

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR
KÖRNYEZETTUDOMÁNYI CENTRUM

**A PÉLYI LUDAS ÉLŐHELY-REKONSTRUKCIÓ
MEGVALÓSÍTÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSE VÍZMINŐSÉGI
VIZSGÁLATOK ALAPJÁN**

TDK

Készítette:

BERECZKI KRISZTINA
KÖRNYEZETTUDOMÁNY SZAKOS HALLGATÓ

Témavezető:

TÓTH LÁSZLÓ
tájégségvezető

Belső konzulens:

ROMSICS CSABA
tudományos segédmunkatárs

Budapest

2009

Tartalomjegyzék

Bevezetés	4
1. Irodalmi áttekintés	5
1.1. A vizes élőhelyek rekonstrukciója	5
1.1.1. Vizes élőhelyek veszélyeztetettsége, jelentősége	5
1.1.2. Az élőhely-rekonstrukció fogalmai, alapelvei	6
1.1.3. Vizes élőhelyek helyreállítására vonatkozó elvek, felmerülő problémák	8
1.2. A hajdani dél-hevesi mocsárvidék bemutatása	9
1.2.1. Alapvető természetföldrajzi viszonyok	10
a, a terület elhelyezkedése, éghajlata	10
b, geomorfológia	10
c, hidrológia	11
d, talajtan	11
e, vegetáció	12
1.2.2. A dél-hevesi mocsárvidék kialakulásában szerepet játszó tényezők	12
1.2.3. A mocsárvidék története a XVIII. századtól napjainkig	14
1.3. A pélyi Ludas élőhely-rekonstrukció bemutatása	16
1.3.1. A helyreállítás szükségessége	16
1.3.2. A rekonstrukció célkitűzései	17
1.3.3. Rekonstrukció előtti állapot, elvégzett beavatkozások, várható hatások	18
a, Ludas-fertő	18
b, Hamvajárás rijskalitka	19
c, Bútelki-csatorna menti öblözetek	19
2. A vizsgálat célkitűzései	20
3. Anyagok és módszerek	21
3.1. A mintavétel helyszínei	21
3.2. Vízmintavétel.....	24
3.3. Helyszíni mérések	24
3.4. Laboratóriumi mérések	25
3.3.1. kémiai oxigénigény meghatározása	24
3.3.2. biológiai oxigénigény meghatározása	25
3.3.3. klorofill-a tartalom meghatározása	25

3.3.4. nitrát-N meghatározása	25
3.3.5. nitrit-N meghatározása	25
3.3.6. ammónium-N meghatározása	26
3.3.7. oldott reaktív ortofoszfát meghatározása	26
3.5. Adatok kiértékelése	26
4. Eredmények és megvitatásuk	26
4.1. A vízminták biológiai minősítése	26
4.1.1. Halobitás	27
4.1.2. Trofitás	28
4.1.3. Szaprobítás	29
4.2. A víz pH értéke	32
4.3. Szervesetlen növényi tápanyagok mennyisége, eloszlása	33
4.3.1. ásványi nitrogén	33
4.3.2. oldott reaktív ortofoszfát	37
5. Következtetések	41
6. Összefoglalás	44
7. Irodalom	45
8. Köszönetmondás	48
9. Mellékletek	49

Bevezetés

Az emberiség létszámának növekedése, fokozódó és pazarló forráshasznosítása az elmúlt évszázadok során maga után vonta a természetes élőhelyek leromlását, feldarabolódását, vagy teljes pusztulását. A máig fennmaradt természetes, vagy természetközeli területek megőrzésére való törekvés mellett egyre nagyobb szerephez jut a degradált ökoszisztémák helyreállítása, melyhez a szükséges elméleti alapokat a restaurációs ökológia fiatal, de rendkívül dinamikusan fejlődő multidiszciplináris tudományterülete teremti meg.

Az elméleti eredmények gyakorlati alkalmazása azonban Magyarországon, sőt világszerte akadozik az információáramlás hiánya miatt. Országos felmérések igazolják, hogy a rekonstrukciós beavatkozások nagy részénél nincs előzetes kutatáson, tanulmányon alapuló tervezés, elhanyagolt a dokumentálás, s az esetek többségében teljesen hiányzik a változások nyomon követése, tudományos igényű monitorozása, valamint az eredmények kifelé történő kommunikációja. Pedig ezen beavatkozások során szerzett tapasztalatok felhasználása más munkálatok tervezésénél, valamint kivitelezésénél jelentősen hozzájárulhatna e programok sikerének növeléséhez.

Jelen munkámban egy komplex élőhely-rekonstrukciós program bemutatásával, hatásainak vizsgálatával, következtetések levonásával szeretnék hozzájárulni a téma irodalmának gyarapodásához. Az általam bemutatott program célja egy hajdan jelentős kiterjedésű mocsárvidék fennmaradt, de erősen leromlott foltjainak helyreállítása, kiegyensúlyozottabb vízellátásuk megteremtése, ökológiai állapotuk javítása. A program azonban nem fordít elég figyelmet a vízminőség monitorozására.

Kutatásom során éppen ezért a vízminőség vizsgálatára koncentrálna, a főbb összefüggések kiemelése révén értékelem a nagyobb tájban való elhelyezkedés, a tájhasználat és egyéb térbeli kontextusok szerepét, valamint hatását a vízminőségre. Mindehhez, valamint a rekonstrukció megvalósításának értékeléséhez elengedhetetlen bizonyos történelmi és regionális összefüggések tisztázása, alapvető természetföldrajzi adottságok vizsgálata, illetve néhány, konkrétan a vizes élőhelyek helyreállítására vonatkozó elv kiemelése. Mindezt katonai térképek, történelmi dokumentumok, a rekonstrukciós célú beavatkozást megalapozó tanulmánytervek, valamint egyéb, a területre, illetve a XIX. és XX. század folyószabályozásaira, belvízvédelmi munkálataira vonatkozó szakirodalmak felhasználásával végeztem el.

1. Irodalmi áttekintés

1.1. A vizes élőhelyek rekonstrukciója

1.1.1. Vizes élőhelyek veszélyeztetettsége, jelentősége

A természetes élőhelyek mezőgazdasági kultúrákká, iparilag hasznosított területekké, vagy végső soron leromlott, degradált közösségekké alakítása óriási terhet ró az ökoszisztémákra, s egyúttal hatalmas fenyegetést jelent a biológiai sokféleség minden szintjén. Különösen igaz ez a vizes élőhelyek tekintetében, ahol a folyószabályozások, illetve belvízelvezető csatornahálózatok kiépítése következtében jelentősen módosultak a hidrológiai viszonyok, előidézve ezzel a terület szárazodását, leromlását, s ezáltal a korábban betöltött ökológiai funkcióik eltörlését.

A vizes élőhelyek ráadásul sérülékenységük révén a legveszélyeztetettebb ökológiai rendszerek közé sorolhatók. A legkisebb emberi behatásra is igen érzékenyen reagálnak, s az elmúlt évszázadok során a legnagyobb pusztulást és átalakulást szenvedték. (BÖHM A.- SZABÓ M. 2001)

Magyarországon az ősi Tisza és mellékfolyói óriási területeket árasztottak el, ezáltal az Alföld jelentős részét igazi vadvízi országgá alakították. A természetes ártér az ország területének 22,8%-át borította. A XIX. és XX. század világviszonylatban is egyedülálló folyószabályozásainak köszönhetően mára ez mindössze 3%! (MARGÓCZI K. et al. 2009)

Az 1970-es évek során a biodiverzitás krízis felismerése, s ezáltal a természetvédelem növekvő szerepe vezetett a Ramsari Egyezmény (1971) megszületéséhez, melynek célja: „a világon megtalálható valamennyi vizes élőhely biológiai sokféleségének megőrzése és ésszerű vagy bölcs hasznosításuk elérése.” Mindezen célok megvalósulásához, valamint az egységes kezeléshez elengedhetetlen a vizes élőhely fogalmának pontosítása. A Ramsari Egyezmény javaslata szerint a vizes élőhely (nemzetközi szakirodalomban wetland) megnevezést használjuk a „vízterek vagy ezek olyan részeinek a megjelölésére, amelyeket nem tekintenek igazi víztereknek, de a víz jelenléte, vagy legalább a hatása döntő jelentőségű.” Olyan területek tehát, melyek átmenetet képeznek a szárazföldi és a valódi vízi élőhelyek között. (BÖHM A. 2002)

Ökológiai értelemben ennek az átmeneti jellegnek két szempontból is óriási jelentősége van. Strukturálisan a flóra és fauna gazdagságának és változatosságának a

megőrzésében, valamint fenntartásában, menedékhelyek biztosításában, s ezáltal a visszatelepülés lehetőségének megteremtésében játszanak kiemelkedően fontos szerepet. Funkcionálisan pedig egyrészt hatékonyan vesznek részt a hidrológiai és kémiai körfolyamatok alakításában, s ezáltal közvetett módon szerepet játszanak a globális klíma szabályozásában; másrészt visszatartó szerepük van a természetes tápanyagterhelés, valamint a mesterséges környezetből származó szennyezés továbbjuttatásában. (DÉVAI Gy. et al. 2001)

Az életközösségek tehát nem csupán a bennük előforduló fajok miatt értékesek, hanem, mint önálló szünbiológiai objektumoknak, saját inherens értékük van. (MARGÓCZI K. 2006) ***Ennek megfelelően a korszerűen értelmezett természetvédelemnek túl kell lépnie a korábbi faj- és rezervátumközpontú szemléleten, s fokozatosan az élőlénygyűttesek és élőhelyek védelmét kell előnyben részesítenie.*** Ennek érdekében a jövő legfontosabb feladatai az ún. természeti területek kijelölése, illetve a természet eredeti állapotát veszélyeztető tényezők felderítése, részleges, vagy teljes elhárítása, valamint szükség esetén rekonstrukciós célú beavatkozások végrehajtása. (DÉVAI Gy. et al. 2001)

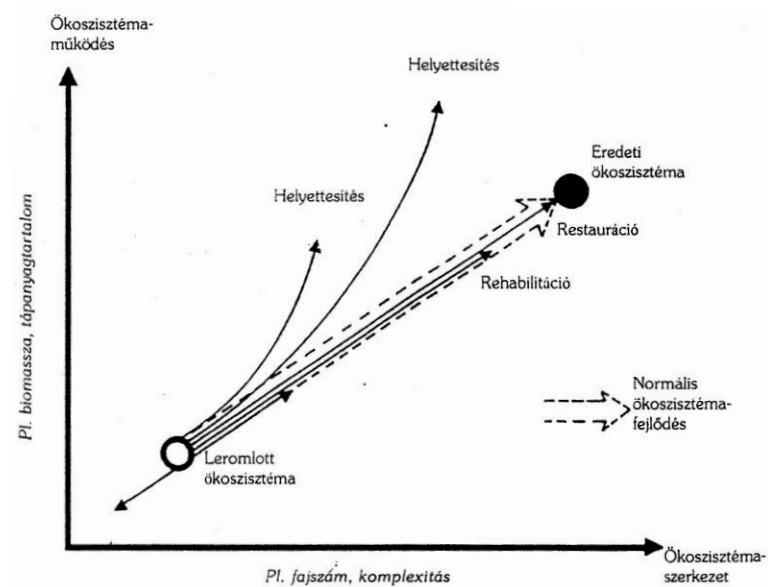
1.1.2. Az élőhely-rekonstrukció fogalmai, alapelvei

Élőhely-rekonstrukció alatt mindazokat a természetvédelmi célú beavatkozásokat értjük, melyek eredményeként ***a leromlott ökoszisztémák feljavulnak, visszanyerik korábbi ökológiai funkcióikat, szerkezetüket, s végső soron ökológiai integritásukat, mely magába foglalja a közösségek diverzitását, valamint kompozícióját és struktúráját.*** (ARONSON J. et al. 2006)

A táj- és élőhely-rekonstrukció alapelvei megegyeznek a szukcesszió alapelveivel. A rekonstrukció során az emberi beavatkozásokkal épp a természetes folyamatokat gátló, vagy lassító akadályokat próbálják elhárítani. (HALASSY M. 2001)

Az elvégzett beavatkozások szolgálhatják egyrészt az eredeti társulás fajainak, az ökoszisztéma funkcióinak részleges, vagy teljes helyreállítását, vagy célozhatják az eredeti élőhely más típusal való helyettesítését, s ezáltal az ökoszisztéma más funkcióinak a helyreállítását. (DOBSON A. P. 1997) A Bradshaw által javasolt terminológiában rekonstrukció alatt valamely ökoszisztéma eredeti funkcióinak teljes helyreállítását értjük, míg rehabilitációról beszélünk amennyiben a helyreállítás az eredeti állapot felé irányul, de azt nem éri el, míg az eltérő irányú beavatkozásokat

helyettesítésnek, vagy kreációnak nevezhetjük. (1. ábra) A nemzetközi szakirodalomban mindemellett az élőhely-rekonstrukció átfogó értelemben történő használata is elterjedt.



1. ábra: Bradshaw kétdimenziós ábrája a rekonstrukciós fogalmak szemléltetésére

Forrás: *Tanulmányok az Európai Unió és Magyarország természetvédelméről*, 234.o.

Egy másik megközelítés szerint két fő irányvonal kijelölése lehetséges. A célorientált megközelítés egy, a zavarás előtti állapothoz közeli ökoszisztéma létrehozására fókuszál, míg a folyamatorientált rekonstrukció az ökológiai elvek társadalmi rendszerbe történő integrálására helyezi a hangsúlyt, jelezve ezzel más szaktárcák közreműködésének szükségességét. A sikeres rekonstrukció végrehajtása azonban csak e két megközelítés egyidejű figyelembevételével lehetséges. (CAIRNS J. Jr. 1996)

A rekonstrukciós beavatkozások a degradált ökoszisztémák helyreállítása révén növelhetik a konzervációs törekvéseket, ugyanakkor nem tölthetnek be fontosabb szerepet, mint az eredeti, természetes, vagy természetközeli állapotban fennmaradt élőhelyek megőrzése. A rekonstrukciós törekvések tehát részét kell hogy képezzék a konzervációbiológiai kutatásoknak (YOUNG T. P. 1999)

Mindezen szempontok mellett a célok hosszú távú elérése érdekében olyan tájhasználati rendszer kialakítására kell törekednünk, amelyben a végzett tevékenység

jövedelmező a helyi emberek számára, vagyis egyszerre hoz ökológiai és ökonómiai hasznot. (BALOGH P. 2005) *Végeredményként tehát a helyreállítás, megőrzés és fenntarthatóság egységére kell törekednünk.*

1.1.3. Vizes élőhelyek helyreállítására vonatkozó elvek, felmerülő problémák

A szárazföldi és vizes élőhelyek rekonstrukciójában számos közös vonás figyelhető meg, a törekvések ugyanis mindkét esetben bizonyos fajok újbóli bevezetésére és az ökoszisztéma funkcióinak helyreállítására irányulnak. Az intézményi és környezeti kontextusok azonban jelentősen eltérnek egymástól. (ZEDLER J. B. 2000)

A kevésbé dinamikus vizes rendszerek, mint például a mocsarak vagy fertők jó lehetőséget biztosítanak az élőhely-rekonstrukciók számára. Tekintve, hogy ezen élőhelyek jelentős hányada esett áldozatul az ember tájformáló tevékenységének, ez a lehetőség rendkívüli fontosságú. Egyes tanulmányok igazolják, hogy a leromlott élőhelyek területén a degradációt előidéző tényezők eltávolítását és a hidrológiai kapcsolatok visszaállítását követően a természetes folyamatok az ökoszisztéma regenerálódásához vezetnek. (CAIRNS J. Jr.1996)

A rekonstrukció kezdeti lépése tehát a hidrológiai rendszerekben bekövetkezett változások felderítése kell hogy legyen. Ezt kiegészítve szükséges lehet a terület áramlási rendszerben elfoglalt jelenlegi helyzetére, valamint a felszíni és felszín alatti vizek kapcsolatára irányuló kutatások kivitelezése is. Ezen információk birtokában tervezhetjük meg az elárasztás időpontját és időtartamát, mértékét és gyakoriságát. *Emellett alapvető fontosságú az élőhely jellegének megfelelő minőségű és összetételű víz biztosítása.* (PADISÁK J. et al. 2006)

A vizes élőhelyek rekonstrukciója azonban nem csupán a vízről szól. *A nagyobb tájban való elhelyezkedés, valamint egyéb térbeli kapcsolatok szintén döntő értékűek a helyreállítás tekintetében.* Tájaink biológiai sokfélesége ugyanis csak akkor őrizhető meg, ha a tájmeghatározó ökológiai rendszerek, vegetációegységek egymáshoz illeszkedése fennáll. (VARGA Z. 2006) Az élőhelyek feldarabolódása, térbeli kapcsolatok megszűnése egyrészt gátat szab a fajok zavartalan terjedésének, s ezáltal korlátozhatja bizonyos fajok visszatelepülését, másrészt a negatív szegélyhatások felerősödéséhez vezet. Ezen hatások mérséklése érdekében számos kísérleti megoldás született. Az Egyek-Pusztakócsi mocsárrendszer rehabilitációja során a fragmentáció

következtében megszűnő térbeli kapcsolatok visszaállítása, illetve a szegélyhatás csökkentése érdekében sor került egy a rekonstrukció által érintett terület körüli pufferezóna kiépítésére, mely egyben fontos átmeneti zóna, illetve refúgium szerepét is betöltheti. (LENGYEL SZ. et al. 2007)

A vegetáció regenerálódásában, illetve a fajösszetétel alakulásában mindemellett alapvetően fontos szerepet játszik a tápanyag ellátottság. A tápanyagok szintjének növekedése (különösen a nitrogén- és foszforformáké) növeli a produktivitást, mely bizonyos fajok kirekesztéséhez vezet. A legeltetett nedves réteken jelentkező magas foszforkoncentráció következménye a növényfajok alacsony száma. Ugyanakkor a maximális tápanyag eltávolítás, mint a vizes élőhelyek egyik legfontosabb funkciója jelentős tápanyagszintet igényel. A diverzitás és a funkció tehát nem feltétlenül maximalizálható ugyanazon a vizes élőhelyen (ZEDLER J. B. 2000)

A rekonstrukciós törekvések sikere hosszú távon csak akkor biztosítható, ha a ***tervezés során figyelembe vesszük a megőrzendő közösség természetes működését, s biztosítjuk a hosszú távú dinamika érvényesülését.*** Arra kell tehát törekedni, hogy adott területen egyidejűleg jelen legyen valamennyi fejlődési stádiumra jellemző közösségtípus, s ezek egymásba alakulása a földdinamika révén érvényesüljön. (MARGÓCZI K. 2006) Az ily módon létrejövő mozaikstruktúrákat természetes körülmények között a természetes zavarások, bolygatások tartják fenn. A természetvédelmi kezelést ennek értelmében úgy kell megtervezni, hogy az adott tájra természetes körülmények között jellemző bolygatási mintázatokat mind térben, mind időben fenntartsa. (LENGYEL SZ. et al. 2007) Ugyanakkor a kezelések megtervezésénél nem hagyhatjuk figyelmen kívül a kitűzött prioritásokat. Egy nyugat-európai tanulmány kimutatta, hogy az intenzíven legeltetett sós mocsarak vegetációjának regenerálódásában a legnagyobb szerepet a legeltetés szabályozása játszotta, ugyanakkor ez a beavatkozás bizonyos madárfajok eltűnéséhez vezetett. (ZEDLER J. B. 2000) ***A természetvédelmi beavatkozások megtervezése előtt tehát elsődleges feladat a célok egyértelmű megfogalmazása!***

1.2. A hajdani dél-hevesi mocsárvidék bemutatása

A fent vázolt elvek gyakorlatban történő alkalmazását egy konkrét program ismertetésén keresztül mutatom be. A hajdan jelentős kiterjedésű dél-hevesi

mocsárvidék máig fennmaradt, degradált foltjainak helyreállítása, ökológiai állapotának javítása érdekében a Bükki Nemzeti Park 2002-ben egy komplex élőhely-rekonstrukciós programot indított.

A kitűzött célok és ennek érdekében elvégzett munkálatok bemutatása előtt elengedhetetlennek tartom a terület alapvető természetföldrajzi viszonyainak ismertetését, valamint bizonyos regionális és történelmi összefüggések kiemelését.

1.2.1. Alapvető természetföldrajzi viszonyok

a, a terület elhelyezkedése, éghajlata

A rekonstrukció által érintett vizes élőhelyek – **hamvajárasi rizskalitkák, Ludasfertő és környéke, Búteleki-belvízcsatorna menti területek** – a Közép-Tiszavidékhez kapcsolódó Hevesi-ártér, valamint az Észak-alföldi-hordalékkúpsíkság részét képező Hevesi-sík kistájak nyugati részén, Pély és Tarnaszentmiklós községek határában, a Hevesi Füves Puszták Tájvédelmi Körzet területén található. (1. sz. melléklet)

Tengerszint feletti magasságuk 86 és 92 m között változik. A területre a meleg, mérsékelt forró, száraz éghajlat, szélsőséges hőmérsékletjárás valamint magas évi napfénytartam (1950-2000 óra) jellemző, melyhez alacsony évi csapadékösszeg társul. (BORBÁTH P. et al. 2005) A terület tehát erősen vízhiányos, az éves csapadékmennyiség átlagos értéke 540-560 mm körüli, a vegetációs periódusban azonban mindössze 330-350 mm, de a Hevesi-ártér déli területein már nem haladja meg 320 mm-t. (BIOAQUA PRO KFT. 2008)

b, geomorfológia

A két kistáj Heves és Jász-Nagykun-Szolnok megye területén helyezkedik el. **A felszín arculatát a Tisza és mellékfolyói alakították ki oldalazó eróziójukkal és feltöltő tevékenységükkel.** A Hevesi-sík lényegében a Mátra keleti lejtőiről érkező Laskó és a folyásirányát gyakran változtató Eger-patak hordalékkúp-síksága, mely utóbbi laterális eróziójával a felszín jelentős részét átdolgozta. A kistáj északi pereme löszös takaróval fedett hegységelőtéri hordalékkúpsíkság, mely északról tereplépcsővel, egyben szerkezeti vonallal határolódik le. A kistáj középső és déli területei alacsony ármentes síkságok. Északi részükön, az egykori patakmedrek mentén még jellemzőek az alacsony, hordalékból épített háta, melyek D felé haladva szinte észrevétlenül belesimulnak a Hevesi-ártér felszínébe, ahol a szintkülönbség átlagértéke $0,5 \text{ m/km}^2$, s már sehol nem haladja meg a 2 m/km^2 -t. E kistáj tehát az Alföld leglaposabb,

tökéletesen sík vidékeihez tartozik, csak a Tisza levágott morotvái, holtmedrei hoznak csekély változatosságot mikrodomborzatába. (MAROSI S. – SOMOGYI S. 1990)

c, hidrológia

Vízföldrajzi szempontból a táj legfőbb jellemzője a nagyfokú vízszegénység, mind a felszíni, mind a felszín alatti vizek tekintetében. A K-i tájhatáron a Laskó-patak halad, melynek egyetlen jobboldali mellékvize a Tepély-Hídvégi-csatorna. A terület DNY-i oldalát a Tiszába ömlő Hanyi-ér és a Sarud-Sajfoki főcsatorna ágazza be. (BORBÁTH P. et al. 2005)

A talajvíz mennyisége nem jelentős, mélysége a Hanyi-ér mellett 2 méter, máshol általában 2-4 méter között ingadozik. Kémiai jellegét tekintve kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos, de viszonylag nagy területeken a nátrium is megjelenik. (MAROSI S. – SOMOGYI S. 1990) Valószínű, hogy ezt a nagy mennyiségű nátriumsót, melyből a lefolyástalan, vagy rossz lefolyású alföldi síkságok szikesei és szikes vizei táplálkoznak, az Északi-középhegység vulkáni koszorújának málladékanyaga, valamint a hegységperemről a medencékbe mosott pannóniai üledékanyag szolgáltatja. Továbbá Tiszafüred, Tiszanána és Pély határában mélységi vizek tektonikus zónák mentén való felfelé szivárgása következtében egyes talajvízkutak vize 2-3 g/l nátriumkloridot is tartalmazhat. (SAVITERV KFT. 1997/a)

A talajvíztükör hosszú évsorú ingadozása átlagosan 3 méter. A legnagyobb vízszintingadozást a Tisza és mellékfolyói mellett észlelhetjük, ez az ingadozás a partoktól távolodva azonban gyorsan csökken. Nagy víztükör-ingadozású kút található például a Tisza mentén Tiszafüreden és Tiszederzsen, valamint Pélyen és Mezőkeresztesen. (SAVITERV KFT. 1997/a)

d, talajtan

A két kistáj talajtani folyamatait és a kialakuló talajtípusokat is elsősorban a folyók, valamint a magas talajvízszint befolyásolja. (BIOAQUA PRO KFT. 2008) Ennek megfelelően a **kistájak területének jelentős hányadát borítják víztöbblet hatására kialakuló, azonális hidromorf talajok.** A Tisza öntésanyagain savanyú öntés réti talajok képződtek, míg főként löszös anyagon időszakos túlnedvesedés hatására kialakuló réti talajokat találunk. (MAROSI S. – SOMOGYI S. 1990)

A relatíve magas talajvízszint, az oldott sók jelentős mennyisége - mely általában meghaladja a 2 g/l-t - valamint a meleg-száraz klíma következménye a sók talajfelszín

közeli felhalmozódása, vagyis szikes talajok kialakulása. (BORBÁTH P. – TÓTH L. 1998) A szikességgel kisebb mértékben befolyásolt, mélyben szolonyeces réti csernozjomok és a szolonyeces réti talajok szántóföldi művelés alatt állnak, míg a szikességgel erősebben érintett réti szolonyecek és szteppesedő réti szolonyecek többségükben szikes rétek, kaszálók, legelők. (MAROSI S. – SOMOGYI S. 1990) E talajokban a nátrium ionok a kolloidkomplexusokhoz adszorbeálódva olyan nagy mennyiségben vannak jelen, hogy a talajok fizikokémiai és kémiai sajátosságait, különösképpen a vízgazdálkodását jelentősen lerontják. (PÉCSI M. 1969) Különösen az erősen tömődött, agyagos szerkezetű oszlopos B szint vízgazdálkodási tulajdonságai kedvezőtlenek. Vízvezetőképessége rossz, pórustérfogata, vízkapacitása kicsi. Nedves állapotban a feltalaj szétfolyó, kiszáradva porszerű. (SAVITERV KFT. 1997/a)

A magasabban fekvő területeken alföldi mészlepedékes és réti csernozjomokat találunk, melyek szinte kivétel nélkül szántóföldi hasznosítás alatt állnak. (MAROSI S. – SOMOGYI S. 1990)

e, vegetáció

A terület növényföldrajzilag a Pannóniai flóratartomány (Pannonicum), Alföld flóravidékének (Eupannonicum) Tiszántúl flórajárásába (Crisicum) sorolható. A táj potenciális vegetációját az edafikus viszonyoknak megfelelően ártéri ligeterdők és szolonyec szikesek jellemzik. (TÓTH L. 1997) Az emberi tevékenység tájformáló hatása nyomán a két kistáj vegetációja jelentős változásokon ment keresztül az utóbbi 150 évben. A ligeterdőket letermelték, s helyükön az ármentesítéseket követően legelőket alakítottak ki. Később a belvízelvezető csatornák kiépítésével a legelők egy része művelésre alkalmassá vált, így azokat feltörték, beszántották. A talaj vízháztartásának megváltoztatása kedvezőtlen folyamatokat indított el, a termőtalajok szikesedni kezdtek, termelésre alkalmatlanná váltak. (BORBÁTH P. et al. 2005)

Az egykori természetes vegetáció helyét tehát az antropogén hatásokat tükröző, különböző természetességi állapotú gyepek, száraz, félszáraz legelők, szántóföldek és kultúrerdők vették át. A legértékesebb gyepek természetvédelmi oltalom alatt állnak. (TÓTH L. 1997)

1.2.2. A dél-hevesi mocsárvidék kialakulásában szerepet játszó tényezők

A relatív térszintkülönbség kis értéke a vízfolyások szakaszjellegének egyöntetűségéhez vezetett. A Tiszára és mellékfolyóira a lassú mozgás, a

mederformákra a kanyargós, övzátonyokkal és folyóhátakkal tarkított középszakasz jelleg a jellemző. (PÉCSI M. 1969)

A szabályozások előtt a Tisza Tokajtól Titelig óriási kanyarokat írt le, és a legtöbb szakaszon csak felszínbe vágott mederrel rendelkezett. *Árvízi körülmények között a kanyargós meder nem volt képes a megsokszorozódott víztömeg elvezetésére, így a szétterülő víz elborította a mélyedéseket, laposokat.* A Tisza vízjárását, árvizeinek alakulását közvetlen vízgyűjtőjén kívül a mellékfolyói vízgyűjtőjén kialakult meteorológiai körülmények határozzák meg. A mellékvízfolyásokon általában nem egyszerre, hanem időbeli késleltetéssel futottak le az árhullámok, ami februártól június végéig a részárterek szinte folyamatos elöntését biztosította. (ALFÖLDI L. – SCHWEITZER F. 2003)

A dél-hevesi régió mocsárvidékének vízellátását tehát elsősorban a Tisza biztosította. A Tisza vize fokokon keresztül került a mélyen fekvő területekre, majd az árhullám levonulása után a mocsarakban tárolt vizek egy része ugyanezek a fokokon át visszakerült a Tiszába. (VÁZSONYI Á. 1973)

Az időszakos vízállások, foltokban vízállásos mocsaras területek kialakulásában a Tisza árvizein túl szerkezeti, domborzati és talajtani okok játszottak szerepet.

A hegylábi peremsüllyedések törést hoznak létre az Alföld belseje felé egyenletesen lejtő térszín esésvonalában, így a térszín néhol újra megemelkedik, majd még enyhébben folytatja süllyedését. Ez a domborzati és szerkezeti helyzet kedvez a patakok kiöntésének, ami a peremmel párhuzamos időszakos állóvizek kialakulását vonja maga után. A patakok az alig észrevehető emelkedések között keresnek utat maguknak, így az időszakos állóvizek nem fejlődnek önálló tóvá, hanem szétdarabolódnak és levezetődnek. (SAVITERV KFT. 1997/a) Az ily módon kialakult felszíni pangóvizek, valamint az éghajlat időszakos száraz periódusai nagyban hozzájárulnak a szikes talajok kialakulásához. (PÉCSI M. 1969) Az elszikesedett, rossz vízáteresztő felszín további okot szolgáltat az időszakos állóvizek kialakulásának.

A szikes területek kialakulásában emellett szerepe lehet a nagy sótartalmú felszín alatti vizek feláramlásának. Az Alföld aljzatában a felszíni eredetű, gravitáció által hajtott áramlási rendszer mellett ugyanis elkülöníthető egy kompressziós, medencealjzatról származó magas oldott anyag tartalmú feláramlás (MÁDLNÉ et al. 2005) Ennek képezheti részét a már említett, Pély határában tapasztalt feláramlás, mely a talaj nátrium sóinak jelentős forrása lehet, az időszakos felszíni vizekkel való

kapcsolata azonban nem ismert. *A szolonyec szikések rossz vízáteresztő képessége miatt azonban valószínűleg a felszíni vízáramlás lehet az uralkodó hidrológiai folyamat.*

1.2.3. A mocsárvidék története a XVIII. századtól napjainkig

A Tisza szabályozását megelőzően a Tiszaderzs község határában betorkolló Kis-Tiszától Szolnokig - a Tisza jobb és bal partján egyaránt - mocsarak egész sora terült el, melyek kiterjedése 10 és 100 km² között változott. (VÁZSONYI Á. 1973) E Kis-Tisza által körülzárt vízjárta terület a Laskó és az Eger síkságára is kiterjedt. (LÁSZLÓFFY W. 1982) *A XVIII. század végén készült katonai térképek tanulsága szerint a mocsaras terület nyugati szélé a Tisza jobb partján a mai Tiszanána, Tarnaszentmiklós, Pély és Jászkisér településekig, délen pedig Besenyszögig húzódott.* (SUGÁR I. 1989)

E nagy kiterjedésű vizes élőhelyek részét képezték a közigazgatásilag Tarnaszentmiklóshoz tartozó Pap-fertő, Balog-fertő, Cigány-fertő és a hamvajárási mocsarak, valamint a Pély alatt elterülő 15-20 km széles mocsárvilág (Oltumán mocsara) és a pélyi Ludas-fertő, mely utóbbi a XVIII. század végi térképeken még Nagy Ludas-tóként szerepel. (<http://www.sulinet.hu/>) Az elnevezés egyrészt állandó nyílt vízzel borítottságára utal, másrészt jelzi, hogy fontos élőhelye lehetett a vonuló és fészkelő vízimadaraknak. Ezt erősíti meg Bél Mátyás XVIII. századi leírása, melyben Heves vármegye kiemelkedően gazdag madárvilágáról emlékezik meg. Mindemellett az idegenek számára járhatatlan mocsarak, erdők és nádasok menedéket nyújtottak Pély és Tarnaszentmiklós lakosságának a tatárjárás (1241-1242) idején. (<http://mek.oszk.hu/>)

A térség vizei jótékony hatásuk mellett azonban jelentős károkat okoztak. *A Tisza és mellékfolyói vízgyűjtő területén a fokozódó erdőirtás, legeltetés és földművelés hatására megnövekedett a lefolyás mértéke, s ez az árvízszintek emelkedéséhez vezetett, melynek következtében a települések veszélyeztetetté váltak.* (SCHWEITZER F. 2003) Emellett a Tisza mellékfolyóin, leginkább a Tarnán és a Zagyván épített számos vízimalom is nagyban hozzájárult a terület elmocsarasodásához. (<http://mek.oszk.hu/>) Ráadásul a már ismertetett domborzati és talajtani viszonyok következtében a terület gyér lefolyású, belvízveszélyes. Mindez a mezőgazdasági termelést szinte lehetetlenné tette.

Ugyanakkor a XVIII. századi népességnövekedés fokozta a gabona iránti keresletet, így a piac igényeinek kielégítése érdekében egyre többen tértek át a rideg

állattartásról a szántóföldi gazdálkodásra. ***A szántóföldi területek növelésének egyedüli megoldása pedig az ármentesítés volt.*** (SIPOSS V. – KIS F. 2002)

Az újkori szabályozás első lépései, vagyis a fokok eltömése és töltések emelése, nem hozták meg a várt eredményt. A kezdetleges töltések ugyanis nem akadályozták meg, hogy a víz az ártérre jusson, de meggátolták, hogy apadáskor visszahúzódjon a mederbe. Az első kísérletek tehát nem csökkentették, hanem növelték a mocsárvilágot. A Tisza-völgy elmocsarasodása ennek következtében a XVIII. sz. végén gyorsult fel és a XIX. sz. elejére teljedett ki. (DÉVAI Gy. et al. 2001) Az állandó vízborítású, vagy időszakos mocsarak, fertők a dél-hevesi régió területének ekkor több mint 20%-át adták. (BORBÁTH P. et al. 2006) A mocsárvidék felszámolása a későbbiekben az egész folyóvölgyre kiterjedő, átfogó terv alapján sikerült.

A települések és a mezőgazdasági területek védelme érdekében 1846-ban megalakult a Tisza-völgyi Társulat, melynek célja a szabályozási munkák tervezése és kivitelezése lett. Ezen munkálatok kapcsán került sor a Tisza és mellékfolyói gátrendszerének és mesterséges mederszakaszainak a kiépítésére, valamint a meander kanyarulatok átvágására és a mocsárvidék lecsapolására. (SCHWEITZER F. 2003)

A Közép-Tiszavidék jobb parti árterületének védelme és belvizeinek elvezetése érdekében 1852-ben alakult meg a Heves-Szolnok-Jászvidéki Ármentesítő Társulat, melynek legfontosabb feladata egy összefüggő töltésvonal kiépítése volt. A Tiszafüred és Csongrád közötti szakaszon a meandereket érintő átmetszések viszonylag rövidek voltak, hosszuk mindössze 0,5 és 2,5 km közötti. Ennek ellenére az átvágások révén az említett szakaszon 109 km-el rövidült meg a Tisza, vagyis a rövid átmetszésekkel jelentős hurkokat vágta le. (VÁZSONYI Á. 1973)

Az árvízvédelmi töltések kiépítését követő feladat a töltés mögötti területek mocsarainak a levezetése, illetve a mélyfekvésű területek belvizeinek rendezése volt. Ennek első lépéseként a Sarud és Solnok közötti területen fő öblözeti belvízrendszert építettek ki, melynek főcsatornája, a ***Sarud-Sajfoki-főcsatorna*** Tisasülytől északra ömlik a Tiszába. Ezen belvízrendszer tehermentesítésére épült ki 1893-ban a töltések közti magas vezetésű ***Hanyi-főcsatorna*** és a sajfoki-hanyi keresztezési műtárgy. (VÁZSONYI Á. 1973)

A Hanyi és Sajfoki öblözeten kívül számos kisebb belvízöblözet került kiépítésre, melynek csatornái közvetlenül a Tiszába, vagy valamely főcsatornába vezetik a terület belvizeit. Közülük a 278-as számú belvízcsatorna (Ludas-csatorna) a korábban állandó nyílt vízzel bíró szikes mocsár, a Ludas-fertő vizét vezeti a Hanyi-főcsatornába, az 54-

es számú belvízcsatorna kiépítése Hamvajárás mocsarainak a lecsapolását eredményezte, míg a Búteleki csatorna több a XVIII. század végén még jó vízellátású mocsár kiszáradását, leromlását vonta maga után.

A XIX. sz. árvízvédelmi és belvízrendezési munkálatainak eredményeként tehát a korábban természetes medrek szabályozás alá kerültek, kialakítva a területre ma jellemző fejlett csatornahálózatot. (BIOAQUA PRO Kft. 2008) ***A korábban vízjárta terület tehát vízhiányossá vált, s ez a természetes vizes élőhelyek degradálódásához, eltűnéséhez vezetett.***

1.3. A pélyi Ludas élőhely-rekonstrukció bemutatása

1.3.1. A helyreállítás szükségessége

A természetes vízpótlás megszűnésével, a belvizek folyamatos elvezetésével a terület jelentős szárazodásnak indult. ***Az egykori vizes élőhelyek egy részét szántóföldi művelés alá vonták, vagy legelőkké alakították.*** Ezáltal a hajdan összefüggő mocsárvidék fragmentálódott, a löszhátakon elhelyezkedő, többnyire jobb minőségű csernozjom talajokkal borított szántóterületek jelentős barriert képezve megszüntetik a valaha létezett térbeli összeköttetéseket az alacsonyabban fekvő, szántóföldi művelésbe nem fogható, vagy védelem alatt álló még fennmaradt mocsarak, időszakos vízállások között. A fragmentáció révén nem csupán ezen élőhelyek területe csökken, hanem felerősödik a negatív szegélyhatás, s ezzel együtt a külső mátrixból származó hatások is. (LENGYEL SZ. et al. 2007)

A hidrológiai viszonyok megváltozása, valamint a fragmentáció negatív hatásai az élőhelyek leromlásához, növényzetük átalakulásához vezetett. Az értékes mocsári fajok állományai visszaszorultak, a növényzet homogenizálódott, amelyben jelentőssé vált a száraz periódusban betelepülő, degradációt jelző ruderalis kompetitorok borítása. A területen a legnagyobb problémát a közönséges tarackbúza (*Agropyron repens*) terjedése jelenti, amely elsősorban a kiszáradó réteken válik dominánssá. (TÓTH L. 1997)

A degradációs folyamatok felerősödése emellett a zoológiai szempontból értékes fajok (vízigényes ízeltlábú fajok, ritka parti madarak) populációinak hanyatlásához, vagy teljes eltűnéséhez vezetett.

1.3.2. A rekonstrukció célkitűzései

A degradációs folyamatok mérséklése érdekében indított vizes **rekonstrukciós program elsődlegesen két célt szolgál:**

1. Az ármentesítési és belvízvédelmi munkálatok következtében folyamatosan **leromló mocsarak vízutánpótlása, belvíz és csapadékvíz visszatartása**, s ezáltal kiegyensúlyozottabb vízellátásuk megteremtése, ökológiai állapotuk javítása.
2. A mezőgazdasági hasznosítás alatt álló, részben felhagyott **hamvajárási rizstelep árasztása révén egy szikes tavat utánzó sekély vizű, alkalikus élőhely létrehozása a ritka és veszélyeztetett partimadarak biztonságos fészkelési lehetőségeinek megteremtése érdekében.** (TÓTH L. 1997)

A tájleptékű rekonstrukció előkészítése során sor került egy **átfogó tanulmányterv** készítésére, mely alapjául szolgált a rekonstrukció műszaki megoldásainak tervezéséhez. Ezt kiegészítve született meg a tervezett beruházás **ökológiai és természetvédelmi értékelése**, mely azt vizsgálta, hogy a rekonstrukció és a megvalósításához szükséges munkálatok milyen hatással lesznek az érintett terület, illetve környezete élővilágára. Az ökológiai jóslatok megtételéhez elengedhetetlen az élőhely-komplexek felmérése, természetességi állapotuk meghatározása. Ennek érdekében sor került egy **vegetációtérkép** készítésére, mely kiindulási alapul szolgált a további botanikai és zoológiai felmérésekhez. Ezen információk birtokában született meg a döntés a beruházás engedélyezéséről.

A 2002-ben induló beruházások három ütemben valósulnak meg. Az Alföld Program keretében véghez vitt első ütem a megközelítőleg 220 ha kiterjedésű pélyi Ludas-fertőt érintette. A hamvajárási mocsarak (23,5 ha) és a hamvajárási rizstelep (40 ha) rekonstrukciója KAC pályázat keretében valósult meg, míg a Búteleki-csatorna menti öblözetek (210 ha) helyreállítása az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg. A rekonstrukció ez utóbbi, III. üteme jelenleg áll tervezés alatt, melynek keretében a vizes élőhelyek helyreállítása mellett gyeprekonstrukció és őshonos fajokkal való fásítás révén szeretnének hozzájárulni a tájra korábban jellemző mozaikszerkezet kialakulásához, bővüléséhez.

A továbbiakban a beruházás keretében már elvégzett, illetve tervezett beavatkozásokat csupán a vizes élőhelyek helyreállítására koncentrálni mutatnom be.

1.3.3. Rekonstrukció előtti állapot, elvégzett beavatkozások és várható hatások

a, Ludas-fertő

Rekonstrukciót megelőző állapot:

A hajdan állandó nyílt vízzel bíró mocsár területét körülölelő Ludas-csatorna a téli-tavaszi vizek 100 %-át levezeti, így csak a mikrodomborzat adta lehetőségekhez mérhető kisebb tocsogók, tócsák maradnak a valamikori meder területén. Ennek megfelelően a **degradációs folyamatok váltak meghatározóvá.** A terület vegetációja az erősen száradó, leromlott sziki mocsárrét, melyben jelentőssé vált az agresszív közönséges tarackbúza (*Agropyron repens*) borítása. (TÓTH L. 1997) Az értékes mocsári elemek, mint például a fehér tippán, hernyópázsit, bókoló sás és a zsióka csak szálanként, elszórva fordultak elő. A valamikori sziki nádasra szintén csak a szálanként előforduló nád utalt. A vizsgált taxonok (futóbogarak, nappali lepkék, pókok) esetében is az elszegényedés jelei mutatkoztak. (BORBÁTH P. et al. 2006)

Műszaki megoldások:

A terület rekonstrukciója során sor került a vízszintszabályozásért felelős **belvízelvezető csatorna és zsilip felújítására, valamint egy tápcsatorna kiépítésére, melynek segítségével visszaduzzasztás révén víz juttatható a mocsár medrébe.** (BORBÁTH P. et al. 2006) A Tisza áradásakor a Ludas-csatorna által levezetett belvizeket befogadó Hanyi-főcsatornán kiépített torkolati műtárgyat zárják, s így a főcsatorna ezen szakasza tározóként működik. Áradáskor tehát lehetőség van a belvízcsatorna vizeinek kizárására, valamint a tápcsatorna segítségével a víz mocsár medrébe történő beeresztésére. Kisebb vízállásoknál a tervezett tározási szint csak a belvizek visszatartásával és a Hanyi főcsatornából történő szivattyús átemeléssel biztosítható. Tehát amennyiben a teljes vízvisszatartást kiegészítik vízpótlással, lehetőség nyílik egy állandó víztér kialakítására. (SAVITERV Kft. 1997)

Várható hatások:

Időszakos vízborítás esetén a náddal borított, szálanként zsiókát is tartalmazó területeken a **sziki nádas regenerálódik, a mocsári zonáció újra kialakul, s ennek megfelelően teret nyernek a zónák fajai,** a gyomok és a közönséges tarackbúza (*Agropyron repens*) pedig kiszorulnak. Állandó vízborítás létrehozása esetén a sziki iszaptársulások újra megjelennek, valamint megtelepednek a vízi szervezetek, melyek biztosítják a parti madarak fészkelési eredményességét. (TÓTH L. 1997)

b, hamvajárasi rizskalitka

Rekonstrukciót megelőző állapot:

Hajdan ürmös puszta és szikes rét mozaikja, melyet a *múlt század közepétől szántóföldi művelésbe vontak, majd rizskalitkaként hasznosítottak.* (BORBÁTH P. et al. 2006)

Műszaki megoldások:

A rekonstrukció során két darab felhagyott rizskalitka felújítására és átalakítására került sor. A víztér kialakításához a meglévő töltéseket használták fel. *A tározóterek gravitációsan nem tölthetők, így ideiglenes szivattyúállások létesítése szükséges.* Belvizes időszakban az 54-es belvízcsatornában az épített tiltók révén felduzzasztott vizet egy bujtató aknából lehet átemelni a tervezett tápcsatornán át a tározóterekbe. Belvízmentes időszakban a tározóterek feltöltése, illetve a vízpótlás a Sajfoki-főcsatornából biztosítható szivattyús átemeléssel. A tározóterek külön-külön tölthetők, illetve üríthetők. (SAVITERV KFT. 1997/b)

Várható hatások:

A domborzat függvényében és a természetvédelmi szempontoknak megfelelően *0-50 cm vízmélységű, állandó vízborítású alkalikus víztér kialakulása várható.* A növényzet spontán megtelepedése a közeli természetszerű gyepkből és mocsarokból várható. A vízfelületet helyenként mesterségesen kialakított *fészkelő szigetek tagolják, melyek a veszélyeztetett és ritka parti és szikestavi vízimadarak szaporodásának elősegítésére létesültek.* Ennek feltétele a nyílt víztér, változó magasságú növényzet és a kopár felszín együttes jelenléte, amely a terület tisztításával, tárcsázással vagy szárazzással érhető el. (TÓTH L. 1997) Emellett az elárasztást úgy kell megtervezni, hogy a szigetek teteje április végére, vagyis a vándorló vízimadarak fészkelésének a kezdetére kint legyen a vízből. (SAVITERV KFT. 1997/b)

c, Búteleki-csatorna menti öblözetek:

Rekonstrukciót megelőző állapot:

A nagyfertő-dűlői mocsarak belvizeit levezető üzemi csatornákon keresztül vezetik a Búteleki-csatornába, melynek eredményeként az üde hernyópázsitos gyepet felváltotta egy félszáraz, réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*), közönséges tarackbúza (*Agropyron repens*), sovány csenkesz (*Poa trivialis*) és sziki csenkesz (*Festuca*

pseudovina) összetételű gyepek, a mocsári fajok pedig szinte teljesen kiszorultak. A fertők általában már májusban kiszáradnak. A padkás szikések szikérhálózatából szintén levezetődik a víz a csatornába, így üde és időszakos társulásai elgyomosodnak. (TÓTH L. 1997)

Műszaki megoldások:

Belvizes időszakban a meglévő és a tervezett torkolati tiltók zárásával a *belvíz visszatartható, illetve a nagy fertő-dűlői mocsarak az üzemi csatornákon át áraszthatók*. A belvízelvezető fokok elzárása után a téli-tavaszi csapadék két-három héttel tovább marad a területen, de időszakos nagyobb vízfelület kialakítására nincs lehetőség. (SAVITERV KFT. 1997/a)

Várható hatások:

A szárazodó sziki rét üdébbé válása, valamint a hernyópázsitos réttípus kiterjedése várható. A degradáció során megjelent gyomfajok visszaszorulnak, nő a mocsári növényközösségek természetességi értéke, valamint táplálkozási helyként szolgálnak vonulási időszakban. A szaporodásukhoz időszakosan vízhez kötődő fajok közül azonban csak azok megjelenése várható, melyek kifejlődéséhez elég időt biztosít a vízborítás. (TÓTH L. 1997)

2. A vizsgálat célkitűzései

A rekonstrukció által érintett területek jelenlegi ökológiai állapotának részletes felmérése, illetve a beavatkozások hatásainak teljeskörű vizsgálata területi és időbeli korlátok miatt nem lehet e munkának a célja. Éppen ezért *a vízminőség vizsgálatára koncentrálva, a főbb összefüggések kiemelésével értékelem a területek állapotát, valamint a rekonstrukció megvalósítását*.

Vízminőség vizsgálataim alapvetően két célt szolgálnak:

- A Felföldy Lajos (1971) által kidolgozott biológiai vízminősítő rendszer négy tulajdonság-csoportja közül a halobitás, a trofitás és a szaprobitás vizsgálata révén jellemzem a vizek biológiai állapotát.
- A szervesen kötött nitrogén formák és a reaktív ortofoszfát koncentrációjának meghatározásával értékelem a szervesen kötött tápanyagterhelést.

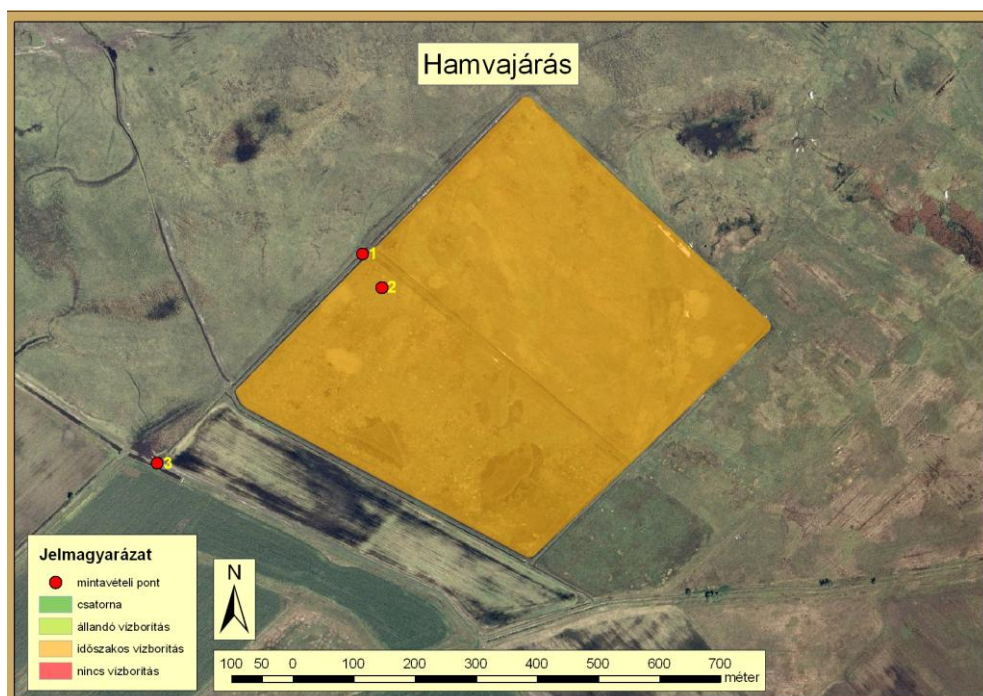
A fent vázolt vizsgálatokat a rekonstrukció mindhárom ütemének területén elvégzem, ezáltal lehetőségem nyílik a területi összehasonlításokra, valamint a nagyobb tájban való elhelyezkedés, a tájhasználat és egyéb térbeli kontextusok vízminőségre gyakorolt hatásának értékelésére.

3. Anyagok és módszerek

3.1. A mintavétel helyszínei

A víz biológiai állapotának felmérése érdekében a rekonstrukció által érintett három területen összesen **nyolc mintavételi pontot** jelöltem ki. A helyszínek kiválasztásakor alapvető szempont volt, hogy a területre jellemző, víz által eltérő mértékben befolyásolt vegetációtípusok képviselve legyenek. Emellett az adott területek árasztására szolgáló, valamint a rekonstrukció során átalakított, a belvizek levezetését megakadályozó csatornákat is mintáztam.

A mintavétel helyszíneit megjelenítő térképen feltüntettem a 2009. júliusában és augusztusában végzett terepi felmérésem eredményét is, mely az egyes mintaterületek kiterjedését, valamint a vízborítás időtartamát jelzi. A GPS adatainak feldolgozása és a térképek szerkesztése Arc GIS Desktop 9.3 térinformatikai programmal történt.



2. ábra: mintavételi pontok a Hamvajáráson

1. mintavételi pont: **Hamvajárás – övcsatorna**

Leírás:

Elfolyással nem rendelkező, tározóterként működő zárt csatorna nyílt vízfelülettel, hínárnövényzettel.

2. mintavételi pont: **Hamvajárás – rizskalitka**

Leírás:

Nádas-sásos vízi növényzettel borított sekély, időszakos vízborítású terület.

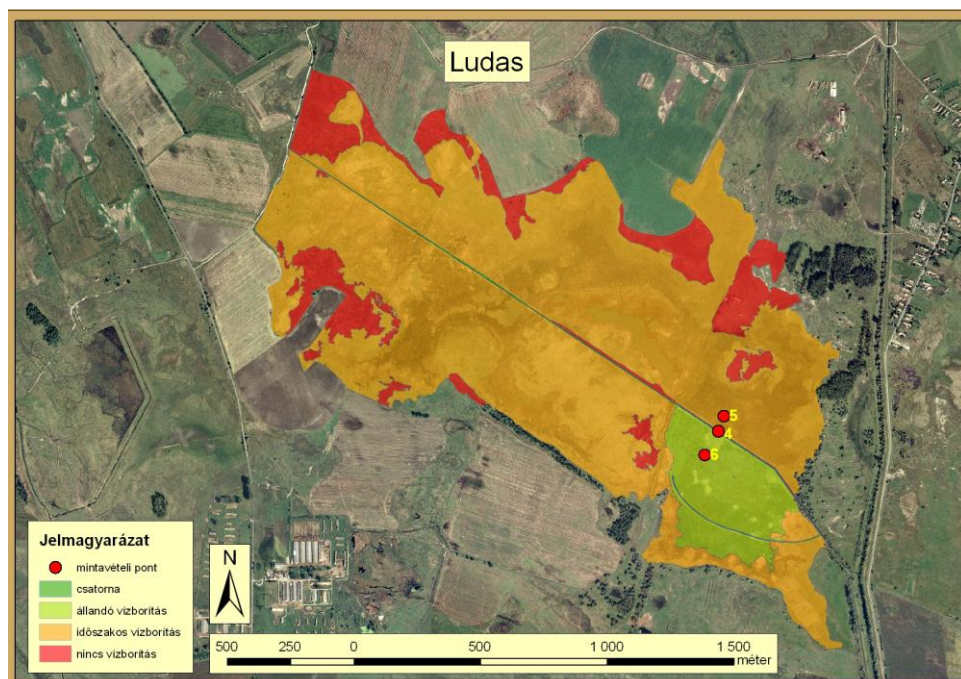
Kezelés:

A kiszáradást követően évente egyszeri tárcsázás vagy szárazzás.

3. mintavételi pont: **Hamvajárás – 54-es sz. csatorna**

Leírás:

Nádas szegéllyel benőtt, nyílt vízfelülettel rendelkező belvízelvezető csatorna.



3. ábra: mintavételi pontok a Ludasban

4. mintavételi pont: **Ludas-csatorna**

Leírás:

A rekonstrukció során átalakított, lefolyástalan tározóter nyílt vízfelülettel, hínárnövényzettel.

5. mintavételi pont: **Ludas – gye**

Leírás:

Időszakos vízborítású, erősen legeltetett ecsetpázsitos sziki rét.

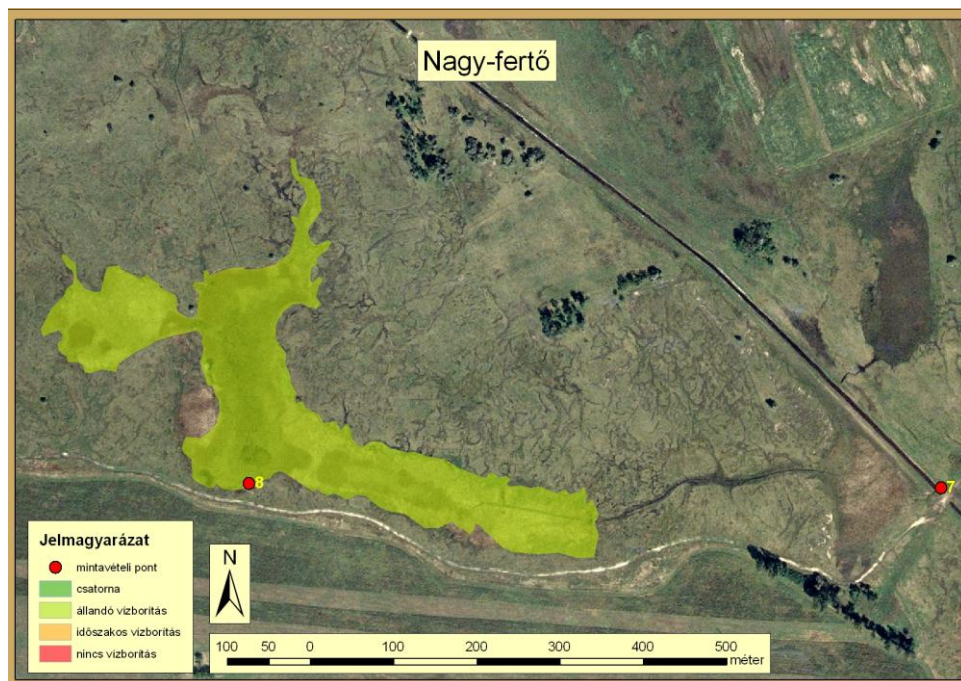
Kezelés:

A kiszáradást követően szarvasmarhával és lóval történő legeltetés, erős legeltetési nyomással.

6. mintavételi pont: **Ludas – zsiókás**

Leírás:

Sekély vízzel borított zsiókás szikes mocsár.



4. ábra: mintavételi pontok a Nagy-fertőben

7. mintavételi pont: **Búteleki-csatorna**

Leírás:

Nyílt vízfelülettel rendelkező belvízelvezető csatorna hínárnövényzettel.

8. mintavételi pont: **Nagy-fertő – zombékos mocsárrét**

Leírás:

Sekély vízborítású zombékos mocsárrét.

3.2. Vízmintavétel

A mintavételeimre **2009. április 28-án, május 26-án, és június 30-án**, délelőtt 10 és délután 2 óra között került sor. A mintavételek számát a vízborítás időtartama korlátozta.

A mintavételeim során egyrészt helyszíni méréseket végeztem, másrészt a laboratóriumi vizsgálat céljára minden kijelölt helyszínen **reprezentatív pontmintákat** vettem. A mintavétel helyszíneit a reprodukálhatóság érdekében facölöpökkel jelöltük.

A víz kémiai és biológiai oxigénigényének, valamint a fitoplankton klorofill-a tartalmának meghatározása céljából minden mintavételi ponton 1 liter vízmintát vettem sötétített üvegű, steril, teflonbetétes üvegbe. A mintákat egy steril csipesz segítségével a felszín alatt 10 cm-rel (amennyiben a vízszint ezt megengedte) bemerítéssel nyertem. Az üveget a biológiai oxigénigény mérése érdekében nem töltöttem színültig.

A szervesen kötött nitrogén formák és a reaktív ortofoszfát mennyiségének meghatározása céljából helyszínenként 250 ml vízmintát vettem csavaros kupakkal ellátott műanyag flakonba. Magas pH esetén a flakonokat színültig töltöttem és alaposan lezártam az ammónia kiszellőzésének elkerülése érdekében.

A mintákat jégakkukkal ellátott hűtőtáskában szállítottam a laborba, ahol a mérések elvégzésére két napon belül sor került, addig is a mintákat hűtőszobában tároltam.

3.3. Helyszíni mérések

3.2.1. A víz pH értékének meghatározása

A víz pH értékének meghatározását a **MSZ 448-22** szabvány alapján WTW Multi 350i pH mérő és a hozzá tartozó WTW Sen Tix 41-3 típusú pH elektród használatával végeztem el.

3.2.2. Konduktivitás és teljes oldott sótartalom meghatározása

A vezetőképesség és teljes oldott sótartalom meghatározásakor Hach gyártású 44600-00 típusú konduktométert használtam. A mérés az **MSZ 12750-6** szabvány alapján történt.

3.4. Laboratóriumi mérések

3.3.1. Kémiai oxigénigény meghatározása

A kémiai oxigénigényt a **MSZ 12750-21** szabványban foglalt elv alapján határoztam meg. Az el nem használt oxidálószer mennyiségét azonban nem redoxi titrálással, hanem fényelnyelésen alapuló gyorstesztrel mértem vissza.

A mérés során HACH gyártású COD reaktort, valamint szintén HACH gyártású DR/2000 típusú spektrofotométert alkalmaztam.

3.3.2. Biológiai oxigénigény meghatározása

A vízminták biológiai oxigénigényét a **MSZ 260/15** szabványban megadott elv alapján határoztam meg. A szabványtól a WTW OxiTop-C BOI mérőfej alkalmazásával, s ezáltal a mérés automatizálásával tértem el.

3.3.3. Klorofill-a tartalom meghatározása

A vízminták klorofill-a tartalmát a **MSZ ISO 10 260** szabvány szerint, metanolos extrakciót követő fotometriás eljárással vizsgáltam.

A metanolos extraktum fényelnyelését Jenway 6505 UV/Vis spektrofotométeren mértem.

3.3.4. Nitrát-N meghatározása

A nitrát-N koncentrációját a **Standard Method 419 C** szabványban megadott elv alapján Hach gyártású DR/2000 típusú spektrofotométer alkalmazásával, a **8039-es jelölésszámú** gyorstesztrel határoztam meg.

Amennyiben a vízminta saját színnel rendelkezett, a reagensek hozzáadása előtt a megfelelő hullámhosszon lemértem a minta abszorpcióját, s az így kapott értéket kivontam a reagensek hozzáadása után mért értékből.

3.3.5. Nitrit-N meghatározása

A nitrit-N koncentrációját Hach gyártású, DR/2000 típusú spektrofotométer felhasználásával, a **8507-es jelzésszámú fotometriás eljárással határoztam meg**. A módszer lényege, hogy a vizsgálni kívánt ionok az adott reagenssel színreakciót mutatnak, s ez a színintenzitás az ion koncentrációjával arányos, s az adott hullámhosszon lévő abszorpciós maximumon fotometriásan mérhető.

A mérés során csomagolt, por kiszerelésű NitrVer 3 nitrit reagenst adagoltam az előkészített mintákhoz, majd alapos összerázás és 10 perces várakozási idő eltelte után a minták fényelnyelését 507 nm-en mértem. Amennyiben a vízminta saját színnel rendelkezett, a reagensek hozzáadása előtt a megfelelő hullámhosszon lemértem a minta abszorpcióját, s az így kapott értéket kivontam a reagensek hozzáadása után mért értékből. A módszer 0-0,300 mg/L koncentráció tartományban alkalmazható. Amennyiben a mért érték e tartományon kívül esett hígítást készítettem.

3.3.6. Ammónium-N meghatározása

A **MSZ ISO 7150-1** szabvány szerint jártam el HACH gyártású, DR/2000 típusú spektrofotométert használva.

Amennyiben a vízminta saját színnel rendelkezett, a reagensek hozzáadása előtt a megfelelő hullámhosszon lemértem a minta abszorpcióját, s az így kapott értéket kivontam a reagensek hozzáadása után mért értékből.

3.3.7. Oldott reaktív ortofoszfát meghatározása

Az ortofoszfát koncentrációját a **Standard Method 4500-P-E** szabvány alapján, Hach gyártású DR/2000 típusú spektrofotométer használatával a **8048 jelzésszámú gyorstesztel** határoztam meg.

Amennyiben a vízminta saját színnel rendelkezett, a reagensek hozzáadása előtt a megfelelő hullámhosszon lemértem a minta abszorpcióját, s az így kapott értéket kivontam a reagensek hozzáadása után mért értékből.

3.5. Adatok kiértékelése

A mért adatokat **egyszerű statisztikai módszerekkel**, valamint az egyes mintavételi pontok értékeinek összehasonlításával értékelem.

4. Eredmények és megvitatásuk

4.1. A vízminták biológiai minősítése

A víz minőségére, valamint a minőségben fellépő területi különbségek okára a **Felföldy Lajos által kidolgozott biológiai vízminősítő rendszer tulajdonság-**

csoportjainak vizsgálatával következtetem. A víz biológiai szempontból fontos tulajdonságaira irányuló vizsgálat a területen ugyanis még nem történt.

4.1.1. Halobitás

A halobitás a Felföldy által kidolgozott biológiai vízminősítő rendszer egyik mutatója, mely definíciója szerint „**a kontinentális vizek biológiai szempontból fontos szervesetlen kémiai tulajdonságainak az összessége, melyet az élővilág csak kivételes esetben alakít, inkább csak alkalmazkodik hozzá**”. (FELFÖLDY L. 1987)

A halobitást a víz fajlagos elektromos vezetőképességének és összes ion koncentrációjának mérésével, Felföldy 10 fokozatú ordinális skálájának felhasználásával értékelem. A mért értékeket, valamint az ez alapján megállapított halobitás fokokat táblázatos formában közlöm. (1. táblázat)

Mintavétel időpontja: 2009. április 28.				
Mintavételi hely	A halobitás fokozatai		vezetőképesség (mS/cm)	összes ion (g/L)
Hamvajárás-övcSATORNA	oligo-mezohalobikus	édes-sós átmeneti víz	1,456	0,726
Hamvajárás-rizskalITKA	alfa-oligohalobikus	tömény édesvíz	0,623	0,316
Hamvajárás-54-es csatorna	oligo-mezohalobikus	édes sós átmeneti víz	1,482	0,749
Ludas-csatorna	béta-alfa-oligohalobikus	közepes édesvíz	0,423	0,209
Ludas-gyep	béta-alfa-oligohalobikus	közepes édesvíz	0,415	0,207
Ludas-zsiókás	béta-alfa-oligohalobikus	közepes édesvíz	0,436	0,219
Bútelki-csatorna	oligo-mezohalobikus	édes-sós átmeneti víz	1,103	0,556
Nagy- fertő-zsombékos	béta-alfa-oligohalobikus	közepes édesvíz	0,332	0,165
Mintavétel időpontja: 2009. május 26.				
Hamvajárás-övcSATORNA	oligo-mezohalobikus	édes-sós átmeneti víz	1,255	0,629
Hamvajárás-54-es csatorna	oligo-mezohalobikus	édes-sós átmeneti víz	1,500	0,751
Ludas-csatorna	alfa-oligohalobikus	tömény édesvíz	0,573	0,287
Ludas-gyep	alfa-oligohalobikus	tömény édesvíz	0,615	0,307
Ludas-zsiókás	alfa-oligohalobikus	tömény édesvíz	0,608	0,305
Bútelki-csatorna	oligo-mezohalobikus	édes-sós átmeneti víz	1,212	0,609
Nagy-fertő-zsombékos	béta-alfa-oligohalobikus	közepes édesvíz	0,451	0,224
Mintavétel időpontja: 2009. június 30.				
Hamvajárás-övcSATORNA	béta-mezohalobikus	híg sós víz	1,548	0,783
Hamvajárás-54-es csatorna	oligo-mezohalobikus	édes-sós átmeneti víz	1,173	0,591
Ludas-csatorna	alfa-oligohalobikus	tömény édesvíz	0,621	0,311
Bútelki-csatorna	oligo-mezohalobikus	édes-sós átmeneti víz	1,087	0,545

1. táblázat: a halobitás értékelése vezetőképesség és összes ion tartalom alapján

A halobitást elsősorban a vízgyűjtő terület geológiai és geokémiai adottságai határozzák meg. A mért értékeimen ennek megfelelően kirajzolódnak a területek *talajtani különbségei*. A többi mintavételi ponthoz viszonyítva magas összes ion koncentrációval jellemezhető Hamvajáráson szikes, réti szolonyec talaj található. A Ludas-fertő területét ezzel szemben alacsonyabb sótartalmú sztyeppesedő réti szolonyec borítja. Ennek megfelelően a víz összes ion tartalma mintegy harmada a Hamvajáráson tapasztaltnak. Ugyancsak sztyeppesedő réti szolonyec talaj található a szintén alacsony sótartalmú Nagy-fertő területén.

A halobitást emellett jelentősen befolyásolhatják a mesterséges vízbevezetések is. A bútelki-csatorna esetében tapasztalt magas sókoncentráció háttérében például a belvízelvezető csatorna vízgyűjtőjén található *kizárólag egy talajtakaróval fedett hulladéklerakóból történő kioldódás, valamint a hevesi szennyvíztisztítóval való kapcsolat állhat.*

A minták alacsony száma miatt az időbeli változások kiértékelése nem lehetséges. A Ludas-fertőben kijelölt mintavételi pontokon azonban időben egyértelmű sókoncentráció növekedést tapasztaltam, amely az elfolyóval nem rendelkező *asztatikus vízterek* jellemzője. A párolgás következtében fellépő vízszint csökkenés töményedéshez, vagyis a sókoncentráció növekedéséhez vezet.

4.1.2. Trofitás

A trofitás a biológiai vízminősítés legösszetettebb, s egyben legvitatottabb fogalma. Felföldy a *szervetlenből szerves anyagot létrehozó, s ezáltal a víz minőségét befolyásoló adottságok és jelenségek gyűjtőfogalmaként* értelmezi, mely magába foglalja a szervetlen növényi tápanyagok és a szerves anyagot felépítő fotoautotrofikus élőlények minőségét, mennyiségét, valamint működését. (NÉMETH J. 1998) A trofitás fokozatait az elsődleges termelés, az algaszám és a klorofill-a koncentrációja alapján kidolgozott ordinális skálán foglalta össze.

Ezt a skálát alapul véve, a klorofill-a koncentráció meghatározásával végeztem el a vízminták minősítését. (2. táblázat)

A legnagyobb klorofill-a tartalmat az előzetes várakozásoknak megfelelően a Ludas-fertő zsiókás mocsarában mértem. A május végi mintavételem során azonban a Nagy-fertőben is a víz eutrofizációját tapasztaltam. A klorofill-a koncentráció e

nagymértékű növekedésének hátterében a szervesanyagok dúsulása állhat. Ezt pedig a felhalmozódott szerves anyag lebontása okozhatta.

Időben a minták korlátozott száma miatt csupán a csatornában bekövetkezett változás értékelhető. Az 54-es belvízcsatornában és a Bútelki-csatornában a klorofill-a koncentráció folyamatos növekedését tapasztaltam, míg a Ludas-csatornában és az övcsatornában a kezdeti növekedést egy erőteljes visszacsökkenés követte. Ennek hátterében a csatornák eltérő jellege állhat. *A rekonstrukció során lezárt Ludas-csatorna és az övcsatorna ugyanis nem tekinthető tényleges vízfolyásnak, inkább tározótérként funkcionál.*

Mintavétel időpontja: 2009. április 28.			
Mintavételi hely	Trofitás fokozatai		klorofill-a (µg/L)
Hamvajárás-övcsatorna	oligo-mezotrofikus	szűktermő	3,76
Hamvajárás-rizskalitka	oligo-mezotrofikus	szűktermő	6,16
Hamvajárás-54-es csatorna	oligotrofikus	szűktermő	2,40
Ludas-csatorna	oligo-mezotrofikus	szűktermő	3,36
Ludas-gyep	mezotrofikus	közepesen termő	11,92
Ludas-zsíókás	mezo-eutrofikus	bőven termő	27,92
Bútelki-csatorna	oligo-mezotrofikus	szűktermő	4,20
Nagy-fertő-zsombékos	oligotrofikus	szűktermő	2,00
Mintavétel időpontja: 2009. május 26.			
Hamvajárás-övcsatorna	mezo-eutrofikus	bőven termő	24,93
Hamvajárás-54-es csatorna	oligo-mezotrofikus	szűktermő	3,04
Ludas-csatorna	mezotrofikus	közepesen termő	16,72
Ludas-gyep	mezotrofikus	közepesen termő	18,96
Ludas-zsíókás	eutrofikus	bőven termő	67,36
Bútelki-csatorna	oligo-mezotrofikus	szűktermő	4,77
Nagy-fertő-zsombékos	eutrofikus	bőven termő	76,50
Mintavétel időpontja: 2009. június 30.			
Hamvajárás-övcsatorna	oligo-mezotrofikus	szűktermő	8,25
Hamvajárás-54-es csatorna	oligo-mezotrofikus	szűktermő	4,12
Ludas-csatorna	oligo-mezotrofikus	szűktermő	7,46
Bútelki-csatorna	oligo-mezotrofikus	szűktermő	6,79

2. táblázat: a trofitás értékelése klorofill-a tartalom alapján

4.1.3. Szaprobítás

A szaprobítás fogalmát Felföldy a trofitáshoz hasonlóan, *a szerves anyagokat szervesanyagok szervesanyagokra bontó és ezzel a vízminőséget befolyásoló adottságok és*

jelenségek gyűjtőfogalmaként definiálta. Mindez magában hordozza a hozzáférhető szerves tápanyagok, valamint a szerves anyagot bontó heterotrofikus élőlények minőségét, mennyiségét és működését. (NÉMETH J. 1998) A szaprobitás 10 fokozatú ordinális skáláját a Pantle Buck index és a savas kálium-permanganáttal mért kémiai oxigénigény alapján alkotta meg, s emellett felvázolta a szaprobitás és a BOI₅ összefüggését. Vízmintáim minősítéséhez ez utóbbi munkáját vettem alapul. (3. táblázat)

Mintavétel időpontja: 2009. április 28.		
Mintavételi hely	A szaprobitás foka	BOI₅ (O₂ mg/L)
Hamvajárás-övcsatorna	béta-alfa-mezoszaprobitikus	4,2
Hamvajárás-rizskalitka	alfa-mezoszaprobitikus	14,1
Hamvajárás-54-es csatorna	béta-alfa-mezoszaprobitikus	5,6
Ludas-csatorna	-	-
Ludas-gyep	alfa-mezoszaprobitikus	15,5
Ludas-zsiókás	alfa-mezoszaprobitikus	14,1
Bútelki csatorna	oligoszaprobitikus	1,4
Nagy-fertő-zsombékos	alfa-mezoszaprobitikus	9,9
Mintavétel időpontja: 2009. május 26.		
Hamvajárás-övcsatorna	alfa-mezoszaprobitikus	14,1
Hamvajárás-54-es csatorna	-	-
Ludas-csatorna	béta-alfa-mezoszaprobitikus	5,6
Ludas-gyep	alfa-mezoszaprobitikus	14,1
Ludas-zsiókás	alfa-mezoszaprobitikus	14,1
Bútelki-csatorna	béta-alfa-mezoszaprobitikus	5,6
Nagy-fertő-zsombékos	-	Mérési tart. kívül
Mintavétel időpontja: 2009. június 30.		
Hamvajárás-övcsatorna	alfa-mezoszaprobitikus	11,3
Hamvajárás-54-es csatorna	oligoszaprobitikus	2,8
Ludas-csatorna	alfa-mezoszaprobitikus	8,4
Bútelki-csatorna	alfa-mezoszaprobitikus	8,5

3. táblázat: a szaprobitás értékelése a BOI₅ alapján

Vizsgálatom során a víz baktérium kultúrával való beoltása nem történt, így a mért értékek a vízben eleve jelenlévő heterotróf mikroorganizmusok által 5 nap alatt lebontott szerves anyag mennyiségére utalnak.

A BOI₅ meghatározása mellett munkám részét képezi a kémiai oxigénigény vizsgálata, valamint összevetése a biológiai oxigénigénnyel. (4. táblázat)

Mintavételi hely	2009.04.28		2009.05.26		2009.06.30	
	KOI _{Kr} (mgO ₂ /l)	BOI ₅ (mgO ₂ /l)	KOI _{Kr} (mgO ₂ /l)	BOI ₅ (mgO ₂ /l)	KOI _{Kr} (mgO ₂ /l)	BOI ₅ (mgO ₂ /l)
Hamvajárás-övcSATORNA	107	4,2	230	14,1	119	11,3
Hamvajárás-rizskalitka	268	14,1	-	-	-	-
Hamvajárás-54-es csat.	81	5,6	49	-	66	2,8
Ludas-csatorna	204	-	218	5,6	273	8,4
Ludas-gyep	189	15,5	391	14,1	-	-
Ludas-zsiókás	269	14,1	394	14,1	-	-
Bútelki-csatorna	23	1,4	87	5,6	122	8,5
Nagy-fertő-zsombékos	200	9,9	395	-	-	-

4. táblázat: a KOI_{Kr} és BOI₅ értéke az egyes mintavételi helyeken

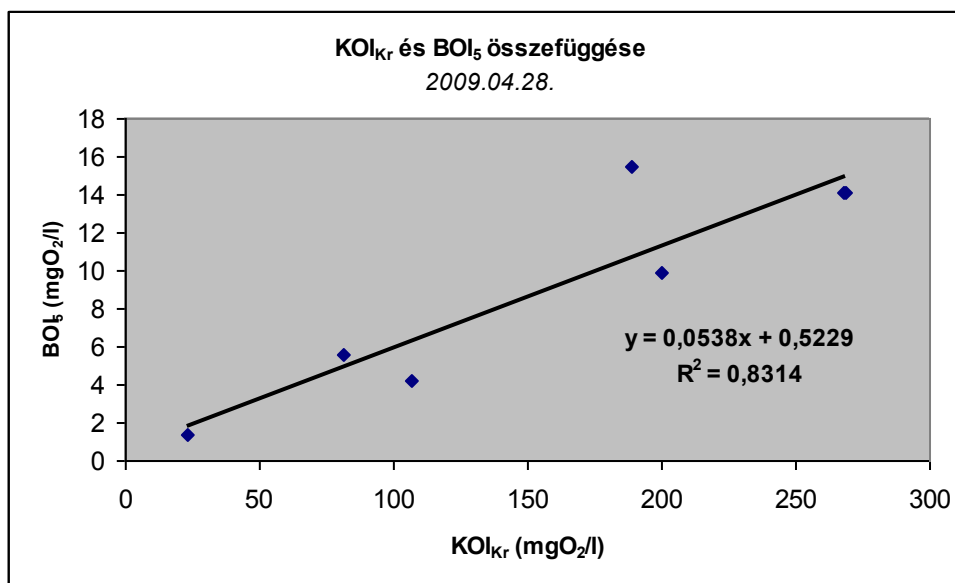
A hazai vizekre vonatkozó tapasztalati szabály alapján a BOI₅ 50-80%-a a savas kálium-permanganáttal meghatározott kémiai oxigénigénynek. (NÉMETH J. 1998) Bár az általam vizsgált kálium-dikromáttal meghatározott KOI minden esetben meghaladja a KOI_{ps} értékét, ez önmagában nem magyarázza a KOI_{Kr} és BOI₅ tapasztalt arányát, mely szerint **a BOI₅ a KOI_{Kr}-nak mindössze 5-6 %-a.** (5. táblázat)

Mintavételi hely	2009.04.28	2009.05.26	2009.06.30
	BOI/KOI*100	BOI/KOI*100	BOI/KOI*100
Hamvajárás-övcSATORNA	3,93	6,13	9,50
Hamvajárás-rizskalitka	5,26	-	-
Hamvajárás-54-es csatorna	6,91	-	4,24
Ludas-csatorna	-	2,57	3,08
Ludas-gyep	8,20	3,61	-
Ludas-zsiókás	5,24	3,58	-
Bútelki-csatorna	6,09	6,44	6,97
Nagy-fertő-zsombékos	4,95	-	-
átlag	5,80	4,46	5,95
Szórás SD	1,41	1,72	2,88

5. táblázat: a KOI_{Kr} és BOI₅ viszonya

A tapasztalt eltérés magyarázható egyrészt a nehezen bontható, másrészt a lebegőrészecskékhez kötött szerves anyag meghatározó jelenlétével. A bakteriális lebontás ugyanis az oldatban lévő szerves anyagon indul, így az öt napos respirometrikus teszt alatt ezen szerves anyagok bontása nem történt meg. A feltevés igazolása a KOI és BOI₅ minták szűrletéből történő meghatározásával lehetséges. Ebben az esetben a KOI alacsonyabb értéke, s ezzel együtt a százalékos arány növekedése várható.

A fent ismertetett tapasztalati szabálytól való eltérés ellenére is van összefüggés a kémiai és biológiai oxigénigény között. Ezt az összefüggést az alábbi grafikonon mutatom be. (5. ábra)



5. ábra: a KOI_{kr} és BOI₅ tapasztalt összefüggése a 2009.04.28-i mintavétel során

4.2. A víz pH értéke

A víz pH értékének meghatározásakor jelentős szórást tapasztaltam mind térben mind időben. (6. táblázat) Ennek hátterében az élettevékenység pillanatról pillanatra történő változása állhat. Az élőlények ugyanis asszimilációs tevékenységük során a szén elvonása révén a pH növekedését, míg a lebontás során felszabaduló CO₂ révén a pH csökkenését okozzák. A két tevékenység pillanatnyi aránya azonban számos tényező függvénye.

Mintavételi hely	2009.04.28		2009.05.26		2009.06.30	
	T (°C)	pH	T (°C)	pH	T (°C)	pH
Hamvajárás-övesatorna	19,3	7,5	21,7	7,9	23,7	8,1
Hamvajárás-rizskalitka	15,8	6,7	-	-	-	-
Hamvajárás-54-es csatorna	18,2	8,0	21,6	8,6	20,8	7,5
Ludas-csatorna	19,3	7,1	26,8	8,2	26,3	7,9
Ludas-gyep	21,5	7,4	25,6	7,8	-	-
Ludas-zsiókás	20,6	7,5	19,3	7,2	-	-
Bútelki-csatorna	20,1	8,2	26,5	7,9	31,5	8,4
Nagy-fertő-zsombékos	19,0	7,5	30,7	7,2	-	-

6. táblázat: a víz pH értéke adott hőmérsékleten mindhárom mintavétel során

A pH területi eloszlásán azt tapasztaltam, hogy a **leginkább alkalikus vizek a réti szolonyec talajokhoz kötődnek**. A szolonyec talajokban felhalmozódott nagy mennyiségű Na só a talaj és a talajvíz pH-jának növekedését okozza. A mért értékeim jelzik, hogy ez a magas talaj pH hatást gyakorol a vízre, bár az ily módon megemelkedett pH érték nem fogja megközelíteni a talaj és a talajoldat pH-ját.

Kivételt képez ez alól a Bútelki-csatorna, ahol a tapasztalt magas pH érték valószínűleg a már említett mesterséges vízbevezetésekre vezethető vissza, ugyanis a csatorna területén nem találhatók szikes, magas pH-jú talajok.

4.3. Szervetlen növényi tápanyagok mennyisége, eloszlása

A szervetlen növényi tápanyagok koncentrációjának meghatározásával, valamint a területi különbségek értelmezésével a tájhasználat vízminőségre gyakorolt hatását szeretném bemutatni, s ezáltal kiemelni a térbeli kontextusok szerepét. Mindehhez szükség volt egy területhasználati térkép szerkesztésére. (2. sz. melléklet)

4.3.1. ásványi nitrogén

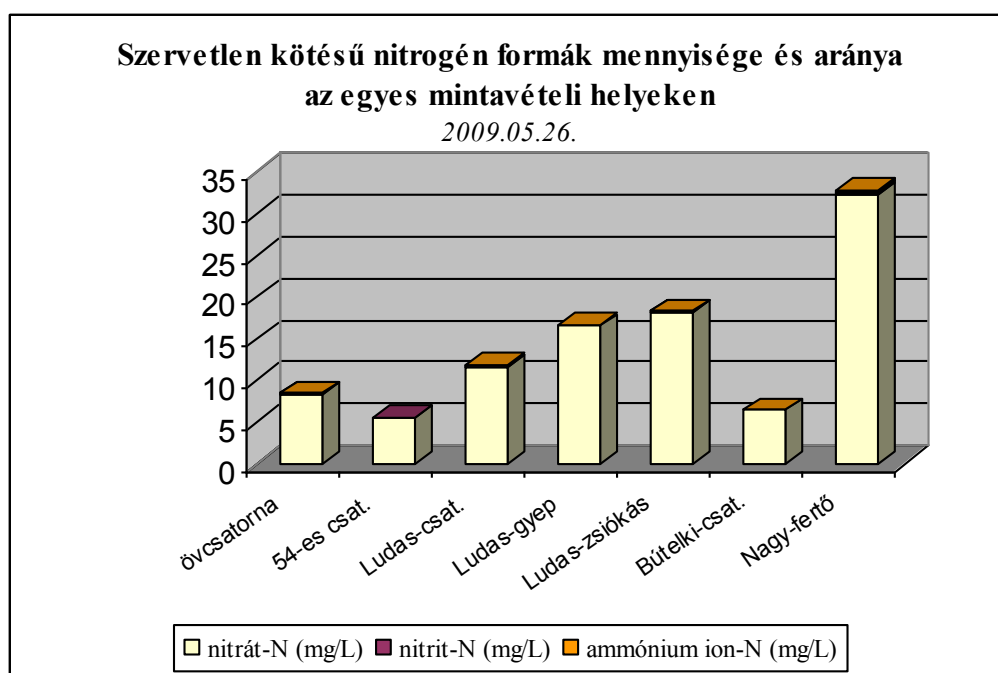
Vízi ökoszisztémába nitrogén vegyület alapvetően három úton kerülhet: az élőlények nitrogén kötése által, csapadékkal, vagy befolyó vízzel. Eltávozása pedig elfolyó vizekkel, kiszellőzéssel, rovarok kirepülésével, nitrogén tartalmú üledékek képződésével, vagy denitrifikáció útján lehetséges. Az élővilág azonban nagy mennyiségű nitrogént tart vissza az anyagforgalomban. (FELFÖLDY L. 1981) A szerves kötésből a nitrogén mikrobiológiai folyamatok hatására szabadul fel. A lebontás kezdeti lépésében ammónia keletkezik, mely szabad ammónia és ammónium ion formájában lehet jelen. E két forma aránya a pH és hőmérséklet függvénye. Az ammónia aerob körülmények között a nitrifikáció folyamatában nitritté, majd nitráttá alakul, mely utóbbi nagy mennyiségben kerülhet a vízbe civilizációs hatásra is.

Az ammónia-, nitrit-, és nitrát-N mennyiségének az összege az ásványi nitrogén. (NÉMETH J. 1998) Méréseim során ezen szervetlen kötésű nitrogénformák koncentrációját és eloszlását vizsgáltam az egyes mintavételi helyeken. (7. táblázat) A koncentrációk meghatározására csak a májusi és a júniusi mintavételeim során került sor.

Mintavételi hely	2009.05.26			2009.06.30		
	NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)
Hamvajárás-övcSATORNA	0,19	0,03	8,34	0,09	0,10	4,86
Hamvajárás-54-es csatorna	<0,01	0,01	5,62	<0,01	0,04	<0,01
Ludas-csatorna	0,11	0,07	11,73	<0,01	0,13	8,16
Ludas-gyep	0,06	0,11	16,65	-	-	-
Ludas-zsiókás	0,07	0,13	18,17	-	-	-
Bútelki-csatorna	0,04	0,01	6,47	<0,01	0,06	<0,01
Nagy- fertő-zsombékos	0,28	0,31	32,42	-	-	-

7. táblázat: a szervesen kötött nitrogén formák koncentrációja az egyes mintavételi helyeken

Az egyes mintavételi területeken 2009. májusában kimutatott jelentős nitráatterhelés egyik kézenfekvő magyarázata a környező szántóföldekről történő műtrágya bemosódás. Amennyiben azonban a mért értékek területi eloszlását nézzük, s összevetjük a kémiai és biológiai oxigénigény értékeivel hasonló eloszlást tapasztalunk. (6. ábra)



6. ábra: szervesen kötött nitrogén formák eloszlása az egyes mintavételi helyeken a 2009.05.26-i mintavétel során

Vagyis azokon a területeken, ahol jelentős ásványi nitrogénterhelés észlelhető nagy mennyiségű biológiailag hozzáférhető szerves anyag jelenléte is kimutatható. Ez alapján valószínűsíthető, hogy az ásványi nitrogén formák legjelentősebb forrása a bomló szerves anyag. Ezt erősíti meg az ammónium-, és nitrit-N kimutatható mennyisége is. A bomlás során keletkező ammónium ion azonban oxigén jelenlétében, valamint kedvező hőmérsékleti viszonyok között gyorsan nitráttá alakul. Emellett a lúgos pH-n az ammónium ion deprotonálódik és ammónia formájában kiszellőzik.

Az ásványi nitrogén formák eloszlásának és eredetének fent említett lehetséges értelmezése a vízben uralkodó feltételezett aerob viszonyokból indul ki, melynek igazolása az oldott oxigén és a redoxpotenciál mérésével lehetséges. Mintavételeim során erre sajnos nem volt lehetőségem.

A legmagasabb ásványi nitrogén koncentrációkat a Ludas-fertőben és a Nagy-fertő zombékos mocsárréjtén mértem. A Ludas-fertő zsiókás mocsarában ez az eloszlás a növényi anyag bomlásával magyarázható. A téli-tavaszi elárasztást ugyanis nem előzi meg a szerves anyag elhordása. Az erősen legeltetett, tavasszal elárasztott ecsetpázsitos sziki réten mért magas koncentráció viszont épp a legeltetés következménye lehet. A Nagy-fertőben tapasztalt kiugróan magas nitrát-N koncentráció háttérében a május közepétől szarvasmarhával történő legeltetés, a bomló növényi anyag, valamint a fertőt körülölelő nagytáblás szántóföldekről bemosódó műtrágya szennyezés együttes hatása állhat.

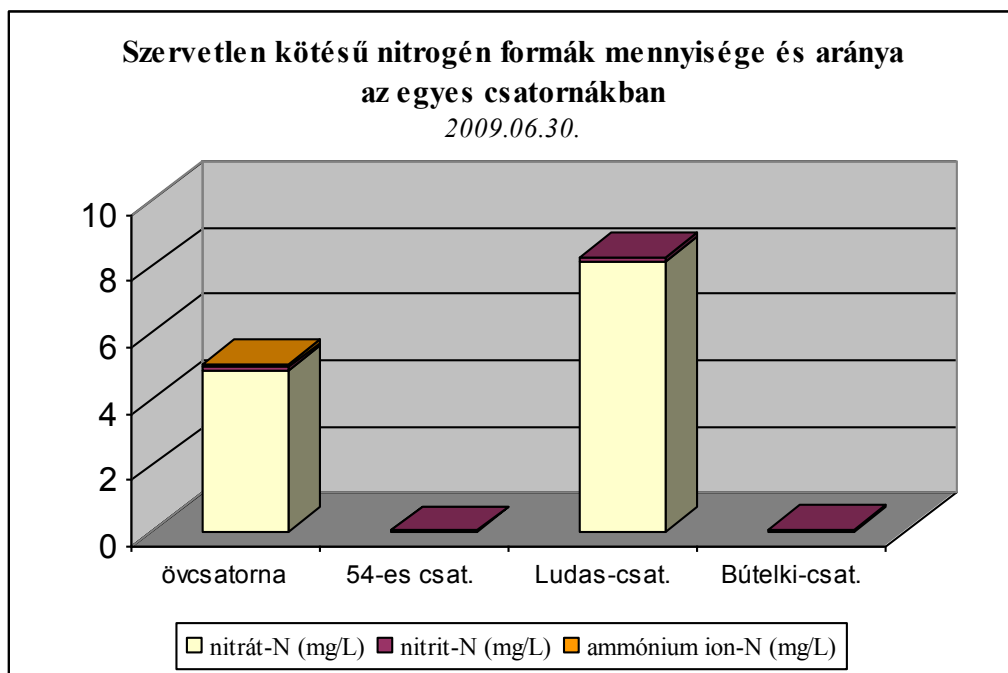
A június végi mintavételelem során az ásványi nitrogén koncentrációjának csökkenését tapasztaltam. Az ammóniumion koncentrációja a rizskalitka övcsatornájának kivételével minden mintavételi ponton kimutatási határ alatti, s a nitrát-N jelenlétét is csupán a lefolyásos kapcsolattal nem rendelkező övcsatornában és a Ludas-csatornában tudtam kimutatni, ahol a májusi mintavételelem során az ásványi nitrogén koncentrációja a tényleges elfolyóval rendelkező csatornában tapasztalt érték közel kétszerese volt. A májusi mintavételhez képest azonban e csatornában is csaknem felére csökkent a nitrát-N koncentráció. Ezzel szemben a nitrit-N koncentrációja minden esetben növekedett. (7. ábra)

Az arányok és koncentrációk ilyen mértékű változásának háttérében az aerob viszonyok anaerobbá válása állhat. A vízben felhalmozódott holt szerves anyagot lebontó heterotróf anyagcseréjű mikroszervezetek élettevékenysége ugyanis oxigén fogyasztással, s ezáltal a víz oldott oxigén tartalmának csökkenésével jár, melynek

következménye a redoxviszonyok megváltozása. Mindehhez hozzájárul a víz hőmérsékletének növekedése következtében az oldott oxigén kiszellőzése.

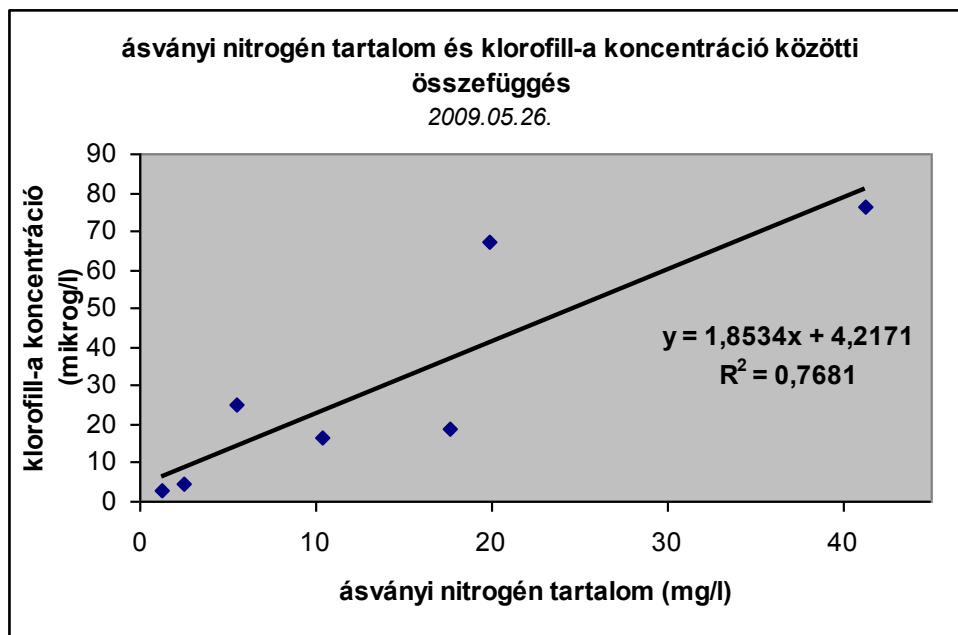
A redoxpotenciál csökkenésének következtében a nitrát veszi át a terminális elektron akceptor szerepét, s nitrogén gázzá, vagy egészen redukzív körülmények között akár ammóniává redukálódhat, mely gázok kiszellőzés révén távozhatnak a vízi ökoszisztémából, s ezáltal csökkentik az ásványi nitrogén koncentrációját. A redoxviszonyok változására, s ezáltal a nitrátredukció beindulására utalhat a nitrát-N csökkenő, s a nitrit-N növekvő koncentrációja.

A redoxviszonyok megváltozása mellett a mikrobaközösség összetételének módosulása, s ezáltal a denitrifikáció előtérbe kerülése is állhat a tapasztalt nitrát-N koncentráció csökkenés mögött. Mindkét feltevés igazolására, vagy elvetésére további vizsgálatok szükségesek.



7. ábra: szervetlen kötésű nitrogén formák eloszlása a csatornáknban a 2009.06.30-i mintavétel során

Az ásványi nitrogén koncentráció mérésével a területi eloszlás értelmezésén túl lehetőségem nyílik a szervetlen növényi tápanyagok és a víz klorofill-a tartalma közti összefüggés kimutatására. A kapott grafikon az előzetes várakozásoknak megfelel. **Nagyobb ásványi nitrogén koncentráció a klorofill-a tartalom növekedéséhez vezet.** Éves átlagos koncentrációk ábrázolása esetén azonban valószínűleg jobb korrelációt kapnánk. (8. ábra)



8. ábra: az ásványi nitrogén tartalom és a klorofill-a koncentráció közti összefüggés a 2009.05.26-i mintavétel során

4.3.2. oldott reaktív ortofoszfát

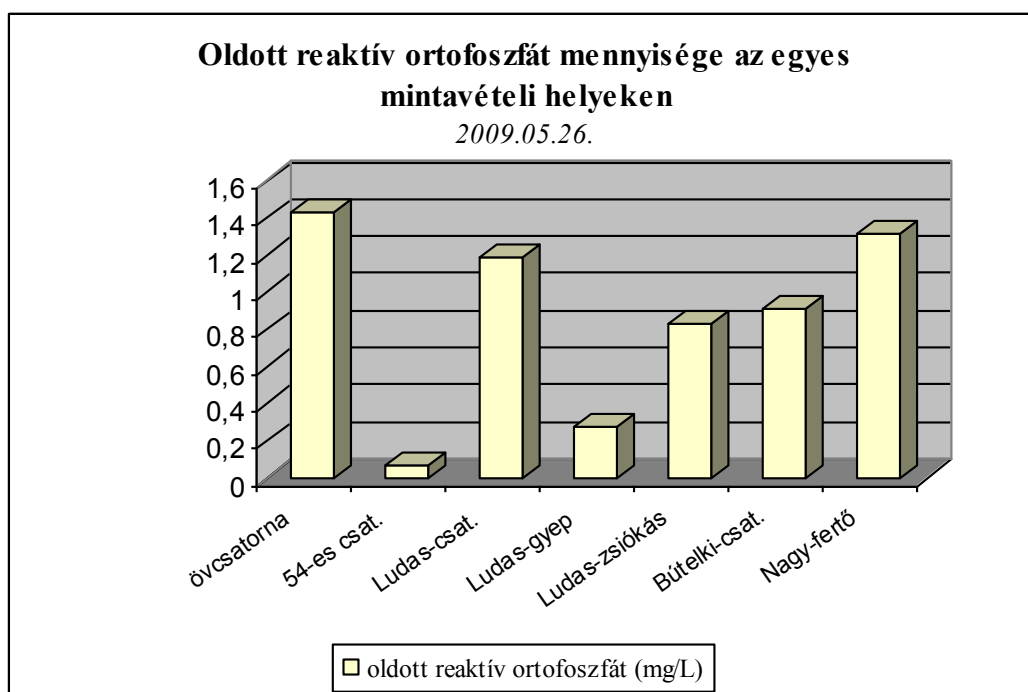
Vízi környezetben a foszfor szerves foszforvegyületek, szervesetlen ortofoszfátion, ill. különböző kondenzáltsági fokú polifoszfátok formájában fordulhat elő. Kémiai természetén kívül oldva, kolloidális részecskék formájában, vagy azokhoz adszorbeálva, valamint lebegőanyagként lehet jelen. (FELFÖLDY L. 1981)

Méréseim során a fent említett foszforformák közül a foszforciklus kiinduló anyagának, az oldott reaktív ortofoszfátionnak a koncentrációját határoztam meg. (8. táblázat) Az ortofoszfátion elsősorban a vízgyűjtő terület foszfor tartalmú, vulkáni eredetű kőzeteinek mállása, oldódása, valamint a holt szerves anyag bakteriális bomlása révén kerülhet valamely víztestbe. Emellett jelentős beviteli forrás lehet a környező szántóföldek foszfortrágyázása is.

Mintavételi hely	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	
	2009.05.26	2009.06.30
Hamvajárás-övcsatorna	1,43	3,17
Hamvajárás-54-es csatorna	0,07	0,16
Ludas-csatorna	1,19	3,26
Ludas-gyep	0,28	-
Ludas-zsiókás	0,84	-
Bútelki csatorna	0,92	1,75
Nagy-fertő-zsombékos	1,32	-

8. táblázat: oldott reaktív ortofoszfát koncentrációja az egyes mintavételi helyeken

A vizsgált terület és vízgyűjtőjének korábban ismertett geológiai és geokémiai adottságaiból kiindulva könnyen értelmezhető a reaktív foszfát alacsony koncentrációja. *A szikes talajok alacsony foszfortartalmának következtében számottevően csak a szerves anyag bomlásával, valamint a szántóföldekről történő beoldódással juthat reaktív foszfát a vízbe.* Ez utóbbi forrás szerepét erősíti meg a területi eloszlás, mely jelentősen eltér a nitrogén esetében tapasztalttól. (9. ábra) Ráadásul *a foszfátion koncentrációk maximuma nem esik egybe a kémiai és biológiai oxigénigény maximumaival, ami a szerves anyag bomlásán kívül egy szervesetlen eredetű bevitel tényét erősíti meg.*

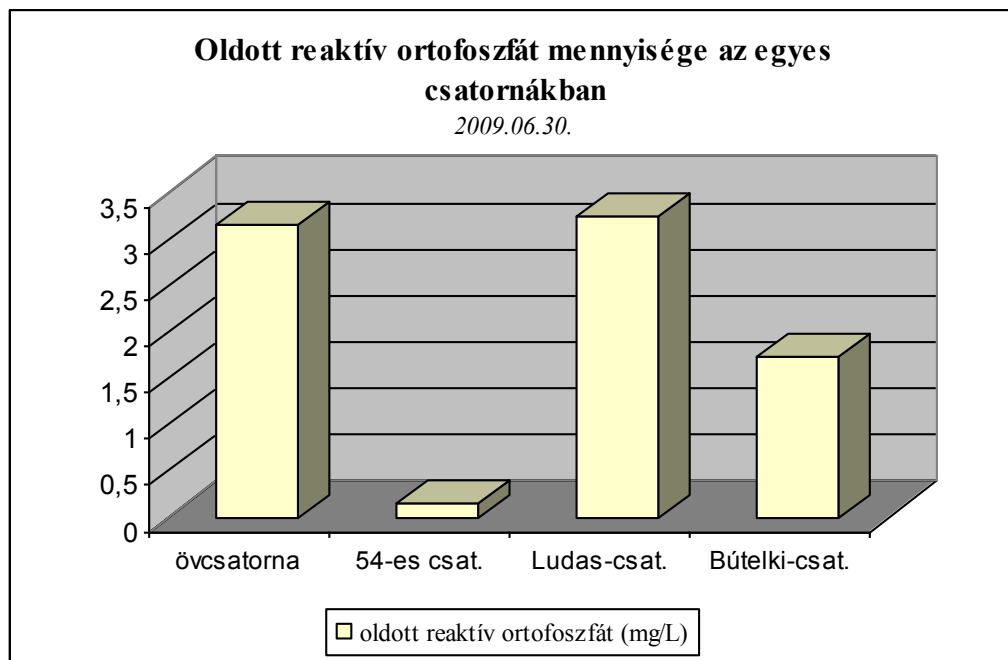


9. ábra: oldott reaktív ortofoszfát eloszlása az egyes mintavételi helyeken a 2009. 05.26-i mintavétel során

Különösen szembeűnő ez a Bútelki-csatorna esetében, ahol bár nem a legmagasabb koncentrációt mértem, a kémiai és biológiai oxigénigény értéke jelentősen elmarad a többi területen tapasztalttól. A mért foszfátion koncentráció egyrészt a csatorna szinte teljes szakaszát körülölelő nagytáblás szántóföldekről történő műtrágya bemosódásra, másrészt a hevesi kommunális szennyvíztisztítóval és hulladéklerakóval való kapcsolatra vezethető vissza.

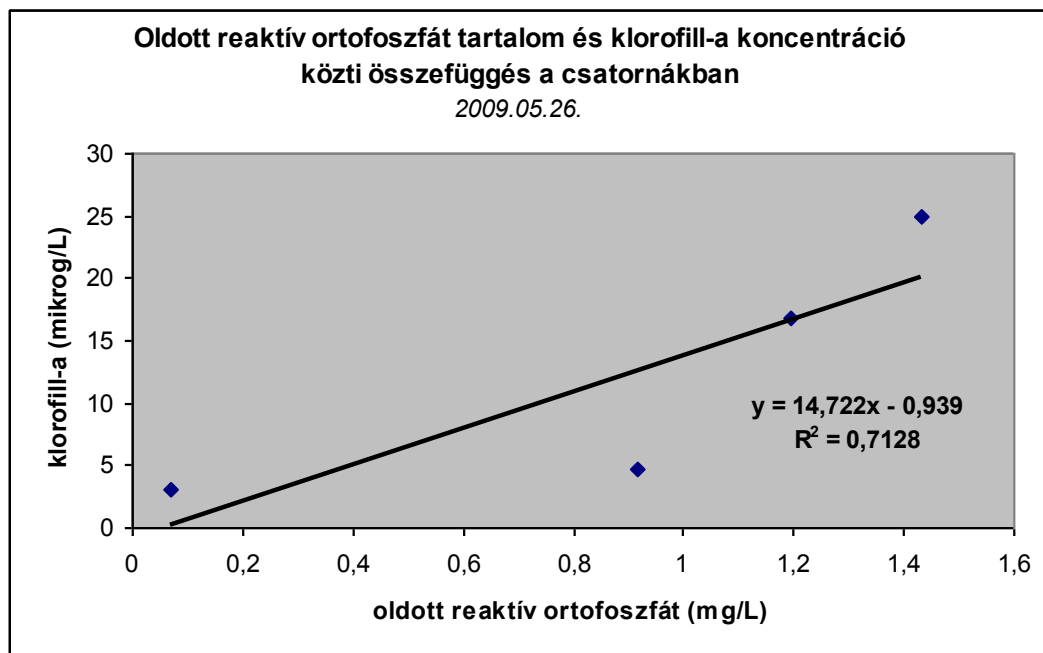
A rizskalitka övcsatornája, valamint az 54-es és a Ludas-csatorna ezzel szemben nem érintkezik nagytáblás, műtrágyázott szántóföldekkel. Az övcsatorna és a Ludas-csatorna többi területhez viszonyított magas foszfátion koncentrációja tehát valószínűleg a szerves anyag bomlásának köszönhető. Ezt erősíti meg a kémiai és biológiai oxigénigény mért értéke. A szerves anyag felhalmozódása ezen csatornában a lefolyás hiányával magyarázható. Az ugyancsak magas szerves anyag tartalommal jellemezhető zsiókás mocsár, valamint erősen legeltetett gyep alacsony foszfátion koncentrációjának hátterében a csatornáktól eltérő, alacsonyabb foszförtartalmú szerves anyag állhat. A műtrágya bemosódás ezeken a területeken szintén kizárható.

A csatornák közötti különbségek a júniusi mintavételelem során még inkább kirajzolódnak. (10. ábra)

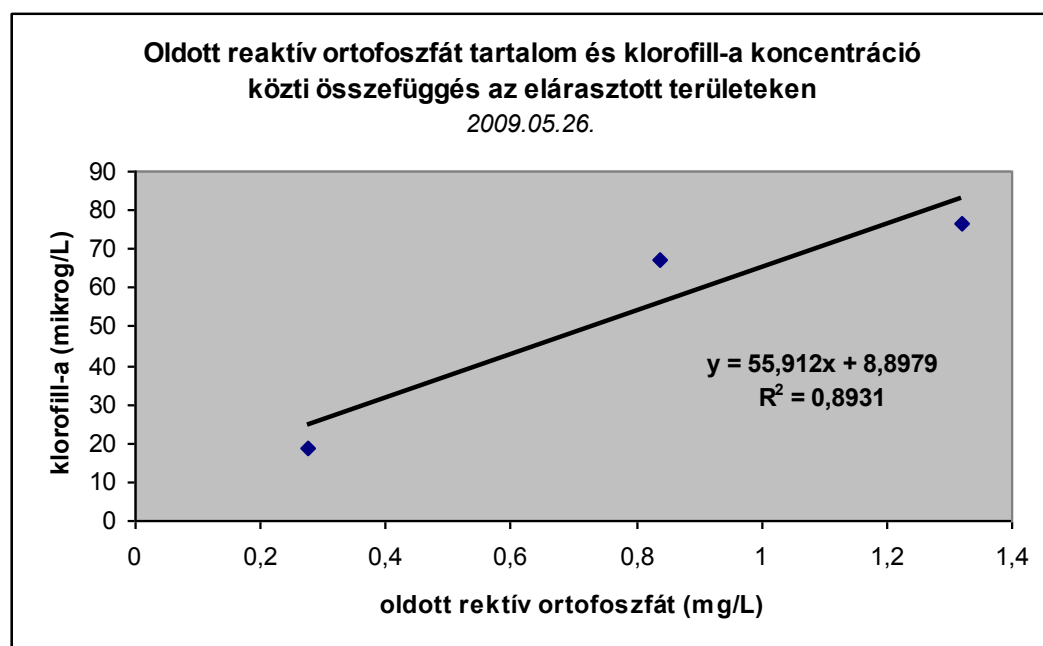


10. ábra: oldott reaktív ortofoszfát eloszlása a csatornákban a 2009.06.30-i mintavétel során

Az oldott reaktív ortofoszfát tartalom és a klorofill-a koncentráció közötti összefüggés értékelésekor az előzetes várakozástól eltérő eredményt kaptam. ***A csatornák és elárasztott területek együttes vizsgálatakor korreláció nem tapasztalható, a mért értékek két csoportra választásakor azonban egyértelmű az összefüggés.*** (11. és 12. ábra) Mindez a csatornák és elárasztott területek eltérő összetételű algaközösségével magyarázható. A feltevés igazolására további vizsgálatok szükségesek!



11. ábra: oldott reaktív ortofoszfát tartalom és klorofill-a koncentráció közti összefüggés a csatornáknban a 2009.05.26-i mintavétel során



12. ábra: oldott reaktív ortofoszfát tartalom és klorofill-a koncentráció közti összefüggés az elárasztott területeken a 2009.05.26-i mintavétel során

5. Következtetések

A dél-hevesi táj jelenlegi arculatának kialakításában a természetes folyamatok mellett döntő szerepet játszott az ember tájformáló tevékenysége, melynek következtében a tájra jellemző rendkívül összetett, változatos, de sérülékeny élőhely-komplexum elemei közül a vizes élőhelyek szenvedték a legnagyobb átalakulást.

A természetvédelmi tevékenység fő feladata e mozaikszerkezet fenntartása kell hogy legyen, mely a térségben zajló élőhely-rekonstrukciós beavatkozások következtében megvalósulni, sőt bővülni látszik a vizes élőhelyek területének növelése, állapotuk javítása által.

A jelentős mennyiségi és minőségi változás ellenére az ökoszisztéma eredeti funkcióinak helyreállítása a hidrológiai kapcsolatok teljes visszaállításának lehetetlensége miatt nem lehet a rekonstrukciós törekvések célja. ***A csapadékvizek és belvizek visszatartása, a víz szabad áramlásának biztosítása azonban az árvízvédelmi és belvízrendezési munkálatokat megelőző dinamikai jelenségek, s ezzel együtt a tájra jellemző természetes bolygatási mintázat visszaállításával a degradációs folyamatok megállításához és visszafordításához vezettek.*** Ennek eredménye a Ludas-fertőben a mocsári zonáció újbóli kialakulása és megerősödése, a zónák fajainak megjelenése. Az élőhelyek feldarabolódása, fragmentációja tehát nem vezetett a térbeli kapcsolatok teljes megszűnéséhez, s ezáltal nem korlátozta a fajok visszatelepülését a még jobb vízellátású mocsarokból, fertőkből. A természetes folyamatok tehát az eredeti állapot felé irányulnak, így ez a beavatkozás a korábban már ismertetett, Bradshaw által javasolt terminológia szerint rehabilitációnak tekinthető. A hamvajárású rizskalitkát érintő műszaki beavatkozások célja ezzel szemben egy új típusú élőhely létrehozása a ritka partmadarak megtelepítésének érdekében. A rizskalitka átalakítása során tehát helyettesítés zajlik.

A rekonstrukció által érintett területek tehát a műszaki megoldások, kitűzött célok, és ennek megfelelően a helyreállítás típusát tekintve eltérnek egymástól. Mindemellett a kutatásom során vizsgált paraméterek tekintetében jelentős vízminőségi különbségek rajzolódnak ki az egyes mintaterületek között, valamint ezen területeken belül az eltérő vegetáció típusal jellemezhető mintavételi pontok között. ***A vízminőségben fellelő különbségek a vízgyűjtő terület és a meder geológiai, geokémiai és talajtani adottságaiban jelentkező különbségekre, valamint az egyes mintaterületeket érintő eltérő kezelésre, tájhasználatra vezethető vissza.*** Az előbbi elsősorban a víz sótartalmát

és pH-ját, az utóbbi a szerves anyag mennyiségét, valamint a szervesanyagok koncentrációját befolyásolja, s ezáltal hatást gyakorol a vízi ökoszisztéma anyagcseréjére. A szerves anyag és a szervesanyagok dúsulását, valamint ez utóbbi következtében a víz eutrofizációját az erősen legeltetett időszakos vízborítású sziki réteken, valamint a dús mocsári vegetációval rendelkező fertőkhöz tapasztaltam. ***Az extenzív mezőgazdaság fenntartása, valamint a szerves anyag elhordása a vegetációs periódus végén a vízminőség javulását vonhatja maga után.***

Munkám során a mintaterületekkel kapcsolatban álló csatornák vízminőségét is vizsgáltam. A víz biológiailag fontos tulajdonságai alapján a vizsgált csatornák két eltérő jellegű víztér típusra különíthetők. ***A rekonstrukció során átalakított, torkolati tiltóval ellátott Ludas-csatorna, valamint a rizskalitka körül kiépített, lefolyástalan övcsatorna nem tekinthető tényleges vízfolyásnak, inkább tározótérként működik.*** Ennek megfelelően ezen csatornában a fertőkhöz és az időszakos vízborítású rétekekhez hasonlóan a szerves anyag dúsulását tapasztaltam. Az 54. sz. csatorna, valamint a Bútelki-csatorna ezzel szemben jelenleg is belvízelvezető csatornaként funkcionál. Vízhozamuk a nyári hónapokban minimális, vizük pangó, vagy lassan áramló. A vizsgált paraméterek értékei jelentősen eltérnek az elárasztott területeken tapasztalttól.

A vizsgált paraméterek nem csak térben, hanem időben is jelentős változást mutattak. Az áprilisi és júniusi értékek különbsége a vízállás nagymértékű változásával magyarázható. A víz biológiai állapotában bekövetkezett legnagyobb változás az ásványi nitrogén koncentráció júniusi lecsökkenése, mely valószínűleg a megváltozott redoxviszonyokra vezethető vissza. A feltételezett redukzív környezet kialakulását azonban rövidesen a terület teljes kiszáradása követte.

A rekonstrukciós törekvések legnagyobb korlátozója a vízhiány, mely gátat szab a Ludas-fertőben és a Hamvajárasi rizskalitkában tervezett állandó vízborítású, sekély, alkalikus víztér kialakításának. A terület mérsékelten forró, száraz éghajlatával együttjáró intenzív evapotranspiráció következtében az élőhely nyár közepére bekövetkező teljes kiszáradása gátat szab a tartósan vízhez kötődő élőlények megtelepedésének. A vízi szervezetek hiánya pedig jelentősen csökkenti a parti madarak fészkelésének eredményességét. A fertőket és időszakos vízborítású sziki réteket körülvevő gyepterületek és extenzíven művelt szántóföldek viszont az Egyek-Pusztakócsi mocsárrendszer rekonstrukciójának tanulsága szerint egyrészt táplálékbázist jelenthetnek a vonuló vízimadaraknak, másrészt a vizes élőhelyhez kötődő ragadozó madarak zsákmányául szolgáló kisemlősök populációinak élőhelyeül

szolgálnak. Mindez a mozaikos élőhelyszerkezet szerepére, fenntartásának szükségességére hívja fel a figyelmet.

A szélsőséges csapadékjárás és a nyári aszály mellett negatívan befolyásolja a rekonstrukció sikerét a 2009-ben kezdődő, a Hanyi-ér teljes szakaszát érintő fejlesztési és rekonstrukciós munkálat, melynek elsődleges célja a belvív, valamint az esőzések során keletkező többletvíz biztonságos levezetése.

A víz mennyiségén túl a minősége is jelentős kockázatot hordoz. A belvizek és csapadékvizek visszatartása, szabad áramlásának biztosítása révén az élőhely jellegének megfelelő összetételű vizet sikerült biztosítani, így ez a kockázat leginkább azokon a területeken jelentkezik, ahol a meder töltése a belvizek és csapadékvizek visszatartásán túl vízpótlással, a belvízelvezető csatornákból szivattyús átemeléssel történik. A csatornák nagy területről gyűjtik össze a téli-tavaszi csapadék- és olvadékvizet, s ezáltal valamely csatorna vízgyűjtő területén bekövetkező változás a víz minőségének megváltozását vonhatja maga után, mely az elárasztott területre is jelentős hatást gyakorolhat. A sótartalom és összetétel, valamint a pH jelentős megváltozása a szikes mocsári vegetáció pusztulását okozhatja. A fő veszélyforrás ebből a szempontból a már említett hevesi szennyvíztisztító és hulladéklerakó, mely a Bútelki-csatorna esetleges szennyezése révén a pélyi Nagy-fertőre jelenthet kockázatot. ***A rekonstrukció III. ütemének megvalósítása során tehát a vízminőség szivattyúzást megelőző vizsgálatára nagyobb figyelmet kell fordítani.***

A mezőgazdaságból eredő szennyeződések, mint például a nitrogén és foszfor tartalmú műtrágyák bemosódása a csatornába, s ezáltal megjelenésük az időszakos vízborítású sziki rétek és fertők vizében az előbbinél kisebb kockázatot jelent, s a térségre jellemző extenzív-félintenzív mezőgazdasági gyakorlat fenntartásával e kockázat tovább csökkenthető.

A vízminőség vizsgálata, valamint a mért értékek értelmezése bizonyítja, hogy a tájban való elhelyezkedés, a térbeli kapcsolatok és a tájhasználat döntő értékű a vizes élőhelyek helyreállítását, állapotuk javítását célzó törekvések tekintetében. ***Kutatásom alátámasztja a természeti rendszerek nyitottságát, kontextusfüggését, s ezáltal hangsúlyozza a kívülről érkező anyagáramlások jelentőségét, valamint jelzi, hogy a védendő értékek tartós fennmaradása a környező élőhely foltoktól is függ.***

6. Összefoglalás

A Hevesi Füves Puszták Tájvédelmi Körzetben 2002-ben kezdődő, három ütemben zajló komplex élőhely rekonstrukciós program elsődleges célja a hajdan jelentős kiterjedésű dél-hevesi mocsárvidék fennmaradt, de erősen leromlott, degradált foltjainak helyreállítása, kiegyensúlyozottabb vízháztartásuk megteremtése, ökológiai állapotuk javítása. A belvizek és csapadékvizek visszatartására, valamint betáplálására épülő rekonstrukciós beavatkozások a területek jellegéből adódóan két típusba sorolhatók. A pélyi Ludas-fertő és Nagy-fertő rehabilitációjának célja a mocsári zonáció eltűnésében, a vegetáció homogenizálódásában megnyilvánuló degradációs folyamat megállítása, valamint visszafordítása. A hamvajárasi rizskalitka átalakítása során ezzel szemben egy új típusú élőhely kialakítása a rekonstrukciós törekvések célja.

Az érintett területek vízminőségének, illetve a víz biológiai állapotának vizsgálata során a halobitás, a trofitás és a szaprobitás tekintetében egyaránt jelentős területi különbségek mutatkoztak. Ennek hátterében a mintaterületekkel kapcsolatban álló csatornák vízgyűjtőjének geológiai, geokémiai adottságai, antropogén létesítményekkel való kapcsolata, valamint a makrovegetáció és tájhasználat különbségei állnak. A szervesen növényi tápanyagok közül az ásványi nitrogén dúsulását tapasztaltam az elárasztott területeken, mely a víz eutrofizációjához vezetett. Az ortofoszfát koncentrációk maximuma ezzel szemben a rekonstrukció során átalakított csatornában, valamint a Bútelki-csatornában jelentkezik, mely utóbbi a környező szántóföldekről történő műtrágya bemosódásra, valamint egy kommunális szennyvíztisztítóval való kapcsolatra vezethető vissza.

A rekonstrukciós törekvések legnagyobb korlátozója a terület száraz, mérsékelten forró éghajlatával együttjáró vízhiány. A fő veszélyforrás azonban a belvizeket és csapadékvizeket nagy területről összegyűjtő és betáplálásukra szolgáló csatornák antropogén létesítményekkel való kapcsolata, mely a vízminőség szivattyús átemelést megelőző vizsgálatára hívja fel a figyelmet!

7. Irodalom

1. ALFÖLDI L. – SCHWEITZER F. 2003: A Tisza vízrendszerének földrajzi és hidrológiai jellemzése. - In: Teplán István (szerk.): A Tisza és Vízrendszere I. kötet - *MTA társadalom kutató központ*, Budapest. pp. 41-51. ISBN: 963 508 394 7 ö, 963 508 395 5
2. ARONSON J. – CLEWEL A. F. – BLIGNAUT J. L. – MILTON S. J. 2006: Ecological restoration: A new frontier for nature conservation and economics. - *Journal for Nature Conservation*, 20. Sept. 2006, pp: 135-139
3. BALOGH P. 2005: A tájrehabilitáció alapkérdései. - *A falu*, 3. szám pp. 21-31.
4. BÉL M. 2001. Heves megye ismertetése 1730-1735. - *Heves Megyei Levéltár*, Eger. 71. p. ISBN: 963-7242-24-4
5. BIOAQUA PRO KFT 2009: A Hanyi-éri fejlesztési koncepció tanulmányterve.- *Közép-Tisza vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság*, Szolnok, pp. 31-35.
6. BORBÁTH P. – FERENCZ A. – TÓTH L. 2006: Vizes élőhely-fejlesztések a Hevesi Füves Puszták Tájvédelmi Körzetben. – BNPI információs anyag
7. BORBÁTH P. – TÓTH L. 1998: Hevesi Füves Puszták TK élőhelyfejlesztési terv – Pélyi szikések, Hamvajárás. – *Bükki Nemzeti park Igazgatóság*, Eger
8. BORBÁTH P. – TÓTH L. – SCHMOTZER A. 2005: Hevesi Füves Puszták Tájvédelmi Körzet. – *Bükki Nemzeti Park Igazgatóság*, Eger. ISBN: 963 86854 33
9. BŐHM A. 2002: A nemzetközi természetvédelmi egyezményekből fakadó újabb kötelezettségek. - In: Török K. - Fodor L. (szerk.): A természetes életközösségek megóvásának és monitorozásának aktuális problémái, ökológiai alapja, a természetvédelem feladata. - Budapest, Gödöllő, Madrid, Fort Collins. pp. 175-180. ISBN: 963 9256 32 3 ö, 963 9256 82 x
10. CAIRNS J. Jr. – J. R. HECKMAN 1996: Restoration Ecology: The state of an emerging field. - *Annual Review of Energy and Environment*, Vol. 21., pp. 167-189
11. DÉVAI Gy. 2001: A természeti és társadalmi környezet kölcsönhatása az ökológus nézőpontjából. - In: Bőhm A. - Szabó M. (szerk.): Vizes élőhelyek: a természeti és társadalmi környezet kapcsolata. – Budapest. pp. 139-167. ISBN: 963 9256 32 3 ö, 963 9256 81 1
12. DÉVAI GY. – NAGY S. – WITTNER I. – ARADI CS. – CSABAI Z. – TÓTH A. 2001: A vízi és vizes élőhelyek sajátosságai és tipológiája. - In: Bőhm A. - Szabó M. (szerk.): Vizes élőhelyek: a természeti és társadalmi környezet kapcsolata. – Budapest. pp. 11-73. ISBN: 963 9256 32 3 ö, 963 9256 81 1

13. DOBSON A. P. 1997: Hopes for the future: Restoration Ecology and Conservation Biology. – *Science*, 25. July 1997, pp: 512-522
14. Dr. FELFÖLDY L. 1981: A vizek környezettana – Általános hidrobiológia. - *Mezőgazdasági kiadó*, Budapest. pp. 147-156., 162-175. ISBN: 963 230 133 1
15. FODOR ZOLTÁN 2001: A természeti és társadalmi környezet kölcsönhatása a fokgazdálkodás példáján In: Böhm András - Szabó Mária (szerk.), *Vizes élőhelyek: a természeti és társadalmi környezet kapcsolata*, 97-106. o. Budapest ISBN: 963 9256 32 3 ö, 963 9256 81 1
16. GÓRI SZ. – KAPOCSI I. 2009: Tájrehabilitáció a Hortobágyi Nemzeti Parkban, HNPI információs anyag
17. HALASSY M. 2002: A restaurációs ökológia alapjai. - In: Török K. - Fodor L. (szerk.): *A természetes életközösségek megóvásának és monitorozásának aktuális problémái, ökológiai alapja, a természetvédelem feladata*. - Budapest, Gödöllő, Madrid, Fort Collins. pp. 233-237. ISBN: 963 9256 32 3 ö, 963 9256 82 x
18. LÁSZLÓFFY W. 1982: A Tisza – Vízi munkálatok és vízgazdálkodás a tiszai vízrendszerben. - *Akadémiai Kiadó*, Budapest. ISBN: 963 05 2681 6
19. LENGYEL SZ. - GÓRI SZ. - LONTAY L. - KISS B. - SÁNDOR I. - ARADI CS. 2007: Konzervációbiológia a gyakorlatban: természetvédelmi kezelés és tájrehabilitáció az Egyek-Pusztakócsi LIFE-Nature programban. - *Természetvédelmi közlemények* 13.szám pp. 127-139.
20. MÁDLNÉ SZÖNYI J. – SIMON SZ. – TÓTH J. – POGÁCSÁS Gy. 2005: Felszíni és felszín alatti vizek kapcsolata a Duna-tisza közti Kelemenszék és Kolon-tó esetében. - *Általános Földtani Szemle*, 30. szám, pp. 93-107.
21. MARGÓCZI K. 2006: Életközösségek védelme és helyreállítása – a közösségi szintű természetvédelem szükségessége és jelentősége. - *Magyar Tudomány*, 6. szám, pp. 694-699.
22. MARGÓCZI K. – TAKÁCS G. – SZALMA E. 2009: Vizes élőhelyek kezelésének és helyreállításának botanikai értékelése
23. MAROSI S. - SOMOGYI S. 1990: Magyarország kistájainak katasztere I. - *MTA Földrajztudományi Kutató Intézete*, Budapest. pp. 178-182, 231-235. ISBN: 963 7395 09 1
24. NÉMETH J. 1998: A biológiai vízminősítés módszerei. - *Környezetgazdálkodási Intézet*, Budapest. pp. 244-265. ISBN: 963 602 731 5
25. Dr. PÉCSI M. 1969: Közép-Tiszavidék - In: Dr. Pécsi Márta (szerk.): *A Tiszai Alföld*. - *Akadémiai kiadó*, Budapest. pp. 67-97.
26. SAVITERV SAJÓ VÍZÜGYI TERVEZŐ ÉS KIVITELEZŐ KFT. 1997/a: Hevesi Füves Puszták Tájvédelmi Körzet Vizes rehabilitáció tanulmányterv. – *Bükki Nemzeti Park Igazgatóság*, Eger

27. SAVITERV SAJÓ VÍZÜGYI TERVEZŐ ÉS KIVITELEZŐ KFT. 1997/b: Hamvajárás, műszaki leírás. – *Bükk Nemzeti Park Igazgatóság*, Eger
28. SCHWEITZER F. 2003: Folyóink Hullámterének fejlődése, kapcsolatuk az árvizekkel és az árvízvédelmi töltésekkel. - In: Teplán István (szerk.): A Tisza és Vízügye I. kötet - *MTA társadalom kutató központ*, Budapest. pp. 107-116. ISBN: 963 508 394 7 ö, 963 508 395 5
29. SIPOSS V. – KIS F. 2002: A Tisza új élete. - *WWF füzetek*, Budapest. 6. p.
30. SUGÁR I. 1989: A Közép-Tiszavidék két kéziratos térképe. – *Dobó István Vármúzeum*, Eger. ISSN: 0238-4795
31. TÓTH L. 1997: A Hevesi Füves Puszták TK vizes rehabilitációjának ökológiai állapotfelmérése. – *Bükk Nemzeti park Igazgatóság*, Eger
32. VARGA Z. 2006: A konzervációbiológia helyzete Magyarországon. Összegzés: eredmények és hiányok, feladatok és perspektívák. – *Magyar Tudomány*, 6. szám, pp. 709-714.
33. VÁZSONYI Á. 1973: Az egyes vízvidékek szabályozási munkáinak története: A Tisza-völgy vizeinek szabályozása. - In: Ihrig Dénes (szerk.): A magyar vízszabályozás története. - *Országos Vízügyi Hivatal*, Budapest. pp. 312-333.
34. YOUNG T. P. 1998: Restoration ecology and conservation biology. - *Biological Conservation*, 10 November 1998, pp: 73-83
35. ZEDLER J. B. 2000: Progress in wetland restoration ecology. - *Trends in ecology and evolution*, Vol. 15., pp: 402-407

Internetes oldalak:

http://www.sulinet.hu/oroksegtar/data/telepulesek_ertekei/Tarnaszentmiklos/index_tarna_1.htm

<http://mek.oszk.hu/02100/02163/html/>

9. Köszönetmondás

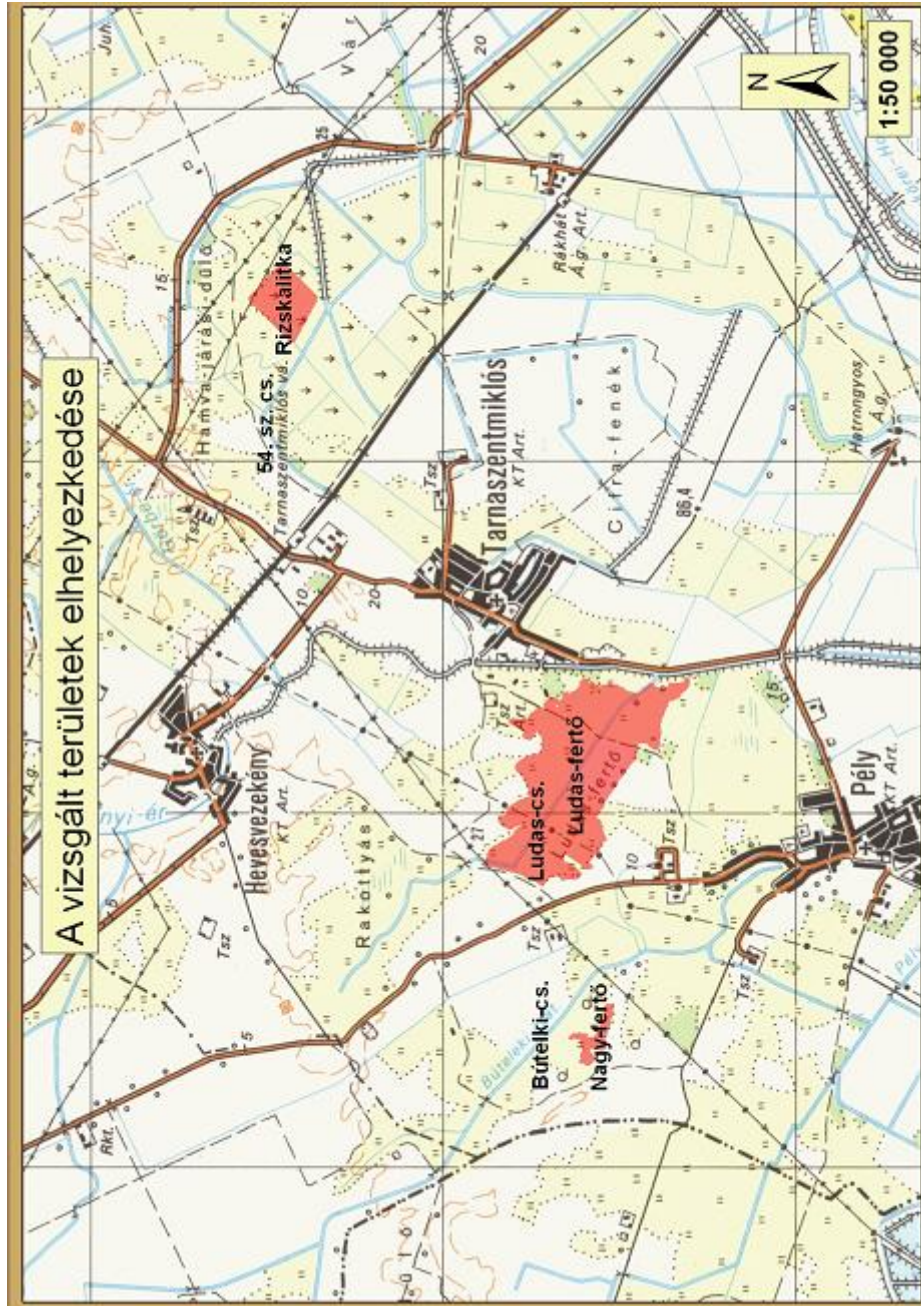
Köszönettel tartozom a Hevesi Füves Puszták Tájvédelmi Körzet dolgozóinak, akik lehetővé tették és segítették munkámat. Külön köszönet illeti Ferencz Attilát, aki a térképek szerkesztésével járult hozzá a TDK megszületéséhez.

Köszönöm a mikrobiológia tanszék dolgozóinak, különösen belső konzulensemnek Romsics Csabának, valamint Felföldi Tamásnak, hogy segítették a tervezett vízminőség vizsgálatok kivitelezését, rendelkezésemre bocsátották a szükséges eszközöket, valamint hasznos tanácsokkal láttak el.

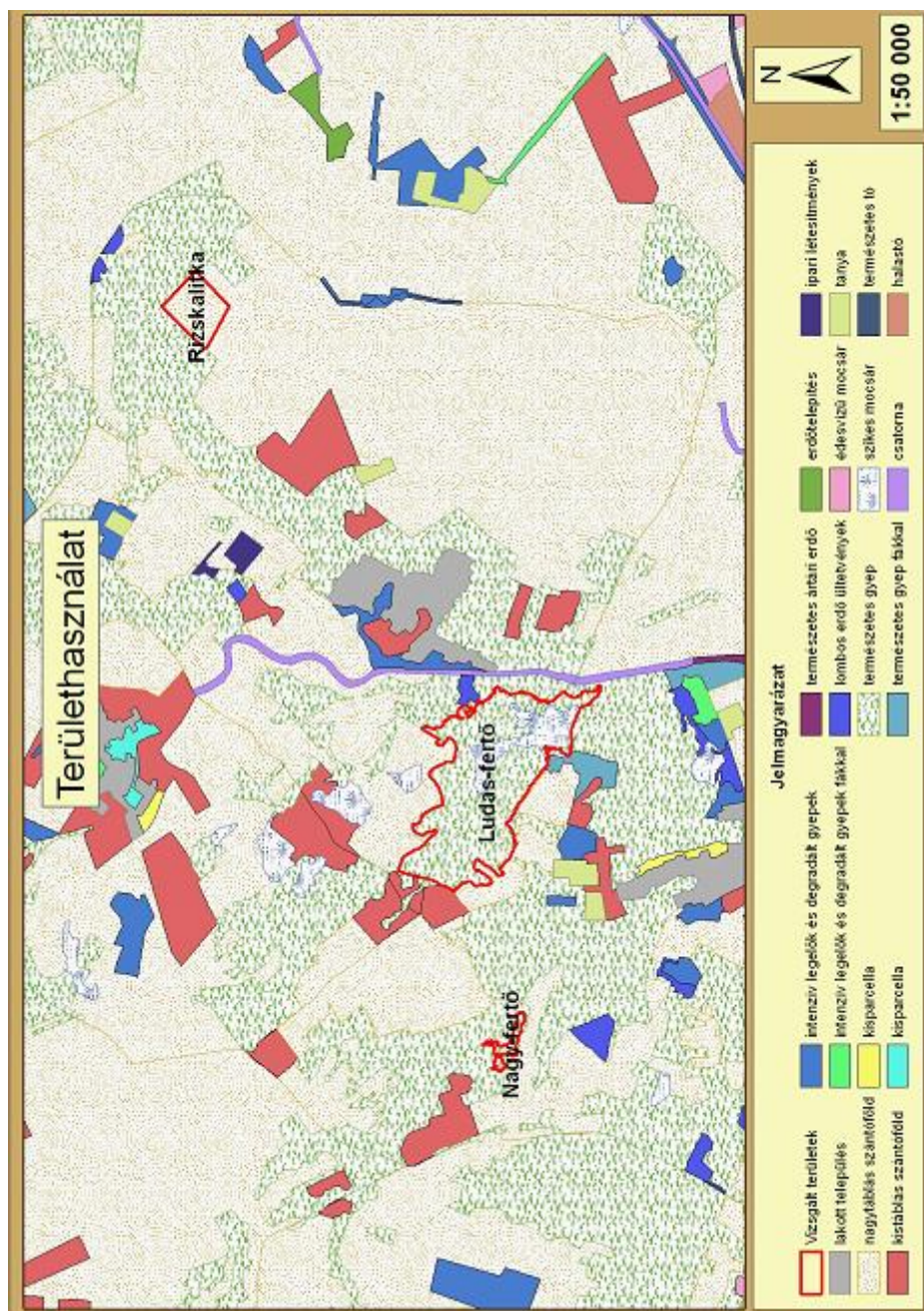
Külön köszönettel tartozom Barkács Katalin tanárnőnek, aki nélkül nem lett volna lehetőségem az analitikai tanszék laborjainak használatára. Mindemellett a vízmintavételre, valamint a minták feldolgozására vonatkozó tanácsokkal segítette munkámat.

Köszönöm Szalai Zoltán tanárúrnak, aki munkám kezdetén látott el hasznos tanácsokkal, s ezáltal hozzájárult kutatásom megtervezéséhez, valamint Mádlné Szőnyi Judit tanárnőnek aki szakirodalmak rendelkezésemre bocsátásával segített.

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm témavezetőmnek, Tóth Lászlónak, aki nélkül ez a dolgozat nem születhetett volna meg.



1. sz. melléklet: a vizsgált területek elhelyezkedése



2. sz. melléklet: a CORINE adatbázis alapján szerkesztett területhasználati térkép