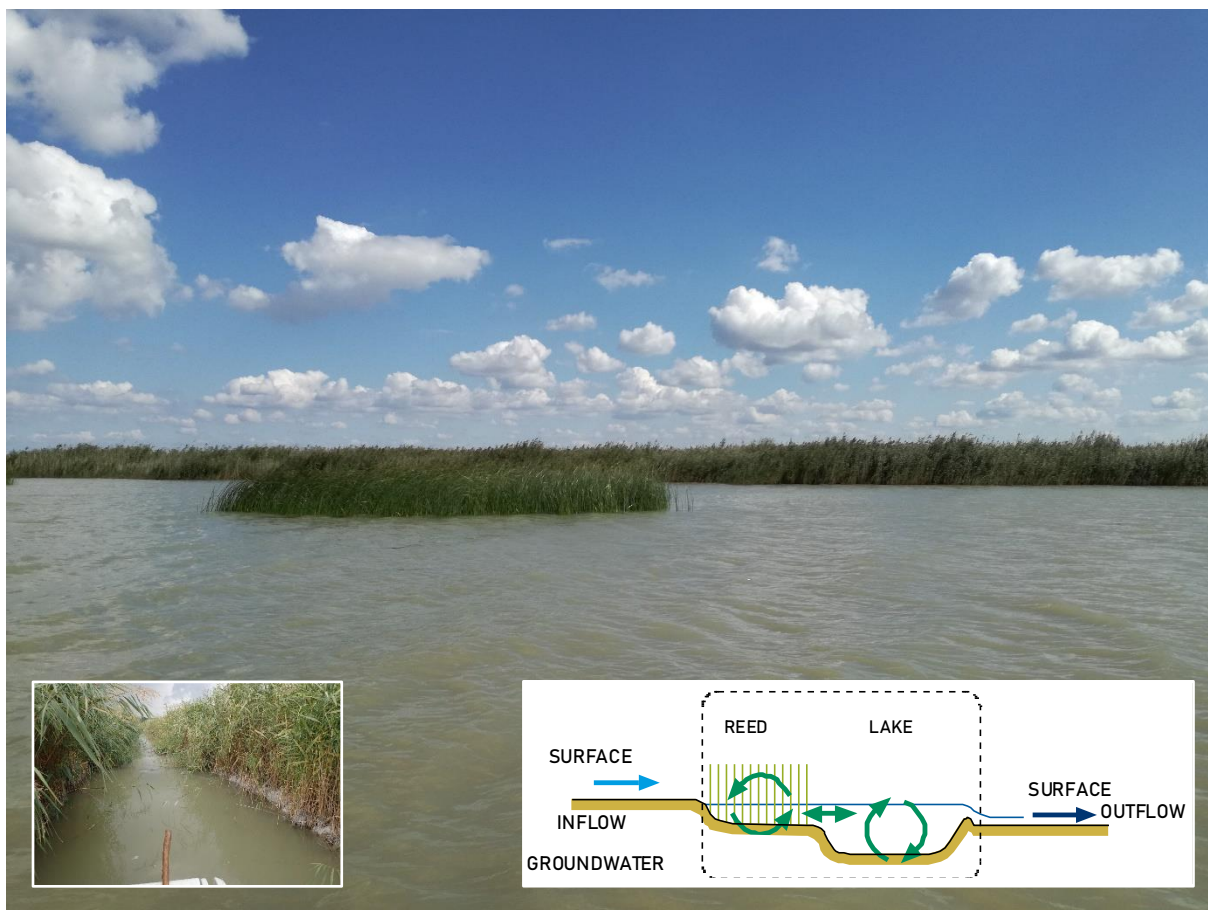


REBEN



Neusiedler See/Fertő tó nádas öv (Interreg AT-HU 2014-20)

Vízkezelési terv



Cím:	A Fertő tó vízkezelési terve. A REBEN – Neusiedler See/Fertő tó nádas öv projekt (Interreg-Projekt AT-HU 2014-20) műszaki jelentése
Projekt partnerek:	<p>Amt der Burgenländischen Landesregierung, Abt. 5 – Baudirektion Europaplatz 1, 7000 Eisenstadt Képviselő: DI Christian Sailer</p> <p>Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság Képviselő: Kovács Richárd, projektmenedzser</p>
Vállalkozók:	<p>ARGE „DWS Hydro-Ökologie – TU Wien“ (Ausztria)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) DWS Hydro-Ökologie GmbH Technisches Büro für Gewässerökologie und Landschaftsplanung Zentagasse 47, A-1050 Vienna Tel. 01 / 548 23 10, Fax DW 18 E-mail: office@dws-hydro-oekologie.at 2) Technische Universität Wien Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie Karlsplatz 13/222, A-1040 Vienna 3) A DWS Hydro-Ökologie alvállalkozója Technische Universität Dresden <p>Fertő 2019 Consortium (Magyarország)</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék H-1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3. 5) GYMSM Kormányhivatal Környezetvédelmi Mérőközpont H-9021 Győr, Árpád út 32. 6) Ökológiai Kutatóközpont H-8237 Tihany, Klebelsberg Kunó u. 3. 7) Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság
Projektvezető:	Mag. Dr. Georg Wolfram ¹⁾
Szerzők:	Wolfram, G. ¹⁾ , E. Boros ⁶⁾ , A. P. Blaschke ²⁾ , E. Csaplovics ³⁾ , R. Hainz ¹⁾ , G. Király ⁶⁾ , R. Kovács ⁷⁾ , T. Krámer ⁴⁾ , R. Mayer ⁵⁾ , A. Nagy ⁷⁾ , M. Pannonhalmi ⁷⁾ , P. Riedler ¹⁾ , M. Zessner ²⁾ , I. Vass ⁵⁾ , O. Zoboli ²⁾
Megbízás:	A5/GEW.EUF-10003-11-2017 (Ausztria)
Oldalak száma:	66
Belső jelentés száma:	15/078-B09
Hivatkozások:	Wolfram, G. <i>et al.</i> (2020). Water Management Plan for Lake Neusiedl. Applied hydrological and basic limnological investigations of the project REBEN – Reed Belt Neusiedler See/Fertő (Interreg-Projekt AT-HU 2014-20). Technical report for the Amt der Burgenländischen Landesregierung, Abt. 5 – Baudirektion, and Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság. Vienna – Budapest – Győr.

TARTALOMJEGYZÉK

Abstract	1
1 Introduction	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.1 <i>Background and objectives</i>	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2 Reduction of pollution from the catchment area	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.1 <i>Key findings in REBEN</i>	4
2.2 <i>Measures</i>	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3 Passage of tributaries through the reed belt	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.1 <i>Key findings of REBEN</i>	9
3.2 <i>Measures</i>	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4 Sediment management	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.1 <i>Key findings of REBEN</i>	14
4.2 <i>Measures</i>	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5 Reed management	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1 <i>Key findings REBEN</i>	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.2 <i>Measures</i>	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6 Monitoring	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.1 <i>Current monitoring programmes</i>	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.2 <i>Proposal</i>	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7 Responsibilities	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8 Literature	Fehler! Textmarke nicht definiert.
9 Annex	Fehler! Textmarke nicht definiert.
9.1 <i>List of monitoring sites and coordinates of the national monitoring programmes</i>	67
9.2 <i>List of pollutants in the national monitoring in Hungary</i>	68

ABSZTRAKT

A REBEN projekt számos, a nyílt tó és a nádas öv között zajló kicserélődési folyamatokkal kapcsolatos vizsgálatból és elemzésből tevődött össze a Fertő tó vonatkozásában (munkacsomag T1). A munka több, mint két évig tartott mind az osztrák, mind a magyar oldalon, és a Fertő tó Stratégiai Tanulmányban felmerült fontos kérdésekre is választ adott, ami hozzájárult ahhoz, hogy jobban megértsük az ökológiai kölcsönhatásokat. Mindkét ország szakértői csoportja számos műszaki jelentésben és egy-egy nemzeti szintézisjelentésben foglalta össze eredményeit. Mindezek alapján, kölcsönös egyetértésben készült egy közös szintézisjelentés.

A projektleírás szerint a kutatások célja egy adat- és tudásbázis létrehozása volt az ebben a dokumentumban bemutatott vízkezelési terv elkészítéséhez (munkacsomag T2). A jelen dokumentum hat fő fejezetre osztható:

- A vízgyűjtő területről származó szennyeződés csökkentése
- A mellékfolyók útvonalai a nádas övön keresztül
- Üledékkezelés
- Nádkezelés
- Monitoring
- Kötelezettségek

Az 1-4. fejezetben röviden felülvizsgáljuk a REBEN projekt legfontosabb megállapításait és a bemutatott fennálló állapotot. Ezek alapján intézkedéseket javasolunk a jelen helyzet javítását illetően annak érdekében, hogy támogassunk egy fenntartható jövőbeli fejlődést és elérjük a Fertő tó Stratégiai Tanulmányban megfogalmazott célokat.

Az 5. fejezet egy áttekintést ad a Fertő tónál zajló, jelenlegi programokról a hidromorfológia, a nád, a fizikai-kémiai paraméterek és a biológiai osztályozás vonatkozásában. Kiemeljük a különböző monitoring programok komplex követelményeit és jogi hátterét, valamint – a REBEN projekt során tett megállapításaink és más tanulmányok adatelemzése alapján – javaslatokat teszünk a jelenlegi monitoring hálózat és a vizsgált paraméterek számos adaptációjára és módosítására.

Az utolsó fejezet a 34 meghatározott intézkedés kötelezettségeit taglalja és egy áttekintést nyújt az intézkedések relevanciáját és a kompetenciák két ország közti felosztását illetően, az OMVB hatáskörén belül és azon túl.

1 BEVEZETÉS

1.1 Háttér és célkitűzések

A Fertő tó a palearktikus régió legnyugatabbra fekvő és egyben legnagyobb sztyepptava, valamint Közép-Európa egyik legfontosabb természeti tája. Kedvező földrajzi elhelyezkedésének köszönhetően, nagyvárosokhoz (Bécs, Pozsony, Győr, Szombathely) közeli fekvésével vitathatatlanul nagy gazdasági jelentőséggel is bír. A kiváló minőségű természeti terület és a kulturális táj sokrétű használata együttvéve az, ami különösen vonzóvá teszi a régiót, de egyúttal elengedhetlenné a különböző érdekek gondos összehangolását is (Wolfram et al. 2014b).

A REBEN projekt számos ágazati tanulmányában kölcsönösen koordinált, alapvető vizsgálatok elvégzésére került sor osztrák és magyar területen. Ezek hidrológiával (Blaschke 2020; Krámer et al. 2019), a nádszerkezettel (Csaplovics et al. 2020; Király 2019), hidrokémiával (Fertő 2019 Consortium 2019a; Hainz et al. 2020; Reif et al. 2020; Wolfram et al. 2020c) és biológiával (Fertő 2019 Consortium 2019b; c; Krisa et al. 2020) foglalkoztak. A tanulmányok választ adtak nyitott és megoldatlan kérdésekre, valamint elmélyítették ismereteinket a Fertő tó ökoszisztémáján belüli kölcsönhatásokról. Ezen tanulmányok eredményei nem csak lehetővé teszik a jövőbeli változások jobb kiértékelését, hanem megmutatják azokat a lehetőségeket is, melyekkel megfelelő intézkedéseket hozhatunk annak érdekében, hogy megelőzzük a kedvezőtlen változásokat.

Az ágazati tanulmányok eredményeit először egy nemzeti szintézisjelentésben gyűjtöttük össze (Fertő 2019 Consortium (Magyarország) 2020; Wolfram et al. 2020a). E két dokumentumból a két ország szakértői, a két projektpartnerrel együttműködve, Burgenland tartományból és az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóságról, kölcsönös egyetértésben elkészítettek egy közös szintézisjelentést (Wolfram et al. 2020b). A jelentésben különböző forgatókönyvek kerültek bemutatásra, azt vizsgálva, hogy a változó hidromorfológiai körülmények milyen mértékben járulnak hozzá a legfontosabb vízkezelési célkitűzések eléréséhez. Ezek a keretfeltételek figyelembe vették a természetes változékonyságot (vízszintingadozások) és a nádas öv szerkezetébe történő, folyamatban lévő beavatkozásokat, melyek rendszeres nádcsatorna helyreállítás formájában történnek.

A szintézisjelentésben bemutatott forgatókönyvek már részben tárgyalták az emberi beavatkozás problematikáját, ám léteznek még további lehetséges intézkedések, melyekkel befolyásolhatjuk a Fertő tó folyamatait annak érdekében, hogy megvédjük vagy megvalósítsuk a Fertő tó Stratégiai Tanulmányban meghatározott vízkezelési célkitűzéseket.

Ezek az intézkedések képezik a jelen Vízkezelési terv tárgyát. A Vízkezelési tervet a fent említett szakértői jelentések alapján készítettük el, de ebben figyelembe vesszük a Fertő tó Stratégiai Tanulmányban megfogalmazott általános intézkedéseket is. Bár alapvetően vízkezelési témákra helyezük a hangsúlyt, megvalósítható illetve megvalósított ötletekkel, javaslatokkal és igényekkel is foglalkozunk, természetvédelmi szempontból, ahogy azt Nemeth *et al.* (2014) leírja.

Ausztria (BMLFUW 2015; BMLRT 2020a) és Magyarország (Nemzeti Vízstratégia¹) Nemzeti Vízkezelési Terveinek megvalósításáról szóló intézkedési programját (PoM) is egyeztetettük, hogy tekintetbe vegyük a nemzeti szinten zajló vízkezelést. Azonban ezek a dokumentumok alig tartalmaznak olyan specifikus intézkedéseket, melyek a Fertő tóhoz kapcsolódnak.

Területi vonatkozásban a jelentésben megfogalmazott intézkedések nem korlátozódnak pusztán magára a Fertő tóra, hanem a vízgyűjtő területre is kiterjednek, viszont a Seewinkel és a Hanság régió (amiket a Stratégiai Tanulmány részben tárgyalt) nem részei a Vízkezelési tervnek.

A magyar ágazati jelentések magyar és angol nyelven is elérhetők, az osztrák dokumentumok német nyelven íródtak, bővített, angol nyelvű összefoglalóval. Ezenkívül az egész osztrák nemzeti szintézisjelentés angol nyelvű fordítása is elkészült. A közös szintézisjelentés valamint a jelen vízkezelési terv esetében az angolt választottuk munkanyelvként, hogy megkönnyítsük a közös munkát a dokumentumok elkészítését illetően. Mindkét dokumentum rendelkezésre áll a két ország nyelvén is.

¹ <https://www.vizugy.hu/index.php?module=vizstrat&programelemid=144>

2 A VÍZGYŰJTŐ TERÜLETRŐL SZÁRMAZÓ SZENNYEZŐDÉS CSÖKKENTÉSE

2.1 A REBEN projekt legfontosabb megállapításai

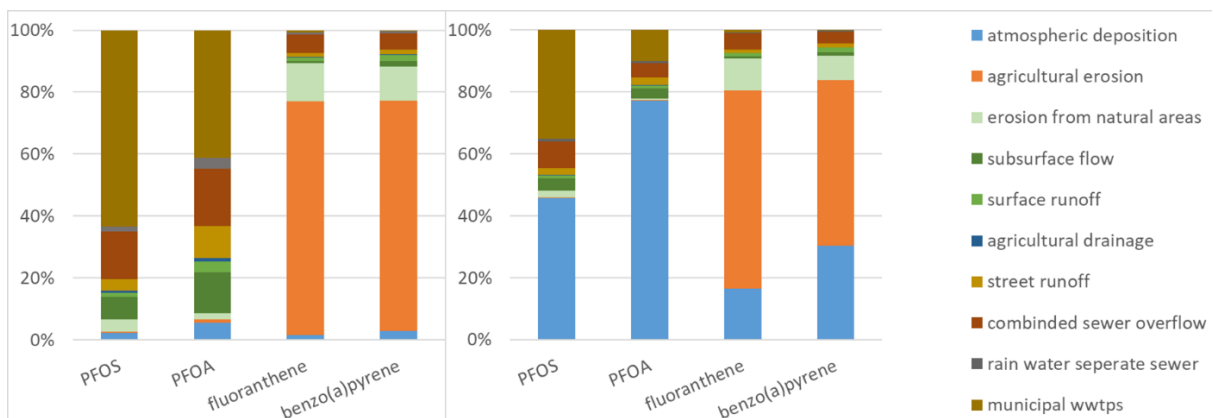
A REBEN projekt legfontosabb megállapításaiból két fő kezelési szükségletet határozhatunk meg a vízgyűjtő területről származó szennyeződés csökkentésével kapcsolatosan:

- Annak érdekében, hogy lelassítsuk a Vulka folyó torkolatánál található nádas öv eliszaposodását, csökkenteni kell a szemcsés anyagok Vulka általi bevitelét. Ez csökkentené a foszfor és a részecskékhez kötött mikroszennyezők bevitelét is. Szükség van tehát olyan erőfeszítésekre, melyekkel mérsékelhető a vízgyűjtő területről származó szennyeződés.
- A tó általában véve különösen érzékeny a mikroszennyezők okozta szennyeződésekre, mivel azok koncentrálnak a nyílt vízben, elraktározódhatnak a nádüledékben és végül később mobilizálódhatnak vagy ismeretlen végeredménnyel metabolizálódhatnak (metabolitok). Számos szabályozott mikroszennyező esetében (PFOS, benzo(a)pirén, fluorantén, ólom) meghatározható volt annak kockázata, hogy nem jön létre a jó kémiai állapot a Vulkában vagy a tóban. Ezért további erőfeszítések szükségesek a vízgyűjtő területről származó szennyeződés csökkentéséhez.

A Neusiedler See / Fertő tó vízgyűjtő területét nem érintették közvetlen módon a REBEN projekt keretében végzett kutatások, a projekt eredményei azonban felhívják a figyelmet annak szükségességére, hogy a kezelési terv kapcsán ne csak magára a tóra koncentráljunk, hanem a vízgyűjtő területre is. Míg a tápanyag kibocsátás csökkentése nagyon sikeresnek bizonyult az elmúlt évtizedek során, a vízgyűjtő területről származó üledékterhelés még mindig aggasztó a nádas övre nézve. Ráadásul nemrég felismerték, hogy a vízgyűjtő területről származó mikroszennyezők kiemelt hatással vannak a tó vízminőségének állapotára (Zessner *et al.* 2019b). Ennélfogva a tó vízkezelése nem szabad, hogy csak magával a tóval foglalkozzon, érintenie kell a vízgyűjtő területet is és potenciális intézkedéseket is meg kell fogalmazni. Ehhez korábbi vizsgálati eredményeket is felhasználtunk, hogy összegezhessük a szennyeződések kibocsátásának fő forrásait és útvonalait a tó vízgyűjtő területén.

A Vulka a Neusiedler See / Fertő tó legnagyobb mellékfolyója és – a légköri bevitelen valamint a szennyvíztisztító telepekről eredő kibocsátásokon túl – a külső tápanyagok tóba irányuló, legfontosabb beviteli forrása is. Ez főként a vízgyűjtő terület intenzív mezőgazdasági kihasználásának köszönhető, aminek eredményeképp jelentős tápanyagmennyiség mosódik bele a Vulkába (Wolfram *et al.* 2019; Wolfram & Herzig 2013). Míg a lebegő szilárd részecskék terhelése a Vulkában szinte kizárólag a mezőgazdasági erózió következménye, a foszforkibocsátás a Vulkába még mindig zajlik, közel 70%-os hosszútávú átlaggal ezen a beviteli útvonalon keresztül és így részecskék formájában. A nitrogén esetében a bevitel nagy része oldott formában történik a talajvízen vagy mezőgazdasági vízvezető rendszereken keresztül. Ez esetben a mezőgazdasági erózió és a részecskeszállítás relatíve jelentéktelennek mondható. A szennyvízkezelés során széleskörűen megvalósuló, jelentős foszfor- és nitrogéneltávolítás után, ami nagymértékben hozzájárult a tóba történő tápanyagbevitel csökkentéséhez, a szennyvízvezetés a Vulkába történő kibocsátások 20-25%-át teszi ki jelenleg mindkét paraméter esetében.

A nyomanyagok és szennyezőanyagok diffúz módon és pontszerűen is ürülnek a Vulkába és a tóba. Az 1. ábra példaképp egy becslést mutat a PFOS, PFOA, benzo(a)pirén és fluorantén paraméterek beviteli útvonalainak megoszlását illetően, magát a Vulkát tekintve, valamint a Neusiedler See / Fertő tó teljes vízgyűjtő területére is, beleértve a tófelszínen történő lerakódást is. Míg a PFOS és a PFOA perfluortenzidek főként szennyvízkezelő létesítményekből kerülnek a Vulkába, a PAH, a benzo(a)pirén és a fluorantén javarészt erózió által (Zessner *et al.* 2019b). A légköri lerakódás valószínűleg szintén nagy szerepet játszik magát a tavat illetően, bár a mennyiségi adatok nagyon bizonytalanok, köszönhetően a kevés mintavételnek.



1. ábra. Emissziós útvonalak a Vulka folyóba (balra) és a Fertő tóba (jobbra). Forrás: Zessner *et al.* (2019b).

2.2 Intézkedések

A Neusiedl See / Fertő tó vagy a Vulka folyó nem különösebben kerülnek említésre az első és második Vízgyűjtő-gazdálkodási Tervben (RBMP), sem a készülőképben lévő harmadik Vízgyűjtő-gazdálkodás Terv dokumentumaiban Ausztriában. Léteznek azonban általános intézkedések, melyek kapcsolódnak a diffúz forrásokból származó szennyeződések témájához (mezőgazdaság → Vulka medence) és a klímaváltozáshoz (→ vízszintet érintő kérdések). A Vulka folyó csak a víztestek kémiai állapotának javítását célzó intézkedések kapcsán lelhető fel egy táblázatban, mely a benzo(a)pirén szennyeződést és annak szükségességét taglalja, hogy értékeljük a szennyeződés pontszerű és diffúz forrásból származó szennyeződések célzó intézkedések általi csökkentésének lehetőségét. A REBEN projekt részletes következtetéseiből kitűnik, hogy a vízgyűjtő területről a nádas övbe irányuló szilárdanyag bevitel csökkentése és a mikroszennyezők vízgyűjtő területről a Vulkába és a tóba történő kibocsátásának mérséklése a kezelési terv kiemelt jelentőségű témái közé sorolható. Mindazonáltal konkrét kezelési koncepciók még nem készültek. A jövőben nagyobb hangsúlyt kell fektetni a lebegőanyagok és nyomszennyezők okozta szennyeződés csökkentését érintő, konkrét koncepciók kidolgozására és megvalósítására.

A tó vízgyűjtő területének víztesteibe való lebegőanyag bevitel csökkentésére irányuló erőfeszítések a **mezőgazdasági erózió csökkentésével** kezdődnek. Gyakori megközelítések például a zöldítés és a mulcs mag, melyeket az osztrák környezeti program (ÖPUL² Osztrák finanszírozási program egy környezetbarát mezőgazdaságért) támogat. Továbbá a növénykultúra kiválasztása a meredekebb lejtőkön szintén jelentős hatással lenne a mezőgazdasági erózióra, ezért e kérdéssel foglalkozni kell a mezőgazdasági kezelési tervekben. Az erózió csökkentésének előnye, hogy hozzájárul a vízvédelemhez és a talajvédelemhez, elkerülve a mezőgazdasági termőtalajt ért veszteségeket. Ezenkívül a szántóföldről a folyókba történő részecskekibocsátás is csökkenthető olyan intézkedésekkel, mint az előnyben részesített útvonalak vagy puffer sávok zöldítése, amik meggátolják a mobilizált termőtalaj bejutását a vízáramba.

Egyrészt a felső-ausztriai legújabb tanulmányok azt jelzik, hogy az ÖPUL program nem volt kifejezetten sikeres az erózióvédelem tekintetében, mivel a foszfor- és lebegőanyag-részecskék aránya a folyókban hosszútávú változásként 2000 óta növekvő tendenciát mutat, ugyanis az erózió elleni védelmet célzó intézkedések hatására elindult csökkenést ellensúlyozta a gazdák növényválasztásának változása, ami olyan fajok felé tolódott el (például a kukorica), melyek elősegítik a talajeróziót (Zessner et al. 2016). Másrészt a felső-ausztriai vizsgálatok arra is rámutattak, hogy a vízvédelem esetén a termőföldnek

² https://www.bmlrt.gv.at/land/laendl_entwicklung/oepul/oepul2015.html

csak kis részeit érintő szennyeződéscsökkentés eredményes lenne és a lebegő szilárd részecskék bevitelére akár 50%-kal is csökkenne, ha az intézkedéseket célirányosan a vízgyűjtő területre lokalizálnák (Kovacs *et al.* 2012; Strenge *et al.* in prep.; Zessner *et al.* 2019a). A Neusiedler See / Fertő tó vízgyűjtőjét illetően hasonló kutatásokra lenne szükség, hogy értékelni lehessen a korábbi, eróziócsökkentést célzó intézkedések sikerességét és a jövőben még inkább ezen intézkedések hatékonyságára lehessen helyezni a hangsúlyt.

Ha részecskék kerülnek a folyó rendszerébe, bizonyos mértékig vissza lehet őket tartani **folyami üledékvisszatartó medencék** segítségével. A Vulka esetében létezik egy ilyen üledékvisszatartó medence a tóba való beáramlás helyénél, az Eisbach folyó torkolatához közel. Az utóbbi években azonban az üledékmedence hatékonysága nem volt 100%-os. Az új tapasztalatok és megállapítások hatására sor került a koncepció felülvizsgálatára annak érdekében, hogy betölthesse tényleges célját mint üledékvisszatartó medence. Az építési intézkedések már részben megvalósultak. A szilárdanyagok retenciójára gyakorolt hatások nem ismertek, illetve más alkalmazási területek (pl. vizes élőhely vízmadarak számára) vonzóbbnak bizonyultak. Mindazonáltal ki kell értékelni a vízgyűjtő területen található ilyen vagy egyéb folyami üledékvisszatartó medencék előnyét, a nádas öv alkalmasságának megóvása érdekében a vízgyűjtő területen folytatott lebegőanyag kezelés tükrében, mivel az üledék potenciálisan jobban kezelhető egy ilyen medencében, mint amikor az már elérte a nádas övet. Összességében véve ki kell dolgozni egy olyan üledékkezelési tervet a vízgyűjtő területre, ami kiemelten a Vulka területére fókuszál és aminek része a célzott eróziócsökkentés és üledékfelfogás a puffer sávokban, valamint az üledékvisszatartó medencék.

A sikeres üledékkezelés a vízgyűjtő területen már az első lépés a nyomanyagok (**mikroszennyezők**) okozta szennyeződés csökkentésének sikeres stratégiája felé. Ez arra vezethető vissza, hogy az ilyen típusú szennyeződések jelentős része erózió általi bevitelhez kötődik. Mindenesetre más források és útvonalak is fontos szerepet játszanak és a hatékony kezelés attól függ, mennyire értjük meg, hogy hogyan jutnak be a szennyezőanyagok a vízáramba (Zessner 2008). A szennyezőanyagok útvonalainak fő befolyásoló tényezői a fizikai-kémiai adottságok és a nyomszennyezők applikációs mintázatai. Míg néhányuk légszennyezésből származik és vagy közvetett módon, talajfelhalmozódás vagy erózió által, vagy közvetlenül, légköri lerakódás útján kerül a víztestekbe, addig másokat főként városi térségekben használnak és városi szennyvízelvezető rendszereken keresztül jutnak oda vagy állatgyógyászati készítményekként használatosak. A mezőgazdaságban növényvédő szerekkel is használják őket és talaj- vagy altalajlefordás által kerülnek be a víztestekbe.

A nyomanyagok okozta szennyeződés csökkentését célzó intézkedések érinthetik a forrásszabályozást is (ÖWAV 2020), ami túlmutat a vízkezelés hatáskörén a regionális

vízgyűjtő területek vonatkozásában. Mindenesetre ezenkívül szükség van egy konkrét stratégiára a mikroszennyezők kezelését illetően, a Neusiedler See / Fertő tó vízgyűjtő területét tekintve, mivel a tó különösen sérülékeny. De nem mindent lehet forrásszabályozással kezelni nemzeti / nemzetközi szinten. Az üledékkezelésen túl a tó mikroszennyezőkre vonatkozó stratégiájának

- tartalmaznia kell a kiválasztott jelzőanyagok kibocsátási forrásainak és útvonalainak meghatározását,
- fejlesztenie kell az ezen anyagok környezeti viselkedéséről szóló kutatásokat
- alapját a szennyeződés csökkentését célzó intézkedések költségeinek és hatékonyságának kiértékelése kell, hogy adja.

Például a városi szennyvízkezelés, a fejlett szennyvízkezelés különböző formái vagy az egyesített szennyvízcsatorna túlfolyásokból és az esővízcsatornákból származó kibocsátásokkal való foglalkozás előnyök lehetnek, az adott anyagtól függően. Még akkor is, ha valószínűleg szükségessé válik a városi szennyvízkezelés jövőbeli fejlesztése a tó vízgyűjtő területén, meg kell vizsgálni, hogy ezt hogyan lehet leginkább költséghatékony módon megvalósítani.

A javasolt intézkedések összefoglalása

- 2-1 A lebegőanyagok és nyomszennyezők okozta szennyeződés csökkentését érintő, konkrét koncepciók kidolgozása és megvalósítása a vízgyűjtő területen
- 2-2 A tó vízgyűjtő területének víztesteibe való lebegőanyag bevitel csökkentése **mezőgazdasági erózió csökkentésével** (pl. zöldítés és mulcs mag, a növénykultúra kiválasztásának újragondolása, a preferált áramlási útvonalak és puffer sávok zöldítése)
- 2-3 A meglévő üledékviszatarató medence alkalmasságának értékelése és, az értékelés eredményétől függően, további üledékviszatarató medencék létrehozásának megfontolása a Vulka folyó vízgyűjtő területén
- 2-4 A nyomanyagok okozta szennyeződés csökkentése a kiválasztott jelzőanyagok kibocsátási forrásainak és útvonalainak meghatározásával és szabályozásával, az ezen anyagok környezeti viselkedéséről szóló kutatások fejlesztésével, valamint a szennyeződés csökkentését célzó intézkedések költségeinek és hatékonyságának értékelésével

3 A MELLÉKFOLYÓK ÚTVONALAI A NÁDAS ÖVÖN KERESZTÜL

3.1 A REBEN projekt legfontosabb megállapításai

3.1.1 Folyamatok és terhelések

A mellékfolyók áramlását és a víz kémiai összetételének változását részletesen tanulmányozták a Vulka folyónál (Hainz *et al.* 2020; Wolfram *et al.* 2020a; Wolfram *et al.* 2020c). Ebben a térségben a nádas öv szélessége több kilométer, szerepét tekintve pedig óriási szűrőként működik. A nádas övbe belépő lebegő szilárd részecskék még nagy áradások idején is nagymértékben rakódnak le itt. Átlagosan évi 3 890 t lebegő szilárd részecske lerakódása megy itt végbe. Az 1992-2009 közti időszakban a lebegő szilárd részecskék éves terhelése 740 és 24.230 t között mozgott, attól függően, hogy az árvízesemények milyen gyakoriak és mekkora méretet öltenek. Csak nagyon kis hányad az, ami a nyílt tóba szállítódik (körülbelül átlagosan 3%-ra becsülhető).

Az átlagos éves foszforterhelés, ami a Vulka vízgyűjtő területéről kerül a tóba, 14 t (4–40 t skálán). Nagy mennyiség rakódik le a nádas övbe mint partikuláris foszfor, ám az oldott foszfor kibocsátása az üledékből a nádas övből történő jelentős tápanyagkivitelhez vezet (az összes bejövő terhelés körülbelül 80%-a). Mint ahogy a lebegő szilárd részecskék esetében, úgy itt is nagy eltérés tapasztalható a száraz és nedves évek viszonylatában.

A nitrogén mennyisége szinte teljesen lecsökken a denitrifikáció által, ha a Vulka diffúz módon áramlik keresztül a nádas övön. Mivel jelenleg a Vulka jelentős része egy csatornán keresztül jut a nyílt tóba, a vízgyűjtő területről származó összes nitrogénterhelés körülbelül 1/3 része eléri a nyílt tavat.

Ami az összes terhelést és a víz kémiai összetételének változását illeti, sokkal kevesebbet tudunk a Fertő tó egyéb mellékfolyóiról – mint például a Gols-csatorna – és a Lajta-hegységéből vagy a parndorfi platóról eredő kis patakjairól. A Rákos-patakról (Kroißbach) számos vizsgálat készült a vízminőséget, a terheléseket és a vízgyűjtő terület változásait illetően. A REBEN projekt keretein belül nem terveztünk konkrét kutatásokat, de a Rákos-patak torkolata közelében fekvő vizes élőhelyeken keresztülhaladó, szabályozott diffúz áramlás hosszútávú adatait, megfigyeléseit és ellenőrzési eredményeit fel kell használni mint egy a mellékfolyók vízminőség kezelésére tett javaslatot vagy műszaki megoldást. A kis mellékfolyók hozzájárulása a tó vízmérlegéhez elhanyagolható, de legalább a Gols-csatorna és a Rákos-patak szerepet játszanak az összes tápanyagterhelésben. Egyik sem

közvetlenül a tóba folyik, hanem egy vizes élőhelyen (Rákos-patak) vagy a nádas övön (Gols-csatorna) keresztül jut oda.

3.1.2 Értékelés

A szintézisjelentés különböző forgatókönyveinek értékelése (Wolfram *et al.* 2020b) világossá tette, hogy a Vulka folyó kontrollálatlan áramlása a nádas övön keresztül kisebb hatást fejt ki a helyi ökoszisztémára, viszont – a kibocsátott tápanyagoknak köszönhetően – jobban befolyásolja a nyílt tó állapotát. Az olyan vízkezelési célok, mint például a *nádas öv egyedülálló jellegének megóvása, a természetes fizikai-kémiai dinamika megőrzése és a nagyrészt zavartalanul lezajló biológiai folyamatok elősegítése* könnyedén megvalósíthatók az éves kotrás által történő folyamatos megzavarás nélkül.

A diffúz áramlás támogatja a nádas öv szűrő funkcióját (= tartály), megakadályozva ezzel a lebegő üledékek közvetlen szállítását a nyílt tóba. Másszóval mérséklődik vagy késik a teljes Fertő tó eliszaposodása a nádas öv egy részének kárára a Vulka folyó torkolatának közelében.

Végezetül, ha hagyjuk, hogy a Vulka megtalálja a saját útját a nádas övön keresztül, anélkül, hogy egy preferált útvonalat biztosítanánk neki csatornák segítségével, az sokkal olcsóbb megoldás, mint a rendszeres kotrás és csatornázás.

Másfelől a kotrás tagadhatatlan előnyökkel járna, amennyiben együtt járna az üledékek és szennyezőanyagok tómedencéből történő, hatékony (bár hosszútávon nagyon költséges) eltávolításával. A korábbi infrastruktúra megóvása a holtág elárasztásától egy további érv mellett, hogy a folyó számára egy a nyílt tóba vezető, gyors útvonal kialakítását tegyük lehetővé.

3.2 Intézkedések

A javasolt intézkedések a nádas övön keresztüli áramlás típusát (diffúz versus lineáris), valamint a bejövő víz nádas övben való visszatartásának hosszát célozzák meg. Érintik a lerakódás / kiválás folyamatait a nádas övben versus a nádas övön keresztül történő szállítást, illetve a remobilizáció és a nyílt tóba történő (másodlagos) szállítás kérdését is.

A nyomjelző kísérlet, ami párhuzamosan folyt a REBEN projekttel, rávilágított, hogy *nagy kibocsátásoknál* a Vulka nem szűk csatornákon keresztül folyik át a nádas övön, hanem főként *diffúz módon*, ezzel óriási szűrővé téve azt a lebegő szilárd részecskék és a hozzájuk kapcsolódó szennyezőanyagok vonatkozásában. Ezt a visszatartó és szűrő funkciót kell fenntartanunk.

Egy új csatorna kikotrása 2019 telén nem változtatta meg jelentős mértékben a Vulka vizének kémiai összetételét a WU1-es helyszínen, a nyílt tó közelében (lásd ellenőrzőállomások, Wolfram *et al.* (2020c)), megkérdőjelezve ezzel ezen intézkedés hatását és értelmét alacsony kibocsátások esetén. Ráadásul a kémiai elemzések azt mutatták ki, hogy a diffúz áramlás – a visszatartás megnövelt időtartamának köszönhetően – pozitív hatást gyakorol a denitrifikációra.

A nádas övön keresztülhaladó különböző áramlási módok pozitív és negatív hatásainak mérlegelése után (lásd Wolfram *et al.* (2020b) 4. fejezet), több érvet tudunk felhozni a diffúz áramlás mellett, mint ellene. A más területeken jelentkező kisebb negatív hatások vagy a pozitív hatások meg nem valósulása elfogadható. Ebbe beletartozik a Vulka és a tó kapcsolatának hiánya néhány halfajt illetően. A kotrás és a rendszerből történő *nagymértékű* üledékeltávolítás pozitív hatása mindenestre elméleti szintű, hiszen ez a módszer, nagy valószínűség szerint, túl költségesnek fog bizonyulni. Egy kulcsfontosságú nyitott kérdés az árvízvédelem hatása a felvízi oldalon, ezért a Vulka torkolatának területén mérhető vízszint emelkedése által kiváltott torlódást is ki kell értékelni.

A Vulka-torkolat hidraulikus rendszerének támogatása érdekében javasoljuk a jobb kapcsolódás elősegítését a diffúz áramlás nagy területe (a B, C és D csatornák között, 2. ábra) és a főcsatornák (B, C és D) között, a csatornák mentén található hosszirányú gátak több helyen történő megnyitásával. Ez valószínűleg a tápanyag- és szervesanyag-terhelés e területről a nyílt tóba irányuló kivitelének kismértékű növekedéséhez vezet. Azonban míg a szervesanyagok ásványosodása erősen csökkentett a nádas öv (túlnyomórészt oxigénhiányban szenvedő) területén, lebomlásuk esélye sokkal nagyobb a zavaros, oxigéndús nyílt tóban. A nádas övből eredő, tartósan alacsony szintű szétszóródás tehermentesíti a Vulka torkolati területét a le nem bomlott szervesanyagok fokozódó felhalmozódásától, míg a nyílt tó várhatóan megbirkózik a kisé megnövekedett, belső tápanyagterheléssel.



2. ábra. A Fertő tóba vezető csatornák a Vulka folyó torkolatánál. A legutóbbi csatornakotrás az A és B csatorna között történt. Alacsony kibocsátás esetén a folyó preferált útvonala a B-C csatorna, magas kibocsátáskor a folyó jelentős része keresztülfolyik a D csatornán is.

Amennyiben a jövőben kismértékű kotrási munkálatokra lesz szükség, az üledéket úgy kell majd lerakni, hogy ne képezzen folyamatos töltést a csatornáknál. Inkább rendszeres nyílásokat kell létrehozni a csatorna és a gátak mögötti területek között. Ez vonatkozik a Seemühle és a 2. ábra A pontja közti folyószakaszra is, ahol hagyni kell, hogy a folyó inkább egy nyílt hálózatot (“deltát”) hozzon létre a hordalékkal feltöltött erdőn belül, mintsem a partok között folyjon. Amennyiben helyi kotrási munkálatok válnak szükségessé a B és D csatornák között, az üledéket a csatornák “külső” részén (a B csatornától délre, illetve a D csatornától északra) kell lerakni, hogy ezzel csökkentsük a nádállomány belső részének további eltorlaszolását.

A nyílások ne egy szabályos mintázatot kövessenek (pl. minden 50. méter). Ehelyett elsőként a gátak mögötti helyzet ellenőrzését és a nyílások megtervezését javasoljuk, főként ott, ahol hatékony kapcsolódást hozhatunk létre a medencék és a csatornák között. Mivel ezek pusztán légi vagy műholdas felvételeken nem lesznek láthatóak, több ismeretre kell szert tennünk az üledék elevációs szintjéről, e terület morfológiájának geodéziai vizsgálatával, annak érdekében, hogy kifejleszthessünk egy digitális elevációs modellt, ami referenciaként szolgálhat a terület jövőbeli feltérképezésében ahhoz, hogy dokumentálhassuk az üledék felhalmozódásának hosszútávú változásait a Vulka folyó torkolatánál.

A javasolt intézkedések összefoglalása

- 3-1 A Vulka folyó nádas övön keresztülhaladó, túlnyomórészt diffúz áramlásának támogatása a Seemühle és a 2. ábra A pontja közti folyószakasz csatornahelyreállításának korlátozásával.
- 3-2 A 2. ábrán látható B, C és D csatornák mentén húzódó, meglévő gátak több helyen történő megnyitása, főként ott, ahol nyílt vízi területek vagy egyéb csatornák vannak a gátak mögött.
- 3-3 A Seemühle és a 2. ábra A pontja közti területen végzett (kismértékű) kotrás esetén kerülni kell a folyamatos töltések kialakulását, ehelyett nyílásokat kell hagyni a környező, hordalékkal feltöltött erdő és a nádállomány felé.
- 3-4 A 2. ábra A pontjától folyásirányban történő (kismértékű) kotrás esetén az üledéket a B csatorna déli (“jobb”) és a D csatorna északi (“bal”) oldala mentén kell lerakni. A 3-3 intézkedéshez hasonlóan itt is nyílásokat kell hagyni a mögöttes terület felé.
- 3-5 Fejlesztünk kell tudásunkat a Vulka torkolatánál végbemenő üledékelevációról geodéziai felmérések segítségével, valamint egy ezen területre vonatkozó digitális elevációs modell kifejlesztésével.
- 3-6 A Rákos-patak esetében a tó vizes élőhelyein keresztülhaladó, szabályozott diffúz áramlás (előzetes ülepedés és eloszlás a nádas területen) megfontolandó, alkalmas megoldás a tápanyagok visszatartása szempontjából.

4 ÜLEDÉKKEZELÉS

Az *üledékkezelés* terminus többféleképpen értelmezhető. A félreértések elkerülése végett szeretnénk kijelenteni, hogy a kifejezés alatt nem az üledék használatára vonatkozó vagy a tóban zajló folyamatok *befolyásolására* irányuló intézkedéseket – mint például a nádkezelés – értjük. Számunkra ez inkább egy általános kifejezés az üledékbe történő beavatkozásra, ami részben emberi tevékenységből eredő használat következménye (pl. csatornahelyreállítás). Mivel az ilyen beavatkozások jelentős közvetett hatást gyakorolnak a vízkezelésre, jelen vízkezelési terv tárgyát kell, hogy képezzék.

4.1 A REBEN projekt legfontosabb megállapításai

A természetes ülepedés oka

- i. a túlnyomórészt ásványi üledékek vízgyűjtő területéről való belépése a tóba (főként a Vulka folyóból vagy száraz lerakódással)
- ii. a tóban történő üledéktermelődés kalcit (vagy más ásvány) kiválásával, és
- iii. a szerves üledékek termelődése a tóban

A természetes ülepedés folyamatait befolyásolja

- iv. a nádcsatornák helyreállítása,
- v. az üledékeltávolítást célzó kotrás a kikötőkben (kikötői létesítményekben) és fürdőzésre alkalmas öblökben, valamint
- vi. a nádkezelés

ad i. A Vulka folyó vízgyűjtő területéről származó átlagos üledékbevitel körülbelül 3890 t száraz tömeget jelent évente (= körülbelül évi 10 000 m³ nedves üledék). Hasonló mennyiség származik száraz lerakódásból (3 000 t/a), míg más mellékfolyók (Gols-csatorna, Rákos-patak) a Vulka terhelésének kb. egynolcadát szállítják a Fertő tóba. A REBEN projekt során végzett mérések megmutatták, hogy a Vulka üledékterhelésének nagy része (nem mesterségesen, hanem természetes úton és így szabályozatlanul) rakódik le a nádas övben, mielőtt a folyó eléri a nyílt tavat. Becsléseink alapján a felszíni vizekből származó, külső üledékterhelés csupán körülbelül 3%-a járul hozzá a nyílt tó területére belépő üledékterheléshez.

- ad ii. A teljes tó anyagmérlegei több, mint 20 éven át rávilágítottak arra, hogy évente több ezer tonna üledék képződik kalcitkiválással. Eből az őshonos üledékből évi nettó 10.000 t száraz tömeg szállítódik a nádcsatornákon keresztül a nádas övbe (= kb. 26.000 m³ nedves üledék évente). Feltehetőleg csatornák (és azok rendszeres helyreállítási munkálatai) hiányában ez az üledékmennyiség nagyrészt a nyílt tóban rakódna le, ezzel növelve a nádas övön kívüli ülepedési értéket.
- ad iii. A szerves üledék termelődése nagyrészt ismeretlen az üledékmérleget tekintve. A tómedence emelkedésének összehasonlító elemzése során kiderült, hogy az 1960-as évek és az 1980-as évek vége / 1990-es évek eleje közötti időszakban a tóban található üledék össz mennyisége körülbelül 75 millió m³-rel nőtt (3 millió m³ éves szinten) (Csaplovics *et al.* 1997), ami messze több, mint a külső bevitelből és az autigén (ásványi) üledékképződésből kalkulált terhelés. Így azt kell feltételeznünk, hogy az ülepedés messze legnagyobb része szervesanyag termelődéshez és a termelődött anyagban végbemenő, erősen csökkentett dekompozíciós folyamatokhoz kötődik.
- ad iv. Az 1990-es évek vége óta Ausztriában a vízgazdálkodásért felelős hatóságok helyreállították a csatornákat, mintegy a folyamatos karbantartási intézkedések részeként. A kikotort üledék általában a csatornák mentén, gátak formájában kerül lerakásra, amik nem teszik lehetővé a nádcsatorna és a szomszédos vízfelületek közti vízcserét (azonban 2019-ben és 2020-ban az oldalsó gátaknak már voltak nyílásaik). Ausztriában, a 2004/2005-ös téli időszak óta több, mint 230 km nádcsatorna helyreállítása történt meg, ami érzékelteti a rendszerből eltávolított üledék mennyiségét, még akkor is, ha az továbbra is a tó medencéjében marad. Magyarországon 2014/2015-ben került sor a csatornahálózat felújítására egy az EU által finanszírozott projekt keretén belül. Ellentétben az Ausztriában 2018-ig (és Magyarországon az azt megelőző években) lezajló folyamatmal, a gátak szabályos nyílásokkal lettek ellátva, lehetőséget termetve ezzel a csatornák és a környező vízmedencék közti vízcserére.

Különböző számítások születtek a nádcsatornákon keresztül történő víz-, üledék- és tápanyagszállítás mennyiségi meghatározására. A különböző módszertani megközelítések közül (mérések, modellezés) világosan látszik, hogy a vízszint és a szél befolyásoló hatása, valamint a nádcsatornák mérete, formája és száma nagy jelentőséggel bír a nádas öv és a nyílt tó közti víz- és anyagcsere útvonalainak létrehozásában és fenntartásában. Az utóbbi évek során évi 2,9–40,3 km (átlagosan 16,6 km) nádcsatornát újítottak fel Ausztriában. Az eltávolított (és oldalt lerakott) üledék mennyisége 450 – 9 070 t/a értékre becsülhető (átlagosan 3 140 t száraz tömeg, csak Ausztriában). A magyar oldalon 76 km-nyi nádcsatorna helyreállítása valósult meg az EU által társfinanszírozott projektben (KEOP-7.3.1.2/09-2009-0020).

Az 1990-es éveket megelőzően, a magyar oldalon csatornafelújítási munkálatokat hajtott végre a vízügyi igazgatóság, a nádkezelő cég és a határőrség. Az intenzív motorcsónak használat a nádcsatornában szintén mérsékelte a szedimentációs folyamatokat. A Fertőrákosi-öbölben a 2014-2015-ös, EU által társfinanszírozott projekt keretében eltávolították a nádszigetet.

ad v. A csatornahelyreállítással ellentétben a Fertő tó üledékkotrásai munkálatai eredményesen távolítják el az üledéket a tómedencéből. Az iszapkotrás szívókotrás formájában történik a tavon. A tóból ülepítő medencékbe pumpálják ki az üledéket, ahonnan a száraz üledék vagy szemétkerékekbe kerül, vagy a mezőgazdaságban kerül felhasználásra. A 2005 óta kikotort üledék térfogata mintegy 300.000 m³-re becsülhető, ami éves szinten 20.000 m³-nek felel meg (6 800 t/a).

A magyar oldalon a kotrasi tevékenység üledékáthelyezésre, üledékstabilizálásra vagy rekreációs céllal, a tómedencében való feltöltésre korlátozódik.

Nem szükséges hangsúlyozni, hogy az ülepedés folyamata a legnagyobb jelentőséggel bír a sekély tó számára, a sokrétű emberi használatot tekintve, de a tó mint ökoszisztéma számára is. Felmerülhet a kérdés, hogy a tó – több ezer év elteltével – miért nem vált már rég az ülepedés áldozatává. Ahhoz, hogy erre a kérdésre választ kapjunk, meg kell különböztetnünk egymástól a külső (főként ásványi) beviteleket, a kalcit okozta belső képződéseket és a szerves üledék termelődését.

Ami az első pontot illeti, nincs kétség afelől, hogy a mellékfolyók üledékterhelése jelentős mértékben növekedett a 20. század folyamán, a vízgyűjtő területek fokozódó eróziójával együtt. Ennélfogva ez meglehetősen fiatal üledékbevitelnek számít.

Az ásványi üledék sókiválásból eredő őshonos termelődése, eredeti helyén, a tóban régebbi “hagyományokra” nyúlik vissza, mivel állandóan kalciumban gazdag víz került a tóba, fokozva a tóban történő üledéklerakódást. A Seewinkel terület sómedencéiben tapasztaltak alapján tudjuk, hogy az ásványokat, melyek magas sókoncentrációk mellett képződnek és száraz periódusokban a tó fenekén rakódnak le, a szél nagy mennyiségben kihordhatja és kibocsáthatja. Feltehetőleg hasonló folyamat zajlott le a tóban korábban és valóban, a tó legutóbbi száraz fázisából, az 1860-as évekből származó jelentések arról számolnak be, hogy a környező faluban élők szemirritációra panaszkodtak, ami a só, a por és a homok szél általi elhordásának következménye volt. Ennélfogva azt feltételezhetjük, hogy a szabályosan ismétlődő száraz fázisok segítik és támogatják a tavat abban, hogy megszabaduljon a felhalmozódott ásványoktól és sóktól.

Ezenkívül ki kell számolnunk a sók vízínövényeken és a száraz tófenéken való kiválását / lerakódását alacsony vízszintnél valamint az oldódási folyamatokat magas vízszint esetén. Sóvesztéssel kell számolni a Hanság-csatornán keresztül megvalósuló irányított és

szabályozott kiáramlás (ritka) esetétől tekintve. Valamint a Hanság-csatorna bemenetét és módosítását is figyelembe kell venni (a víz áramlása a nádas övből, nem pedig közvetlenül a Madárvárta-öbölből).

A szervesanyag termelődés és a korlátozott bomlás mögöttes folyamatai összetettek, megértésük csak részleges, továbbá túlmutattak a REBEN projekt hatáskörén. Ezért más tanulmányok megállapításait kell alapul vennünk. Nincs kétség afelől, hogy a Fertő tó vizének speciális kémiai összetétele nagyban befolyásolja a szervesanyagok bomlását. Minél magasabb ugyanis a sótartalom és a pH, annál eredményesebb a szervesanyagok ásványosodása (Krachler *et al.* 2009). Amennyiben a tó magas sókoncentrációkkal rendelkezne (legalább szabályos időközönként és hosszabb időszakokra), létrejöhetne az algák, makrofiták és helofiták (mint például a nád) által termelt szervesanyagok ásványosodása és ez bizonyos fázisokban, reverzibilis módon elősegítené a szervesanyagok felhalmozódását.

A folyamat a Hanság-csatorna helyreállításával és vízszabályozási intézkedések foganatosításával félbeszakadt, ami a sóban gazdag tóvíz jelentős kiáramlásához, majd komoly sóvesztéshez vezetett. Az utóbbi 25 év során mért átlagos sótartalom kb. 2 g L^{-1} (az 1997–2019 közti éves átlagértékek: $1,92\text{--}2,85 \text{ g L}^{-1}$), míg Berger & Neuhuber (1979) még 16 g L^{-1} koncentrációkról is beszámoltak az azt megelőző években. Az alacsony sótartalmú fázisok nagyobb gyakorisága feltételezhetően az egyik olyan tényező, ami mentén a 20. század folyamán megindulhatott a nádas öv szignifikáns növekedése. A tó lecsökkent sótartalma és pH-értéke, továbbá a nádas öv alacsony oxigénkoncentrációi mint a nyílt tóval való csökkent kicserélődés eredménye, végül az 1960-as és 1980-as évek eutrofizációs folyamatai során létrejövő fokozott produktivitás mind hajtóerőknek számítanak a szervesanyagok partmenti felhalmozódását tekintve.

Végezetül nem csak a természetes ülepedési folyamatokat (i-iii) és a kotrás illetve üledékeltávolítás által, az üledékmérlegbe való közvetlen emberi beavatkozásokat (iv-v) kell figyelembe vennünk, hanem az üledékképződésre és a Hanság-csatornán keresztüli kibocsátás megoszlására, valamint a nyílt tó és a nádas öv közti, csatornák általi szállítási folyamatokra gyakorolt közvetlen hatásokat is. Ezek az indirekt hatások jelentősen befolyásolják a nádnövekedést (lásd következő fejezet) és a tó eliszaposodását, de még a tápanyag- és szennyezőanyag-mérleget is, ugyanis a táp- és szennyezőanyagok szállítása szorosán kötődik az üledékszállítási mechanizmusokhoz. Ezzel világossá válik, hogy az ülepedés témája nem pusztán hidromorfológiai kérdés, hanem nagyban hat a vízminőségre is.

4.2 Intézkedések

A különböző forgatókönyvek értékelése a szintézisjelentésben (Wolfram et al. 2020b) megmutatta, hogy nem létezik olyan forgatókönyv, amely esetén minden vízkezelési célkitűzés a Fertő tó Stratégiai Tanulmányban (Wolfram et al. 2014b) foglaltak szerint teljesül. Számos esetben tapasztalhattuk az érdekek ütközését, ami szükségessé teszi a különböző célok egymással szembeni súlyozását az ökoszisztéma szolgáltatások alapján. A nyílt tóban vagy inkább a nádas övben történő ülepedés megelőzésére fókuszáljunk? Nagyobb súllyal essenek latba a nyílt tó és a nádas öv között zajló fokozott víz- és anyagcsere folyamatok pozitív hatásai, mint azon szennyezőanyagok mobilizációjának negatív hatásai, melyek máskülönben biztonságosan lerakódnának az üledékbe a nádas övön belül? Végül pedig, magára hagyhatjuk a tavat, ahogy van, mindennemű beavatkozás és intézkedés nélkül azért, hogy támogassuk a természetes folyamatokat és a természetes dinamikát?

Nyilvánvaló a célkitűzések és következképp az intézkedések prioritizálásának szükségessége. Végül a vízkezelési céloktól függetlenül, figyelembe kell venni az intézkedések intenzitását, költségeit és lehetséges mellékhatásait is.

A következőkben az üledékkezeléshez kapcsolódó intézkedések lépcsőzetes szemléletét javasoljuk:

- A. Külső bevitel megelőzése
- B. Belső folyamatok befolyásolása (vagy irányítása)
- C. Közvetlen beavatkozás üledékeltávolítással

A külső bevitel **megelőzése** vagy minimalizálása a vízgyűjtő területen kezdődik. Az e célt érintő intézkedéseket már a 2. fejezetben kifejtettük.

A belső folyamatok **befolyásolása** olyan intézkedéseket is magában foglal, melyek segítik az őshonos ásványi üledék képződésének és a szerves üledék termelődésének alacsony szinten tartását, illetve olyan intézkedéseket is, melyek javítják a nyílt tó és a nádas öv közti vízcserét.

Azon intézkedések, melyek alacsony szinten tartják az őshonos üledék termelődését, azt a célt tűzik ki, hogy

- megelőzzék a kalciumban gazdag víz mellékfolyókból vagy egyéb forrásokból történő jelentős bevitelét,
- erősítsék a szervesanyagok ásványosodását a sótartalom és a pH-érték magasán tartásával vagy akár növelésével. Ez a sóban gazdag víz tóból való kiáramlásainak lehető legnagyobb mértékű akadályozásával érhető el.

Azon intézkedések, melyek a nyílt tó és a nádas öv közti vízcserre javítására irányulnak, arra törekszenek, hogy

- a nádcsatornák meglévő hálózatát kiterjesszék azért, hogy
 - ellássák a nádas övet a nyílt tóból származó oxigéndús vízzel, ami javítja a redox kondíciókat az üledék és a víz határán, és a szervesanyagok degradációs folyamatait is támogatják,
 - tápanyagokat juttassanak ki a nyílt tóból a nádas övbe, ezzel javítva a nyílt tó vízminőségét,
 - a nádas övön belüli barna vizű területekről oldott szervesanyagot vigyenek ki a nyílt tóba, ahol a csekélyebb mértékben lebomló szerves vegyületek hatékonyabban bomlanak fel vagy ásványosodnak el (tartós oxigénellátás, nagy felület a biofilm számára, magas UV sugárzás a védtelen területeken) és kerülnek ki a rendszerből.

A nádas övből a nyílt tóba irányuló megnövekedett vízkivitel természetesen nem kívánt ellenhatásokhoz is vezethet, mint például a perzisztens szennyezőanyagok kivitele. A helyreállítási intézkedések során nem lehetett elkerülni az üledék felkavarását a nádas övben, de oly módon is lehet módosítani a technikákat, hogy a kotrás után közvetlenül jelentkező negatív hatásokat minimális szinten tartsuk. Az ilyen ötleteket (ahogy lentebb is javasoljuk) a kotrógépek tapasztalt kezelőivel együttműködve kell egyeztetni. Egy opció lehet a belső nádas övben való kezdés és a nyílt tóval való összeköttetésben történő folytatás egy többnapos regenerációs fázis után, hogy az üledék (és a hozzá kötődő szennyezőanyagok) újra megtelepedhessenek.

- egy magas vízszintet tegyenek lehetővé. Mivel a Fertő tó vízmérlegét főként a csapadék és a párolgás határozzák meg, kevés lehetőség nyílik annak befolyásolására; valójában csupán kettő: a vízszint küszöbértékének megemelése, ami felett a víz a Hanság-csatornán keresztül kibocsátásra kerül, és a tó plusz, külső forrásból történő vízellátása, mely utóbbi egyeztetések tárgya volt minden hosszú, száraz periódus és alacsony vízszint után. Az első használható megoldás 1929-re vezethető vissza és a legutóbbi átfogó vizsgálatot Zessner *et al.* (2012) végezte a burgenlandi kormány számára (“Neusiedlersee – ökodynamische Rehabilitation”). Legújabbán ismét egyeztetések tárgyává vált a külső vízellátás a 2020-as száraz évben. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy ez ellentmond annak a fent említett célnak, hogy minimalizáljuk a külső tápanyag- és kalciumbevitt, hogy alacsony szinten tartsuk a kalcitüledék képződését. De természetvédelmi szempontból is ellentmond a követelményeknek (a vízszint nagyfokú változékonysága). A külső vízbevitel mint opciók csak akkor indokolhatók, ha a vízmérleg a globális felmelegedés következtében fokozottan negatívvá válik.

Az **üledékeltávolítás** egy helyi hatású, költséges intézkedés, azonban ahogy a REBEN projekt 7. jelentésének számításai (Wolfram et al. 2020a) rávilágítottak, nem hanyagolható el a vízgyűjtő területről származó külső bevitellekkel összehasonlítva és az őshonos ásványi üledék képződésének vonatkozásában. Ezek inkább a tó egészének üledékmérlegére lehetnek jelentős hatással.

A teljes rendszerből történő üledékeltávolítást célzó intézkedések előnyösebbek azokhoz képest, amelyeknél az üledék a tómedencében marad és csak lokálisan rakódik le és ki van zárva a további üledékszállítási folyamatokból. Míg manapság a szívókotrással történő üledékeltávolítás a kikötőkre és kis fürdőhelyekre korlátozódik, más, nagyobb területek bevonásának lehetőségét is fontolóra kell venni. Mivel egy ilyen intézkedés térbeli kiterjesztése új utakat nyitna, hatásait bizonyítékok alapján, alaposan meg kell vizsgálni, például a kikötött terület stressztűrő képességét nézve, tekintettel a bentikus gerinctelen fajok rekolonizációjára, valamint e területek mint a halak ívóhelyének helyreállításának vonatkozásában.

Ha az üledékeltávolítást célzó intézkedéseket nem csak térben, hanem időben is kiterjesztjük, akkor nem csak az alkalmankénti megvalósításukat kell megfontolnunk, hanem például azok ismételt végrehajtását tartósan installált csövek segítségével. Ezt az opciót külön ki kell értékelni.

Ami a csatornában történő üledékkotrátst illeti, a lehetőségek a következők:

- az anyag teljes eltávolítása a tómedencéből (mint a kikötőkből és fürdőhelyekről kikötött üledék esetében)
- az üledék lerakása a csatornák mentén (jelenlegi gyakorlat)
- az üledék csatornák menti lerakása, de nyílásokkal, amik előnyös esetben nem követnek szabályos mintázatot, hanem inkább ott helyezkednek el, ahol a medencék és a csatornák között egy hatékony kapcsolatot lehet létesíteni
- az üledékek lerakása nem a csatornák mentén (lineáris lerakás), hanem kiválasztott lerakóhelyeken történik, ahova el kell őket szállítani

Míg egyértelműen az első pontot részesítjük előnyben, kulcsfontosságú szempontokat is figyelembe kell venni, mint például a műszaki korlátozások, a költségek és a térbeli elérhetőség, mely utóbbi kötődik mind a nádas övön belüli, mind a tómedencén kívüli lerakóhelyekhez.

Végül felmerülnek a csatornák számát, elhelyezkedését és méretét érintő kérdések is. A REBEN projekt szintézisjelentésének számításai szerint a csatornák az anyagszállítás hatékony útvonalaként szolgálhatnak, amennyiben kapcsolódnak a belső nádas övben található nagy vízterületekhez (melyeknél nem sok van, azok is főként Mörbisch és Illmitz területén), azonban korlátozott hatást tudnak kifejteni, ha csak a sűrű nádállományon

haladnak keresztül, mint amilyen például a nádas külső, néhány 100 m széles pereme a tó nyugati partja mentén.

A nádas öv magyar oldalán végzett modellszámítások azt jelzik, hogy az erős szélhatások is cirkulációs áramlatokhoz vezethetnek, a csatornahálózat kialakításának függvényében. Az alacsony áramlási sebességnek köszönhetően a finom üledékek nem kavarnak fel, de az áramlatok a zavaros tóvíz jelentős beáramlását és a barna víz kiáramlását eredményezhetik a csatornákon keresztül, a nádas öv különböző részein (Fertő 2019 Consortium (Hungary) 2020; Krámer *et al.* 2019). Ausztriában hasonló cirkulációs áramlások csak lokálisan fordulnak elő (pl. az Illmitzi Biológiai Állomáshoz vezető csatornánál vagy az illmitzi üdülőhelytől közvetlenül északra fekvő öbölnél). Mi az ilyen típusú csatornahálózat létrehozását támogatjuk a vízcsere növelése érdekében.

A csatornák kialakítását illetően a lineáris típusúak hatékonyabb vízáramlást tesznek lehetővé, mint a szűk metszetű, görbe csatornák. A csatornák szélessége minimum 5 m kell legyen ahhoz, hogy gyakori helyreállításuk szükségessége csökkenthetővé váljon. A csatornák kardinális pontoknak megfelelő orientációját nem vettük figyelembe, mivel ebből a szempontból amúgy is korlátozottak a lehetőségek.

Összefoglalásként, első lépésként javasoljuk a meglévő (rég) csatornákra való összpontosítást az újak létrehozásával szemben, annak érdekében, hogy csökkentsük ezeket az ökoszisztémába történő mesterséges beavatkozásokat. A nádas öv egy továbbfejlesztett, digitális elevációs modellje – ami továbbra is egy megoldatlan feladat – és mind a magyar, mind az osztrák hidrológusok által, a REBEN projektben tesztelt és használt modellek alapján létrehozható a csatornahálózat egy konkrét kialakítása, annak hatása a nádas övön keresztülhaladó áramlatokra és azok optimalizálási lehetőségei. Javasoljuk egy szakértőkből és a földtulajdonosok képviselőiből, Burgenland tartományából, önkormányzatokból és az érintettekből álló, központi csoport létrehozását, mely rendszeresen (éves szinten) vitatja meg és egyeztet, mely csatornák legyenek felújítva.

A javasolt intézkedések összefoglalása

- 4-1 A Mekszikópusztánál található gát és Mosonszentjánosnál a Hanság-csatorna szabályozási rendeletét értékelni kell (→ magas vízszint és kisebb sóveszteség); a Hanság-csatorna bemeneti kialakítását meg kell vizsgálni.
- 4-2 Ki kell értékelni egy külső vízellátás lehetőségeit, előnyeit és hátrányait. → magas vízszint, de fokozott kalcitképződés a kalciumban gazdag víz bevitelének hatására
- 4-3 A létező csatornahálózatot meg kell erősíteni és ki kell terjeszteni a nádas öv osztrák oldalán (a nemzeti park konzervációs zónáján kívül).

- 4-3-1 Létre kell hozni egy szakértőkből és az érintettek képviselőiből álló, központi teamet, mely rendszeresen megvitatja és egyeztet, mely csatornák legyenek felújítva. A csatornakerbantartás összhangban kell, hogy legyen a vízkezelés és a természetvédelem jogi követelményeivel.
- 4-3-2 Első lépésként a létező (rég) csatornákra kell fókuszálni új kialakítása helyett, hogy korlátozhassuk az ökoszisztémába történő beavatkozásokat.
- 4-3-3 Másodsorban támogatni kell a csatornacírkulációs áramlatokat a nádas övön keresztül, Illmitz közelében, hogy tanulmányozhassuk a be- és kiviteli folyamatokat.
- 4-3-4 Hosszútávon ki kell dolgozni egy csatornahálózat konkrét kialakítását a nádas övre, egy továbbfejlesztett, digitális elevációs modell és a hidraulikus modellezés alapján.
- 4-3-5 Ki kell értékelni a csatornákból kicotort üledék állandó eltávolításának lehetőségeit és költségeit (ezt jelenleg elvetik a természetvédelmi hatóságok).
- 4-3-6 Ki kell értékelni a lerakóhelyek kialakításának lehetőségeit a nádas övön belül, ahelyett, hogy hosszirányú gátakat hoznánk létre a nádas mentén.
- 4-3-7 Amennyiben az üledék a csatornák mentén kerül lerakásra (mint jelenleg az osztrák csatornafelújítási munkálatok során), nyílások létrehozására van szükség, melyek összekötik a környező medencéket és csatornákat.
- 4-3-8 Ki kell értékelni a nádas övből a nyílt tóba történő üledék- és szennyezőanyag-szállítás minimalizálásának lehetőségeit a kotrások közben és közvetlenül azok után (pl. felépülési fázis a nyílt tóra való végső megnyitás előtt).
- 4-3-9 A csatornatervezéskor kerülni kell a görbe vonalakat, inkább az egyenes és kellőképpen széles (legalább 5 m) kivitelezést kell előnyben részesíteni a hatékony vízszállítás érdekében.
- 4-4 Ki kell értékelni a kikötőkből és öblökből történő állandó üledékeltávolítás (tartósan installált csövek) költségeit, a bizonyítékok megőrzése mellett.
- 4-5 Létre kell hozni egy GIS-alapú dokumentációs rendszert a tó üledékébe való összes beavatkozásról, beleértve a csatornahelyreállítást, a kicotort területeket, az üledéklerakókat és a kikötők és öblök üledéktérfogatának becsléseit.
- 4-6 El kell végezni egy homogén, határokon átívelő, teljeskörű 3D-felmérést az üledékrétegek kiterjedéséről és térbeli eloszlásáról, valamint digitális felszínmodelleket kell létrehozni a változásvektorok tér- és időbeli térfogatméréséhez, tízéves intervallumban.

5 NÁDKEZELÉS

5.1 A REBEN projekt legfontosabb megállapításai

A fennálló állapot és a nádas öv változása a 20. század folyamán

A Neusiedler See / Fertő tó nádas öve körülbelül 181 km²-t tesz ki, beleértve a tó és a szárazföld közti átmeneti zónát, melynek területe Magyarországon nagyjából 64 km², Ausztriában hozzávetőlegesen 117 km² (Csaplovics 2019). Ezzel Európa második legnagyobb zárt nádas öveként tartják számon, továbbá mint táj különösképpen érzékeny zónának minősül (Wolfram et al. 2014b). A nádas öv kiemelkedő szerepe a tó ökológiáját tekintve jól ismert és nem igényel részletes magyarázatot. Manapság abban is egyetértés mutatkozik, hogy a nádas öv ökológiai védelmi funkcióját megfelelő gondoskodással és kezeléssel biztosítani kell (Landesentwicklungsprogramm Burgenland 2011, LGBl. Nr. 71/2011).

Nem szabad elfelejteni, hogy a Neusiedler See / Fertő tó nádas öve valójában viszonylag fiatal. Ugyan számos jelentés készült mocsaras és nádas területekről a korábbi évszázadokban (Csaplovics 2019), ezek figyelemreméltó növekedése csak a legutóbbi, 1860-as évekbeli kiszáradás után volt érzékelhető. A nádasok terjeszkedésének fő időszaka 1900 után, a Hanság-csatorna mint a tó egy mesterséges kifolyásának megépítése után kezdődött.

A 20. század első felében tapasztalható alacsony vízszinteknél a nádas öv expanziója aggodalmat keltett atekintetben, hogy a nádas benőheti a tavat. A Hanság-csatorna gátrendszerének kiépítésével Mekszikópuszta közelében, 1965-ben, a tó átlagos vízszintje több deciméterrel nőtt, ami lelassította vagy akár meg is állította a nádas tó felőli terjeszkedését (és egyidejűleg növelte terjeszkedését a korábbi tavi réteken a tómedence tó felőli szélén). A legutóbbi feltérképezések a nádas öv oldalirányú terjeszkedésének stabilizálódását jelzik (Csaplovics et al. 2020; Király 2019).

Természetesen “stabilizálódás” alatt messze nem azt értjük, hogy a nádas öv nincs kitéve további változásoknak. Csaplovics (2019) rámutat a nádszerkezet progresszív degradációjára: 1979 és 2008 között a barna vízű területek aránya a nádas övben, az osztrák oldalon 2,42 km²-ről (Csaplovics 1982) 12,54 km²-re nőtt (Csaplovics & Schmidt 2011b). Ennek okai tisztázatlanok és a nádas övben észlelhető elégtelen tápanyag- és oxigénhozzáféréshez köthetők (redox arányok). Azonban a szakirodalom számos egyéb okot is megnevez a nádpopuláció hanyatlására, melyeket a Neusiedler See / Fertő tó esetében sem zárhatunk ki. Ilyenek például a hidromorfológiai hatások (Binz-Reist 1989), az allelopatikus anyagok (Armstrong & Armstrong 2001), a növényevő állatok

táplálkozása (Ritterbusch-Nauwerck 1995) vagy a nehézfémek okozta szennyeződés (Lastrucci *et al.* 2016) (a téma általános leírásához lásd Ostendorp (1989)).

A nádas területek változásán és a különböző nádosztályok eltolódásán túl megfigyelhető volt még az üledékmagasság emelkedése is a nádas övön belül, azonban ezt nehezebb dokumentálni és viszonylag észrevétlenül zajlik a nádas öv területi terjeszkedéséhez vagy degradációjához képest.

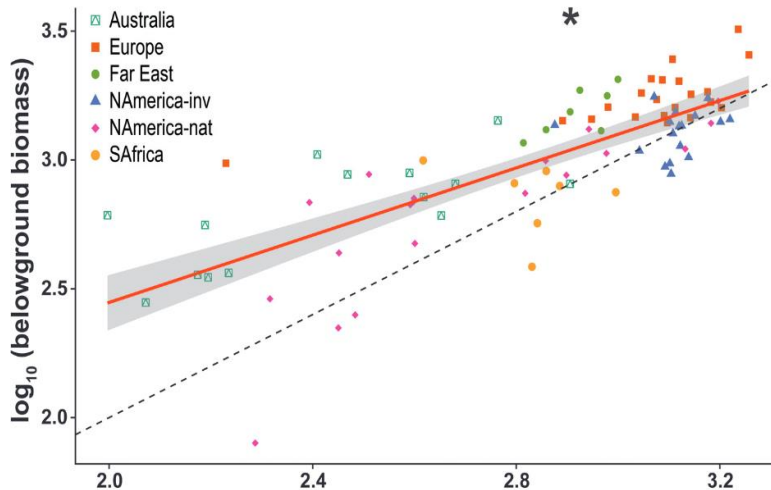
Célkitűzések – és egy az intézkedések meghozatalához gyenge tudásbázis

A vízkezelés egyik fő célja a Neusiedler See / Fertő tó nádas övének mint élőhelynek a védelme és funkciójának megőrzése az egész tó számára. Egyidejűleg azonban kerülni kell a nádas öv fokozott növekedését a nyílt tó kárára – ami azonban, ahogy korábban említettük, jelenleg nem probléma. Így a vízkezelési intézkedések középpontjában inkább a “vertikális” ülepedés kell, hogy álljon, azaz az évente előforduló szervesanyagok felhalmozódása vagy lebomlása.

Annak érdekében, hogy meghatározzuk, miként érhetők el ezek a célok, elsőként meg kell határozni, hogy a nádas övben mely biomassza van ténylegesen jelen, termelődik évente és halmozódik fel a tó fenekén. Sajnálatos és egyben meglepő módon azonban a termelődésről és a nádas övben való elhalásról, továbbá még inkább a lebomlásról illetve felhalmozódásról alkotott tudásunk nem teljes.

Burian *et al.* (1986) szerint az éves termelődés 9–12 t/ha a nem vágott, míg 10–22 t/ha a vágott nádas területeken. Hozzávetőleges iránymutatásként az átlagos éves termelődést 10 t/ha (1 kg/m²) értékben határozhatjuk meg. Ezt a skálát (0,8–6 kg/m² évente) adja meg Whittaker & Likens (1975, *cit.* Ostendorp (1993)) mocsarak, lápok és nádasok esetén, valamint nagyon hasonló Dietrich & Gamauf (1998) legújabb becslése is (12–18 t/ha évente).

Egy egyszerű következtetés a teljes nádas övre (kb. 180 km²) 180 000 t éves termelődést eredményezne (száraz tömeg), amiből évente csak egy kis rész kerül learatásra (körülbelül 10 000 t Ausztriában, kb. 14 000 t/a Magyarországon az 1970-es, 1980-as években). Löffler (1974) egy korábbi becslése szerint ez az összes biomassza körülbelül ¼ részének felel meg, aminek jelentős részét a föld alatti termelődés teszi ki. A szerzők szerint a föld alatti : föld feletti biomassza arány 1 : 1. Burian *et al.* (1986) szerint ez 2 : 1, vagy akár 3 : 1 a vegetációs időszak csúcspontján. A Pyšek *et al.* (2019) által nemrég készített összehasonlító értékelés – kimondottan allometrikus aránnyal – a legtöbb esetben jelentősen magasabb föld alatti, mint föld feletti biomassza arányt mutat (3. ábra).



3. ábra. Allometrikus összefüggés különböző szervrészek biomasszája között. A szaggatott vonalak izometrikus vonalat jelölnek (meredekség = 1), az egyszínű piros vonalak a változók közti szignifikáns összefüggést jelzik. Forrás: Pyšek *et al.* (2019).

Az itt közölt adatok száraz tömegre vonatkoznak. Burian *et al.* (1986) szerint a szárazanyag a száraz súly 10–20%-át teszi ki levelekben, 30–50%-át hajtásokban és körülbelül 80%-át a szárban, de szezonálisan csökkenő tendenciát mutat a tavaszi átlag 70–75%-ról 45–50%-ra. Más tanulmányokban a széntartalom 40–45% (Obolewski *et al.* 2007; Pyšek *et al.* 2019), a hamutartalom 3–13% (Baran *et al.* 2002; Gelosia *et al.* 2015; Rodewald-Rudescu 1974).

El kell távolítani a nádat? Ha igen, hogyan és mennyit?

Az üledékmagasság folyamatos, vertikális emelkedése a nádas övben, ami a szervesanyagok nem teljes pusztulásának köszönhető, arra enged következtetni, hogy a nádas rendszeres csökkentése vízkezelési szempontból ésszerűnek tűnik. Ez a cél összhangban van a természetvédelemmel (aminek célja a többéves nád csökkentése) és a nádvágók érdekeivel is, akik a fiatal, érintetlen nádat részesítik előnyben.

Csupán két mennyiségileg releváns módszer létezik a nád biomassza csökkentésére: a nádvágás általi aratás és az égetés. Ahogy azt az 1980-as évek vizsgálatai kimutatták, a vágás (aratás) csak téli vágásként tartható fenn, míg a zöld vágás kedvezőtlenül hat a tápanyagmérlegre (Gunatilaka 1986). Mivel ökológiai okokból, tavasszal és nyáron az égetést is kerülni kell, a biomassza csökkentése mindkét esetben a téli időszakra korlátozódik.

Az **aratással** eltávolított nád éves mennyisége és az érintett területek meglehetősen jól ismertek (lásd az osztrák szakértők 2. jelentése). Tapasztalatok is rendelkezésre állnak a nádaratás (gyakran negatív) hatásairól. A nehéz aratógépek okozta mechanikai sérülés hosszútávú hatásokat válthat ki, de vízkezelési szempontból kerülni kell az ‘ellaposítást’,



Figure 1. Aerial photograph of a shelf fire on the northern shore of Lake Neusiedl in January 1984. Photo from the Burgenland Provincial Archive (No. 15741 LM 2009), taken from the master thesis of Führer (2010).

azaz a régi nád legördítését is a fiatal nád jövő évi kiemelkedésének elősegítésére. Ez a két hatás, a nádvágás kvázi velejáró károkozása hosszútávon valószínűleg hátrányosabb, mint amekkora előnnyel az éves aratás eredményeképp megvalósuló biomassza kivonás jár.

A **tűz** hatásait sokkal nehezebb felbecsülni. Különösen a nádas öv élővilágára gyakorolt, lehetséges ökológiai hatások keltenek aggodalmat, de a légköri kibocsátások is kedvezőtlennek minősülnek. (Továbbá nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy általában véve a tűzről negatív a közvélekedés, mivel destruktívnak és így előnytelennek gondolt az ökoszisztémára nézve.)

Alapjában véve a tűzkezelés a biomassza csökkentésének egy nagyon eredményes és költséghatékony módja. Ami az aratást illeti, a tűzkezelés csak a föld feletti nádat érinti, legalábbis első ránézésre, és a régi nádra szintén (és különösen) alkalmazható, ami nem vonzó a nádvágók számára. Azonban nem zárható ki, hogy alacsony vízszintnél, egy nagyrészt száraz területen a tűz könnyen elégeti a talaj közelében felhalmozódott nádhulladékot, ezzel ásványosodás által távolítva el azt a rendszerből. Így ez egy érdekes megközelítés lehet a le nem bomlott szervesanyagok mennyiségének csökkentésére.

Jelenleg nem állapítható meg teljes bizonyossággal az éves felhalmozódás aránya a teljes állományhoz és az éves termelődéshez viszonyítva, de kétség nem fér hozzá, hogy nem minden szerves termelődés bomlik le hosszútávon. Ostendorp (1993) szerint a mikroorganizmusok és törmelékevők okozta degradációs ráta kedvezőtlen körülmények között (nagy termelődés, a hulladékrétegben fellépő oxigénhiány, tápanyaghiány, jóval 7 alatti pH értékek) alacsonyabb az éves termelődésnél, ami humuszos anyagokban gazdag "nádtözeg" képződéséhez vezet. A Neusiedler See / Fertő tó nádas övében ez az oldott szerves nitrogén és szén (DON, DOC) magas koncentrációjában mutatkozik meg, ahogy

ez az Illmitz közelében fekvő nádas öv elszigetelt részein tapasztalható (lásd az osztrák szakértők 3. jelentése).

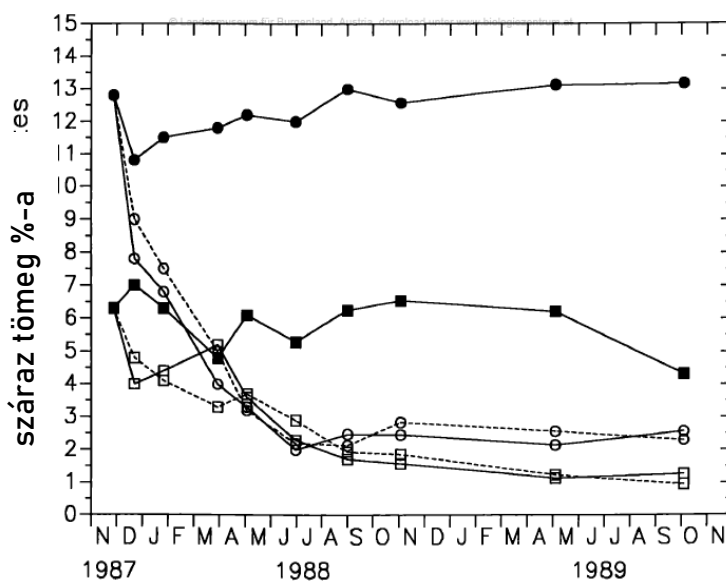
Az osztrák szakértők 2. jelentése 1–5%-ra becsüli az el nem ásványosodott nád arányát, ami a Boden-tó nádas övére becsült értéktartományban mozog (4%) (Ostendorp 1988). Természetesen a tűz nem lesz hatással ezekre a felhalmozódott szervesanyagokra a megégett terület elárasztásakor, vagy ha a szervesanyagokat már ásványi üledék fedi, ám a felszín közeli szervesanyagok részbeni ásványosodása a száraz vagy csak nedves üledékfelszínen elképzelhető.

A nádvágáson és a tűzkezelésen kívül létezik egy harmadik megközelítés is, mellyel nem csak a nádas öv területi terjeszkedése befolyásolható, hanem az ott zajló bomlási folyamatok is. Ez a vízszintkezelés, ami hatással lehet ezekre a folyamatokra és, következésképpen a le nem bomlott szervesanyagok felhalmozódására, különböző módokon:

Azt feltételeztük, hogy a nádas öv kiszáradása alacsony vízszint esetén elősegíti a szervesanyagok lebomlását a légköri oxigénnek köszönhetően. Ezt legalább bizonyos időszakonként meg kell vizsgálni a nádas öv gyakran kiszáradó, tó felőli területein. Azt azonban nem tudjuk, hogy valóban ez a helyzet áll-e fenn. Ugyanis egy ellentétes hatás, nevezetesen más növények inváziója és a növényi tömeg növekedése szintén lehetséges.

Gunatilaka (1986) szerint a szervesanyagok bomlását támogatja, hogy a vízszint a tavaszi-nyári magas értékek (és anaerob körülmények) után, az ősz közeledtével csökken, ezzel lehetővé téve a felső hulladékréteg jobb szellőzését.

A nádas öv és a nyílt tó közti fokozott vízcserre jobb oxigénellátást is eredményez, legalábbis azokon a területeken, melyekre eljut a beáramló tóvíz (lásd REBEN



5. ábra. A nád levél- és szárhulladékának hamutartalma az 1987. novemberi hosszútávú vizsgálatoknál (Hietz 1989). Körök = levelek, négyzetek = szárak, kitöltött szimbólumok = víz felett, üres szimbólumok = víz alatt, szaggatott vonal = finomhálójú zsákokba zárt nádrészek, folytonos vonal = durvahálójú zsákokba zárt nádrészek.

Szintézisjelentés, Wolfram *et al.* (2020b), és e jelentés 4. fejezete).

A szervesanyagok fokozott bomlása megy végbe a) a kiszáradt területeken, b) sekély vízben c) a nyílt tóval való jobb kicserélődés folytán – jelenleg e három hipotézis egyikét sem tudjuk teljes bizonyossággal elvetni. Valószínűleg különböző folyamatok kombinációjára van szükség ahhoz, hogy elősegítsük a lebomlást és így lassítsuk a szervesanyagok felhalmozódását. Véleményünk szerint jelenleg a harmadik hipotézis, azaz a fokozott kicserélődés és így a magas vízszint mellett szóló érvek dominálnak. Ezt a Hietz (1989) által végzett korábbi bomlási vizsgálatok is alátámasztják, melyek igazolják, hogy a szervesanyagok bomlása eredményesebb a víz alatt, mint a víz felett. Azonban egy jobb bizonyíték is szükséges ahhoz, hogy ezt a fontos kérdést tisztázhassuk.

5.2 Intézkedések

Összegezve az előnyök és hátrányok taglalását a fenti részben, mi a nádatartás fenntartható gyakorlatát támogatjuk a nehéz gépek rizómaszerkezetre gyakorolt, negatív mellékhatásai és a régi nád “ellaposítása” nélkül. Az engedélyek, az éves aratási tervek és a nádvágás aktuális dokumentációja (ahogy azt az ornitológusok végezték és dokumentálták a GIS-ben a tó ausztriai oldalán, lásd Korner *et al.* (2014)) a vízügyi hatóságok feladata kell legyen, együttműködve a természetvédelemben érintettekkel és a nádvágással foglalkozó vállalatokkal. Maga az aratás nem képezi az alább megfogalmazott intézkedések részét, ugyanis az nem tartozik a vízügyi hatóságok hatáskörébe. Mivel azonban a nádvágásra erős gazdasági nyomás nehezedik azáltal, hogy a nemzetközi piac mindinkább olcsó náddal van ellátva, fontolóra kell venni a nádatartás mint értékes vízkezelési intézkedés pénzügyi és egyéb támogatását.

Támogatjuk továbbá a tűzkezelés mint a Neusiedler See / Fertő tó nádas övében található biomasza csökkentésére irányuló intézkedés gondolatát is. Ez az opció nyilvánvalóan megköveteli a nádas öv szárazföldi állatfajaira (madarak, emlősök, gerinctelenek) gyakorolt negatív hatások kockázatának mérlegelését. Különösen fontos egy ilyen intézkedés alapos megtervezése és lehetséges idejének korlátozása. Az elszabaduló tűz infrastruktúrát érintő, esetleges káros hatásait is olyan alacsonyan kell tartani, amennyire csak lehet, pl. tűzvédelmi pászták létrehozásával. Azonban nem szabad figyelmen kívül hagynunk számos, a nádtűz anyagmérlegekre gyakorolt hosszútávú hatásait érintő, megválaszolatlan kérdést sem. Ezeket a problémákat ugyanis a kémiai alkotóelemek elemzése önmagában nem oldja meg. Végezetül pedig jogi kérdések is tisztázásra szorulnak. Führer (2010) kiemeli a nádatartással foglalkozó vállalatok aggályait arra az esetre, ha ők lennének a felelősek a tűzkezelés gyakorlatáért, többek között a hivatalos engedély benyújtásával járó erőfeszítéseket, valamint a költségeket és kötelezettségeket.

Ezért a tűzkezeléssel kapcsolatos intézkedéseket általános ajánlásoknak tekintjük és javasoljuk azok alaposabb megfontolását és megvitatását.

Végül úgy gondoljuk, hogy a magas vízszint és a nyílt tó és a nádas öv közti (a szél rendszeres felélénkülése/csillapodása és az azt kísérő tóingás következtében kialakuló) rendszeres vízcserre kedvezően hat a nádas öv oxigénellátására, ennél fogva javítja a szervesanyagok lebomlását és lassítja felhalmozódásukat.

A nádas övbe történő e három közvetlen és közvetett beavatkozáson túl egyéb munkálatokat is javasolunk a nádas övben (pl. csatornakarbantartást – lásd 3. és 4. fejezet; vadászok által kezdeményezett, helyi szintű nádvágást – lásd a lenti kiegészítést ebben a fejezetben), valamint ösztönözzük a használati zónák (pl. turistautak) kialakítását is, egy Geodatabase geoadatbázisban, ami hozzáférhető lenne minden érintett, érdekelt fél, sőt még a nyilvánosság számára is (pl. mint egy webes GIS eszköz) annak érdekében, hogy a nádas övet tudatosabban használjuk, hogy szélesítsük róla alkotott tudásunkat és hogy növeljük az egymás iránti érdeklődést.

A javasolt intézkedések összefoglalása

Nádaratás

- 5-1 Az engedélyekkel kapcsolatos információk és az éves aratási tervek egyeztetése és az évente legvágott nádas területek dokumentálása a GIS-ben
- 5-2 Együttműködve a természetvédelemben érintettekkel és a nádvágással foglalkozó vállalatokkal: a kurrens nádvágási gyakorlat egy a jelenlegi negatív hatásokat mellőző, fenntartható használatú történő átalakításának támogatása
- 5-3 A fenntartható nádaratás közvetlen és közvetett módon történő támogatásának megfontolása egy hosszú múltra visszanyúló gyakorlat fenntartása és megőrzése érdekében, a nádas övből származó biomassza hatékony csökkentésének és a fokozott szervesanyag felhalmozódás lassításának potenciáljával

Tűzkezelés

- 5-4 A régi nádállomány téli tűzkezeléssel való eltávolításának támogatása meghatározott területeken, a nemzeti parkon kívül
 - Az engedélyek jogalapjának előkészítése (gyakoriság, terület, irányítás)
 - A levágott nád széles csatornáinak vagy sávjainak tűzvédelmi pásztákként való alkalmazása a veszélyeztetett infrastruktúra védelmében
 - A tűzkezelés nyomon követése az anyagmérleg és a tápanyagkivitel vizsgálataival, valamint biológiai megfigyelés által

Vízszint kezelés

- 5-5 A magas vízszintek támogatása a megemelt küszöbszintek opcióinak értékelésével a fertőülaki gáton keresztül történő kiáramlásra vonatkoztatva
- 5-6 A nyílt tó és a nádas öv közt zajló kicserélődési folyamatok támogatása ... lásd ezen jelentés 4.2 fejezet, 4-3ff intézkedései
- 5-7 Tudásbeli hiányosságok felszámolása a szervesanyagok nádas övben való felhalmozódásáról és a nád különböző környezeti körülményei közt történő lebomlásáról

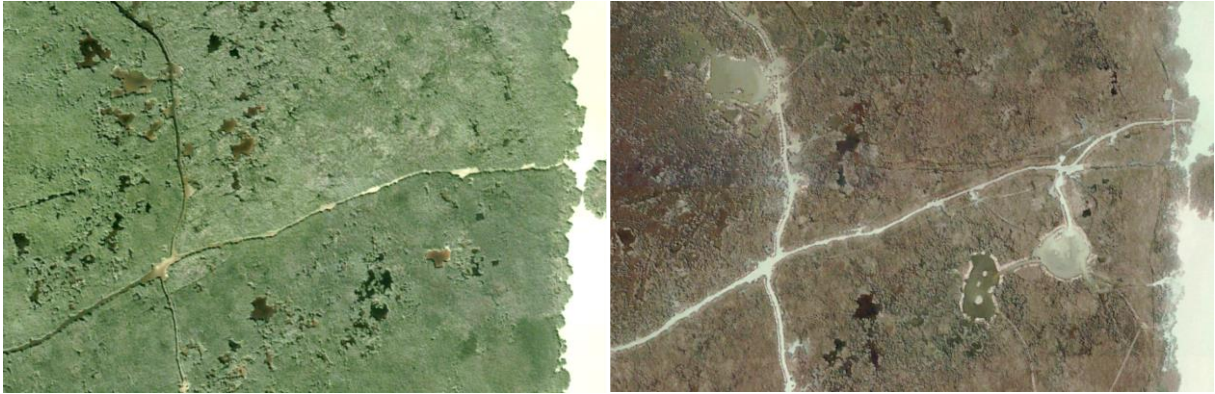
Általános kérdések

- 5-8 Egy geodatázis létrehozása, beleértve a a nádállomány szerkezetének és sűrűségének homogén, tér- és időbeli, határokon átívelő értékelését (nád osztályozása) egy tízéves időintervallumban, valamint a nádas övbe való, minden közvetlen és közvetett beavatkozás dokumentálása (aratás, tűzkezelés, csatornák karbantartása, kiegészítő használati zónák) annak érdekében, hogy egy olyan adatbázist készíthessünk, ami minden érdekelt fél és/vagy a nyilvánosság számára is elérhető (pl. mint egy webalapú GIS eszköz) és fejleszti a társadalmi tudatosságot

Kiegészítés: Példák a nádcsatornák helyreállítására Auszriában

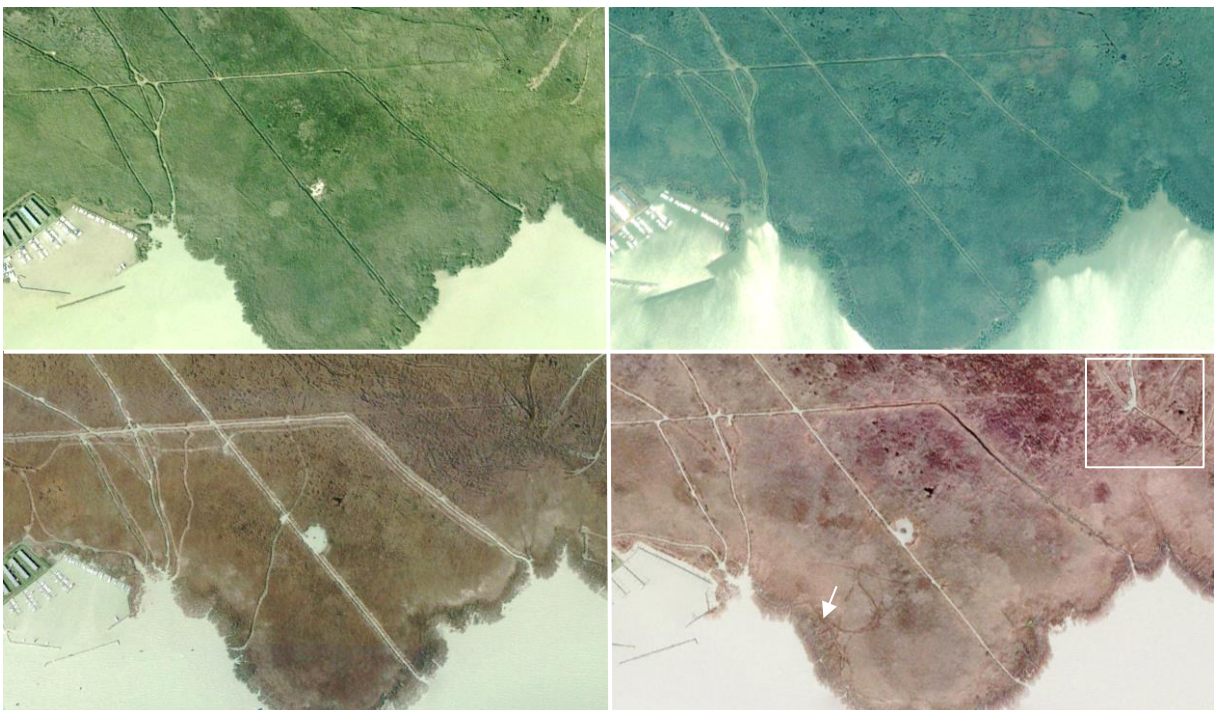
A következő Google Earth térképek szemléltetik a múltban történt csatornafelújításokat (1. és 2. példa) és ötleteket adnak hasonló jövőbeli munkálatokhoz (3. példa).

A 6. ábrán egy Oggau közelében található terület látható, ahol a csatornák kotrása és újbóli kialakítása virtuálisan random és tervezetlen módon valósult meg (télen) a 2005/06, 2006/07, 2009/10, 2011/12, 2014/15 és 2015/16-os években (v.ö. 27. ábra Csaplovics et al. (2020)). Ezek nincsenek összhangban a fentebb megfogalmazott ajánlásokkal, és valószínűleg csak korlátozott vízcserét tesznek lehetővé. A jobboldali képen látható óriási “medencéket” 2003 és 2011 között hozták létre és “kacsacsapdaként” szolgálhatnak a vadászok számára.



6. ábra. Az Oggau közelében fekvő nádas övről készült Google Earth műholdfelvételek részletei. Balra: legalább 2003-ig, jobbra: legalább 2011 óta.

A 7. ábra egy másik nádas övi területet mutat a Fertő tó nyugati partján, a breitenbrunni üdülőhely közelében. A Burgenland tartomány által közölt, csatornafelújítással kapcsolatos GIS adatok értelmében (v.ö. 27. ábra Csaplovics *et al.* (2020)) a csatornák kotrása főként 2010/11, 2013/14 és 2015/16 telén zajlott. A 2010/11-es kicsi, kissé kanyargó csatornák, melyek a 2012-es képen láthatók (7. ábra lent balra), talán nem mások, mint a csatornakotró gépek nyomai. Nem voltak “hosszúéletűek” és a nád hamar benőtte őket. Míg a legtöbb csatorna a nádas öv belső részébe vezet, egy párhuzamosan fut a nádas külső peremével (fehér nyíl) és a vízcserre szempontjából kevés haszna van. A nádvágó és csatornakotró gépek váltakozó nyomai, melyek a négy kép jobb felső részében láthatóak, szintén nincsenek összhangban a hatékony vízcserre támogatásának ötletével.



7. ábra. A breitenbrunni üdülőhely közelében fekvő nádas övről készült Google Earth műholdfelvételek részletei. Balra fent: 2000. dec., jobbra fent: 2003. jún. 26., balra lent: 2012. ápr. 28., jobbra lent: 2018. ápr. 29. A nyilak és négyzetek magyarázata a szövegben olvasható.

A harmadik példa egy Illmitz közelében fekvő területet ábrázol (8. ábra). A nyílt tóból Ruster Poschnba vezető csatorna erősen eliszaposodott és benőtt. Ezen csatorna helyreállítása egy hatékony útvonal megteremtését jelentené a nádas öv belső részébe ezen a területen. Azt, hogy vajon ez lehetővé tenné-e a cirkulációs áramlások létrejöttét déli irányba, hidraulikus modellezéssel kell kiértékelni.



8. ábra. A nyílt tóból az úgynevezett Ruster Poschnig húzódó nádcsatorna Illmitz közelében.

6 MONITORING

6.1 Jelenlegi monitoring programok

Jelenleg különböző monitoring programokat és monitoring követelményeket határozhatunk meg:

- Nemzeti monitoring program a Víz-keretirányelv szerint Ausztriában
- Nemzeti monitoring program a Víz-keretirányelv szerint Magyarországon
- Az Osztrák-Magyar Vízügyi Bizottság (OMVB) Monitoring Programja
- Helyi szintű operatív monitoring Magyarországon (Hidrometeorológiai Állomás)
- Helyi szintű operatív monitoring Ausztriában (Illmitzi Biológiai Állomás)

Ausztriában a VKI szerinti monitoring hálózat alapjait az Osztrák Vízügyi Törvényben (WRG) meghatározott vízrajzi monitoring hálózat fektette le (WRG 1959 és a Vízügyi Törvény rendeletei).

Ebben a fejezetben a programokat fő témák szerint választottuk szét, melyek a következők: tómedence és üledék, hidrológia, általános fizikai-kémiai paraméterek, mikroszennyezők és biológia. Adott esetben a fent említett, különböző programok követelményeit is kifejtjük minden egyes alfejezetben. Végül a 6.2 fejezet összegzi mindezeket.

6.1.1 Tómedence és üledék

A GeNeSee projekt célja a tómedence átfogó topográfiai felmérése volt. Míg a nyílt tó felmérése ultrahangvizsgálattal nagyon részletesen meg tudott valósulni, a talaj fizikai vizsgálata a nádas övben nem felelt meg az elvárásoknak. Ezt a Stratégiai Tanulmány is kifejti (Csaplovics *et al.* 2014b; Csaplovics *et al.* 2020). A szétszórt mérésektől eltekintve nem állnak rendelkezésre kurrens adatok a nádas övben az üledék elevációját és vastagságát, de különösen az úgynevezett tófal magasságát illetően. A tó térfogatának vízszintből való kiszámolásához a régi Csaplovics-módszert (Csaplovics *et al.* (1997)) kell alkalmazni, következésképpen azok a változások, melyek az elmúlt 25 évben történtek, nem követhetők nyomon ezzel a képlettel. Így alapvető adatok hiányoznak a tómedence és üledékrétegeinek legújabb topográfiájával kapcsolatban. Ezért nincs rendszeres monitoring sem, ami hosszútávú becslésekkel szolgálna a változásokat illetően.

6.1.2 Hidrológia

6.1.2.1 Az Osztrák-Magyar Vízügyi Bizottság határozata

Az Osztrák-Magyar Vízügyi Bizottság, határozatában egy közös hidromorfológiai monitoring program mellett döntött (1. táblázat).

A nyilvánosság tájékoztatására irányuló szolgáltatások:

- Ausztria: <https://wasser.bgld.gv.at> (vízszint)
- Magyarország: www.ferto-neusiedlersee.hu (Fertőrákosi tényleges adatok: szélirány, szélesebesség (10 min. átlag, levegőhőmérséklet, víz hőmérséklet, víz hőmérséklet 50 cm-rel a fenék felett, vízszint)

6.1.2.2 Részletes leírás

Az Ausztriában végzett hidrológiai monitoring általános áttekintése Sailer & Maracek (2019) írásában olvasható. A Fertő tó **vízszintjét** 7 állomáson mérték, 15 perces időközönként. Az adatok az alábbi linken érhetők el a nyilvánosság számára: <https://wasser.bgld.gv.at/hydrographie/der-neusiedler-see> (Hydrographischer Dienst Burgenland 2020). Az aktuális, magyar, napi (reggel 7 órakor mért) vízszintadatokat az Országos Vízügyi Főigazgatóság honlapjáról lehet letölteni (2020), míg más adatok az Országos Vízelző Szolgáltatástól szerezhetők be (2020) (2. táblázat).

A meglévő, felszíni vízszintmérők sűrű hálózata, melyből a legtöbb mérő Ausztriában működik, fontos elem a vízfelszín szél keltette mozgásának rögzítése során. Ez lehetővé teszi ugyanis a tömeges szél és a tóba történő bevitel hosszútávú, folyamatos becslését modellezés segítségével (ahogy az a magyarországi REBEN tanulmányban is történt), ami elengedhetetlen ahhoz, hogy számításokat végezzünk a hullámok és áramlatok, valamint a tó és a nádas öv közti vízcsere gravitációs gerjesztésének időbeli statisztikájára vonatkozóan.

A Vulka folyó **felszíni beáramlását** és a Gols-csatornát Schützen/ Gebirge (HZB-No. 210096) és Gols (HZB-No. 210369) közelében mérik, 15 perces időközönként. Az adatok ingyen letölthetők a *Hydrographischer Dienst Burgenland* honlapjáról (2020). A Rákospatak vízszintjének mérése Fertőrákosnál történik (Állomásazonosító: 000027) 1 órás intervallumokban, a kibocsátási adatok negyedóránként kerülnek kiszámításra. Ezeket az adatokat azonban nem közlik a világhálón.

A Hanság-csatornán keresztül zajló kiáramlás szabályozását a mekszikópusztai gát végzi (ÉDU-KÖVIZIG 2011; Kubu 2010). A csatornát illető, vízszinttel és kibocsátással kapcsolatos adatok a *Wasserportal Burgenland* (Hydrographischer Dienst Burgenland 2020) felületen

1. táblázat. Az Osztrák-Magyar Vízügyi Bizottság által elfogadott hidromorfológiai paraméterek és gyakoriság.

Paraméter	Vizsgálati periódus	Gyakoriság/év Magyarország	Gyakoriság/év Ausztria
Hidromorfológiai minőségi elemek			
Vízszint	évente	folyamatosan, min. naponta	folyamatosan, min. naponta
Vízháztartás	évente	1x	1x
Morfológia	hatévente	1x	1x

2. táblázat. Hidrológiai megfigyelőállomások és gyakoriság Ausztriában és Magyarországon.

Mérlegelemek	Állomások száma		Gyakoriság		Nyilvánosan elérhető	
	AT	HU	AT	HU	AT	HU
Vízszint	7	1	15 min	naponta (reggel 7)	B, C	C, D
Felszíni beáramlás	2	1	15 min	óránként	+	D
Felszíni kiáramlás	–	1	–	óránként	+	C, D
Talajvíz beáramlás	–	–	–	–	–	–
Talajvíz kiáramlás	–	–	–	–	–	–
Csapadék tó + medence	4 + 7 ^{*)}	3	15 min	naponta (reggel 7)	C, D	D
	2 + 17 ^{**)}	n.a.	n.a.	–	B	–
Párolgás	1	1	–	naponta (reggel 7)	–	D

A ... minden nyers adat ingyenes letöltése, B ... a napi átlagértékek vagy az összes adat napi összegének ingyenes letöltése, de a legfrissebb adatok 2 évesek, C ... az aktuális hónap nyers adatainak ingyenes letöltése, D ... nyers adatok kiadása kérésre

*) Wasserportal Burgenland (Hydrographischer Dienst Burgenland 2020), csak továbbított adatok

**) eHyd (2020), beleértve az analóg állomásokat is

olvashatók. A napi vízszintadatok szintén elérhetők az Országos Vízügyi Főigazgatóság honlapján (2020).

A *Wasserportal Burgenland* szerint a **csapadék** mérése 4 állomáson zajlik, közvetlenül a tónál (Neusiedl, Rust, Illmitz, Apetlon) és 7 kiegészítő állomáson a Vulkán és a tómedencén belül. Az eHyd weboldal 19, a Vulkán és a tómedencén belül található állomás adatait közli (eHyd 2020). A magyar oldalon a csapadékmérés Fertőrákosnál (000336), Fertőújlaknál (000337) és Fertőbozsnál (110215) történik, napi mintavételi adatokkal, melyeket azonban nem tesznek nyilvánossá.

A talajvíz be- és kiáramlásához nem fűződik monitoring tevékenység, ugyanis az izotópanalízissel történő kormeghatározás alapján (Rank 1986; Reitinger 1991) ez elhanyagolhatónak tekinthető.

A párolgás rendszeres mérését az Illmitzi Biológiai Állomás végzi (Sailer & Maracek 2019). Az adatokat a vízmérleg értékelésére használják, amit “maradék” mérlegelemként

számolnak ki. Az előző évek folyamán az adatok jól összeillettek, az eltérésekre pedig a nádnövekedés szezonális változása adott magyarázatot (K. Maracek, pers. comm.). A párolgásra vonatkozó számításokat évente hangolják össze az Osztrák-Magyar Vízügyi Bizottság képviselői. A magyar oldalon a párolgás vizsgálata Fertőrákosnál (000336) történik, napi szinten, továbbá a havi meteorológiai paramétereiből nyert adatok is elérhetőek. Azonban egy honlapon sem közlik sem az osztrák, sem a magyar párolgási adatokat.

6.1.3 Általános fizikai-kémiai paraméterek

6.1.3.1 Az Osztrák-Magyar Vízügyi Bizottság határozata szerinti monitoring program

Az Osztrák-Magyar Vízügyi Bizottság (OMVB) határozatban döntött a fizikai-kémiai paraméterek közös monitoring programjáról, mely 4 helyszínen zajlik Ausztriában és 1 helyszínen Magyarországon (3. táblázat). Ezek mindkét ország nemzeti felügyeleti megfigyelési programjának részét képezik az EU Víz-keretirányelvének (VKI) értelmében és szerepelnek a nemzeti vízgyűjtő-gazdálkodási tervben (RBMP). Az elemzések eredményeit (4. táblázat) évente megosztják egymással egy szakértői megbeszélés keretében. Háromévente a szakértők egy közös jelentést készítenek.

3. táblázat. Az Osztrák-Magyar Vízügyi Bizottság által elfogadott ellenőrzőpontok.

Ország	Mintavételi helyszín neve	Koordináták
Ausztria	Weiden (tóközepi sziget), 9. ábra 24. helyszín	47° 41.03 / 16° 45.58
	Donnerskirchen, 27. helyszín	47° 45.24 / 16° 43.43
	Illmitz – Mörbisch (vonal, tó közepe), 5. helyszín	47° 51.19 / 16° 45.87
	Déli országhatár (tó közepe), 4. helyszín	47° 53.97 / 16° 48.18
Magyarország	Fertőrákosi-öböl (öböl)	47° 43.26 / 16° 41.53

4. táblázat. Az Osztrák-Magyar Vízügyi Bizottság által elfogadott paraméterek.

Paraméter	Vizsgálati periódus	Gyakoriság/év Magyarország	Gyakoriság/év Ausztria
Fizikai-kémiai minőségi elemek			
Secchi mélység	Évente	12x	4x
Víz hőmérséklet	Évente	12x	4x
Oldott oxigén, O ₂ telítettség	Évente	12x	4x
pH, lúgosság	Évente	12x	4x
Elektromos vezetőképesség	Évente	12x	4x
Ca, Mg, Na, K, Cl, SO ₄	Évente	12x	4x
PO ₄ -P, Total P, NO ₃ -N	Évente	12x	4x
NH ₄ -N, NO ₂ -N	Évente	12x	4x
Klorofill-a	Évente	12x	4x

6.1.3.2 Nemzeti és helyi szintű monitoring programok Ausztriában

Az OMVB által jóváhagyott monitoring eredmények ingyenesen letölthetők a Szövetségi Mezőgazdasági, Regionális és Turisztikai Minisztérium H₂O adatbázisából (BMLRT 2020b). A H₂O adatbázisban szereplő adatok mintavételi gyakorisága az évek során változott: 4 mintavételi időpont 2010-ben, 2018-ban és 2019-ben, 8 időpont 2011-ben, illetve 2013 és 2017 között, valamint 12 2012-ben. A paraméterek egyeznek az OMVB által elfogadottakkal (lásd 4. táblázat, kivétel az ortofoszfát). Ezen paraméter elemzése 2004-ig az összes oldott foszforral együtt (DP) történt, míg jelenleg a rendszeres monitoringban csak a DP szerepel és csak az található meg a H₂O adatbázisban. A nemzeti monitoring további paraméterei az oldott és összes szerves szén (DOC, TOC).

Az Illmitzi Biológiai Állomás helyi operatív monitoring programja további adatokat is tartalmaz:

- Megfigyelőállomások: 2014-ig 38 állomáson került sor mintavételre a nyílt tóban és a nádas öv közelében, néhány állomáson a nádas övön belüli csatornában és hatalmas medencékben (pl. Ruster Poschn, Hoadasepp/Poschnlucka). 2015-ben a program 17 megfigyelőállomásra korlátozódott: 4 a nyílt tóban, 12 a nádas öv közelében és öblökben (főként fürdőzésre alkalmas területek közelében) és 1 a nádas övön belül (9. ábra).
- A mintavétel 2014-ig 10 állomáson heti-kétheti, a maradék állomásokon havi-kéthavi rendszerességgel történt. 2015 óta a mintavétel havi szinten zajlik (március) április és október (november) között (5. táblázat).
- Paraméterek: A korábbi évek elemzéseiben még szerepelt a szilikát (2012-ig 3 megfigyelőállomáson), az oldott nitrogén (2003-ig) és az összes nitrogén (2011-ben és 2012-ben, kiválasztott állomásokon) is. Ezenkívül, ahogy azt korábban már említettük, 2004-ig az oldott foszfor és az ortofoszfát-P is a mérési feladat részét képezte.

6.1.3.3 Nemzeti monitoring Magyarországon

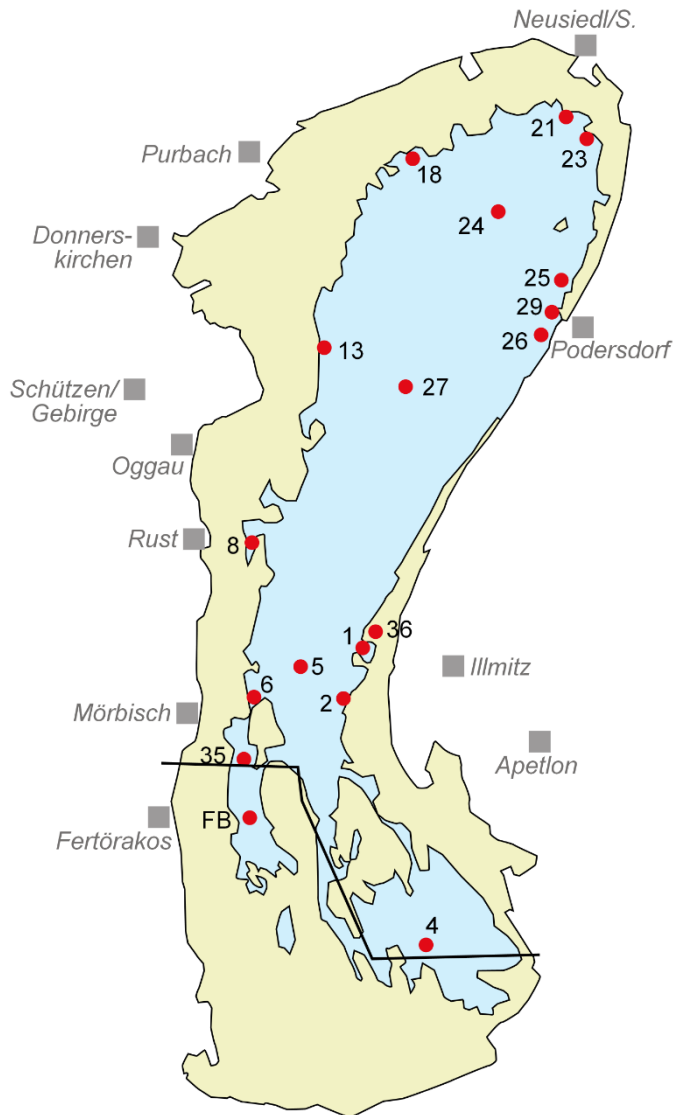
Magyarországon a Győr-Moson-Sopron Megyei Kormányhivatal Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főosztályának Környezetvédelmi Mérőközpontja végzi a kémiai vízmintavételt a Fertőrákosi-öbölben a VKI szerint. Ha az időjárási feltételek lehetővé teszik, 12 mintavételre kerül sor évente. A paramétereket és a gyakoriságokat a vízminőség ellenőrzés vízgyűjtő-gazdálkodási terve határozza meg.

A magyarországi monitoring programban szereplő általános fizikai-kémiai paraméterek megegyeznek az OMVB által jóváhagyottakkal, ahogy az a 4. táblázatban látható, de tartalmazza még az alábbiakat: szag, BOD₅, COD(ap), COD(Cr), összes lebegőanyag,

5. táblázat. Megfigyelőállomások (v.ö. 9. ábra) és általános fizikai-kémiai paraméterek a Fertő tó Illmitz-i Biológiai Állomás által végzett éves megfigyelése során. A számok a 2019-es mintavételi időpontok számát jelzik. Az oszlopok fejlécében látható színek a megfigyelőállomások helyét jelölik: nyílt tó (kék), a nádas öv közelében és öblökben (zöld) és a nádas övön belül (barna).

Paraméter	Megfigyelőállomások Ausztriában																
	1	2	4	5	6	8	13	18	21	23	24	25	26	27	29	35	36 ^{*)}
Víz hőmérséklet	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
Elektromos vezetőképesség	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
pH	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
Oldott oxigén	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
Oxigéntelítettség	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
Secchi mélység	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
DOC	–	–	8	8	–	–	–	–	–	–	8	–	–	8	–	–	–
TOC	–	–	8	8	–	–	–	–	–	–	8	–	–	8	–	–	–
Összes keménység	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
Kalcium	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
Magnézium	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
Nátrium	8	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
Kálium	8	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
Hidrogénkarbonát	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
Karbonát	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
Klorid	8	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
Szulfát	8	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
Nitrát-N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
Nitrit-N	–	–	8	8	–	–	–	–	–	–	8	–	–	8	–	–	–
Ammónium-N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3
Összes foszfor	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	3
Oldott foszfor	–	–	8	8	–	–	–	–	–	–	8	–	–	8	–	–	–
Klorofill-a	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3

összes oldott anyag, összes száraz tömeg, Kjeldahl-nitrogén, szerves nitrogén, összes nitrogén. Ezenkívül rögzítésre kerültek még az általános időjárás körülmények és a levegőhőmérséklet °C értékei is.



9. ábra. Megfigyelőállomások a Fertő tónál. Az OMVB által elfogadott és az RBMP-ben felsorolt hivatalos mintavételi helyszínek: 24, 27, 5, 4 és FB (Fertőrákosi-öböl).

6.1.3.4 Helyi szintű operatív monitoring Magyarországon (Fertőrákosi Hidrometeorológiai Állomás)

Az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság egy helyi vízminőségellenőrző rendszert működtet a Fertő tónál 16 mintavételi helyszínnel. Ez a monitoring program a nádas övben és az öblökben található csatornákra összpontosít (10. ábra, helyszínek listája lásd Melléklet 13. táblázat).

A program megvalósítása az időjárási körülményektől függ. A hajózható időszakban árilistól novemberig tart a mintavétel, néhány helyszínen évi maximum 8 mintavételi időpont lehetséges. A tél folyamán (a hajózásra nem alkalmas időszakban, decembertől

márciusig) a következő mintavételi helyszínek érhetőek el: Virágosmajori főcsatorna 2, Nádas állomás és a Fertőrákosi-öböl. Ezek a helyszínek 12 mintavétel történik évente.

Mintavételre (a hajózható és hajózásra nem alkalmas időszakokban egyaránt) havonta egyszer kerül sor, a hónap első hétfőjén (vagy keddjén). A mintákat a Fertő tavi Hidrometeorológiai Állomás laboratóriumában elemzik. Sem a mintavétel, sem a laboratóriumi tesztek nem akkreditáltak, az alkalmazott elemzési módszerek a magyar standardoknak felelnek meg. A vizsgált paramétereket a 6. táblázat tartalmazza. Továbbá a helyszíni vizsgálatok kiterjednek a szín, a szag, a víz- és levegőhőmérséklet °C értékeinek, a vízmélység cm értékének, az átlátszóság (Secchi mélység) cm értékének, valamint az időjárási körülmények elemzésére is. 2020-tól kezdve ezek a paraméterek kiegészültek a pH, a vezetőképesség, az oldott oxigén és a redoxpotenciál helyszíni méréseivel is.

6. táblázat. Megfigyelőállomások és általános fizikai-kémiai paraméterek a Fertő tó helyi operatív megfigyelése során, Magyarországon. A számok a mintavételi időpontokat jelzik.

Paraméterek	Megfigyelőállomások Magyarországon														
	Bozi- főcsat. 1.	Bozi- főcsat. 2.	Bozi- főcsat. 3.	Bozi- főcsat. 4.	Bozi- főcsat. 5.	Köröcsat. 1.	Köröcsat. 2.	Köröcsat. 3.	Köröcsat. 4.	B0	Madárvárta (HFCS)	Herlakni-tó	Fertőrákosi-öböl	Virágosmajori-főcsat. 2.	Nádas állomás
Száma a 10. ábrán	1	6	7	8	9	5	4	3	2	14	11	13	12	16	15
Víz hőmérséklet	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
Vezetőképeség	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
pH	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
Oldott oxigén	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
Secchi mélység	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
Klorofill-a	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
COD(ap)	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
COD(Cr)	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
Kalcium	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
Magnézium	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
Nátrium	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
Kálium	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
Hidrogénkarbonát	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
Karbonát	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
Klorid	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
Szulfát	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	10	10	10
NO ₂ -N	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
NO ₃ -N	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
NH ₄ -N	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
Kjeldahl-N	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
Összes foszfor	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12
PO ₄ -P	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	5	5	12	12	12

A külső tápanyagterhelés és a nádasok pusztulásának csökkentésével a Fertő tó vízminőségének javítására vagy megóvására tett erőfeszítéseket támogatandó két biológiai vizes élőhely is kialakításra került 2004-ben a Rákos-patak mentén. Továbbá a Fertőrákosi Hidrometeorológiai Állomás kémiai vízanalíziseket is végez a Rákos-patak nádasban található, szabályozott vizes élőhelyére vonatkozóan.



10. ábra. Helyi operatív megfigyelőállomások a Fertő tónál, Magyarországon az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság monitoring tevékenysége során (számok lásd 6. táblázat, koordináták lásd melléklet 13. táblázata; a 10. helyszín, Meggyesi szél 2018 óta nem része a rendszeres ellenőrzésnek).

6.1.4 Mikroszennyezők

6.1.4.1 A Fertő tó közös, osztrák-magyar megfigyelése

Az Osztrák-Magyar Vízügyi Bizottság (OMVB) határozata értelmében döntés született egy közös monitoring programról a 2016-2021 közti időszakra vonatkozóan, a szennyezőanyagok tekintetében, a 3. táblázatban felsorolt mintavételi helyszíneken. A paraméterek megfelelnek az Európai Bizottság 2013/39/EC Irányelveiben felsoroltaknak (2013). Magyarországon még a fenol index, ANA (anionos mosószer tartalom), UV-olaj (UV olaj index) paraméterek is az elemzések részét képezik.

6.1.4.2 Nemzeti monitoring Ausztriában

Ausztriában a felszíni vizek kémiájára vonatkozó minőségi követelményekről szóló osztrák rendelet környezetminőségi előírásai (QZV Chemie Oberflächengewässer, BGBl. II Nr. 96/2006) szerinti mikroszennyezőket, beleértve a 2013/39/EC Irányelv szerinti elsődleges anyagokat, a Vulka folyó vizes fázisában monitorozzák. A PAH-okat 2013-ban ellenőrizték, egyéb paramétereket 2018-ban. Ausztria nemzeti monitoring programja nem tartalmazza ezen anyagok Neusiedler See / Fertő tóban történő megfigyelését. A Vulka folyóban és a Neusiedler See / Fertő tóban, a biótájakban található szabályozott anyagokat egy nemzeti program keretében vizsgálták 2013-ban (Clara et al. 2015). A tóban található

nyomszennyezők vizsgálata célzott projektek keretében valósult meg (Wolfram *et al.* 2020c; Zessner *et al.* 2019b).

6.1.4.3 Nemzeti monitoring Magyarországon

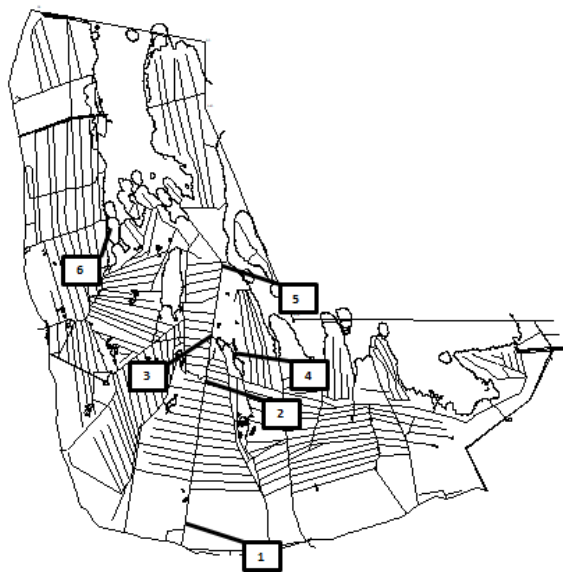
Ahogy az általános fizikai-kémiai paraméterek esetében is, a Győr-Moson-Sopron Megyei Kormányhivatal Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főosztályának Környezetvédelmi Mérőközpontja végzi a kémiai vízmintavételt a Fertőrákosi-öbölben, a VKI-nek megfelelően. Ezen monitoring tevékenység paramétereit a Melléklet tartalmazza (o fejezet).

A Környezetvédelmi Mérőközpont háromévente megvizsgálja a üledéket a nehézfémek és a PAH-ok szempontjából, ugyanazon mintavételi helyszín adatai alapján, a VKI követelményeinek megfelelően.

6.1.4.4 Helyi szintű operatív monitoring Magyarországon (Fertőrákosi Hidrometeorológiai Állomás)

A Fertő tó vizének és üledékének specifikus szennyezőanyagairól szerzett ismereteink korántsem hiánytalanok (Wolfram *et al.* 2014b). 1987-ben 12 helyszínről származó üledékmintában vizsgálták a nehézfémeket a tó magyar oldalán. A nehézfémek koncentrációja az üledékben nagyon alacsonynak bizonyult, közel a geológiai háttérkoncentrációkhoz (Horváth & Pannonhalmi 1989). A Magyar Tudományos Akadémia nagyon hasonló értékeket publikált 1991-ben (Dinka 1991).

A tó déli részén, 2014 novemberében végrehajtott csatornahelyreállítási program után 6 mintavételi helyszínen (11. ábra) vizsgálták a nehézfémeket és növényvédő szereket. A nehézfémek koncentrációja a háttérkoncentráció értéke alatt mozgott, a higany kivételével (mindenütt előfordul). Az észak-keleti mintavételi helyszíneken a higanykoncentráció a háttérértékek felett, ám jóval a szennyezési szint alatt volt. A peszticidek koncentrációja megközelítette a mérhető értéket, 4 mintavételi helyszínen DDT-származékokat észleltek (Pannonhalmi 2014).



11. ábra. A helyi szintű operatív monitoring üledékmintavételi helyszínei a Fertő tó magyar oldalán, mikroszennyezők esetén (2014).

6.1.5 Biológia

6.1.5.1 A Fertő tó közös, osztrák-magyar megfigyelése

Az Osztrák-Magyar Vízügyi Bizottság (OMVB) határozata értelmében döntés született egy közös monitoring programról a 2016-2021 közti időszakra vonatkozóan, a biológiai minőségi elemeket illetően (7. táblázat).

7. táblázat. Az Osztrák-Magyar Vízügyi Bizottság által elfogadott biológiai minőségi elemek megfigyelése.

Paraméter	Vizsgálati periódus	Gyakoriság/év Magyarország	Gyakoriság/év Ausztria
Biológiai minőségi elemek			
Fitoplankton	Évente	4x	4x
Fitobentosz	AT: – / HU: évente	2x	–
Makrofiták	AT: hatévente / HU: háromévente	1x	1x
Halak	hatévente	1x	1x

6.1.5.2 Nemzeti monitoring Ausztriában

Manapság a fitoplanktonok és zooplanktonok éves ellenőrzése zajlik (ugyan az utóbbit a VKI nem tartalmazza), ám jóval kisebb erőfeszítéssel, mint az 1970-es és 1990-es évek tudományos megfigyelési-ellenőrzési tevékenységei során. A makrofiták és a halak esetében az elmúlt évek során egyszer történt mintavétel a VKI követelményei szerint (Gassner & Achleitner 2008; Pall *et al.* 2013). Továbbá halökológiai tanulmányok készültek

különböző programok kíséretében, az 1990-es évek óta szinte évente, az osztrák nemzeti park kapcsán végzett kutatás részeként (Fürnweiger et al. 2019; Herzig et al. 1994; Wolfram et al. 2001).

A jelenlegi zooplankton monitoring 4-6 mintavételi helyszínrre korlátozódik a nyílt tóban. Ezt az Illmitzi Biológiai Állomás végzi az 5 Baudirektion Osztály, 'Vízszennyezés szabályozása' szekcióval együttműködve (Großschartner 2020) (8. táblázat).

A fitoplankton monitoring a hivatalos VKI ökológiai állapot monitoring programjának része 4 fő helyszínnel a nyílt tóban, 4 mintavételi alkalommal (Krisa 2020) (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** táblázat, 8. táblázat). A fitoplanktonok Wolfram et al. (2011) értékelési módszere szerinti osztályozásához az összes biotérfogat és klorofill-a adatokat használják.

6.1.5.3 Nemzeti monitoring Magyarországon

Magyarországon a Győr-Moson-Sopron Megyei Kormányhivatal Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főosztályának Környezetvédelmi Mérőközpontja végzi a biológiai mintavételt a Fertőrákosi-öbölben, a Víz-keretirányelvnek megfelelően. A biológiai tesztek évente zajlanak a következők szerint: makrozoobentosz (évente 1x), fitoplankton (4x), fitobentosz (2x), makrofiták (1x).

6.1.6 Nád

Az 1980-as évek eleje óta a nád részletes feltérképezésével foglalkozó osztrák és magyar szakértők szoros együttműködésben dolgoznak (Csaplovics & Schmidt 2011a; Márkus & Király 2011). Azonban sajnos mind a mai napig nem adódott lehetőség arra, hogy összhangba hozzák a nádas övről légifelvétel alapján készült leltárt, hogy megvalósulhasson a teljes terület homogén, határokon átívelő légi femérése (Csaplovics

8. táblázat. A mintavételi időpontok száma a fitoplankton és zooplankton monitoring programban a Fertő tónál, 2015-től 2019-ig.

Megfigyelés helyszíne	Fitoplankton					Zooplankton				
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Weiden (P24)	4	4	4	4	4					
Donnerskirchen (P27)	4	4	4	4	4	9	8	8	7	8
Illmitzi öböl (P1)	–	–	–	–	–	–	4	3	7	5
Illmitz – Mörbisch (P5)	4	4	4	4	4	6	3	8	8	7
Apetlon (P4)	4	4	4	4	4	6	3	8	8	7
Ruster Poschn (P36)	–	–	–	–	–	–	6	5	4	3

et al. 2014a). Így a nádas övre vonatkozóan nem jött létre közös, rendszeres monitoring program, és a vízi növényvilág besorolása sem történt meg.

6.1.7 Az ökológiai és kémiai állapot osztályozásának módszerei

Ausztriában a kémiai állapot osztályozása a Felszíni Vizek Ökológiájának Minőségi Állapotáról szóló Rendelet, röviden QZV *Ökologie OG* (BGBl. II Nr. 99/2010 idgF) alapján történik. A biológiai minőségi elemeket illetően nem áll rendelkezésre hivatalos osztályozási módszer, de a nem publikált jelentések szolgálnak osztályozási módszerekkel a fitoplanktonok (Wolfram et al. 2011), alámerült makrofiták (Pall nem publikált, Pall et al. (2013) alapján) és halak esetében (Gassner nem publikált).

Egy a Víz-keretirányelvnek megfelelő hidromorfológiai osztályozási módszer elérhető Magyarországon, ám Ausztriában nem. A fizikai-kémiai paraméterek határvonalait a Fertő tó osztrák oldalát illetően (de csak a nyílt tóra, nem a nádas övre vonatkozóan) Wolfram & Donabaum (2010) határozta meg. Ezek szerepelnek a QZV *Ökologie OG*-ben. Magyarországon a biológiai, a kémiai és a hidromorfológiai besoroláshoz is rendelkezésre állnak osztályozási módszerek.

A mérések vagy csoportosítások alapján a Neusiedler See / Fertő tó ökológiai és kémiai állapotát a 2. vízgyűjtő-gazdálkodási terv osztályozza. Ezt a 9. táblázat összegzi.

6.2 Javaslat

6.2.1 Általános monitoring

6.2.1.1 Általános észrevételek

A Fertő tó hidromorfológiai, kémiai és biológia monitoring programja arra törekszik, hogy

9. táblázat. A Fertő tó osztályozása a 2. RPMP-ben (2015) Ausztriában és Magyarországon.

Ország	Ausztria	Magyarország
Felszíni víztest kódja	10500200	HUAIH070
Kategória	természetes	természetes
(Szennyeződést jelző) Biológiai elemek	jó (B)	jó
(Hidromorfológiai változásokat jelző) Biológiai elemek	jó (B)	
Hidromorfológiai elemek	n.é.	kiemelkedő
Általános fizikai-kémiai elemek	n.é.	jó
Specifikus szennyezők (országos)	kiemelkedő (B)	jó
Kémiai állapot – mindenütt előforduló szennyezőanyagok nélkül	kiemelkedő (B)	
Kémiai állapot – mindenütt előforduló szennyezőanyagokkal	szerény (C)	

(B) = csoportosítás alapján, (C) = előzetes (nincsenek mérések), n.é. = nem értékelt

egy átfogó leírást adjon a Fertő tóról, ezzel alapot adva a tó ökológiai és kémiai besorolásához, a természetes és antropogén hatásoknak köszönhető rövid- és hosszútávú változások dokumentálásához és megbízható adatok szolgáltatásához a vízkezelési intézkedések kidolgozását és értékelését illetően.

Mivel a nemzeti monitoring (VKI és OMVB) a Fertő tó esetében, Ausztriában és Magyarországon több éve egyeztetett és kölcsönösen összehangolt módon zajlik, a létező programok összehasonlíthatóak és sok esetben egyeznek, ám akadnak eltérések is. Valamint a rendszeres monitoring számos témát egyáltalán nem érintett. A két helyi szintű operatív monitoring program összehangolására tett javaslat az alábbi három szempontot érinti:

- Témák, minőségi elemek és paraméterek,
- Monitoring helyszínek,
- Mintavételek és mérések gyakorisága.

Ami az összehangolást folyamatosan bonyolulttá teszi az az, hogy a jogi követelményeket és kötelezéseket két külön nemzeti vízgyűjtő-gazdálkodási terv fekteti le. Ezek pedig az EU Bizottságnak szóló hivatalos nemzeti jelentésekhez szükséges adatokra fókuszálnak (pl. a felügyeleti megfigyelés eredményeire). Továbbá a nemzeti monitoringon túl is felmerül adatszükséglet, például hogy nagyobb tudással rendelkezünk és jobban megértjük a tóban zajló hidrológiai és ökológiai folyamatokat. Ausztriában a finanszírozás és a hatáskörök különbözősége is szerepet játszik: Míg a vízgyűjtő-gazdálkodási terv keretein belül végzett (fizikai-kémiai paramétereket illető v.ö. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** fejezet) monitoring tevékenységet is a szövetségi tartományok (*Bundesländer*) és a Szövetségi Köztársaság (*Bund*) közösen finanszírozzák, addig a helyi szintű operatív monitoring, ami az Illmitzi Biológiai Állomáson zajlik (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** fejezet) egyedül *Burgenland tartomány* finanszírozásában valósul meg. Magyarországon a VKI (a vízgyűjtő-gazdálkodási tervben foglaltak szerint) és az OMVB hatáskörén belül végzett monitoring programok megvalósítása a kormány (a Belügyminisztérium, az Országos Vízügyi Főigazgatóság és a Kormányhivatalok) felelőssége, míg a helyi szintű monitoring megtervezése, finanszírozása és kivitelezése az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság feladata.

Általában véve azonban mindkét monitoring megközelítés átfogó és korrekt képet ad a Fertő tó ökológiai állapotáról: a nemzeti monitoring által általánosabb szinten és jogilag a nemzeti szinten meghozott rendeletekben foglalt módon (ami összhangban van az OMVB döntésével), részletesebb szinten figyelembe véve a helyi szintű monitoring helyi illetőségű kérdéseit is.

Mivel a különböző közigazgatási szintek (Ausztriában a Szövetségi Köztársaság, az OMVB, Burgenland tartomány; Magyarországon az Országos Vízügyi Főigazgatóság, a Belügyminisztérium és a Kormányhivatalok, a VKI és a MOV) összehangolása kívül esik a Kezelési Terv hatáskörén, inkább műszaki kérdésekre helyezzük a hangsúlyt és tartózkodunk a közigazgatási feladatokat érintő javaslatok megfogalmazásától.

6.2.1.2 Hidromorfológia

Létre kell hozni egy bilaterális monitoring csoportot, melynek tagjai időről időre megtervezik, megvalósítják és összehangolják a szükséges, határokon átívelő, összeegyeztetett leltárakat és elemzéseket a Fertő tó – Seewinkel – Hanság természeti terület megóvásának és fejlesztésének összes térbeli szempontjából (a nádfejlődés, az ülepedés, valamint a nádfelhasználás térben és időben változó folyamatai, a tó számára releváns, térbeli szempontból releváns földhasználat ...).

A teljes tómedence felületdomborzata (az üledék felső és alsó pereme) és az abból eredő üledékdinamika a rendszeres monitoring (10 év) részévé vált. Javasoljuk a morfológiai változások értékelését történelmi és aktuális méréseken alapuló idősorok segítségével annak érdekében, hogy modellezhetőek legyenek az üledékesedési forgatókönyvek. Különös figyelmet kell fordítani a nádas övben található száraz területekre mint a vízszint egy működésére (új tószint – terület/térfogat görbe!) és a tógerincre a nyílt tó közelében ("Seewall"). A párolgás számítását és a kinyert adatokat, melyekről sok szó esett az elmúlt években, átláthatóvá és hozzáférhetővé kell tenni.

A nádcsatornamedrek vizsgálata, beleértve a fenéküledék összetételét, a hidromorfológiai monitoring részét kell, hogy képezze, hiszen ez összeköti a szállítási kapacitást a vízáramlásokkal és megmutatja az anyagok felhalmozódásának mintázatait a nádas övön belül, valamint a természetes csatornafeltöltődést.

Ajánlott továbbá a víz áramlásának folyamatos vizsgálata néhány kritikus csatorna keresztmetszetben annak érdekében, hogy hosszútávú betekintést nyerjünk a nádas öv és a nyílt tó közt zajló anyagszállítás értékeibe különböző vízszintek esetén. Átfolyásmérők alkalmazása közvetlen mérést tenne lehetővé, ám ezek drágák és hajlamosak az üzemzavarra. Ellenben a vízszintmérők egy konvencionálisabb és robusztusabb megközelítést képviselnek, és az átfolyó víz felszíni lejtéséhez illetve a csatornafolyás szállítási kapacitásához kötődnek. Ezek a mérők a releváns csatornatávolságok végpontjainál kerülnének bevetésre, folyamatos, nagyfrekvenciájú (pl. 15 perces) felvételekkel.

6.2.1.3 Nádas öv

A nádas öv változásainak (terjeszkedés, sűrűség, fiziológiai állapot) értékelése nem csak rövidtávú projektek tárgya kell, hogy legyen, hanem a rendszeres, hosszútávú monitoring részévé kell válnia, amely határokon átívelő, homogenizált adatszerzésen alapul a közös, tematikus feltérképezés érdekében (homogén, közös osztályozási kulcs!), körülbelül 10 éves időintervallumokban. Tartalmaznia kell a laterális nádnövekedést és a minőségi szempontokat is, hogy lehetővé váljon a nádosztályok és az üledékesedési körülmények hidromorfológiai paramétereinek (struktúra, száradási fázisok, falképződés ...) összehangolása azzal a céllal, hogy digitális nádtérképeket és üledékrétegekre vonatkozó digitális felszínmodelleket lehessen készíteni a nádas öv teljes területén. Figyelmet kell fordítani továbbá a *Schoenoplectus litoralis*-ra is. A közös nádosztályozást az OMVB szintjén kell megvalósítani.

6.2.1.4 Fizikai-kémiai paraméterek

A REBEN projekt eredményei egyértelműen rámutattak a nádas övben tapasztalható kémiai helyzet jelentőségére a nyílt tó szempontjából. Ezért javasoljuk mindkét helyi szintű operatív monitoring program nádas övi monitoring hálózatának összehangolását és kiterjesztését, a kompetens hatóságokkal (pl. Illmitzi Biológiai Állomás, Fertőrákosi Hidrometeorológiai Állomás, OMVB) együttműködve, ugyanis ezek információkkal tudnak szolgálni a partmenti zóna kémiai helyzetét illetően.

Hosszútávon a nyílt tó és a nádas öv adatai is a vízszint elemzésének alapját kell, hogy képezzék tószerte, valamint ezekből kell létrehozni egy háttéradatbázist egy új, 2027 után esedékes VKI monitoring tevékenységhez, ami nem korlátozódik a nyílt vízre.

Az osztrák helyi szintű operatív monitoring során kifejezetten ajánlott egy olyan mintavételi pont felvétele, ami közvetlenül a Vulka-csatornában található, mielőtt az belép a nyílt tóba, ugyanis így információt nyerhetünk a Vulka folyóból származó valódi bevitelről (pl. a Vulka nádas övön keresztül történő áramlása során bekövetkező transzformációs folyamat után). Összehasonlítás céljából a magyar helyi szintű operatív monitoring is tartalmaz egy helyszínt a Rákos-patak torkolatánál.

Továbbá, ami az osztrák helyi szintű operatív monitoring programot illeti, javasoljuk egy olyan ellenőrzőpont felvételét, ami a nagy, nyílt, barna vízű területek egyikén helyezkedik el, pl. az illmitzi kikötőhöz vezető utcától délre (a REBEN projekt mintavételi kampányainak IL9 helyszínével egyező).

Az osztrák oldal öbleiben és fürdőhelyein található megfigyelési helyszínek (az Illmitzi Biológiai Állomás jelenlegi monitoring tevékenységének részeként) egy jó áttekintést

adnak a szabadidős területekre gyakorolt lehetséges hatásokról és továbbra is a monitoring programban kell maradniuk, de össze kell hangolni őket a magyar helyi szintű operatív monitoring hálózattal, ami a nádas övre és a csatornákra fókuszál. Ezek információval szolgálnak a helyi aspektusokról és támogatják a tószerte mutatózó, hosszútávú tendenciák elemzését.

Ami a **mintavétel gyakoriságát** illeti: Míg az Ausztriában, a nyílt tóban található négy hivatalos VKI ellenőrzőpont nem nagyon különbözik egymástól a fizikai-kémiai paramétereket illetően, addig időben nagyon változatosak. Ennélfogva javasoljuk a mintavétel gyakoriságának növelését e négy jóváhagyott helyszínen, Ausztriában, az évi 4-ről havi szintűre (mint Magyarországon). Mivel az Illmitzi Biológiai Állomás által végzett, helyi szintű operatív monitoring programban amúgy is havi gyakorisággal valósul meg a mintavétel, ezek az adatok kerüljenek be az OMVB által jóváhagyott VKI monitoring programba³. Jelenleg csak 4 mintavételi időpont adatai kerülnek felhasználásra a VKI besoroláshoz, holott sokkal több adat állna rendelkezésre.

Ezenkívül az Illmitzi Biológiai Állomás helyi szintű operatív programjának néhány helyszínén egy teljes évre növelni kellene a megfigyelés időtartamát (a magyarországi gyakorlathoz hasonlóan, illetve ahogy ez Ausztriára is jellemző volt 2014-ig; jelenleg csak márciustól októberig tart). Mivel a tél során kialakuló helyzet nagymértékben befolyásolhatja a következő év alakulását, szükség van az ezen időszakból származó adatokra ahhoz, hogy megértsük a tápanyagszállítás folyamatait.

Ahhoz, hogy garantálni lehessen egy összehangolt és megalapozott adatkészletet, tesztvizsgálatok elvégzését javasoljuk **azon laboratóriumok összehasonlítása céljából**, melyek érintettek a kémiai monitoring tevékenységekben. Ezek természetes rutinná kell, hogy váljanak a laboratóriumok minőségbiztosítási rendszerében. Jelenleg Ausztriában az Illmitzi Biológiai Állomás és Magyarországon a GYMSM Kormányhivatal Környezetvédelmi Mérőközpont végez elemzéseket a VKI szerinti osztályozáshoz és vesz részt nemzeti interkalibrációs mérésekben minden évben. Az OMVB által elfogadott **paraméterek** listáját ki kell bővíteni és nem csak az összes foszfort (TP) és az ortofoszfát-P-t ($\text{PO}_4\text{-P}$, mint oldható reaktív foszfort), hanem az összes oldott foszforfrakciót is bele kell venni (DP = TP filtráció után). Ez információkkal szolgál a nem-reaktív oldható foszforról (polifoszfátok, szerves foszforvegyületek) és a partikuláris foszforfrakcióról. Továbbá javasoljuk a partikuláris anyagok (= lebegő szilárd részecskék) és az izzítási veszteség (= a lebegő szilárd részecskék szerves frakciója) felvételét az elemzett paraméterek listájára.

³ Ausztriában az évi 4 mintavételi alkalomra irányuló korlátozás a stabil, dimiktikus, oligotróf alpesi tavak esetére vezethető vissza, ahol ez az alacsony szám elegendőnek tekinthető (v.ö. Wolfram & Donabaum 2010). A gyorsan változó, mezotróf és eutróf tavak esetén kifejezetten ajánlott a több mintavételi alkalom.

A következő paraméterek elhagyhatók az OMVB monitoring programjából és a helyi szintű operatív monitoring programokból: TOC, COD, összes N, Kjeldahl-N és a redoxpotenciál.

Fontos kérdés az **adatok hozzáférhetősége a nyilvánosság** számára, ami amúgy is egy kötelezettség az Európai Parlament és az Európai Tanács a környezeti információkhoz való nyilvános hozzáféréséről szóló 2003/4/EC EU Irányelvének kiadása után (2003. január 28.). A fizikai-kémiai monitoring eredményeit **éves jelentésekben** kell összefoglalni a vízminőségre vonatkozóan és a két ország kompetens hatóságainak **honlapjain letölthető formában** elérhetővé kell tenni.

6.2.1.5 Mikroszennyezők

A Neusiedler See / Fertő tó érzékenysége a nyomanyagok okozta szennyeződésekre szükségessé teszi a mikroszennyezők rendszeres ellenőrzését

- a Vulka folyóban, mielőtt az belép a nádas övbe,
- a nádas öv után, valamint
- a tóban és néhány kiválasztott ellenőrzőponton a nádas övben,

(pl. 12 mintavétel az első évben, majd 6 a rákövetkező években), hogy megfigyelhessük a tó minőségének állapotát, valamint a kiválasztott anyagok viselkedését és hosszútávú alakulását. Ezért kérdéses a szabályozott anyagok teljes listájának ellenőrzése és inkább olyan anyagokat kellene kiválasztani az ilyen típusú monitoring tevékenységhez, melyek a különböző viselkedésmódozatok specifikus indikátoranyagainak számítanak, illetve ahol fennáll a környezetminőségi előírásokban foglaltak túllépésének kockázata.

Továbbá a csatornahelyreállítási, illetve üledékkotrás munkálatok során jelentkező üledékmozgás fő eseményeit is célorientált monitoring programok kell, hogy figyelemmel kísérjék, mely során kiválasztott nyomanyagok megfigyelése történik annak érdekében, hogy irányítható legyen ezen események anyagmobilizációra gyakorolt hatása. Ahogy a fenti esetben is, a teljes lista helyett inkább kiválasztott indikátoranyagok felvételét javasoljuk ezen monitoring programba is.

6.2.1.6 Biológiai minőségi elemek

A VKI azon követelménye, hogy monitorozzuk a biológiai minőségi elemeket és az OMVB jóváhagyása (7. táblázat) lényegében elegendőnek tekinthető, kivétel a **fitoplankton**, ugyanis esetében nem elég a 4 mintavétel ahhoz, hogy alapos betekintést nyerjünk egy gyorsan változó környezet algaközösségébe. Ehelyett havi rendszerességet javasolunk a

vegetációs időszakban (márciustól októberig, 8 alkalom). Azonban a monitoring tevékenység 3 helyszínrre csökkenthető Ausztriában (P4, P24⁴ és az új helyszín a nádas övben) és 1-re Magyarországon. Ez a változtatás Ausztriában $4 \times 4 = 16$ -ról $3 \times 8 = 24$ -re növelné a minták számát. Mindkét esetben mérlegelni kell a költségeket és a laboratóriumok kapacitását. Javasolt továbbá egy pár éves átmeneti időszak biztosítása a monitoring során, hogy lérehozható legyen egy adatbázis a monitoring program jövőbeli módosításához illetve kiegészítéséhez.

Ahogy a fizikai-kémiai paramétereknél, úgy itt is erősen ajánlott a laboratóriumi összehasonlító vizsgálat az adatkonzisztencia javításának céljából azért, hogy egymástól adatokat kaphassunk és erősíthessük bilaterális szaktudásunkat.

Mivel a tóban található **fitobentosz** gyakran nem része a VKI monitoringnak, nem tartjuk szükségesnek felvételét a rendszeres biológiai monitoring biológiai minőségi elemeinek listájára. A REBEN projekt is rávilágított több komoly bizonytalanságra és problémára a bentikus algák mintavételének standardizálását illetően, ami megnehezítette a megbízható és reprezentatív adatszolgáltatást. Azonban mivel a fitobentosszal kapcsolatos információk hozzájárulnak a belső folyamatok megértéséhez, ennek a biológiai minőségi elemnek célszerű szerepelnie a jövőbeli specifikus programokban.

A **halak** és **makrofiták** monitoring módszere maradjon az OMVB által elfogadott (hatévente egyszer, ideális esetben lefedve a tó egészét Ausztriában és Magyarországon, vagy közösen a két ország csoportjai által, a módszertan összehangolását követően).

A VKI számára releváns négy biológiai minőségi elemen túl, a felügyeleti megfigyelés részeként, javasoljuk a **zooplankton** felvételét mint további biológiai minőségi elemet a helyi szintű operatív monitoring programba. A zooplankton megfigyelésével folytatódik ugyanis az 1970-es évek óta zajló, hosszantartó és így nagyon értékes adatgyűjtési sorozat, melynek értékes információi nagyban segítik a fitoplanktonokkal és halakkal kapcsolatos monitoring adatok megértését és helyes értelmezését. Ezt az aspektust is meg kell vizsgálni költséghatékonysági és laborkapacitási szempontból.

Végül kezdeményezzük egy szakértői csoport létrehozását, melynek tagjai kiértékelik azon opciót, hogy **mikrobiológiai** aspektusok is bekerüljenek a jövőbeli biológiai monitoring tevékenységbe.

Ahogy a fizikai-kémiai paraméterek esetében is, a nemzeti monitoring erőfeszítések eredményeit ajánlatos összegezni kölcsönösen elfogadott (az elemzésekben résztvevő szakértők által megfogalmazott) **éves monitoring jelentésekben**, melyeket

⁴ A nyílt tó északi partján, egy vegyes mintavétel a P5, P24 és P27 ellenőrzőpontokon az 1 P24-es minta helyett egy lehetséges kompromisszumnak ígérkezik aközött, hogy csökkentjük a mintavételi pontok számát és lefedjük a tó nagy részének változatosságát és sokszínűségét.

hozzáférhetővé kell tenni a nyilvánosság számára, biztosítva a kompetens hatóságok honlapjairól történő ingyenes letöltés lehetőségét. Ausztriában hasonló megoldásokat találhatunk szinte minden egyéb szövetségi tartományban, pl. Tókutató Intézet (KIS) Karintiában⁵, Salzburg tartomány⁶, Boden-tó Nemzetközi Vízvédelmi Bizottság⁷.

6.2.1.7 Osztályozási módszer

Az interkalibrációs fázisban osztályozási módszerek százait hasonlították illetve hangolták össze szerte Európában (Birk *et al.* 2012). Ez a hatalmas erőfeszítés kiterjedt a folyókra, tavakra, átmeneti és parti vizekre. A tavak közül az alpesi tavak (Wolfram *et al.* 2009; Wolfram *et al.* 2014a) és a keleti kontinentális tavak (Borics *et al.* 2018) biológiai módszereit interkalibrálták. Ezen tanulmányok egyikében sem szerepel a Fertő tó, ami – egyedülálló sztyeppként – nem illik az EU Bizottsága (2002) és Poikane *et al.* (2014) által meghatározott nemzetközi tótípusokba.

Véleményünk szerint egyértelműen szükséges Ausztria és Magyarország nemzeti osztályozási módszereinek összevetése és összehangolása a fitoplanktonok, makrofiták és halak esetében, valamint a fizikai-kémiai paraméterek küszöbértékeit és osztályainak határait illetően. Ez nem új módszerek kifejlesztését jelenti, hanem sokkal inkább a meglévők összehasonlítását azzal a céllal, hogy adaptáljuk a nemzeti megközelítéseket és ezzel transzparenssé, reprodukálhatóvá és a nyilvánosság számára érthetővé tegyük az ökológiai állapot értékelését.

⁵ <https://kis.ktn.gv.at/Informationen/Seenberichte%20%28Archiv%29>

⁶ https://www.salzburg.gv.at/umweltnaturwasser_/Documents/grabensee_phosphor_neu.pdf (példa: Grabensee, összes foszfor)

⁷ <https://www.igkb.org/oeffentlichkeitsarbeit/limnologischer-zustand-des-sees-gruene-berichte/>

6.2.1.8 Összefoglaló táblázatok

10. táblázat. A fizikai-kémiai paraméterek javasolt megfigyelési helyszínei mint a közös felügyeleti megfigyelés része (megf.) a nemzeti RBMP szerint, az Osztrák-Magyar Vízügyi Bizottság megbízásából (OMVB), Burgenland tartomány és az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság helyi szintű operatív monitoring programjának (LOMP) részeként. A létező program változásait pirossal emeltük ki.

Ország	Szám	Mintavételi helyszín neve	megf.	OMVB	LOMP
Ausztria	1	Illmitzi öböl			+
	2	Illmitzi üdülőhely			+
	4	Nyílt tó, Apetlon / országhatár	+	+	
	5	Nyílt tó, Illmitz – Mörbisch	+	+	
	6	Nádas öv széle Mörbisch közelében			+
	8	Rusti öböl			+
	13	Nádas öv széle a donnerskircheni csatorna előtt			+
		A Vulka-csatorna nyílt tóba vezető torkolata előtt			új
	18	Breitenbrunni üdülőhely			+
	21	Neusiedl üdülőhely			+
	23	Weiden üdülőhely			+
	24	Nyílt tó, Breitenbrunn - Weiden	+	+	
	25	Nádas öv széle a Gols-csatorna előtt			+
	26	Podersdorf üdülőhely			+
	27	Nyílt tó, Donnerskirchen - Podersdorf	+	+	
	29	Nádas öv széle Podersdorf			+
	35	Országhatár Mörbisch-től délre			+
	36	Ruster Poschn			+
			Barna vízű nádmedence az illmitzi üdülőhelyhez vezető úttól délre		
Magyarország	1	Fertőbozi főcsatorna 1			+
	2	Körccsatorna 4			+
	3	Körccsatorna 3			+
	4	Körccsatorna 2			+
	5	Körccsatorna 1			+
	6	Fertőbozi főcsatorna 2			+
	7	Fertőbozi főcsatorna 3			+
	8	Fertőbozi főcsatorna 4			+
	9	Fertőbozi főcsatorna 5			+
	10	Meggyesi szél			+
	11	Madárvárta (HFCS)			+
	12	Fertőrákosi-öböl (öböl)	+	+	
	13	Herlakni-tó			+
	14	B0			+
	15	Nádas állomás			
	16	Virágosmajori főcsatorna 2			+

11. táblázat. Javasolt paraméterek és minőségi elemek. A létező program változásait pirossal emeltük ki.

Paraméter	Vizsgálati periódus	Gyakoriság/év AT + HU	Megfigyelési helyszínek
Fizikai-kémiai minőségi elemek			
Secchi mélység	évente	12x	minden helyszínen
TSS, LOI	évente	12x	minden helyszínen
Víz hőmérséklet	évente	12x	minden helyszínen
Oldott oxigén, O ₂ telítettség	évente	12x	minden helyszínen
pH	évente	12x	minden helyszínen
HCO ₃ , CO ₃	évente	12x	minden helyszínen
Összes lúgosság (ANC)	kalkulált	12x	minden helyszínen
Elektromos vezetőképesség	évente	12x	minden helyszínen
Ca, Mg, Na, K, Cl, SO ₄	évente	12x	minden helyszínen
PO ₄ -P, Oldott P, Összes P	évente	12x	minden helyszínen
Oldható, nem reaktív P, partikuláris P	kalkulált	12x	minden helyszínen
NO ₃ -N, NH ₄ -N, NO ₂ -N	évente	12x	minden helyszínen
Klorofill-a	évente	12x	minden helyszínen
DOC	évente	12x	minden helyszínen
TOC, COD, összes N, Kjeldahl-N, Redox	kihagyott	–	–
Specifikus szennyezők			
Nem szintetikus	évente	6–12x	OMVB
Szintetikus	évente	6–12x	OMVB
Biológiai minőségi elemek			
Fitoplankton	évente	8x	nyílt tó, legalább 1 helyszín a nádas övben
(Fitobentosz kihagyva)	–	–	–
Zooplankton	évente	8x	nyílt tó, legalább 1 helyszín a nádas övben
Alámerült makrofiták	hatévente	1x	egész tó
Halak	hatévente	1x	egész tó
Hidrológia			
Vízszint	évente	folyamatosan	már létező helyszíneken
Víz háztartás	évente	1x	egész tó
Hidromorfológia és a nádas öv			
Morfológia (üledékrétegek)	tízévente	1x	egész tó
Nádas öv	tízévente	1x	egész tó
Kölcsönösen elfogadott besorolás			
Ökológiai állapot *)	évente	1x	egész tó
Kémiai állapot **)	hatévente	1x	egész tó

*) a fitoplankton biológiai minőségi elem és – támogató elemeként – a fizikai-kémiai paraméterek alapján; hatéves periódusonként a makrofitákat és a halakat beleértve

**) a specifikus szennyezők alapján

6.2.2 A monitoring speciális követelményei

Míg a fent tárgyalt monitoring program a VKI rendszeres monitoring tevékenységét érinti (felügyeleti megfigyelés) és összhangban áll az OMVB által elfogadott monitoring tervvel, a konkrét kérdéseket külön monitoring programoknak kell tartalmaznia, melyeket vizsgálati megfigyelésnek nevezhetünk a VKI értelmében.

A következő két szempont messze nem tekinthető a nyitott kérdések átfogó listájának (ehhez lásd szintézisjelentés (Wolfram *et al.* 2020b)), ám a továbbiakban a nem rendszeres, eseményalapú monitoring részét kell képezniük.

1. Keveset (vagy talán semmit sem) tudunk a **tápanyagok és szennyezőanyagok kibocsátásáról** a csatornakerítés, üledéltávolítás és egyéb olyan, **a nádas övben történő műveletek** során, melyek érintik az üledékszállítás. Ez az aspektus már korábban is szóba került (Gunatilaka 1986) és mindmáig megválaszolatlan kérdés maradt. Ajánlatos e kérdéssel egy külön pilot projektben foglalkozni, majd ezt követően, párhuzamosan a fent említett beavatkozásokkal, el kell végezni az okok kivizsgálását, mintegy a **biznyítékok igazolásaképpen**. Az elemzéseknek le kell fedniük az üledék, a tápanyagok és a specifikus szennyezők területét.

2. Az egyedüli mintavételi kampányokat, mint azokat, amik a felügyeleti megfigyelés keretein belül és az OMVB monitoring programja szerint zajlottak, ajánlott kiegészíteni. Ehhez javasoljuk olyan rendszeres **online vízminőségmérő állomások** létrehozását, melyeket a jelen projektben is alkalmaztunk és az 5. REBEN jelentés is leír (Hainz *et al.* 2020). Ezek egyedülálló adatbázist nyújtanak a rövidtávú kémiai változások dokumentálását illetően és bepillantást engednek az anyagszállításba, amit nem lehet egyedüli mérésekből megállapítani. Végül (vízszint) nyomáspróbákkal javasolt kibővíteni és értékelni a hidraulikus modellezést. Az online állomások különösen hasznosak olyan helyszíneken, melyek hozzáférhetősége korlátozott és a rutin mintavétel időbeli erőfeszítései túl nagyok. Ezek különösen fontosak a mellékfolyók (Vulka, Gols-csatorna, Rákospatak) torkolatánál és olyan különleges alkalmakkor, melyeket az előző pontban taglaltunk (csatornakerítés, a nádas övben végzett műveletek).

6.2.3 Az intézkedések összefoglalása

6-1 Egy bilaterális monitoring csoport létrehozása, melynek tagjai időről időre megtervezik, elvégzik és egyeztetik a határokon átívelő, összehangolt leltárakat és a térségi aspektusokról szóló elemzéseket, beleértve a tómedencében zajló változásokat és a régióban való felhasználást, a tóra gyakorolt lehetséges hatásokkal együtt

- 6-2 A teljes tómedence felületdomborzatának (az üledék felső és alsó pereme) és a nádas övnek a rendszeres ellenőrzése (laterális növekedés, minőségi aspektusok, különösen a nádcsatornameder) 10 éves intervallumokban (v.ö. 4-6 intézkedés)
- 6-3 Határokon átnyúló, homogenizált adatszerzés és tematikus feltérképezés egy homogén nádosztályozási kulcs létrehozása érdekében
- 6-4 A fizikai-kémiai paraméterek és a biológiai minőségi elemek paramétereinek, ellenőrzőpontjainak és mintavételi gyakoriságának adaptálása a 10. és 11. táblázatban javasoltaknak megfelelően
- 6-5 Egy szakértői csoport létrehozása, melynek tagjai kiértékelik azon opciót, hogy mikrobiológiai aspektusok is bekerüljenek a jövőbeli biológiai monitoring tevékenységbe (a higiéniai-bakterológiai monitoringon kívül).
- 6-6 A kémiai állapotot és a fitoplanktonokat illető rendszeres összehasonlító tesztek természetes rutinná alakítása az érintett laboratóriumok minőségbiztosítási rendszeréinek keretein belül
- 6-7 A nemzeti osztályozási módszerek interkalibrálása és összehangolása a biológiai minőségi elemekre és a releváns fizikai-kémiai paraméterek küszöbértékeire (osztályainak hatáira) vonatkozóan
- 6-8 Éves vízminőség jelentések készítése, beleértve az ökológiai állapot osztályozását is, majd annak biztosítása, hogy ezek ingyenesen letölthetőek legyenek a nyilvánosság számára a kompetens hatóságok honlapjairól
- 6-9 Rendszeres vizsgálati programok létrehozása bizonyítékigazolás céljából, a kotrásokból és más, nádas övi (vagy nádas öv közeli) műveletekből adódó tápanyag- és szennyezőanyag-kibocsátás dokumentálására
- 6-10 Rendszeres online vízmérő állomások létesítése a rövidtávú változások és az anyagszállítás dokumentálására, valamint a hidraulikus modellek értékelését szolgáló adatbázisként. Ezeket a mellékfolyók torkolatánál kell használni, valamint a rövidtávú hatások során keletkező bizonyítékok igazolására. Ezek a mérők a releváns csatornatávolságok végpontjainál kerülnének bevetésre, folyamatos, nagyfrekvenciájú felvételekkel.

7 KÖTELEZETTSÉGEK

Az előző fejezetekben 33 intézkedés és alintézkedés került meghatározásra a következő területeken:

- vízgyűjtő terület,
- mellékfolyók,
- üledékkezelés,
- nádkezelés és
- monitoring

Néhány ezek közül, nyilvánvaló okokból egy országot érint (pl. a Vulkához kötődők), míg más intézkedéseket csak közösen lehet megvalósítani mindkét oldalon (pl. határokon átívelő, homogenizált adatkészletek és térképek).

Mindezekén túl, néhány intézkedés kiemelten fontos és az Osztrák-Magyar Vízügyi Bizottság hatáskörébe kell, hogy tartozzon, míg mások, amik ezen túlmutatnak, nemzeti szintű döntéseket és megvalósítást igényelnek. Ettől függetlenül minden intézkedéssel kapcsolatban rendszeres információcserére van szükség.

Az alábbi táblázatok összefoglalják a 33 intézkedés relevanciáját és a két ország hatáskörét az OMVB-on belül és kívül.

12. táblázat. Az intézkedések relevanciája és hatásköre.

Intézkedés	Rövid leírás	OMVB-on belül		OMVB-on kívül	
		AT	HU	AT	HU
	Vízgyűjtő terület				
2-1	A szennyeződéssirányítás specifikus koncepciói	+	+		
2-2	A mezőgazdasági erózió csökkentése			+	(+)
2-3	Az üledékvisszatartó medence értékelése			+	+
2-4	A kibocsátási forrás és útvonal irányítása, a szennyeződés viselkedésének kutatása, költségbecslés	+	+		
	Mellékfolyók				
3-1 - 3-4	A Vulka folyó diffúz áramlása a nádas övön keresztül			+	
3-5	A Vulka torkolatának digitális elevációs modellje			+	
3-6	Rákos-patak visszatartó medence				+
	Üledékkezelés				
4-1	A gátszabályozási rendelet értékelése	+	+		

Intézkedés	Rövid leírás	OMVB-on belül		OMVB-on kívül	
		AT	HU	AT	HU
4-2	A külső vízellátás értékelése	+	+		
4-3	A meglévő hálózat megerősítése Ausztriában			+	
4-4	Állandó üledékeltávolítás			+	?
4-5	GIS-alapú dokumentáció az üledékbe való beavatkozásokról	+	+		
4-6	Az üledékrétegek határokon átnyúló felmérése digitális felszínmodellek megalkotásához	+	+		
	Nádkezelés				
5-1	Információ- és dokumentumváltás egyeztetése a GIS-ben			+	+
5-2	A nádvágás fenntartható gyakorlata			+	?
5-3	A fenntartható nádaratás közvetlen és közvetett támogatásának megfontolása			+	?
5-4	Tűzkezelés és a régi nádállomány eltávolítása			+	+
5-5	A gát megemelt küszöbszintjének értékelése	+	+		
5-6	A nyílt tó és a nádas öv közti kicserélődés támogatása ... lásd intézkedések 4-3ff				
5-7	Tudásbeli hiányosságok felszámolása a szervesanyag-felhalmozódást illetően	+	+		
5-8	Geoadatbázis a nád osztályozására és a nádas övbe való beavatkozások térbeli-időbeli dokumentálására	+	+		
	Monitoring				
6-1	Kölcsönös monitoring csoport	+	+		
6-2	A tómedence felületdomborzatának rendszeres ellenőrzése	+	+		
6-3	Határokon átnyúló, homogenizált adatkészletek és térképek	+	+		
6-4	Fizikai-kémiai és biológiai megfigyelés alkalmazása			+	+
6-5	Egy mikrobiológiai szakértői csoport létrehozása	+	+		
6-6	Kémiai és biológiai összehasonlító vizsgálatok			+	+
6-7	Az országos osztályozási módszerek összehangolása	+	+		
6-8	Éves vízminőség jelentések a nyilvánosság számára			+	+
6-9	A szennyezőanyagok kotrás során történő felszabadulásával kapcsolatos bizonyítékok megóvása			+	+
6-10	Online vízminőségmérő állomások és vízszintmérők			+	+

8 IRODALOMJEGYZÉK

Armstrong, J. & W. Armstrong, 2001. An overview of the effects of phytotoxins on *Phragmites australis* in relation to die-back. *Aquatic Botany* 69(2-4):251-268 doi:10.1016/s0304-3770(01)00142-5.

Baran, M., Z. Váradyová, S. Krácmár & J. Hedbávny, 2002. The common reed (*Phragmites australis*) as a source of roughage in ruminant nutrition. *Acta Vet Brno* 71:445-449.

Berger, F. & F. Neuhuber, 1979. The hydrochemical problem. In Löffler, H. (ed) *Neusiedlersee - the limnology of a shallow lake in Central Europe Monographiae Biologicae* 37. Dr. W. Junk bv Publ., The Hague - Boston - London, 89-99.

BGBl. II Nr. 99/2010 idgF, Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer – QZV Ökologie OG. Wien.

Binz-Reist, H.-R., 1989. Mechanische Belastbarkeit natürlicher Schilfbestände durch Wellen, Wind und Treibzeug. PhD, ETH Zürich.

Birk, S., W. Bonne, A. Borja, S. Brucet, A. Courrat, S. Poikane, A. Solimini, W. Bund, N. Zampoukas & D. Hering, 2012. Three hundred ways to assess Europe's surface waters: An almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive. *Ecological Indicators* 18:11.

Blaschke, A. P., 2020. Hydrologie. Teilbericht Nr. 1 im Rahmen der angewandten hydrologischen und limnologischen Basisuntersuchungen zum Projekt REBEN – Reed Belt Neusiedler See/Fertő (Interreg-Projekt AT-HU 2014-20). Studie im Auftrag des Amtes der Bgld. Landesregierung, Abt. 5 – Baudirektion, Wien.

BMLFUW, 2015. 2. Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP). Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

BMLRT, 2020a. Erstellung des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans 2021 – Zeitplan, Arbeitsprogramm, geplante Anhörungsmaßnahmen. BMLRT.
https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/plan_gewaesser_ngp/nationaler_gewaesserbewirtschaftungsplan-ngp/ngp_arbeitsprogramm_2018.html Accessed 1. Oktober 2020.

BMLRT, 2020b. H2O Fachdatenbank, Version 5.1.2.
<https://wasser.umweltbundesamt.at/h2odb/fivestep/abfrageQdPublic.xhtml> Accessed 29. September 2020.

Borics, G., G. Wolfram, G. Chiriac, D. Belkinova, K. Donabaum & S. Poikane, 2018. Intercalibration of the national classifications of ecological status for Eastern Continental lakes. *Biological quality Element: Phytoplankton*. EUR 29338 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Burian, K., R. Maier, H. Sieghardt, O. Hammer & G. Teuschl, 1986. Produktionsbiologische Untersuchungen an *Phragmites*-Beständen im geschlossenen Schilfgürtel des Neusiedler Sees. *Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland* 72:189-221.

Clara, M., A. Draxler & K. Deutsch, 2015. Fisch-Untersuchungsprogramm 2013: GZÜV Untersuchungen. Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

- Csaplovics, E., 1982. Interpretation von Farbinfrarotbildern - Schilfkartierung Neusiedler See. Geowiss Mitt (TU Wien) 23.
- Csaplovics, E., 2019. Der Schilfgürtel des Neusiedler Sees. Österr Wasser- und Abfallw 71:494-507.
- Csaplovics, E., L. Bácsatyai, I. Márkus & A. Sindhuber, 1997. Digitale Geländemodelle des Neusiedler Seebeckens. Wiss Arb Bgld 97.
- Csaplovics, E., G. Király & I. Márkus, 2014a. 2.4 Entwicklung des Schilfgürtels. In Wolfram, G., L. Déri & S. Zech (eds) Strategiestudie Neusiedler See - Phase 1. Studie im Auftrag der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission, Wien - Szombathely, pp. 36-42.
- Csaplovics, E., T. Krámer, J. Józsa, K. Homoródi & M. Kiss, 2014b. 2.3 Hydromorphologie. In Wolfram, G., L. Déri & S. Zech (eds) Strategiestudie Neusiedler See - Phase 1. Studie im Auftrag der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission, Wien - Szombathely, pp. 25-35.
- Csaplovics, E. & J. Schmidt, 2011a. Mapping the Austrian reed bed of Lake Neusiedl by means of airborne optical scanner imagery. Paper presented at the International Symposium on Advanced Methods of Monitoring Reed Habitats in Europe (Fernerkundung und angewandte Geoinformatik 9), Illmitz, 25-26 November 2010.
- Csaplovics, E. & J. Schmidt, 2011b. Schilfkartierung Neusiedler See, Ausdehnung und Struktur der Schilfbestände des Neusiedler Sees-Projektmanagement, Erfassung und Kartierung des österreichischen Anteils durch Luftbildklassifikation. Projekt-Abschlussbericht, OeNB Burgenland, Eisenstadt, Dresden.
- Csaplovics, E., G. Wolfram, G. Kum & P. Riedler, 2020. Schilfstruktur und Morphologie. Teilbericht Nr. 2 im Rahmen der angewandten hydrologischen und limnologischen Basisuntersuchungen zum Projekt REBEN – Reed Belt Neusiedler See/Fertő (Interreg-Projekt AT-HU 2014-20). Studie im Auftrag des Amtes der Bgld. Landesregierung, Abt. 5 – Baudirektion, Wien.
- Dietrich, R. & N. Gamauf, 1998. Vorprojekt: Schilfnutzung am Neusiedler See. Studie i.A. des Amtes der Bgld. Landesregierung, Eisenstadt.
- Dinka, M., 1991. Schwermetallbelastung zweier seichter Seen (Neusiedler See und Balaton – Österreich und Ungarn. Mitt österr geol Ges 83:9-22.
- ÉDU-KÖVIZIG, 2011. Wasserrechtliche Bewilligung zur Wehranlage Mekszikópuszta vom 28.07.2011 (Zl. 854-9/2011). Umweltschutz, Naturschutz und Wasseraufsicht Nordtransdanubien, Győr.
- eHyd, 2020. Messstellen und Daten. Accessed 2nd October 2020.
- EU Commission, 2002. CIS Guidance document No. 6: Towards a guidance on establishment of the Intercalibration network and on the process of the Intercalibration exercise. Produced by Working Group 2.5 - Intercalibration.
- European Commission, 2013. Directives 2013/39/EC of the European Parliament and of the Council of 12 August 2013 amending Directives 2000/60/EC and 2008/105/EC as regards priority substances in the field of water policy. Brussels.
- Fertő 2019 Consortium, 2019a. Investigations supporting water management planning to protect the water quality of Lake Neusiedl. 2. Test methods and evaluation of results for water and sediment samples. REBEN – Reed Belt Neusiedl – Joint Approach for Ensuring the Water Quality of Lake Neusiedl (AT-HU 53. Interreg project), Budapest.

Fertő 2019 Consortium, 2019b. Investigations supporting water management planning to protect the water quality of Lake Neusiedl. 3. Examination of phytobenthos. REBEN – Reed Belt Neusiedl – Joint Approach for Ensuring the Water Quality of Lake Neusiedl (AT-HU 53. Interreg project), Budapest.

Fertő 2019 Consortium, 2019c. Investigations supporting water management planning to protect the water quality of Lake Neusiedl. 4. Investigation of biological water qualification parameters in Lake Neusiedl: phytoplankton, zooplankton, aquatic macrophyte. REBEN – Reed Belt Neusiedl – Joint Approach for Ensuring the Water Quality of Lake Neusiedl (AT-HU 53. Interreg project), Budapest.

Fertő 2019 Consortium (Hungary), 2020. Investigations supporting water management planning to protect the water quality of Lake Neusiedl. Synthesis of the results. REBEN – Reed Belt Neusiedl – Joint Approach for Ensuring the Water Quality of Lake Neusiedl (AT-HU 53. Interreg project), Budapest – Győr – Sopron.

Führer, E., 2010. Schnittpunkte der Schilfwirtschaft und des Naturschutzes am Neusiedler See. Univ. Bodenkultur.

Fürnweiger, G., E. Sigmund & G. Wolfram, 2019. Fischökologisches Monitoring Neusiedler See, Befischungen innerer Schilfgürtel. Tätigkeitsbericht 2019. Zwischenbericht i.A. des Nationalparks Neusiedler See - Seewinkel, Wien.

Gassner, H. & D. Achleitner, 2008. Fischbestandserhebung des Neusiedlersees (2006). Studie i.A. des BMLFUW und in Zusammenarbeit mit der Biolog. Station Neusiedler See, Scharfling, 21 pp.

Gelosia, M., G. Cavalaglio, F. Cotana, A. L. Pisello, E. Pompili & D. Ingles, 2015. Sustainable Ethanol Production from Common Reed (*Phragmites australis*) through Simultaneous Saccharification and Fermentation. Sustainability 7 doi:10.3390/su70912149.

Großschartner, M., 2020. Neusiedler See. Monitoring Zooplankton 2019. Studie i.A. des Amtes der Bgld. Landesregierung, Abt. 4 Naturschutz & Abt. 5 Baudirektion, Wien.

Gunatilaka, A., 1986. Nährstoffkreisläufe im Schilfgürtel des Neusiedler Sees - Auswirkungen des Grünschnittes. Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 72:223-310.

Hainz, R., G. Kum, G. Lindner, P. Blaschke, G. Wolfram, O. Zoboli & M. Zessner, 2020. Online-Sonden und Freilandversuche. Teilbericht Nr. 5 im Rahmen der angewandten hydrologischen und limnologischen Basisuntersuchungen zum Projekt REBEN – Reed Belt Neusiedler See/Fertő (Interreg-Projekt AT-HU 2014-20). Studie im Auftrag des Amtes der Bgld. Landesregierung, Abt. 5 – Baudirektion, Wien.

Herzig, A., E. Miksch, B. Auer, A. Hain, A. Wais & G. Wolfram, 1994. Fischbiologische Untersuchung des Neusiedler See. BFB-Bericht 81:1-125.

Hietz, P., 1989. I. Zur Freisetzung von Nährstoffen aus dem Litter von *Phragmites australis* im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. AGN.

Horváth, L. & M. Pannonhalmi, 1989. A Fertő tó mederüledékének nehézfém szennyezettsége. Hidrológiai Közöny 69(4):220-223.

Hydrographischer Dienst Burgenland, 2020. Die Neusiedler See Stationen. <https://wasser.bgld.gv.at/hydrographie/der-neusiedler-see> Accessed 2. Oktober 2020.

Király, G., 2019. Investigations supporting water management planning to protect the water quality of Lake Neusiedl. 5. Investigation of reed structure. REBEN – Reed Belt Neusiedl – Joint Approach for Ensuring the Water Quality of Lake Neusiedl (AT-HU 53. Interreg project), Budapest.

- Korner, I., E. Nemeth, A. Ambrus, M. Dvorak, B. Kohler, A. Pellingner & G. Takács, 2014. 4.1 Naturschutzaspekte am Neusiedler See, im Seewinkel und im Hanság. In Wolfram, G., L. Déri & S. Zech (eds) Strategiestudie Neusiedler See – Phase 1. Studie im Auftrag der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission, Wien - Szobathely, pp. 92-123.
- Kovacs, A., M. Honti, M. Zessner, A. Eder, A. Clement & G. Blöschl, 2012. Identification of phosphorus emission hotspots in agricultural catchments. *Science of the Total Environment* 433:74-88.
- Krachler, R., R. Krachler, A. Stojanovic, B. Wielander & A. Herzig, 2009. Effects of pH on aquatic biodegradation processes. *Biogeosciences Discuss* 6:13.
- Krámer, T., J. Szilágyi & E. Nagy, 2019. Investigations supporting water management planning to protect the water quality of Lake Neusiedl. 1. Hydrological and hydrodynamic conditions. REBEN – Reed Belt Neusiedl – Joint Approach for Ensuring the Water Quality of Lake Neusiedl (AT-HU 53. Interreg project), Budapest.
- Krisa, H., 2020. Untersuchung des Phytoplanktons des Neusiedler Sees im Rahmen der GZÜV Gutachten zur Saison 2019. Gutachten i.A. des Amtes der Bgld. Landesregierung, Abt. 5 Baudirektion, Wien.
- Krisa, H., M. Großschartner, E. Sigmund, F. G & G. Wolfram, 2020. Lebensgemeinschaften. Teilbericht Nr. 4 im Rahmen der angewandten hydrologischen und limnologischen Basisuntersuchungen zum Projekt REBEN – Reed Belt Neusiedler See/Fertő (Interreg-Projekt AT-HU 2014-20). Studie im Auftrag des Amtes der Bgld. Landesregierung, Abt. 5 – Baudirektion, Wien.
- Kubu, G., 2010. Grundlagen und Ergebnisse der Experten zur Neufassung der Wehrbetriebsordnung für die Wehranlage Mekszikópuszta am Rand des Neusiedler Sees. Studie i.A. des Amtes der Bgld. Landesregierung, Wien - Eisenstadt, 6 pp.
- Lastrucci, L., D. Gigante, O. Vaselli, B. Nisi, D. Viciani, L. Reale, A. Coppi, V. Fazzi, G. Bonari & C. Angiolini, 2016. Sediment chemistry and flooding exposure: A fatal cocktail for *Phragmites australis* in the Mediterranean basin? *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 52:365-377 doi:10.1051/limn/2016023.
- Löffler, H., 1974. Der Neusiedlersee, Naturgeschichte eines Steppensees. Verlag Fritz Molden, Wien, 175 pp.
- Márkus, I. & G. Király, 2011. The evolution of the Hungarian reed classification systems. In: Csaplovics, E. & J. Schmidt (eds) *International Symposium on Advanced Methods of Monitoring Reed Habitats in Europe*, Rhombos, Berlin, 2011. p 131-144.
- National General Directorate for Water Management, 2020. Water levels. <http://www.vizugy.hu/> Accessed 2nd October 2020.
- Nemeth, E., M. Dvorak, T. Knoll, B. Kohler, S. Mühlbacher & F. Werba, 2014. Managementplan für den Neusiedler See als Teil des Europaschutzgebiets Neusiedler See - Nordöstliches Leithagebirge. Studie im Auftrag des Vereins BERTA (Burgenländische Einrichtung zur Realisierung Technischer Agrarprojekte), BirdLife Österreich, Wien, 245 pp.
- Obolewski, K., A. Strzelczak & A. Kiepas-Kokot, 2007. Chemical composition of reed *Phragmites australis* [Cav.] Trin. ex Steud. versus density and structure of periphyton in various aquatic ecosystem. *Journal of Elementology* 12.
- Országos Vízjelző Szolgálat [National Water Service], 2020. Annual water level tables based on morning measurements. http://www.hydroinfo.hu/html/archivum/archiv_tabla.html.

- Ostendorp, W., 1988. Nährstoffkreisläufe und Nährstoffakkumulation in Seeufer-Röhrichten - Am Beispiel des Bodensee-Untersees. *Telma* 18:351-372.
- Ostendorp, W., 1989. 'Die-back' of reed in Europe - a critical review of literature. *Aquatic Botany* 35(1):5-26.
- Ostendorp, W., 1993. Schilf als Lebensraum. *Beih Veröff Naturschutz Landschaftspflege Bad-Württ (Karlsruhe)* 68:173-280.
- ÖWAV, 2020. Positionen und Forderungen der Wasserwirtschaft in Österreich. ÖWAV-Positionspapier. Verfügbar unter: <https://www.oewav.at/Page.aspx?target=388831>, Wien.
- Pall, K., S. Hippeli, V. Mayerhofer, S. Mayerhofer, G. Hoheneder & S. Pall, 2013. Makrophytenkartierung Neusiedlersee - Basiserhebung und Bewertung nach Wasserrahmenrichtlinie. Untersuchung im Auftrag der Landesregierung Burgenland und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Pannonhalmi, M., 2014. Fertő tó magyarországi tórész mederüledék vizsgálata 2014. Magyar Hidrológiai Társaság . XXXIII Országos Vándorgyűlés 2015, Szombathely.
- Poikane, S., N. Zampoukas, A. Borja, S. P. Davies, W. van de Bund & S. Birk, 2014. Intercalibration of aquatic ecological assessment methods in the European Union: Lessons learned and way forward. *Environmental Science and Policy* 44:237–246.
- Pyšek, P., H. Skalova, J. Čuda, W. Guo, J. Doležal, O. Kauzal, C. Lambertini, K. Pyšková, H. Brix & L. Meyerson, 2019. Physiology of a plant invasion: Biomass production, growth and tissue chemistry of invasive and native *Phragmites australis* populations. *Preslia* 91:51-75 doi:10.23855/preslia.2019.051.
- Rank, D., 1986. Das neue Bild des Grundwasserhaushaltes im Neusiedlersee-Gebiet: Ergebnisse von Isotopenuntersuchungen. *Wasser und Abwasser* 30:293-323.
- Reif, D., O. Zoboli & M. Zessner, 2020. Laborversuche. Teilbericht Nr. 6 im Rahmen der angewandten hydrologischen und limnologischen Basisuntersuchungen zum Projekt REBEN – Reed Belt Neusiedler See/Fertő (Interreg-Projekt AT-HU 2014-20). Studie im Auftrag des Amtes der Bgld. Landesregierung, Abt. 5 – Baudirektion, Wien.
- Reitinger, J., R. Schmalfluss & H. Mahler, 1991. Aspekte zum Wasserhaushalt des Neusiedler Sees. *BFB-Bericht* 77:101-107.
- Ritterbusch-Nauwerck, B., 1995. Das Schilf in Litzlberg, Gemeinde Seewalchen / Attersee. II. Vermessung und ökologische Untersuchung. Studie i.A. des Amtes der OÖ Landesregierung.
- Rodewald-Rudescu, L., 1974. Das Schilfrohr (*Phragmites communis* Trinius). *Die Binnengewässer* Band 27. E. Schweizerbart'sche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 302 pp.
- Sailer, C. & K. Maracek, 2019. Der Neusiedler See - ein Überblick. *Österr Wasser- und Abfallw* doi:10.1007/s00506-019-00621-3.
- Streng, E., C. Weinberger, G. Hepp, M. Samhaber, M. Kuderna & M. Zessner, in prep. Identifikation von Hotspotflächen für erosive Feinsediment- und Phosphoreinträge als Grundlage für eine zielgerichtete landwirtschaftliche Beratung und Maßnahmenetzung in oberösterreichischen Fließgewässern. Projektbereich im Auftrag des Landes Oberösterreich, Wien.
- Whittaker, G. & G. Likens, 1975. The biosphere and man. *Ecol Stud* 14(305-328).
- Wolfram, G., C. Argillier, J. de Bortoli, F. Buzzi, A. Dalmiglio, M. T. Dokulil, E. Hoehn, A. Marchetto, P.-J. Martinez, G. Morabito, M. Reichmann, S. Remec-Rekar, U. Riedmüller, C. Rioury, J. Schaumburg, L.

- Schulz & G. Urbanic, 2009. Reference conditions and WFD compliant class boundaries for phytoplankton biomass and chlorophyll-a in Alpine lakes. *Hydrobiologia* 633:45-58.
- Wolfram, G., A. P. Blaschke, R. Hainz, P. Riedler, M. Zessner & O. Zoboli, 2020a. Synthese. Teilbericht Nr. 7 im Rahmen der angewandten hydrologischen und limnologischen Basisuntersuchungen zum Projekt REBEN – Reed Belt Neusiedler See/Fertő (Interreg-Projekt AT-HU 2014-20). Studie im Auftrag des Amtes der Bgld. Landesregierung, Abt. 5 – Baudirektion, Wien.
- Wolfram, G., E. Boros, A. P. Blaschke, R. Hainz, G. Kíraly, T. Krámer, R. Mayer, M. Pannonhalmi, P. Riedler, M. Zessner, I. Vass & O. Zoboli, 2020b. Austrian-Hungarian Synthesis. Report No. 8 of the Applied hydrological and limnological basic investigations for the project REBEN – Reed Belt Neusiedler See/Fertő (Interreg-Projekt AT-HU 2014-20). Amt der Burgenländischen Landesregierung, Abt. 5 – Baudirektion, and the Nord-Transdanubische Direktion für Wasserwesen, IX. Abt. für Hochwasserschutz & Flussmanagement, Vienna – Budapest – Győr.
- Wolfram, G., F. Buzzi, M. Dokulil, M. Friedl, E. Hoehn, C. Laplace-Treyture, M. Menay, A. Marchetto, G. Morabito, M. Reichmann, Š. Remec-Rekar, U. Riedmüller & G. Urbanič, 2014a. Alpine Lake Phytoplankton ecological assessment methods. JRC Reports: Water Framework Directive Intercalibration Technical Report, Luxembourg - Ispra.
- Wolfram, G., L. Déri & S. Zech, 2014b. Strategiestudie Neusiedler See – Phase 1 / Fertő tó Stratégiai Tanulmány – 1. Studie im Auftrag der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission / Osztrák Vízügyi Bizottság megbízásából, Wien - Szombathely, 246 pp.
- Wolfram, G. & K. Donabaum, 2010. Leitfaden zur typspezifischen Bewertung gemäß WRRL – Allgemein physikalisch-chemische Parameter in Seen, idgF.
- Wolfram, G., K. Donabaum & M. Dokulil, 2011. Bewertung des ökologischen Zustandes des Neusiedler Sees anhand des Biologischen Qualitätselements Phytoplankton. Studie i.a. des BMLFUW, Wien, 63 pp.
- Wolfram, G., R. Hainz, S. Hintermaier, G. Kum, P. Riedler, M. Zessner, O. Zoboli & A. Herzig, 2019. Eintragspfade, Umsetzungsprozesse und Langzeitveränderungen von Nährstoffen im Neusiedler See. Österr Wasser- und Abfallw doi:doi.org/10.1007/s00506-019-00620-4.
- Wolfram, G. & A. Herzig, 2013. Nährstoffbilanz Neusiedler See. *Wiener Mitteilungen* 228:317-338.
- Wolfram, G., E. Miksch, A. Wolfram-Wais & A. Hain, 2001. Fischökologische Untersuchung des Schilfgürtels des Neusiedler Sees. Studie i.A. des Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel, Wien, 174 pp.
- Wolfram, G., P. Riedler, R. Hainz, S. Hintermaier, M. Zessner, O. Zoboli, E. Saracevic, R. D & A. Amann, 2020c. Physikalisch-chemische Parameter und Schadstoffe. Teilbericht Nr. 3 im Rahmen der angewandten hydrologischen und limnologischen Basisuntersuchungen zum Projekt REBEN – Reed Belt Neusiedler See/Fertő (Interreg-Projekt AT-HU 2014-20). Studie im Auftrag des Amtes der Burgenländischen Landesregierung, Abt. 5 – Baudirektion, Wien.
- Zessner, M., 2008. The combined approach - a challenge for border crossing water quality issues in Austria. *Water Science and Technology* 58(10):1917-1923.
- Zessner, M., O. Gabriel, K. Schilling, M. Pannonhalmi, L. Sutheo, M. Kovács, I. Toth, A. Clement, T. Karches, F. Szilagy, T. Kramer, J. Jozsa, G. Wolfram, K. Ruzicska & S. Hintermaier, 2012. Neusiedler See - Ökodynamische Rehabilitation. Betrachtungen zur Wasserqualität der Raab. Studie i.A. des Amtes der Burgenländischen Landesregierung, Abteilung 9 – Wasser und Abfallwirtschaft, Wien, Budapest, Győr, 189 pp.

Zessner, M., S. Höfler, C. Weinberger, O. Gabriel, M. Kuderna, E. Strenge & G. Gumpinger, 2019a. Feinsediment- und Phosphorproblematik in oberösterreichischen Fließgewässern und Ansätze zur Lösung. Projektbericht im Auftrag des Landes Oberösterreich, Wien, 34 pp.

Zessner, M., O. Zoboli, G. Hepp, M. Kuderna, C. Weinberger & O. Gabriel, 2016. Shedding light on increasing trends of phosphorus concentration in Upper Austrian rivers. *Water* 404(8):1-16.

Zessner, M., O. Zoboli, D. Reif, A. Amann, E. Sigmund, G. Kum, Z. Saracevic, E. Saracevic, S. Kittlaus, J. Krampe & G. Wolfram, 2019b. Belastung des Neusiedler Sees mit anthropogenen Spurenstoffen: Überlegungen zu Herkunft und Verhalten. *Österr Wasser- und Abfallw* 71(11):522-536
doi:<https://doi.org/10.1007/s00506-019-00623-1>.

9 MELLÉKLET

9.1 List of monitoring sites and coordinates of the national monitoring programmes

Table 1. Names and location of monitoring sites in the local operational monitoring for Lake Neusiedl, carried out by the Biological Station Illmitz in Austria and by the Fertő tavi Hydrometeorological Station in Hungary.

Country		Sampling site	WGS
Austria	1	Bay of Illmitz	
	2	Illmitz resort	
	4	South state border	N47° 53.97' E16° 48.18'
	5	Illmitz – Mörbisch	N47° 51.19' E16° 45.87'
	6	Reed edge near Mörbisch	
	8	Bay of Rust	
	13	Reed edge in front of Donnerskirchen channel	
	18	Breitenbrunn resort	
	21	Neusiedl resort	
	23	Weiden resort	
	24	Weiden	N47° 41.03' E16° 45.58'
	25	Reed edge in front of Gols channel	
	26	Podersdorf resort	
	27	Donnerskirchen	N47° 45.24' E16° 43.43'
	29	Reed edge Podersdorf	
	35	State border South of Mörbisch	
36	Ruster Poschn		
Hungary	1	Fertőbozi főcsatorna 1	N47° 41.529' E16° 43.693'
	2	Körccsatorna 4	N47° 39.930' E16° 48.491'
	3	Körccsatorna 3	N47° 39.897' E16° 46.709'
	4	Körccsatorna 2	N47° 40.013' E16° 44.823'
	5	Körccsatorna 1	N47° 40.157' E16° 44.062'
	6	Fertőbozi főcsatorna 2	N47° 40.269' E16° 43.485'
	7	Fertőbozi főcsatorna 3	N47° 39.564' E16° 43.347'
	8	Fertőbozi főcsatorna 4	N47° 38.938' E16° 43.243'
	9	Fertőbozi főcsatorna 5	N47° 38.380' E16° 43.152'
	10	Meggyesi szél	N47° 44.337' E16° 41.100'
	11	Madárvárta (HFCS)	N47° 40.640' E16° 48.491'
	12	Fertőrákosi öböl	N47° 43.426' E16° 41.788'
	13	Herlakni-tó	N47° 41.088' E16° 42.827'
	14	B0	N47° 44.230' E16° 42.932'
	15	Nádas állomás	N47° 42.918' E16° 40.672'
	16	Virágsmajori főcsatorna 2	N47° 43.485' E16° 40.499'

9.2 List of pollutants in the national monitoring in Hungary

Table 2. Parameters investigated in Hungary every 3 years.

As-total µg/l	Trichlorethylene µg/l	PCB-28 µg/l
As-dissolved µg/l	Tetrachlorethylene µg/l	Trifluralin µg/l
Zn-total µg/l	1,3,5-Trichlorobenzene µg/l	Simazin µg/l
Zn-dissolved µg/l	1,2,4-Trichlorobenzene µg/l	Atrazin µg/l
Hg-total µg/l	1,2,3- Trichlorobenzene µg/l	alfa-BHC µg/l
Hg-dissolved µg/l	Pentachlorobenzene µg/l	beta-BHC µg/l
Cd-total µg/l	Hexachlorobenzene µg/l	Lindane µg/l
Cd-dissolved µg/l	Naphthalene µg/l	delta-BHC µg/l
total Cr-total µg/l	2-Methyl naphthalene µg/l	Alachlor µg/l
Total Cr-dissolved µg/l	Acenaphthylene µg/l	Terbutrin µg/l
Ni-total µg/l	Acenaphthene µg/l	Endosulfan I µg/l
Ni-dissolved µg/l	Fluoren µg/l	Endosulfan II µg/l
Pb-total µg/l	Phenanthrene µg/l	Aldrin µg/l
Pb-dissolved µg/l	Anthracen µg/l	Endrin µg/l
Cu-total µg/l	Fluoranthene µg/l	Dieldrin µg/l
Cu-dissolved µg/l	Pyrene µg/l	Chlorfenvinphos µg/l
xylenes µg/l	Chrysene µg/l	Chlorpyrifos µg/l
Benzol µg/l	Benzo(b)fluoran µg/l	p,p-DDD µg/l
Toluol µg/l	Benzo(k)fluoran µg/l	p,p-DDE µg/l
Ethyl-benzol µg/l	Benzo(b+k)fluor µg/l	4,4-DDT µg/l
p-Xylene µg/l	Benzo(e)pyrene µg/l	Total PAH µg/l
o-Xylene µg/l	Benzo(a)pyrene µg/l	heptachlor µg/l
Dichlormethan µg/l	Indeno(1	hexakloro-butad µg/l
Chloroform µg/l	2,3-cd µg/l	Diuron µg/l
carbon tetrachloride µg/l	Dibenzo(a,h)ant µg/l	Izoproturon µg/l
1,2- Dichloroethane µg/l	Benzo(g,h,i)per µg/l	DEPH µg/l