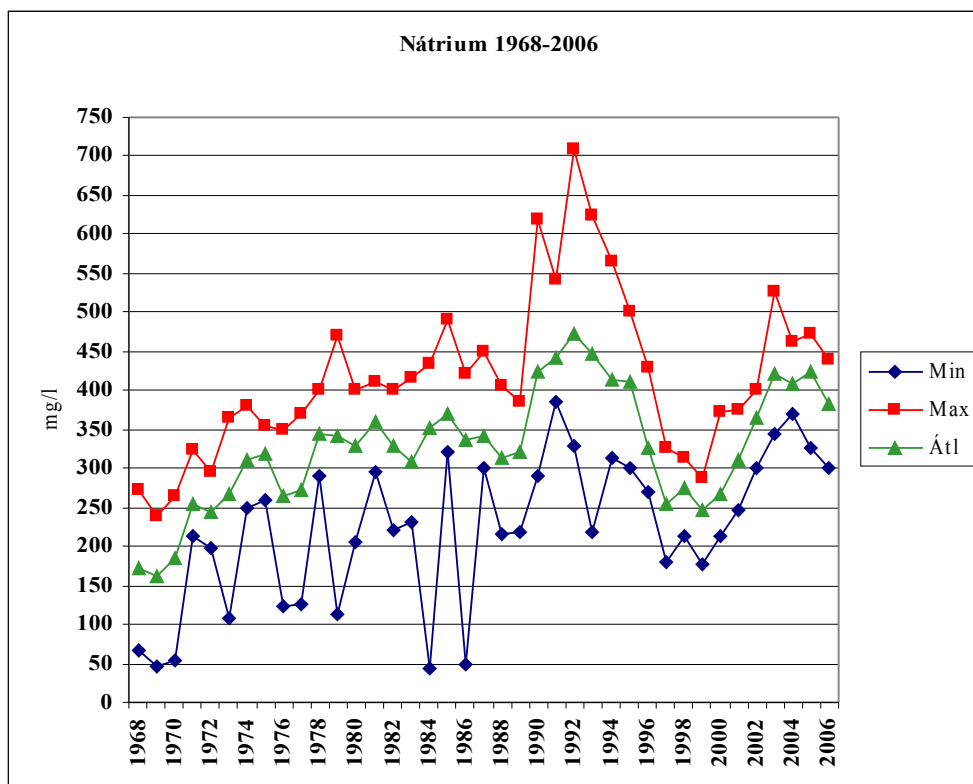
Év	Min. mg/l	Max. mg/l
1902	3726	9274
1903	3540	15940
1927-31	766	3340
1958	1058	1596
1960-61	1083	2010
2006	1418	2598

egyes években (az ion koncentráció hiánya miatt) a vezetőképességből számolva az összehasonlíthatóság érdekében.

Mivel a nátrium nátrium-hidrokarbonát formájában van jelen, a tavat "szikes tó"-ként szokták jellemezni. A víz erősen alkáli jellegű, a pH érték 8.0 felett van. A szikes tóban az erős növényi burjánzás a pH érték további növekedését és biogén mészkiválást is okozhat. A tóvíz 30 éven át történő szinte folyamatos sókoncentráció növekedése figyelhető meg az 1995/56 árvízi állapotokig. Ekkor a tóból víztérfogatának fele kicserélődött, a tó a csapadék hatására felhígult.

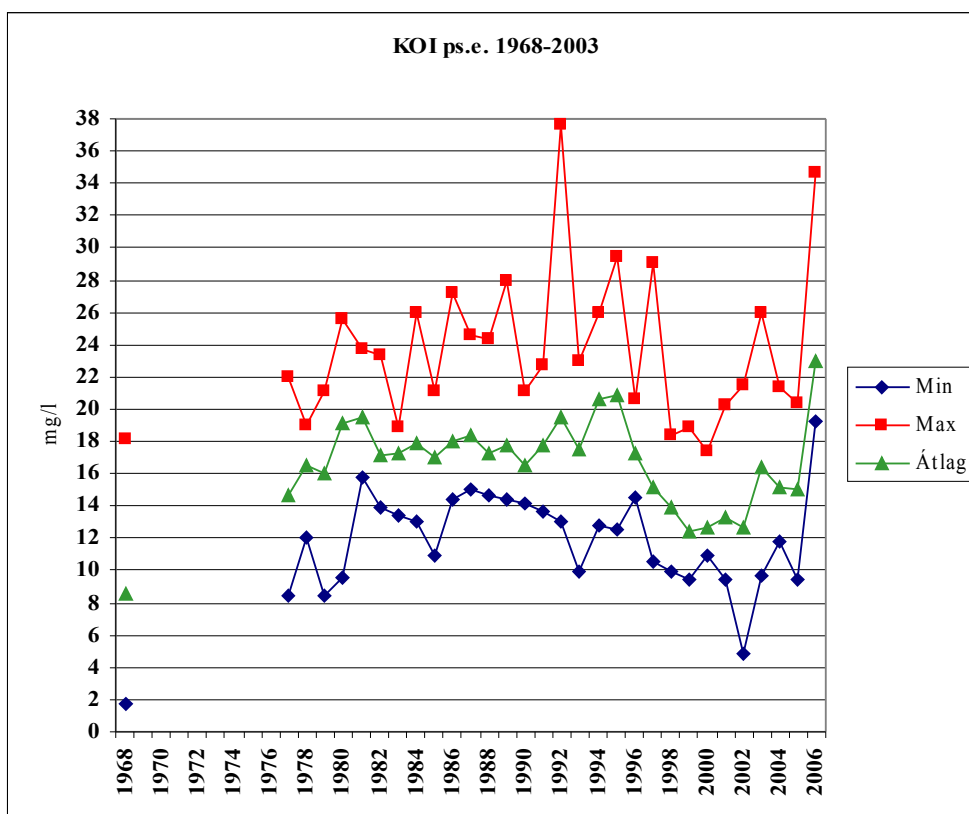
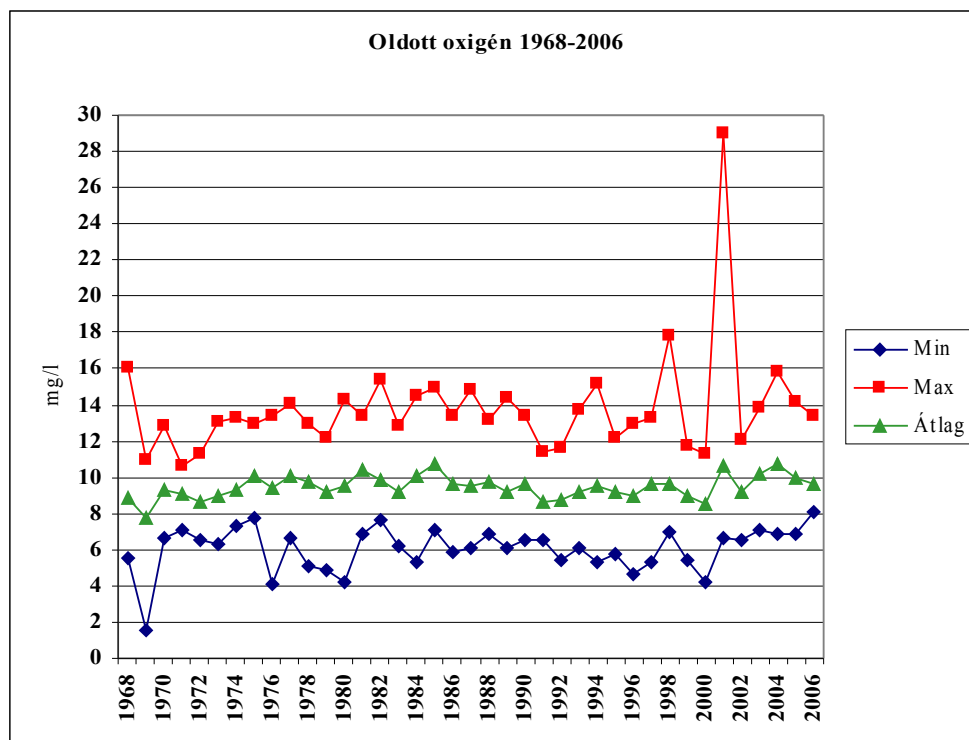
A tendenciákat jól kifejezte a fajlagos elektromos vezetőképesség és a nátrium-ion koncentrációjának változása is.



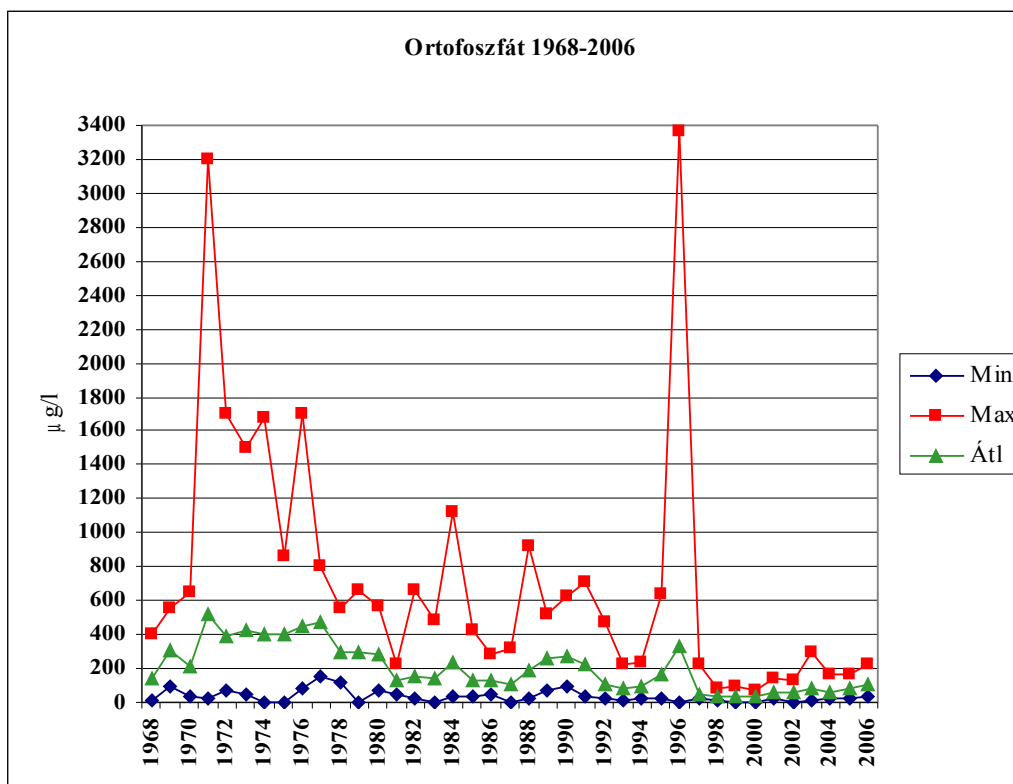


Az oxigéntartalom tekintetében a tavat két teljesen különböző területre oszthatjuk, nevezetesen a nyíltvízi tófelületre és a nádövezetre. Míg a nyíltvízi tófelületen, ahol a levegőből történő oxigénbevitel és az állandó átkeveredés, valamint a viszonylag csekély szerves terhelés miatt előnyös oxigénviszonyok uralkodnak a víztestben, addig a nádövezetben gyakran találkozhatunk oxigénszegény vagy anaerob viszonyokkal.

A tó vizére a magas kémiai oxigénigény jellemző, ami a lebegőanyag szinte állandó felkeveredésének, illetve a huminsavak következménye. A permanganáttal oxidálható szerves anyag mennyisége a szabad vízterületeken alacsony, tükrözi továbbá a tó körül a 90-es évek közepén befejezett szennyvíztisztítási programot is. Az átmeneti zónákban, különösen az áramlástól védett öblökben és térségekben fokozott terhelést, az üledék és a szerves összetevők növekedését figyelhetjük meg. Az utóbbi közel 40 év tendenciáit mutatják az alábbi ábrák.



A növényi tápanyagok koncentrációja 1998-tól meglehetősen alacsony értékeket mutat, ami a vízgyűjtő területen tett vízminőség javító beavatkozásokat jól tükrözi. Meg kell azonban jegyezni, hogy az utóbbi években a max. értékek kissé növekvő tendenciát mutatnak.



A fertő tavi hidrometeorológiai állomás átadásával egy időben megkezdődtek az üzemeltetéshez szükséges vízminőségi vizsgálatok is, melyek elsősorban a nádas-közi víz vizsgálatára terjednek ki. Az Észak-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság üzemi monitoring rendszerében a vizsgálatok heti, kétheti és havi gyakorisággal történnek a kijelölt nyílt vízterületeken, az öblökben, belső tavakban és csatornáknban.

A Fertő tó nádövezete

A Fertő tavat 180 km² nagyságú nádövezet veszi körül, amely Közép-Európa legnagyobb zárt nádassal borított területe, mely jobbára a 19. századi legutóbbi kiszáradás óta alakult ki. A nádas főként a tó déli, nyugati és északi részén fejlődött ki, ahol eléri a 6 km-es szélességet is. A tó keleti részén az uralkodó északnyugati szél és a hullámképződés, valamint a jégtorlódás következtében a nádas kialakulása lényegesen kisebb. Az egész tófelületnek (315 km²) ma már több, mint felét nádassal borítja.

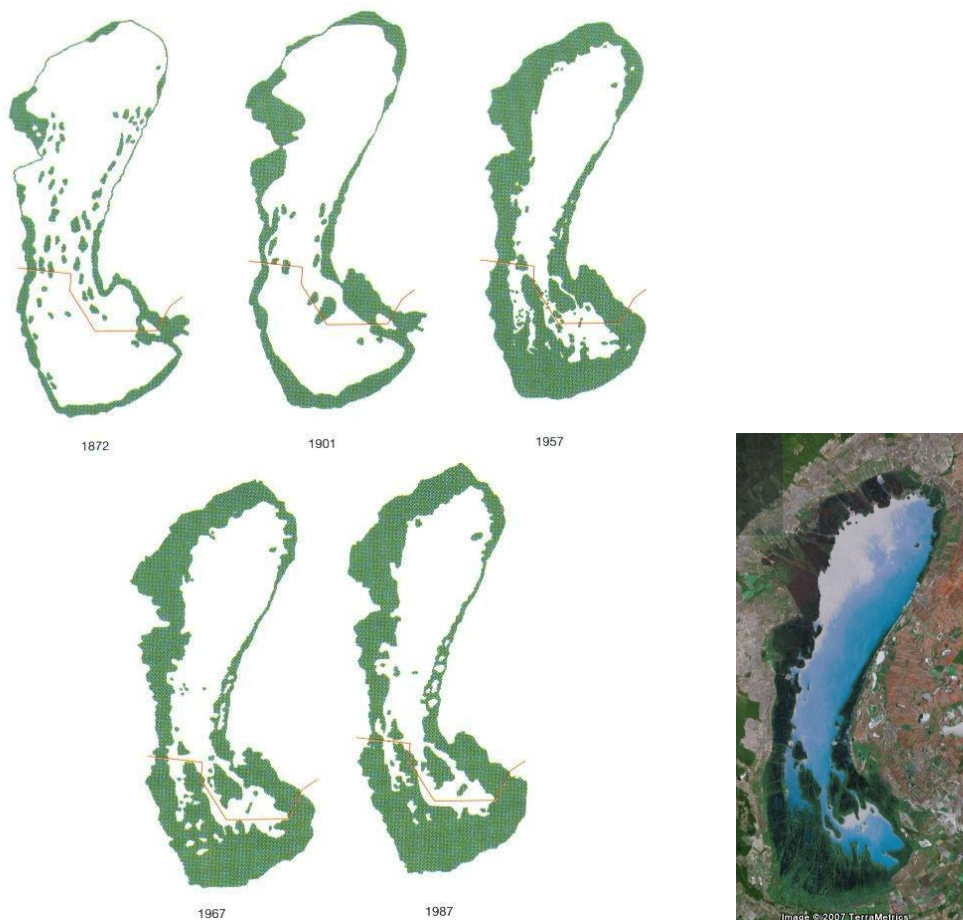
	Terület (km ²)	Nádövezet (%)
Ausztria	240	47
Magyarország	75	85
Összesen:	315	56

A Fertő tó jelenlegi állapotára, de különösen a déli tórészre a széles nádövezet, a feltöltődési folyamatok jellemzőek. A vízszintváltozások, a külső és belső terhelések, az uralkodó észak-északnyugati szelek, a szél keltette áramlások és a tó elhelyezkedésének következtében a laza üledék jelentős része a tó déli részén a nádas határán, szegélyén rakódik le. A keleti partot egy lényegesen keskenyebb nádövezet jellemzi, ami a már említett uralkodó szélirányra, a hullámhatásra és a jégtorlódásra vezethető vissza. Összességében a Fertő tó esetében ez a

széles nádövezet adja a tó jellegzetes megjelenési formáját és döntő kihatással van a tó vízháztartására, vízminőségére. A tó végleges, mai formáját a századforduló után kiépített déli, mekszikópusztai poldergátakkal és a levezető Hanság főcsatorna kiépítésével kapta meg.

A nádövezet intenzív fejlődése is ezekre a beavatkozásokra vezethető vissza. A 20. század elején létesített Hanság főcsatorna csökkentette a tó vízszintjét, ezzel optimális feltételek, vízmélységek keletkeztek a nád növekedése szempontjából. Az 1965.-ös vízszintemelés lényegesen lecsökkentette a nádelőretörést, viszont kedvezett a part felőli nádnövekedésnek. Az új, elfogadás előtt álló zsilipkezelési szabályzat feltehetően tovább fékezi ezt a folyamatot, annak ellenére, hogy a tó dinamizmusa nem változik.

A változásokat jól mutatja Kopf és Fischer-Nagel által 1986/87-ben összeállított és kiegészített térképsor.



A nád terjeszkedése a Fertő-tavon:
balról jobbra, fentről lefelé: 1872-es, 1901-es, 1957-es, 1967-es és 1987-es és 2007-es állapot
(in. Pannonhalmi 1999).

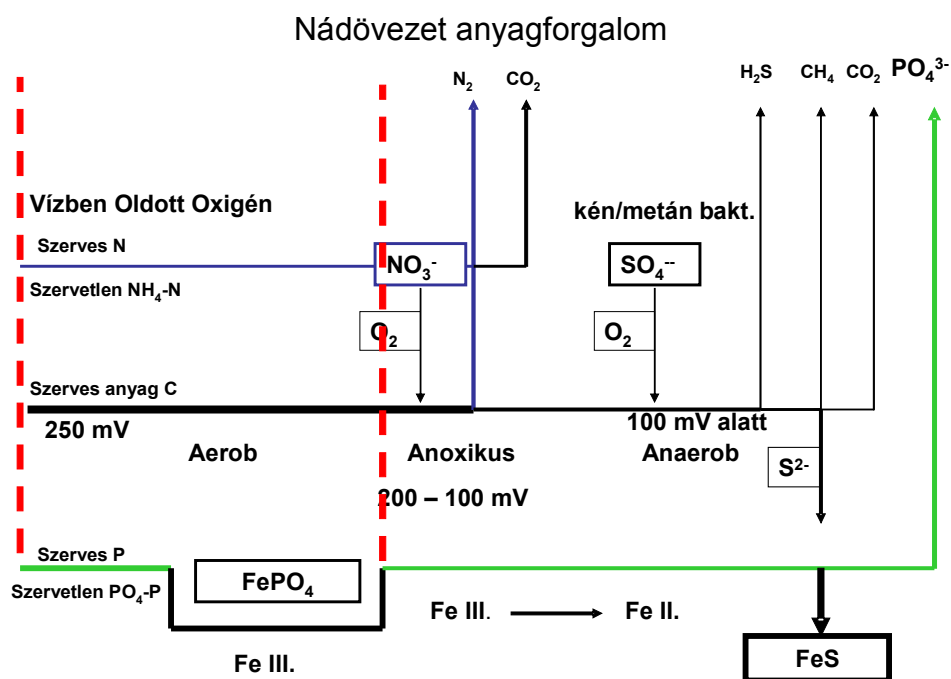
A 20. század közepéig a Fertő tó nádhasznosítását a szarvasmarha csordák legeltetése jelentette, ami egyben korlátozta a parti sávban a nád előretörését. Később, mint építőanyag egyre nagyobb jelentőségre tett szert. A kézi aratás mellett megjelent a nagyüzemi gépi aratás, és a nádövezetben az aratás és a szállítás megkönnyítésére több, mint 300 km csatornát alakítottak ki, és a nádasokat parcellákra osztották fel. Ekkor még az égetés is a nádgazdálkodás egyik eszköze volt. A hatvanas évek közepétől a gépesített nádaratás

dominanciájával az aratás a minőségi nád irányába tolódott el, és egyre nagyobb területeket foglaltak el az un. öreg, avas nádterületek. A nádasövezet ugyanakkor természetvédelmi szempontból felértékelődött, a különleges madárvilág élő, költő és szaporodó helye, megfelelő táplálékbázis és egyben biztosítja a vonuló madarak nyugalmát is. Halélettani szempontból sem hanyagolható el a Fertő tó nádövezete, ahol elsősorban a csatornák biztosítják a halak számára az életterületet, a szaporodási helyeket. A déli tórészén a nádövezet hasznosítása intenzívebb.

Az utóbbi években, nem csak a Fertő tónál a nádas állományok degradációja, pusztulása figyelhető meg. Ez a jelenség mind a környezeti feltételek megváltozására (pl vízszint, vízminőség), a gazdálkodás (pl. aratási technológia, fenntartási munkák hiánya) és az egyre jobban elszaporodó kártevőkre vezethető vissza. Kiemelendő a Fertő tavi nádas állomány biológiai és állománszerkezeti használatára irányuló vizsgálatok.

Vízminőségi szempontból bizonyított, hogy a degradációval erősen érintett területeken az üledék szervesanyag tartalma magasabb, redox potenciál értéke viszont alacsonyabb, ami a kedvezőtlenebb oxigénviszonyokra vezethető vissza. Tovább fokozhatja ezt a kedvezőtlen hatást az a tény, hogy a már említett folyamatok következtében növekszik a nádszegély előtt az üledék felhalmozódása, korlátozódhat a nádövezet átöblítődése. A nádparcellákon belül a csatornahálózat feliszapolódott, a parcellák frissvíz pótlása, dinamizmusa korlátozott mértékű. A vízelvezetésben csak az un. főcsatornák vesznek részben, közvetlenül részt, ami viszont hozzájárul a tó nyíltvizének terhelésnöveléséhez, rontva ezzel a nádövezet szűrő, vízvédelmi funkcióját is.

A tó vízminőségének alakulásában döntő szerepe van a tavat körülvevő széles nádövezetnek. Az üzemi vízmintavételi hálózat alapján önkényesen került meghatározásra az un. nyugati és déli nádövezet, egy keresztaszelvény (csatorna) jellemzésére pedig a Fertőbozi csatorna tűnt a legalkalmasabbnak. A nádövezetben lejátszódó folyamatokat az alábbi sematikus ábra mutatja.



A Fertő tó különleges helyzete miatt a lebegőanyaghoz kötött terhelések nem jutnak közvetlenül a tóba, hanem a széles, több km széles nádövezetben kiülepednek. A kiülepedési folyamat következtében a lebegőanyaghoz kötött tápanyagok rövid időre megkötődnek, de az így kiülepedett lebegőanyag hosszútávon tápanyag forrásként szolgál. A Fertő tó növényeredetű szerves terhelésére, az üledékből gyorsan mikrobiológiai feltárására kerül. A nádközi víz oldott oxigén tartalma a széles nádövezetben gyorsan felhasználódik, elsősorban a szerves anyagok lebontásához, másik része pedig az ammónia-nitrogén nitrifikációjához (nitrifikáció). Az oldott oxigén elfogyása után a szerves anyagok oxidálásához a nitrát oxigénje kerül felhasználásra, és a nitrogén gáz formájában távozik (denitrifikáció). A nitrát teljes mértékű felhasználását követően megkezdődik az anaerob baktériumok elszaporodása, melyek a szulfátokat szulfidokká, ill. kén-hidrogénné alakítják és a metánbaktériumok a szerves anyagból metángázt képeznek. A háromértékű vasvegyületek kétértékűvé redukálódnak, amivel a kén-hidrogén oldhatatlan vasszulfidot képez. Ennek következménye, hogy a vashoz kötött foszfor szabaddá válása.

Az üledék foszforfelvételére hatással van:

- az üledék szemcseméretétől
- a magas kalcium és vastartalom javítja a foszforfelvételt, minél alacsonyabb a pH értéke, annál nagyobb foszfort tud felvenni,
- közrejátszik még olyan komponensek, mint a redoxpotenciál, vagy a hőmérséklet tartalom.

Az üledék foszfor felszabadítására hatással van:

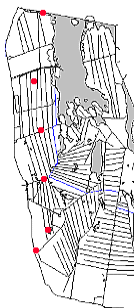
- nádövezetben az üledéket csak vékony, mozgásban nem lévő vízfelület borítja,
- magas hőmérséklet esetében gyakorlatilag oldott oxigén nem mérhető,
- üledék felszín határán a szerves anyag lebontása oxigént igényel,
- az üledék felső rétegében a redoxpotenciál értékek negatívak,
- az áramló víz elszállítja a visszaoldott foszfort és új egyensúlyt állít be.

A nyugati nádas vízminőségi jellemzése

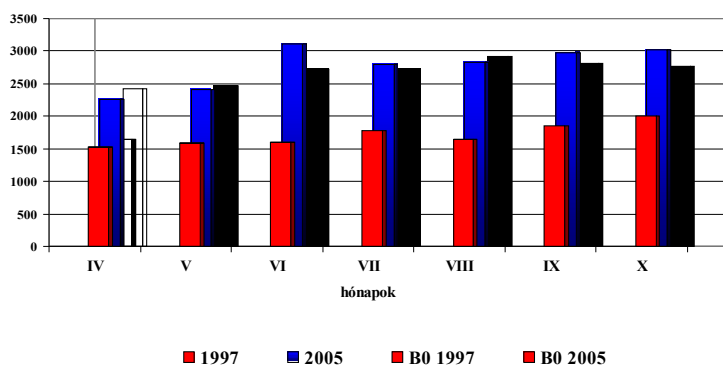
Fajlagos elektromos vezetőképesség

A víz sótartalmára utaló vezetőképesség a nyugati nádasban is mutatta az 1995/96 évi nagyvízi állapotok hígító hatását, ami 2005-ra teljes mértékben megszűnt. A nádas a nyílt víznél magasabb sótartalommal jellemezhető.

Mintavételi helyek,
Nyugati nádas



FVK havi átlagértékei (20 C°-on) $\mu\text{S/cm}$
Fertő tó, Nyugati nádas, és a B0 határtöréspont
1997, 2005.



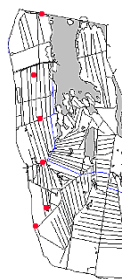
pH érték

A Fertő tó vízére a magas pH értékek a jellemzők, hasonlóan magas értékeket mértek a nyugati nádas mintavételi helyein is. A „hosszelvény” mentén az éves változások hasonlóak azzal, hogy közel 1 egységnyi változást észleltek az utóbbi két évben a partközeli ún. Vashidi árok mintavételi helyen.

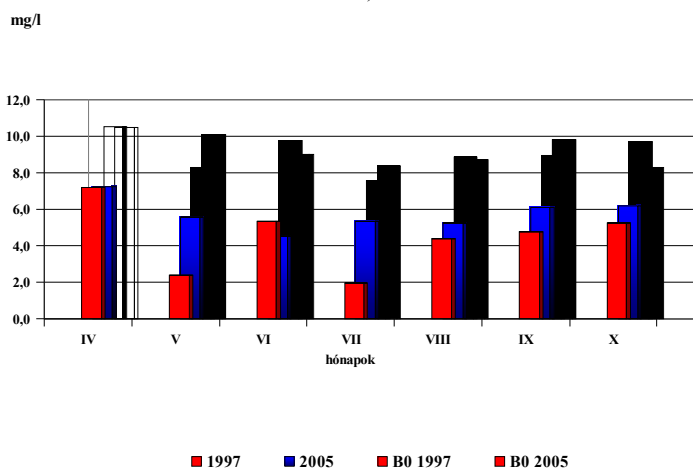
Oldott oxigén

A nádközi víz oldott oxigén koncentrációja a csárdakapui mintavételi helyen, mely meglehetősen zárt vízterületet jellemez a vizsgálati időszakban alacsony szinten volt. A Vashidi árok mintavételi hely a külvizek hatását tükrözheti. Az oldott oxigén átlagértékeivel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy a nyári időszakban, augusztus hónapban esetenként, egyes helyeken teljes oxigénhiány is jelentkezik. Vonatkozik ez a többi nádterületre is.

Mintavételi helyek,
Nyugati nádas



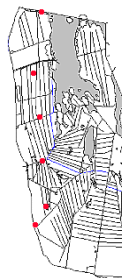
Oldott oxigén koncentráció havi átlagértékei
Fertő tó, Nyugati nádas és a B0 határtöréspont
1997, 2005.



Kémiai oxigén igény

A nyugati nádas állományban a vizet a zártabb részekben általában magasabb szervesanyag tartalom jellemzi.

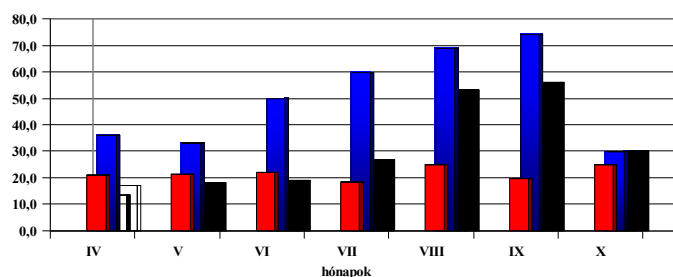
Mintavételi helyek,
Nyugati nádas



Kémiai oxigénigény (KOI_{ps}) havi átlagértékei

Fertő tó, Nyugati nádas, és a B0 határtöréspont
1997, 2005.

O₂ mg/l

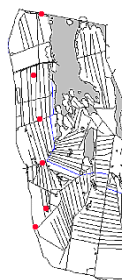


■ 1997 ■ 2005 ■ B0 1997 ■ B0 2005

Növényi tápanyagok

A nitrát nitrogén koncentráció a nádközi vízben meglehetősen alacsony. A külvizek hatása a parthoz közeli Vashidi árok mintavételi helyen e komponens alapján is valószínűsíthető. A Fertő tó vizének oldott foszfát koncentrációja alacsony. Ez jellemző a nádközi vízre is.

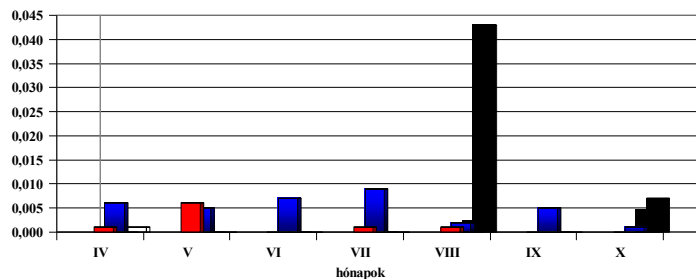
Mintavételi helyek,
Nyugati nádas



Oldott foszfát foszfor koncentráció havi átlagértékei

Fertő tó, Nyugati nádas, és a B0 határtöréspont
1997, 2005.

mg/l



■ 1997 ■ 2005 ■ B0 1997 ■ B0 2005

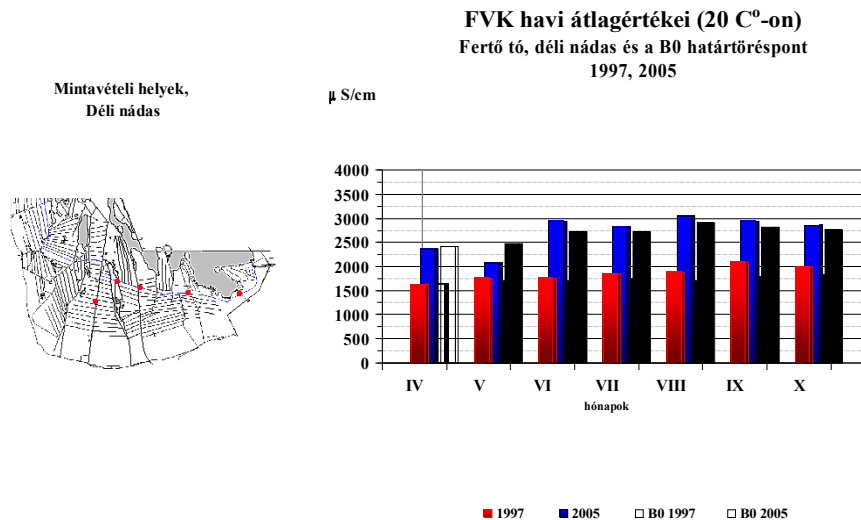
Klorofill-a

Az értékek és azok ingadozása a nyugati nádasban közelítenek a nyíltvízi állapotokhoz. A zártabb un. Balfi tóban magasabb értékeket mértek.

A déli nádas vízminőségi jellemzése

Fajlagos elektromos vezetőképesség

A Fertő tó déli nádasközi vízének sókoncentrációja meglehetősen kiegyenlített, a „hígító” hatás csak kisebb mértékben érvényesült.



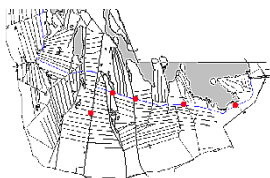
pH érték

A pH értékek a körcsatorna mentén általában emelkedő tendenciát mutatnak. A legmagasabb értékeket a Körcsatorna mintavételi helyen mérték, ami kapcsolatban lehet a hegyközi öböl hatásával.

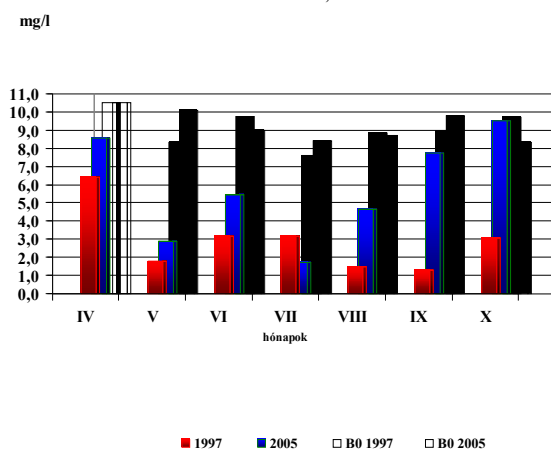
Oldott oxigén

A déli nádas vízének oxigén koncentrációja lényegesen kedvezőtlenebb a nyugati nádashoz viszonyítva. Magasabb értékeket csak a nyílt vízhez közeli Körcsatorna mintavételi helyen mértek. A nyári időszakban erre a vízterületre jellemző az oxigénhiány.

Mintavételi helyek,
Déli nádas



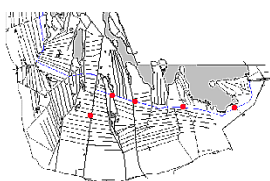
Oldott oxigén koncentráció havi átlagértékei
Fertő tó, déli nádas és a B0 határtöréspont
1997, 2005



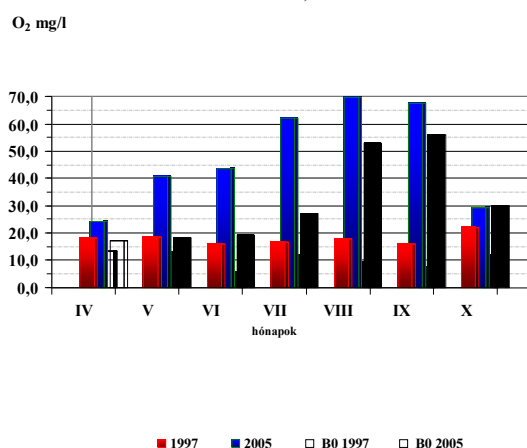
Kémiai oxigén igény

A permanganátos oxigénfogyasztással jellemezhető szervesanyag tartalom a déli nádasban a „kereszt”szelvény mentén a nyílt víz – öböl – irányában csökkenő tendenciát mutat. Az eredmények tükrözik a zártabb nádasokban a szervesanyag dúsulását.

Mintavételi helyek,
Déli nádas

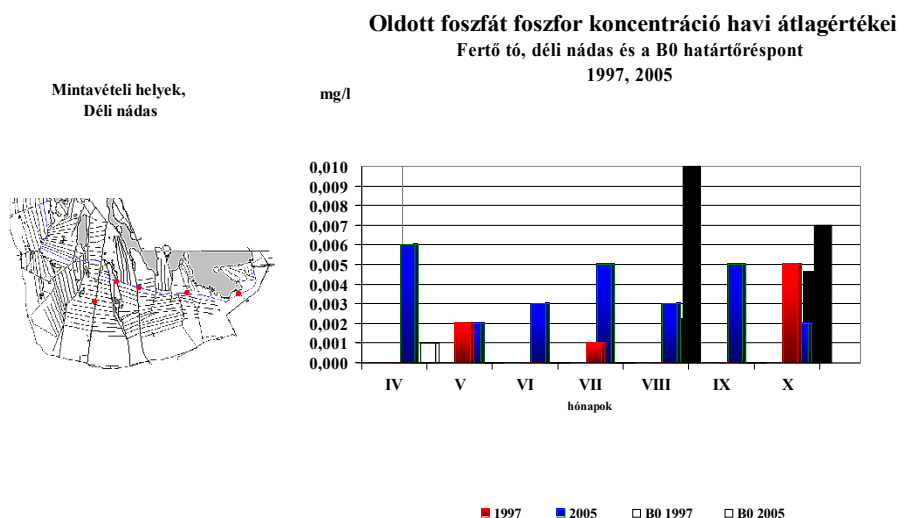


Kémiai oxigénigény (KOI_{ps}) havi átlagértékei
Fertő tó, déli nádas és a B0 határtöréspont
1997, 2005



Növényi tápanyagok

A déli nádasban a növényi tápanyagok koncentrációja alacsony. A vizsgálati eredmények alapján tendencia nem állapítható meg.



Klorofill-a

A nyugati nádashoz viszonyított alacsonyabb a-klorofil koncentráció a „kereszt”-szelvény mentén és időben növekvő tendenciát mutatott. A nyílt vízhez közeli Köröcsatorna mintavételi hely klorofil-a tartalma jó egyezőséget mutat a tó nyílt vízében mért értékkel.

A Fertőbozi csatorna vízminőségi jellemzése

Fajlagos elektromos vezetőképesség

A vezetőképességgel jellemezhető sókoncentráció a Fertőbozi csatorna vízében a nyíltvíz irányába növekvő tendenciát mutat, a külvizek hatása nem zárható ki. A nagyvízi állapotok – 1995/96 – hígító hatása a közel 8 km.-es nádas szelvényben mérhető volt.

pH érték

A tóvízre jellemző magas pH érték a part irányába a vezetőképességhez hasonlóan csökken.

Oldott oxigén

A nyílt vízhez közeli mintavételi helyen az oxigénellátottság még megfelelő, ami a part irányában csökken. A kiegyenlített állapotokat tükröző csatorna vizsgálati eredményei is azt mutatták, hogy a nyári hónapokban oxigénhiánnyal kell számolni.

Kémiai oxigén igény

A szervesanyag tartalom vizsgálatai a Fertőbozi csatornában tükrözik az általános megállapításokat, a part irányába nő a permanganáttal oxidálható szervesanyag koncentrációja. A tendencia 1995-től alacsonyabb szinten érvényesül

Növényi tápanyagok.

A csatorna vízében a növényi tápanyagokat jellemző nitrát-nitrogén és oldott o-foszfát koncentráció alacsony. Jellemző tendencia nem állapítható meg.

Klorofil-a

Az éves átlagértékek alacsony szinten mozogtak, a partközeli vízben magasabb értékeket mértek.

A Fertő tó halállományáról

A Fertő halairól tájékoztatást adó első tudományos közlemény a 19. század közepén jelent meg. A 20. század első harmadáig, a halászati és halbiológiai vonatkozású publikációk elsősorban a tó halfaunáját jellemezték, és a gazdasági haszonhalak jelentőségét ismertették. Később a halállomány mennyiségi viszonyait elemző is születtek.

táblázat: A Fertő-tó halfaunája a szakirodalmi adatok szerint in Guti, Pannonhalmi 2001: (Guti 1990, részben módosítva):

1) Heckel és Kner 1858, 2) Herman 1887, 3) Vutskits 1918, 4) Seligo 1926, 5) Mika és Breuer 1928, 6) Varga és Mika 1937, 7) Sauerzopf és Hofbauer 1959, 8) Kritscher 1973, 9) Hacker és Meisriemler 1978, 10) Faludi 1974, 11) Hacker 1979.

Faj		Szerző										
magyar név	tudományos név	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Szivárványos pisztráng	<i>Oncorhynchus mykiss</i>					*		*			*	
Lápi póc	<i>Umbra krameri</i>		*	*	*	*	x			?		
Csuka	<i>Esox lucius</i>	x	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Bodorka	<i>Rutilus rutilus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Domolykó	<i>Leuciscus cephalus</i>				*		*	*	*	?		
Jász	<i>Leuciscus idus</i>					*	*	*	*	?		*
Amur	<i>Ctenopharyngodon idella</i>									*		*
Vörösszárnú keszeg	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
Balin	<i>Aspius aspius</i>	*		*		*	*	*	*	*	*	*
Kurta baing	<i>Leucaspis delineatus</i>					*	x	*	*	*		*
Küsz	<i>Alburnus alburnus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Karika keszeg	<i>Blicca bjoerkna</i>	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
Déverkeszeg	<i>Abramis brama</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Lapos keszeg	<i>Abramis ballerus</i>	*		*	*	*	*	*			*	
Garda	<i>Pelecus cultratus</i>					x	*	*	?	*	*	
Compó	<i>Tinca tinca</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Márna	<i>Barbus barbus</i>					*	*	*		?		
Fenekjáró küllő	<i>Gobio gobio</i>	*		*	*	*		*		?	*	
Szivárványos ökle	<i>Rhodeus sericeus amarus</i>				*	*	*	*		*		*
Káráász	<i>Carassius carassius</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ezüstkáráász	<i>Carassius auratus</i>	*				*	*					
Ponty	<i>Cyprinus carpio</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Fehér busa	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>									*		*
Vágó csík	<i>Cobitis taenia</i>		*			*	*	*	*	?		
Kövi csík	<i>Barbatula barbatula</i>						*	*	*	?		
Réti csík	<i>Misgurnus fossilis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Harcza	<i>Silurus glanis</i>		*	*		*	x	*	*	*	*	*
Angolna	<i>Anguilla anguilla</i>					*	*	*	*	*	*	*
Menyhal	<i>Lota lota</i>		*	*		*	*	*	*	?		
Naphal	<i>Lepomis gibbosus</i>									*		*
Sügér	<i>Perca fluviatilis</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Vágódurbincs	<i>Gymnocephalus cernuus</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Süllő	<i>Stizostedion lucioperca</i>			*	*	*	*	*	*	*	*	*
Tarka géb	<i>Proterorhinus marmoratus</i>					*	*	*	*	?		*
A fajok száma:		12	16	20	16	28	26	29	23	22	20	23

A különböző időszakokban készült halfauna jegyzékekkel kapcsolatban meg kell jegyezni egy olyan körülményt, ami ritkán fordul elő egy akkora kiterjedésű vízterület esetében, mint a Fertő. A tó sajátossága, amint azt több szerző is leírta, hogy többször is kiszáradt. Az ilyen esetekben a halállomány elpusztult, majd az ismét felgyülemelő tóvízben a szomszédos vízfolyások és állóvizek halai vándoroltak be, kialakítva a korábbihoz feltehetően hasonló halfaunát.

A Fertő tó halfauna összetételére kimondottan a pontyfélék dominanciája a jellemző. Faunisztikai vizsgálatoknál figyelembe kell venni azt a tényt, hogy annak kiindulási ideje a tó legutolsó teljes mértékű kiszáradása, ami 1868-ban következett be. A további természetes (katasztrófák), mint pl. a tó szinte teljes befagyása 1928-29-ben, vagy a rendkívül alacsony vízszintjei, pl. 1929. őszén, a halfauna fajösszetételét lényegesen nem változtatták meg. Nagyobb jelentősége volt a tóra az antropogén hatásoknak - elsőknek a Hanság főcsatorna megépítését kell megemlíteni -, ami mesterséges összeköttetést biztosított a Duna vízrendszerével, lehetővé téve bizonyos fajok bevándorlását (pl. garda).

Meghatározó változásokat okoztak a Fertő tóban elsősorban a telepítési beavatkozások, melyek megváltoztatták a fajok összetételét, azzal, hogy nem őshonos fajokat telepítettek a tóba, amiknek olyan hatásai is jelentkeztek, mint pl. az amur okozta vízínövény csökkenés, vagy az őshonos fajokat érő táplálékkonkurencia. A telepítések nélkülöztek minden tudományos előkészítést és olyan hátrányokat okozhattak, mint:

- a gazdasági jelentőségű fajok túltelepítése,
- tájidegen fajok behozatala,
- az új halakkal új halbetegségek behurcolásának lehetősége.

A magyar-osztrák nemzetközi egyezmény értelmében, amit 1975-től kezdtek végrehajtani, a telepítési előírásokat a magyar tórészre tervezték és az osztrák tórészre csak interpolálták!

A Fertő tó halfaunájának mai állapotát az alábbi pontokban foglalva lehet jellemezni:

1. A korábbi vizsgálatokhoz viszonyítva a fajszerkezet jelentős csökkenését lehet megállapítani, elsősorban olyan kisméretű halfajok hiányát, mint a réticsik, vagy a tarkagéb. Ugyanakkor egy sor őshonos faj, pl. a compó és a kárász állománya oly drámaian csökkent, hogy a populáció fennmaradása veszélyeztetett. A fajszerkezetben egy sor nem őshonos faj is megtalálható, mely vagy telepítés, vagy behurcolás útján került a tóba, mint pl. angolna, amur, fehér busa, naphal és az ezüst kárász.
2. A gazdaságilag nem hasznosított fehérhal állomány különösen nagy. Az 1975. év eredményéhez viszonyítva az utóbbi évben a relatív állomány sűrűség 15-szörösen nőtt. A fehérhal állomány biomasszája szabad víztérben 30-120 kg/ha-ra tehető, lokálisan több mint 300 kg/ha csúcsérték mellett (partközeli, öblök).
3. A fehérhal állomány fajszerkezete a korábbi vizsgálatokhoz viszonyítva a bentikus és vízínövényevő állomány dominanciájából a plankton evő fajok irányába tolódott el.
4. A két legfontosabb halfaj állománya - csuka és süllő - a hivatásszerű halászat hiányos adatai miatt nehezen becsülhető, de az biztos, hogy nincs kapcsolatban az említett fehérhal állomány növekedésével.

A Fertő tó halösszetétel változásának további fontos tényezői a nem őshonos telepítések, ill. fajbehurcolások. Ennek egyik közvetlen mutatója volt az amur, melynek betelepítését követően a 70-es évek közepén a makrofita drasztikusan visszaszorultak. A víz alatti növényzet állományának csökkenése jelentős élettér veszteséget okozott a tó legtöbb halfajának (pl. csuka, veresszárnyú koncér, pirosszemű kele), melyek számára ez az élettér ivóhelyként, nevelőhelyként, valamint tápláléktérként szolgált. Egy további súlyos fauna hamisítást jelentett az utóbbi évtizedek intenzív angolnatelepítése. Hatása elsősorban a kishalak vonatkozásában jelentkezett. Az a tény, hogy a Fertő tóban az angolnák rabló életmódja bár azt az eddigi kutatások csak kismértékben bizonyították, a technikai nehézségek miatt, a lecsökkent számú táplálékhalak (fenéklakó kishal fajok) gyakorlatilag teljes eltűnése mutatja, ugyanakkor az angolna nem érte el azt a testméretet, hogy a teljes víztérre kiterjedő halragadozóként jelentkezett volna. Ezen közvetlen hatás mellett, mivel az angolnát kiemelkedően nagy állománysűrűséggel telepítették, már a korábban említett, a tó belső terhelését fokozta. A Fertő tóba az ezüst kárász nagyvalószínűséggel a ponty telepítéssel került behurcolásra és nagy, hatékony táplálékkonkurenciát jelent a kárász és a ponty számára. A naphal feltehetően az akvaristák segítségével került a tóba, az őshonos fajokra

gyakorlott negatív hatásával elsősorban a csatornában és a nádszéli övezetekben kell számolni.

A Fertő kiszáradásai következtében tehát a tóban nem alakult ki olyan ősi halállomány, ami évszázadokon keresztül közösségben élt volna.

A Fertőben általában azok a halfajok fordulnak elő tömegesen, amelyek képesek tolerálni az esetenként elégtelen oxigén tartalmat, és állományukat gyorsan regenerálják az évekig is elhúzódó kedvezőtlen természeti körülmények átvészélése után. A stabil halállomány fennmaradását rendszerint nem a táplálékhiány, hanem a szaporodáshoz és az ivadék fejlődéséhez szükséges élőhelyek szűkössége korlátozta. A Fertő halfaunájára nézve új halfajok megjelenése egyrészt a tó körüli vizekből történő bevándorlás, másrészt mesterséges betelepítés következménye. Az előbbi igen lassú, többnyire átmeneti jellegű folyamat, mivel a tó szélsőséges fizikai és kémiai tulajdonságai az új bevándorlót rendszerint elpusztítják.

Az osztrák halászati kutatási eredmények szerint a Fertő tó halfaunájába az angolna, az amúr, a fehér busa telepítésből, míg az ezüst kárász, a naphal és az 1990/92 kutatások során meghatározott *Ictalurus melans* (Raf.) behurcolás következtében került a tóba.

Halászati hasznosítás

A hidrokarbonátos¹ vízű, sekély tavak haltermő képessége általában igen jó. A Fertő tó azonban a szélsőséges hidrológiai sajátosságai², valamint a laza üledék gyakorlatilag állandó felkeveredése következtében előálló fénylimitáció miatt halgazdálkodási szempontból meglehetősen kiszámíthatatlan. A Fertő vidékén a természeti adottságok és a halak kedvező értékesítési lehetősége (Sopron, Kapuvár, Csorna, Mosonmagyaróvár, Győr és Bécs piacai) következtében évszázadokon keresztül a halászat volt a legnagyobb hasznot hajtó foglalkozás, amit a 15. század óta levéltári dokumentumok is igazolnak. A 19. században például Sarródon 40-50 ember foglalkozott állandó halászattal, akik céhszerű szervezetben éltek.

A tavon halászati jog gyakorlása a földtulajdonhoz kötődött. 1939-ig a halászati jogot leggyakrabban a hivatásos halászok bérlet formában hasznosították. 1939-ben az osztrák törészen megkezdődött az egységes gazdálkodás. 1953-ban pedig megalakították a Burgenlandi Halászati Szövetséget, mely a mai napon is a Fertő tavon gazdálkodik. A 20. sz. közepéig a halászatot extenzív módon gyakorolták és a helyi piacokra koncentrálták. Az ebben az időszakban elvégzett telepítések nem hatottak zavaróan a halfajok összetételére. A II. világháború után megkezdődött a pontyok tömeges telepítése és a halászati hasznosítás intenzifikálása. Az 50-es évek végén megkezdett nem őshonos fajok telepítése, melynek maximuma a 70-es évektől a 80-as évek végéig tartott, jelentősen megváltoztatta a halászati hasznosítást. Ez érvényes volt a minőségi (telepítés - lehalászás), valamint a mennyiség szempontjából is (a felvevő piac szélesítése az exporton keresztül).

¹ Az elsődleges vízi szervesanyag-termelést végző algák többsége képes arra, hogy szabad széndioxid hiányában, a vízben oldott karbonátokból szabadítsa fel a fotoszintéziséhez szükséges széndioxidot. Ez azt jelenti, hogy a karbonátban dús vizek jó algatermő, és egyúttal jó haltermő területek. A mérsékelt nátriumkarbonátos (szikes) tavak, – amelyek lúgossága még nem olyan magas, hogy a halakat zavarja – a legnagyobb produktivitású természetes vízterületek a Kárpát-medencében.

² A Fertőn 1928-ban még 85 t halat fogtak ki. 1928-29 telén a tó nagyobbik része fenéig befagyott, majd 1929-ben a vízmennyiség megcsappant, ezért az éves zsákmány 20 t-ra csökkent. A következő években az alacsony vízállás miatt a halászat jóformán teljesen szünetelt és az éves halfogás mintegy 5 t volt. A mélypontot az 1934-es eredmény jelentette, amikor a kifogott halak mennyisége nem haladta meg a 4 t-t.

Magyarországon 1889-ben életbe lépett első halászati törvény az ország természetes vizein általában megváltoztatta a halászati tevékenység korábbi szerveződését. A 20. század küszöbén, azonban a Fertő-tavon nem alakult ki halászati társulat. A második világháborút követően létrehozott fertő-tavi Április 4. HTSZ-t a Földművelésügyi Minisztérium feloszlatta 1955-ben, az FM Kísérleti Elektromos Halászati Üzem működésének megalapozása érdekében. A Fertő-tó halállományát 1959-ig ez a munkacsoport termelte ki. Az 1955-ben kitermelt 12.5 t hal 80%-át elektromos halászgéppel fogták ki. A kísérleti üzemet 1960-ban megszüntették. Azóta a győri (később nagybajcsi) "Előre" HTSZ hasznosította a tó halállományát.

A különféle szerveződéseknek megfelelően a halászat intenzitása is különböző volt, ezért a feljegyzett halfogási adatok nem kizárólag a halállomány változásait, hanem a halászat intenzitásának változásait is regisztrálják. A fogási adatok jelzik, hogy a ponty és a csuka halászata jelentős a Fertő magyarországi területén. A pontyot rendszeresen telepítik a tó magyar és osztrák részén egyaránt. A süllő és a harcsa fogási eredményei többnyire jelentéktelenek voltak az 1950-es és 1960-as években. Az angolnafogások 1960 óta emelkedő trendet mutattak, ami a nagy arányú telepítés következménye. A fogási eredmények közel felét egyéb halak, különféle pontyfélék (dévérkeszeg, garda, ezüstkárász, stb.) képezik.

Az 1970-es évek kezdetén az Országos Halászati Felügyelőség szervezésében szerződés jött létre a tó osztrák részén gazdálkodó Burgenlandi Halászati Szövetség és a győri "Előre" HTSZ között egy kölcsönös előnyöket biztosító halászati hasznosításról. A megállapodás szerint, a Burgenlandi Halászati Szövetség 4 millió üvegangelot helyez ki évente, míg a győri "Előre" HTSZ 6 tonna kétnyaras pontyot és több százezer előnevelt ragadozót, elsősorban süllőt telepít.

A piaci viszonyokat figyelembe véve az angolna népesítése eredményezte a legnagyobb gazdasági hasznot, mert az angolna magas áron értékesíthető keresett termék a nyugat-európai piacokon. A hazai kereskedelemben korábban többnyire a ponty, a csuka és a keszegfélék kerültek értékesítésre. A rendszeres ponty- és süllőtelepítések eredményei kevésbé voltak látványosak az angolnához képest, bár a süllő gyakorisága jelenleg meghaladja a csukáét. A közelmúlt halfogásaiban szembevetve a halállomány összetételének megváltozása, különösen az ezüstkárász elszaporodása. Az ezüstkárász és az egyéb keszegfélék gyakran már eladhatatlanok voltak a tó környékén az utóbbi években.

A Fertő-tavon a hagyományos halászat mellett jellemző volt a horgászati tevékenység látványos felfutása az 1990-es évek kezdetétől, amióta megszűnt a határzár a térségben. Az utóbbi években Győr-Moson-Sopron megyében évente mintegy 8.000 fő váltott olyan horgászjegyet, ami a kisalföldi Duna-szakasz mellett, a Fertő-tavon történő horgászatot is lehetővé tette, de a tavat ténylegesen felkereső horgászok száma ettől kevesebb. Az Észak-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság a Fertőrákosi öbölben a horgásztégek szabályozásával, csónakkikötők kialakításával, kotrási munkákkal járult hozzá a horgászsport fejlesztéséhez. A jövőben a térség idegenforgalmi felértékelődése várható, hiszen a Fertő tó Ausztria egyetlen melegvizű tava és a tó körüli 100 km.-es körben több, mint 3 millió lakos él. A rekreációs lehetőség egyik formája pedig a tavon történő horgászat.

Annak ellenére, hogy a halászat jelenlegi formájában a Fertő tó meglehetősen intenzív hasznosítását jelenti, valamint a térség egy fontos idegenforgalomhoz kapcsolható gazdasági tényezője, az utóbbi 30 évben kevés kivétellektől eltekintve a hasznosítók a magyar tórészen

nem végeztek jelentősebb halfauna kutatásokat, amivel megalapozhatták volna a gazdálkodás ezen formáját.

A Fertő tó osztrák és magyar nemzeti parkjainak tervezése során szükségessé vált bizonyos alapvető ismeretek elsajátítása a Fertő tó halászatának vonatkozásában is, valamint a tó halbiológiai kutatásainak megkezdése. A rendszert érő sok változás, mely az elmúlt évtizedben következett be, szükségessé tette a tó megismerését halökológiai szempontból. Milyen mélységűek voltak az antropogén beavatkozások zavaró hatásai, mily módon lehet azokat helyreállítani. Ezen kívül felmerül az a kérdés, hogy a Nemzeti Parkok koncepciójába hogy illik a tó halászati hasznosítása, mint élettér és mint fajvédelem. Ezeknek a figyelembevételével kezdte meg a tó magyarországi részén a Fertő Hanság Nemzeti Park Igazgatóság halgazdálkodási tevékenységét.

Mindenképpen ki kell emelni, hogy a Nemzeti Parkok, vagy egy ország Nemzeti Parkjának lehatárolása a tó egyéb részéről halökológiai szempontból lehetetlen: Nemzeti Parkok gazdálkodása az egész tó gazdálkodását is jelenti és az egységes halászati tevékenységet mindkét ország természetvédelmi szervezetei támogatják.

Rehabilitációs munkák

A Fertő tavon folytatott rehabilitációs munkák kétirányúak voltak.

1. A nádövezet előretörésének megakadályozása, melynek célja az öblök lefűződésének megakadályozása, azaz a 60-as évek víziójának a tó viszonylag rövid időn belüli eltűnésének elkerülése volt. A közös zsilipkezelési szabályzat bevezetése, a tó üzemvízszintjének emelése a folyamat lelassulását, illetve megállítást eredményezte. Az utóbbi évtized alacsony vízállásai ennek a tendenciának nem kedveztek, a tó egyes területein, pl. Herlakni tó, csatornák a nádas „babásodása” figyelhető meg. A csatornák záródásához hozzájárult még a csónakforgalom hiánya is. A Mekszikópuszta-i zsilip közel 10 év óta történő zárva tartása, a tó pozitív vízmérlege 2007-re valószínűsíti a zsilipkezelési szabályzatban foglalt vízszintek elérését, ezzel az öblökben a nádelőretörés visszaszorítását.

2. A külső pontszerű tápanyagterhelések csökkentése elsőrendű feladatot jelent a tó életében, a szukcessziós folyamatok lassításában. A pontszerű szennyező források szén és növényi tápanyag terhelésének csökkentése a tó vízgyűjtőjén végrehajtott szennyvíztisztítási program keretében mesze menően megoldott. Ma már a szennyvizet biológiai tisztítása, növényi tápanyag eltávolítása a teljes vízgyűjtő területen megoldott, a tisztított szennyvizek jelentős részét a vízgyűjtőről kivezetik. Az átfogó program a 70-es években kezdődött és napjainkban fejeződik be.

3. A diffúz terhelések minimalizálása rendkívüli kihívást jelentett mindkét országban a tó rehabilitációjával foglalkozó szakemberek számára. A kutatási eredmények azt mutatták, hogy a 10%-nál nagyobb árvizekhez kapcsolhatók olyan lefolyási viszonyok, melyek a partikuláris növényi tápanyagok jelentős bemosódását eredményezik.

Wulka elterelése a nádövezetbe, Rákos patak szintén 80-as évek, ellenőrizhetetlen módon. Wulka nádas deltájában 10 év után visszaoldódás. Sankoló tér kialakítása Schützen am Gebirge térségében.

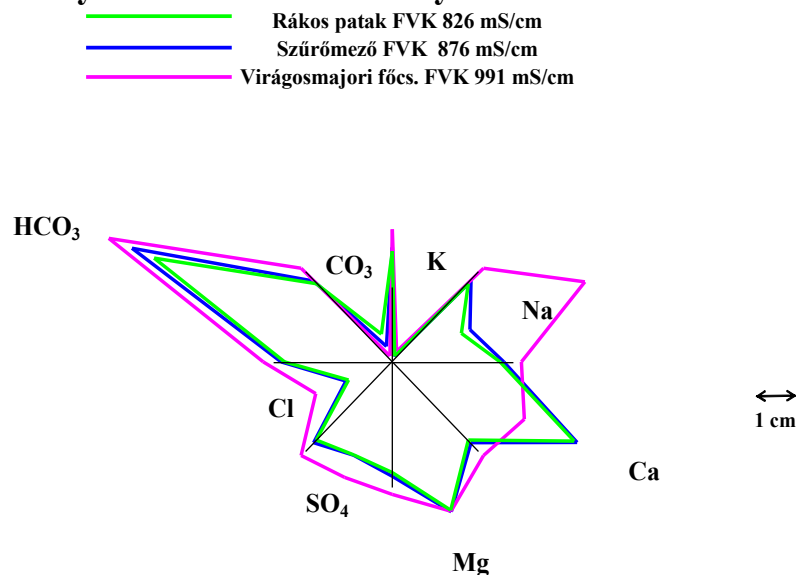
A magyarországi tórészen elkészült és 2004 óta üzemel a Rákos patak, valamint a Fertőrákos-i szennyvíztisztító telep szűrőmezője. A tervezési alapelvekben a növényi tápanyagok eltávolítása, terhelése történő átalakítása volt a cél, azzal, hogy a szűrőmező előtt a vizeket ülepítik.

A soproni szennyvíztisztító telep bővítése és korszerűsítése kapcsán 2007 évtől a fertőrákosi és sopronkőhidai szennyvizek a tó vízgyűjtőjén kívül kerülnek kezelésre és elhelyezésre. A szűrőmező a továbbiakban havária megelőzésére vehető igénybe.

A Rákos vizei ellenőrzött körülmények között a patak szűrőmezőjén keresztül kerülnek a tóba torkolló Virágosmajor-i csatornába. A növényi tápanyagok közül a nitrogén eltávolítása jelentős, a foszforé kisebb mértékű volt. A szűrőmező jelentősége a patakot érő havária esetében jelentős, kizárható a tó, illetve a nádas állomány rendkívüli szennyezése. A patak tóvízzé alakulását jól szemlélteti az alábbi ábra.

A program további kiterjesztése az Észak-dunántúli Környezetvédelmi-és Vízügyi Igazgatóság által elnyert Phare CBC program keretében folytatódott, „A Fertő tó ökológiai potenciál megőrzése” terv elkészítésével. A terv a magyar oldali vízfolyások, időszakos vízfolyások, csatornák terhelésének csökkentésére, a tó előtti ülepítők kialakítására irányult.

Az ásványi só koncentráció arányainak összehasonlítása 2006



4. A Fertő tó belső terhelésének csökkentése mindkét országban a kutatások előterébe került és ez a rehabilitáció terültén is közös gondolkodást, kutatást igényelt. Az első áramlástan vizsgálatok eredménye képen a Fertőrákosi-i öbölben a meghajtási hossz növelésére a Bokor sziget kotrása megtörtént, ezzel az öbölben ülepedési folyamatok a feltöltődés csökkent, a felkeveredés hatására a fénylimitáció hatására az algásodás csökkent. Az osztrák oldalon a 80-as években végzett, a zöld nádaratással történő tápanyag eltávolításra irányuló kísérletek bebizonyították, hogy az a nádrizóma kizsigerezése a nád degradációjához vezethet. A téli nádaratás jelentős tápanyag eltávolítást nem eredményez.

Az elmúlt években a már említett, a kisvízálláshoz is köthető nádelőretörés, a csatornák összezáródása következtében a nádövezet átöblítődése korlátozottabbá vált. A nádasban lejátszódó anaerób folyamatok kedvező hatással vannak a tápanyagok vissza-oldódására. A

nádövezet átöblítésére, feltöltődési folyamatok jobb megismerésére a vízügyi bizottság támogatásával a teljes tó vonatkozásában 2004-ben megkezdődtek az áramlástan vizsgálatok.

Fertő tó és az EU Víz Keretirányelve

A Fertő tóéletemben új időszámítás kezdődött 2000 december 22.-én az **EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2000. október 23-i 2000/60/EK IRÁNYELVE az európai közösségi intézkedések kereteinek meghatározásáról a víz politika területén**, az un. Víz Keretirányelv hatályba lépésével.

A Fertő tó VKI szerinti tipizálása, a monitoring rendszer kialakítása az Észak-dunántúli Környezetvédelmi-és Vízügyi Igazgatóság koordinációjában készült, a Magyar-Osztrák Határvízi Bizottság bevonásával. Az eredményeket a különböző ország jelentések tartalmazzák.

A tavak esetében az összes 50 hektárnál nagyobb állóvizet önálló víztestként jelöltük ki. Magyarországon nincs olyan állóvíz, amely több víztestből áll, így a Fertő tó egy önálló víztest.

A magyarországi tótipusok az alábbiak.

Tó víztestek száma típus szerint

Típus	Típus leírása	Víztestek száma
1	Síkvidéki - meszes - 3-15 m mély - nagy – állandó	1
2	Síkvidéki - szikes - 1-3 m mély – nagy – állandó	1
3	Síkvidéki - szikes - 1-3 m mély - közepes – állandó	1
4	Síkvidéki - meszes - szikes - <1 m mély - kicsi - állandó	17
5	Síkvidéki - meszes-szikes - <1 m mély - kicsi - időszakos	22
6	Síkvidéki - meszes-szerves - <4 m mély - kicsi - állandó	30
7	Síkvidéki - szikes - <3 m mély – kicsi – állandó	4
8	Síkvidéki -meszes - <1,5 m mély - kicsi - időszakos	4
9	Síkvidéki - meszes-szerves - <3 m mély - kicsi - állandó	16
10	Síkvidéki – meszes-szerves - <1,5 m mély - kicsi - időszakos	4
	Összesen	100

Ezek közül a Fertő tó a 2 típusba tartozik és önmaga referenciája.



A Fertő tó természetes víztest, így a környezeti célkitűzése a jó ökológiai állapot elérése. Ez gyakorlatilag a természet közeli állapotokat jelenti. A tó vízdinamikája biztosított, az

eutrofizációs folyamatok korlátozottak, a mikroszennyezők koncentrációja a háttér szinten van, a biológiai elemek gyakorlatilag tükrözi a típus diverzitását.



A közös, magyar-osztrák vízgyűjtő gazdálkodási terv, illetve az ahhoz kapcsolódó intézkedési programok kialakításához, az állapotértékelés „finomításához” közös magyar-osztrák monitoring program került kidolgozásra. A programot a Bizottság 2007-ben elfogadta.

Magyar-Osztrák határvíz testek (Fertő tó) Vizsgálati program 2007-től			
Megnevezés Mérőhely jele ID – Nummer	Kockázat	Mérőhely típus	Mérési program
Fertő tó (A) 4 mérőhely: Weiden sziget tóközép, Tóközép Donnerskirchen, Illmitz magassága – Mörbisch Déli határ 10713001 Fertő tó (H) HU AAB322 1 mérőhely Fertőrákosi öböl közép	Nem kockázatos	Feltáró mérőhely	<u>Kémia</u> : Alap paraméterek (6 évig, évente 4 x); <u>Biológia</u> Fitoplankton (6 évig, évente 4 x) Makrofiták, Halak(1 évig, évente 1 x; A halak adatai az első ciklusra rendelkezésre állnak) <u>Hidromorfológia</u> Vízállás (6 évig folyamatos, legalább naponta), Vízháztartás, Morfológiai feltételek (1 évig évente 1 x Az adatok rendelkezésre állnak)

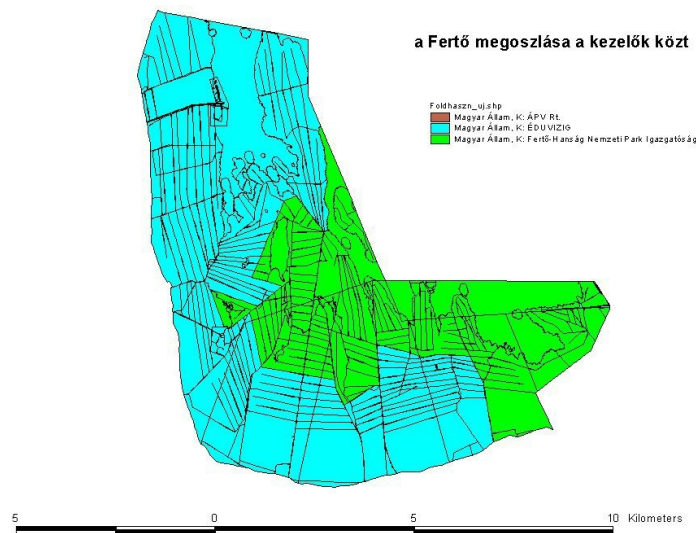
A jövő egyik fontos feladata az állapot értékelés elvégzése, a tóval kapcsolatos stratégia meghatározása és a közös vízgyűjtő gazdálkodási terv alapján a Fertő tó jó állapotának hosszú távú biztosítása.

Az érdekeltek bevonása

A Fertőt 1977-ben tájvédelmi körzetté nyilvánították, nemzeti park címet azonban csak 1991-ben kapott. Azzal a céllal hozták létre, hogy az Őrségtől a Fertő és Szigetköz vízivilágán át a gönyői árvalányhajas homok pusztáig az utókor számára megőrizze, kutassa és a lehetőségek szerint bemutassa Győr-Moson-Sopron és Vas megyék természeti értékeit. A Fertő a

legnyugatibb fekvésű eurázsiai sztyepp-tó és a Hanság az egykor összefüggő lápvilág természetvédelmi összekapcsolása nyomán 1994-ben 19.735 hektáron jött létre a jelenlegi nemzeti park. Ebből 7.810 ha fokozottan védett, 1979-ben az UNESCO Ember és Bioszféra (MAB) Programja keretében 12.542 ha-t nyilvánítottak bioszféra rezervátummá. A tó osztrák részén és a hozzá csatlakozó Fertőzugban 1994 tavaszán szintén nemzeti parkot avattak. 2001. decemberében mind a magyar, mind az osztrák oldalon, az egész Fertő-táj elnyerte a világörökségi címet.

A magyarországi tórész kezelők szerinti megoszlását mutatja az alábbi ábra



A magyarországi tórész a magyar állam tulajdona, vagyon kezelői az Észak-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság, valamint a Hanság Fertő Őrség Nemzeti Park Igazgatóság. A törvények értelmében a Fertő tó (1106,00 mAf.) nem privatizálható, önkormányzati tulajdonba nem adható.

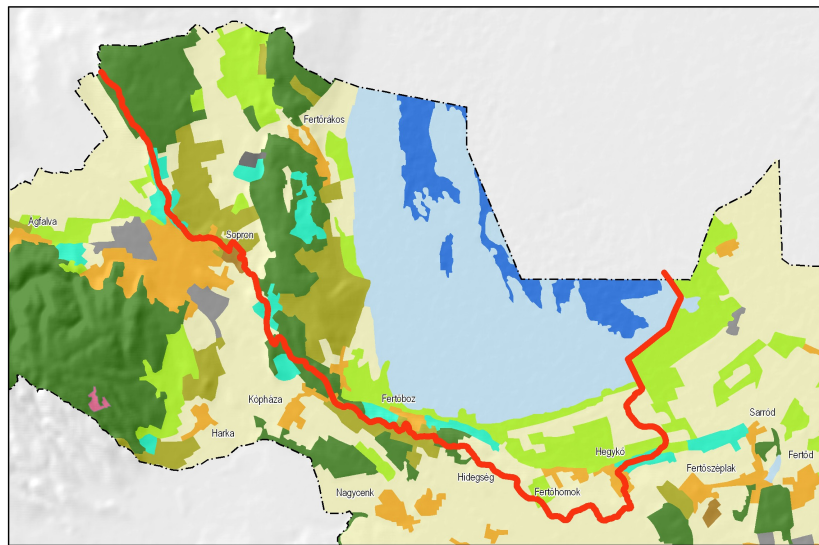
A magyarországi vízgyűjtő terület területhasználatának kimutatását a Corine Land Cover alapján az alábbi ábra szemlélteti. A szárazföldi vizenyős területek ebben az esetben a nádatst jelentik. A vízgyűjtőn jelentős ipari terület nics.

Jelmagyarázat:

 A Fertő tó vízgyűjtőjének magyarországi határa

Területhasználat CORINE Land Cover alapján:

-  Lakott területek
-  Ipari, kereskedelmi területek,
-  Bányák, lerakóhelyek, építési területek
-  Mesterséges, nem-mezőgazdasági területek
-  Szántóföldek
-  Állandó növényi kultúrák
-  Legelők
-  Vegyes mezőgazdasági területek
-  Erdők
-  Cserjés és/vagy lágyszárú növényzet
-  Szárazföldi vizenyős területek
-  Kontinentális vizek



2001-ben a Hullámvonal KFT a magyarországi Fertő-tóra vonatkozóan kerettervet készített. A keretterv célja, hogy a tó vízgazdálkodási, ökológiai feltárása alapján megfogalmazza a tó és környezete értékeinek fenntartható megőrzéséhez szükséges feladatokat.

Mivel a környezeti célok, a különböző igények sokszor konfliktust okozhatnak az érdekelték között, célszerű volt olyan független, objektív módszert választani, ami biztosítja az érdekelték széleskörű bevonását és az érdekellentétek feloldásának lehetőségét. Ezért a munkában értékelemző szakemberek is részt vettek.

Az érdekeltékből felálló team feladatként a különböző célok (természetvédelem, vízgazdálkodás, idegenforgalom, turisztika, gazdaság, tájkép stb.) összehangolását tűzte ki célul a Víz Keretirányelv előírásának figyelembe vételével.

A korábbi tanulmányok alapján elkészült a problémafeltárás, problémaelemzés, funkcióelemzés, igényfeltárás és célmeghatározás, melyet szerkezetileg az ún. funkciócsaládfa foglal össze. Az ebben szereplő funkciókat az érdekelték páros összehasonlítás alapján értékelték, s határozták meg a prioritásokat. Legfontosabb feladatként az élővilág és a víztest megóvása és a vízminőségvédelem fogalmazódott meg, hiszen valamennyi egyéb használat feltétele a tó egyedi tájképi és természetvédelmi értékének megléte.

Fontos szerepet töltenek be a Fertő tóval kapcsolatos szakmai ismeretek terjesztésében, az érdekelték és érintettek tájékoztatásában, a fejlesztésekbe történő bevonásukba a Magyar Hidrológiai Társaság területi szervei.

Az érdekelték bevonása a VKI Víz Keretirányelv végrehajtás szempontjából alapvetően fontos, a Keretirányelv külön fejezetben írja ezt elő és ennek eszköze a nyílt tervezési eljárás egyik formája lesz.

Következtetések/Javaslatok

Mint azt fentiekben láttuk, a sekély mélységű Fertő-tó rendkívüli mértékben kitett a meteorológiai változásoknak. Vízminőségének meghatározója a széles nádövezetben lejátszódó folyamatok. A tó vízszintjének változása jelentősen csökkent a vízszintszabályozás óta. A hosszúidejű csapadékadatok alapján azonban kijelenthető, hogy az elmúlt évekhez hasonló, sőt annál súlyosabb aszály, tehát az elmúlt évekhez hasonló mértékű vízszintcsökkenés is kialakulhat. Ugyanakkor az 1965. évi és 1996. évi árvizes állapot előfordulásával is számolni kell. A tó szabályozási vízszintjének emelését a levezetőrendszer rekonstrukciója lehetővé teszi, annak mértékét az árvízi és belvízi biztonság figyelembe vételével körültekintően kell meghatározni. A vízszintemelés a kritikusan alacsony vízállás kialakulásának gyakoriságát csökkenti, de tartós aszály idején továbbra is számítani lehet 115,20 mAf alatti vízszintek kialakulására. A vízszintemelés ugyanakkor a természetes vízszintingadozás mértékét is csökkenti.

Áttekintve a Fertő tóra vonatkozó több százéves megfigyeléseket, terveket és vizsgálati eredményeket, melyek alátámasztják a vízgazdálkodással, természetvédelemmel, nádgazdálkodással, halászattal foglalkozó szakértők véleményét, miszerint:

- a kedvezőtlen oxigénviszonyok miatt javasolható a nádas állományok frissvíz ellátásának növelése, ezzel a tó belső terhelésének csökkentése,
- a nádas fenntartható fejlődését biztosító nádgazdálkodás végzése,
- halászati szempontból kívánatos a csatornák fenntartása, ami növelheti a halak életterét, ivó és szaporodási helyeit,
- kerülni kell a külvizek közvetlen terhelő hatását,
- felszíni állandó és időszakos vízfolyások ülepítés utáni nedves élőhelyen keresztül történő bevezetése,
- a magasabb, de dinamizmusát megtartó vízszintnövelés kedvező vízminőségi hatást gyakorolhat a nádas állományokra, a halászat számára új élettereket nyithat meg,
- a tó vízpótlásának szükségessége ökológiai szempontból nem áll fenn,
- a fenntartható rekreációs fejlesztési lehetőségek kidolgozása.

Összefoglalóan a VKI szerinti jó állapot elérése, illetve annak biztosítása a fenntartható fejlődés figyelembe vételével.

A nádközi víz vízminőség javítását célzó beavatkozásokat egy rövid és középtávú program keretében, rendszeres víz és üledékvizsgálatok végzése mellett szabad elvégezni, az esetleges korrekciók figyelembevételével.

A belső terhelések csökkentése mellett elsőrendű fontossággal bír a tóba torkolló állandó és időszakos vízfolyások mértékadó lebegőanyag tartalmának tó előtt történő kiülepítése, az ülepítők rendszeres fenntartása.

Győr, 2007 március hó.

Felhasznált irodalom

1. **Haringer M:** Beitrage zu Physiogeographie des Inneralpinen Wiener Beckens und seiner Vorandung. Penck-Festband, 1918
2. **Swaronsky:** Kide Hydrographischen Verhältnisse des Burgenlandes. Burgenland Festschrift Zeitschrift „Deutsches Vaterland“. Wien, 1920
3. **Cholnoky Jenő dr.:** Magyarország földrajza. Bp., 1937 Franklin Társulat
4. **Pincz Gyula:** Magyarország földrajza. Danubia, Pécs, 1926
5. **Cholnoky Jenő dr.:** A lefolyástalan medencék sorsa. Matem. Természettudományi Értesítő 1928/45.
6. **Komáromy A. (közli):** Sárkány Antal leveli Nádasdy Tamáshoz. Magyar levelek a XVI. századból. Történelmi Tár. 1910. 3.sz. p. 375-404 4.sz. p. 517-542, 1911 1.sz. p. 89-113.
7. **Phirring Gusztáv dr.:** a Fertő és vidéke. Földrajzi Közlemények, Bp. 1886. XIV. kötet, IX.füzet
8. **Szontagh Tamás dr., Hornsitzky Henrik, Marosy Pál és Asbóth Béla:** A Fertő tó geológiai és mezőgazdasági viszonyainak tanulmányozására kiküldött bizottság jelentése. F.M. kiadás, Bp. 1903
9. **Magyarország Hidrológiai Atlasza:** I/4. A Mosoni-Dunaág. Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet. Bp. 1954
10. A magyarországi jelentékenyebb vízfolyások vízgyűjtő területének kimutatása. Vízügyi Közlemények. XVIII. f.
11. **Grünhvt-Bartolett:** Der Neusiedler See, eine wasserwirtschaftlichen Studie. Wasserwirtschaft u. Technich. 1937/34-36.
12. **Ortvay Tivadar:** Magyarország régi vízrajza. Bp. 1882
13. **Winkler Adalbert:** Die Zisterzimmer am Neusiedler See und die Gerchichte dieses Sees. Post Mödling O. Wien, Missionsdruckerei A. Gabriel., 1923
- MHT Környezetvédelem és Vízgazdálkodás 1976. Sopron
14. **Schmidt Th.:** Der Neusiedler See im altertum und Mittelalter und das Ratsel des Lacus Peiso. Burgenland. Heimatblatter, 1932/1.
15. **Varga Lajos dr.:** Néhány adat a Fertő tó német részének halászati viszonyairól. Soproni Szemle, VIII.évf. 1944/1. p.30-33.
16. **Fritz Kopf:** Die wahren Ausmaße des Neusiedler See. Österreichische Wasserwirtschaft. Wien 1964.Jg.16. Heft 11/12 255-262
17. **Fritz Kopf:** Die Rettung des Neusiedler Sees Österreichische Wasserwirtschaft. Wien. 1967. Jg. 19. Helf 7/8 p.139-151.
18. **Szekendi Ferenc:** A Hanság és a Fertő lecsapolási kísérleteinek története. 1938. Magyaróvár I. dr.Penk Béla. Vízügyi Közlemények. 1938/3. 397-399.
19. **Károlyi Sándor:** A Fertő tó. Vízügyi Közlemények. 1933/2. 242-256

20. **Károlyi Zoltán:** A Hanság és a Fertő tó rendezési kérdéseinek fejlődése. Vízügyi Közlemények. 1955. 3-4.sz. 291-332.
21. **Varga Lajos:** Allgemeine limnobiologische Charakteristik des Fertő (Neusiedlersee) X Congr.Internat. de Zoologie Budapest Sect.8.1928.2.köt.p. 1438-1446
22. **Neumann Einer:** Methoden d. Südwasserbiologie. Handbuch d. biol. Arbeitsmethoden. Abt. IX.Teil 2, 1925. p.103.
23. **Donászy Ernő:**A Fertő tó limnológiai kutatásainak eredményei 1966-1968 Hidrológiai Tájékoztató. Bp. 1970 június.
24. **Donászy Ernő dr.:** A Fertő tó vízkémizmusa Fertő táj bizonyosság helyzetfelmérő tanulmányok V. kötet. Vízgazd.Tud.Kut.Int. Bp. 1972. december Kézirat 85-101.
25. **Pichler J.:** A Fertő tó és környékének fejlesztése és tudományos kutatása (kézirat) MTA Fertő táj Bizottság 1979.
26. **Hortobágyi Tibor:** A Fertő táj hidrobiológiai kutatásairól készített helyzetfelmérő tanulmányok összefoglaló értékelése MTA Fertő táj Bizottság V. Kötet Bp. 1972. 102-108.
27. **Varga Lajos:** A Fertő tó limnológiai sajátosságai. Hidrológiai Tájékoztató 1962. dec. 127-129
28. **Szabó Ernő:** A Fertő tó vizének kémiai tulajdonságai. Hidr. táj. 1962. dec. 146-150.
29. **Knies, K:** Über den chemismus des Wasser im Seewinkel und des Neusiedlersee Landschaft Neusiedlersee, Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland. 1959 Hef 23, 65-
30. **Varga L. (1923):** Adatok a Fertő tó fizikai és kémiai viszonyainak elvi változásaihoz. Hidrológiai Közlöny 11, 21-42
31. **Károlyi Zoltán:** A Fertő tó vízminőség-állandósítása, mint a környék gazdasági hasznosításának általános követelménye. Vízügyi Közlöny 1960. 1. p. 21-32.
32. **Szita Szabolcs:** A fertő tó kiszáradásának építészeti emléke 1872/73-ból. Soproni Szemle. 1968. 1. szám 70-72.
33. **Donászy Ernő:** A Fertő tó vízkémizmusa. VITUKI 1972. Bp. Kézirat.
34. **Fritz Hoffman, G.Deperis:** Wasserkraftwerk an der Donau und am Neusiedlersee. Wien. 1929. Gorizia Tipografia Sociale 1930.
35. 40 éves a Magyar-Osztrák Vízügyi Bizottság- jubileumi kiadvány – 1996.
36. **OMSZ, ÉDUVIZIG** A Fertő-tó természeti adottságai –1982.
37. **Magyar-Osztrák Vízügyi Bizottság** A Hanság-csatorna zsilipjeinek kezelési szabályzata a Fertő-tó és a Hanság-csatorna vízszintszabályozásához — 1998.
38. **HULLÁMVONAL KFT** Keretterv a magyarországi Fertő-tó és környezete ökológiai potenciáljának megőrzésére, fenntartható fejlődésére –2001.
39. **Pannonhalmi Miklós:** A Fertő tó limnológiai jellemzése. Soproni Szemle 1975. 2. sz.
40. **Pannonhalmi Miklós:** A Fertő tó vízminőségi és vízbiológiai adatai. Tájékoztató az állóvizek hidrológiai feltárájáról 1973.
41. **Pannonhalmi Miklós:** A Fertő tó limnológiai jellemzése, különös tekintettel a várható fejlesztésekre. MHT Környezetvédelem és Vízgazdálkodás 1976. Sopron
42. **Pannonhalmi Miklós:** A Fertő tó vízminősége. A Fertő tó természeti viszonyai. Budapest 1982.
43. **Pannonhalmi Miklós:** Data to the water quality of the Rákos Brook Biologisches Forschungsinstitut Burgenland, Ausztria 1984, 51.
44. **Pannonhalmi Miklós:** Data to the nutrient balance of Fertő lake Biologisches Forschungsinstitut Burgenland. Ausztria 1984, 51.
45. **Pannonhalmi Miklós Horváth Lajos:** A Fertő tó mederüledékének nehézfém szennyezettsége. Hidrológiai Közlöny 1989.69. évf. 4.sz.
46. **Pannonhalmi Miklós:** Magyar-Osztrák Vízügyi Bizottság és a Fertő tó. MHT Országos Vándorgyűlés 1996. Sopron
47. **Pannonhalmi Miklós:** Esettanulmány sekélyvízű rendszer áramlási, vízminőségi és üledékvizsgálatairól a Fertőrákosi öböl példáján. Kis-Balaton Ankét, Keszthely, 1996.

48. **Pannonhalmi Miklós:** A Fertő tó vízgazdálkodása. Vízügyi Közlemények. 1999/2.
49. **Pannonhalmi Miklós:** Guidelines on monitoring and assesment of transboundary and internationales lakes. UN/ECE Working Group on Monitoring and Assesment. Finnish Environment Institute 2002. Helsinki.
50. **Pannonhalmi Miklós Sütheő László:**A Fertő tó hidrológiai és vízkémiai állapotának elemzése. Keszthely. MHT 2004 június 7-8.
51. **Guti Gábor, Pannonhalmi Miklós:**Pályázat a Fertő-tó magyarországi területe halászati hasznosítására. 2001. Kézirat.
52. **Györke, O.:** Hidraulikai vizsgálatok a Fertő tó magyar részén. Kutatási zárójelentés, Tsz.: 722/2-593, VITUKI, Budapest. 1983.
53. **Józsa, J.:** Áramlási vizsgálatok a Fertő tó magyarországi területén. Kutatási zárójelentés, Tsz.: 7612/2/1323, VITUKI, Budapest. 1990.
54. **Sarkkula, J., Józsa, J., Bakonyi, P.:** Measuring and modelling wind induced flow in shallow lakes. IUGG Assembly, Symp. on Natural and Manmade Lakes, Vienna. 1991
55. **Sarkkula, J.,Józsa, J.:** Lake Neusiedl current measurements in April-May and related numerical model application. Kézirat. Publikálásra benyújtva:BFB Illmitz. 1995.
56. **Kutrucz Gy. Pannonhalmi Miklós.:** A Rákos patak szűrőmezőjének üzemi vízminőség-ellenőrző programja. Kézira. ÉDUKÖVIZIG 2006.
57. **Márkus István:** A Fertő tavi nádas állomány biológiai és állományszerkezeti használata. Acta bioblica Debrecina. 9. sz. 1999.
58. **Bácsatyai László et al.:** Digitale Geländemodelle des Neusiedler See-Beckens Kiegészítés A Fertő-táj hidroszférája és vízgazdálkodása c. kötethez. ...
59. **VKI Országjelentés.** 2005 március 22.