

VÍZIMADÁR ANYAGFORGALMI GUILDEK

ifj. Oláh János

Hortobágy Természetvédelmi Egyesület, Hortobágy Nature Conservancy Society, H-4060
Balmazújváros, Sport tér 6.

1. BEVEZETÉS

Geomorfológiai adottságai következtében a Kárpát-medence bővelkedett sekély vizekben. Folyó és állóvizek sokfélesége és mennyisége jellemezte az ország természeti tájait. A Duna vízgyűjtő hegyes területein például 5 km km^{-2} , síkságain $0,1 \text{ km km}^{-2}$ volt a vízhálózat sűrűsége. Szabályozás előtt, a Duna és Tisza völgy alföldi szakaszán az év legnagyobb részében vízzel volt borítva kerekén 23 ezer km^2 . Időnként, általában hetekre, de akár több hónapra is víz alá került további 16 ezer km^2 . Összesen tehát 39 ezer km^2 vizes élőhely anyagmozgató és energiatermelő tevékenysége formálta a Kárpát-medence természeti állapotát és biztosította a gazdag élővilág táplálékbázisát. Fészkelő és táplálkozó élőhelyek széles választékát nyújtva a költő és vándorló vízimadarak számára. A Kárpátok hegyvonulatának medence felé néző, belső lejtőit borító erdőségek és a medence alján elterülő vizes élőhelyek együttes természetes egyensúlyi állapotát először a folyószabályozások változtatták meg, majd az erdőirtások torzították tovább.

1.1. Összezsugorodott élőhelyek

Alföldünk képe az elmúlt 150 évben számottevően megváltozott és ez a változás ma is tart. A folyószabályozások eredményeképpen az egykoron kiterjedt vízivilág szinte teljesen eltűnt. Valamikor a Tisza vízgyűjtőjének 12,4 százaléka őszártér volt, és egy kilométeres folyószakaszt 20,7 négyzetkilométeres ártér kísért. A szabályozás után az ártér a vízgyűjtő 0,34 százaléka zsugorodott, és egy folyamkilométert már kevesebb, mint egy négyzetkilométer valódi ártér kísér, degradált liget- és galériaerdőkkel. Magyarország vízi világának gazdagsága szinte csak régi leírásokban maradt fenn: "Vadlúd, vadkacsa, karakatona, gém, kócsag, meg mindenféle apróbb vízimadár annyi volt, hogy sok volna még a fajtáját is elsorolni!" - olvashatjuk GYÖRFFY 1984-es munkájában idézettek. Nem hiába fordult II. József császár 1786-ban a kun városokhoz, hogy a császári állatkert számára küldjenek: "mindenféle nagyságú és külömb-külobbféle színű vadkacsákat, búvárokat, fejér gójákat, darvakat, tűzokokat, vadludakat, lilliket, mindenféle gémekeket, kivéven a hamuszínű közönséges gémet, gödényeket, karakatonákat, vízbikákat, szajkókat és más egyéb különös szárnyas és négylábú állatokat." (TÜRKEVEI LEVÉLTÁR, CURRENT. III. 1786.). A vizes élőhelyek megszűntével a vízhez szorosan kapcsolódó növény és állatvilág is visszaszorult.

Ugyanakkor a folyószabályozások által megszerzett földterületek jelentős része a mezőgazdaság számára hamarosan használhatatlanná vált, a gyorsan terjedő szikesedés miatt. A húszas-harmincas években megkezdődött ezeknek a "haszontalan" földeknek a hasznosítása, ami folytatódott az ötvenes években is. Óriási kiterjedésű rizsföldtelepeket és halastavakat hoztak létre, melyekkel, igaz nem tudatosan, de élőhelyet teremtettek a már majdnem eltűnő vízi világnak. A rendszerváltással újra csökkenni kezdett a vizes élőhelyek

területe, ha nem is a folyószabályozáshoz hasonló mértékben. Napjainkban ugyanis a rizsföldtelepek megszűnőben vannak, hiszen a hazai rizs, mind árban, mind minőségben versenyképtelen az ázsiai rizszel szemben. A privatizáció révén magánkézbe került földeken tehát nem érdeke a tulajdonosnak rizst termelni. A rizstermelés megszüntével pedig a rizshez kötődő élővilág is eltűnik. Nem ilyen mértékben ugyan, de csökkent a halastavak összterülete is. Elsősorban a tógazdaságok tulajdonviszonya változott. A 23 000 hektár, üzemelő tófelületből 1994-re már 13 000 hektár magánkézbe került (Nagy és Könczey 1995). Ezzel párhuzamosan a ténylegesen üzemelő halastavak területe évről évre csökkent, az 1989-es 23 000 hektárról 1994-re 15 000 hektárra (Balogh és Váradi 1995). 1995 óta lassan ismét növekedik az üzemelő halastavak területe (Pintér 1996, 1997, 1998). Az egykori változatos és termékeny ártéri vízrendszer maradvány vizesföldjei, és ezen belül az alföldi holtágak is eltűnőben vannak.

1.2. Faunisztikai kutatások bősége

Összezsugorodott az alföldi sekély állóvizek területe. Védelmük és visszaállításuk a hazai környezetvédelem és természetvédelem kiemelt feladata. A vizes élőhelyek világszerte a leginkább veszélyeztetett területek, melyek védelmét és megővését, sőt visszaállítását különféle nemzetközi egyezmények szabályozzák, mint például a RAMSARI EGYEZMÉNY. A vízimadár populációk minőségi felmérése, különösen a halastavakon végeláthatatlan mennyiségű, ami nagyon jól mutatja, hogy a hazai ornitológia mindig is különös figyelmet szentelt a halastavak szerepének. Az általában rövid, faunisztikai cikkek gyakorlatilag minden hazai madártani lapban, periodikában megtalálhatók. Legtöbb a MADÁRTANI TÁJÉKOZTATÓBAN, amely 1996 óta TÚZOK néven jelenik meg, valamint az AQUILA és PARTIMADÁR folyóiratokban olvasható. Különféle vonulás kutatási témájú közlemények részletezik, hogy a halastavak, mint pihenő és táplálkozó élőhelyek milyen fontos szerepet töltenek be a vízimadarak vonulásában, (ECSEDI 1992, KOVÁCS 1992, SZIMULY 1992, NAGY 1993, OLÁH IFJ. 1993, SZIMULY 1993, KERN 1994, BARKÓCZI ÉS DOMJÁN 1994, OLÁH IFJ. 1996, SZIMULY 1996). Másik nagy csoportja a halastavakat tanulmányozó közleményeknek, az itt költő fajok állományaival és természetvédelmi kérdéseivel foglalkozik (SZÉKELY 1992, BOROS 1993, BOROS ÉS SZIMULY 1993, BERDÓ 1994). Ezek mellett számos nagyobb tanulmány is ismerteti a halastavak madárvilágát, a madárvonulásra és fészkelésre gyakorolt hatását, mintegy monografikusan feldolgozva a halastó-madár kapcsolatot (STERBETZ 1963, BODNÁR 1982, KOVÁCS 1984, NAGY ÉS KÖNCZEY 1995, MUSIL ÉS FUCHS 1994, FARAGÓ 1995).

1.3. Vízimadarak hatása a sekélyvizek minőségére

Ugyanakkor ennek fordítottja, azaz a vízimadár állományok tavi hatásának felmérése és tevékenységük mennyiségi vizsgálata és mindezek integrálása sekély vizeink szerkezetéhez és működéséhez még alig vizsgált (PONYI 1994). Gyakorlatilag a kevés megmaradt sekély tóra és vizes élőhelyre koncentrálódik napjainkban az évezredek alatt ideszokott és erre vándorló vízimadarak mennyisége. E gyakran jelentős vízimadár állományok táplálkozó és/vagy pihenő élőhelyként hasznosítják a frissen árasztott rizsföldeket tavasszal, a lecsapolt sekélyvízű halastavakat tavasszal és ősszel és a kevés megmaradt szikes és nem szikes

sekélyvízű tavainkat. Vándorló partimadarak, kacsák, libák, darvak és sirályok mennyisége olyan mértékű lehet, hogy jelentősen befolyásolják a vizek anyagforgalmát és vízminőségét. Ennek ellenére a vízmadarak szerepét hazai sekély vizeink szerkezetének és működésének kialakításában szinte alig vizsgálták. Szerepük feltárását jelentősen segítené egy vízmadár anyagforgalmi guild koncepció kidolgozása és a fontosabb hazai guildek mennyiségi paramétereinek felmérése, irodalmi összesítése és összevetése.

2. CÉLKITŰZÉSEK

A bevezetésben leírtak szerint összezsugorodott alföldi sekély vizeinket táplálkozó és pihenő élőhelyként használó vízmadár állományok anyagforgalmi guildekbe sorolása érdekében röviden áttekintettük a guild fogalom kialakulását és használatát. Munkánk végső célja a vízmadár anyagforgalmi guildek tevékenységét bemutató mennyiségi táblák létrehozása és az anyagszállító és bioturbáló guildcsoportok hatásának szemléltetése a sekély Kardoskúti Fehér-tavon. Ennek érdekében a következő munkák elvégzését terveztük:

- (1) Guild fogalom rövid irodalmi áttekintése, abból a célból, hogy a guildek létrehozásának általunk alkalmazott eljárását megalapozzuk és kiválasszuk.
- (2) Vízmadár anyagforgalmi guildek létrehozása, elkülönítése, a fontosabb hazai fajok besorolása.
- (3) Anyagszállító guildcsoportozáshoz tartozó madarak napi ürülékének és az ürülék tápanyag tartalmának mennyiségi mérése és/vagy az erre vonatkozó adatok összegyűjtése az irodalomból.
- (4) Bioturbáló guildcsoport anyagcsere (táplálékfelvétel és ürítés gyakoriság), és mechanikai (szűrő, tűrő, szedegető) lebontásgyorsító mechanizmusainak terepi mennyiségi felmérése és/vagy az erre vonatkozó adatok összegyűjtése az irodalomból. Ezzel az eljárással becsülhető a partimadarak anyagforgalmi szerepe a sekélyvízi ökoszisztémákban.
- (5) Az előző felmérések és irodalmi adatok felhasználásával az anyagforgalmi guildek hazánkban tömeges fajainak tevékenységét bemutató mennyiségi táblázatok összeállítása.
- (6) A Kardoskúti Fehér-tó vízmadár populációinak mennyiségi felmérése. A fenti eljárással egy madárra mért és kiszámított anyagszállítás nagysága a teljes populációra átszámítva értékelhető, hogy a Kardoskúti Fehér-tó anyagmérlegében és anyagforgalmában milyen mennyiségi szerepet játszanak az anyagszállító guildek.
- (7) A nagy goda mechanikai bioturbáló tevékenységére kapott mennyiségi adatok alkalmazása a Horváthpusztai Halastavakon.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS: A GUILD KONCEPCIÓ FEJLŐDÉSE

3.1. Kulcsfajok szerepe

Sekély vizeink némelyikében egyes vízmadár fajok mennyisége és anyagforgalmi szerepe elérheti a kulcsfaj státuszát is. A kulcsfaj (keystone species) fogalmat PAINE (1966) használta először azokra a fajokra, amelyek aktivitása és gyakorisága meghatározza a társulás integritását és stabilitását. Ezt követően a kulcsfaj koncepciót néhány természetvédő felerősítette, mondván, hogy használatával megkönnyíthető a védelmi erőfeszítések kiválasztása a legnagyobb hatékonyság elérésére, különösen ha a kutatásokhoz a pénzforrások limitáltak. MILLS és mtsai. (1993) azonban vitatkoznak ezzel a leegyszerűsítéssel. Szerintük

az eredeti kulcsfaj koncepció túl általános, hiányosan definiált, félreérthető, nem elég specifikus és példával alig demonstrált vagy bizonyított a természetben. Ezért a természetvédelemben nem javasolják gyakorlati használatra. Azzal a céllal, hogy Paine kulcsfaj koncepcióját használhatóbbá, konkrétábbá tegyék, öt kulcsfaj csoportot hoztak létre a társulásban betöltött funkciók alapján: ragadozók, prédák, növények, kapcsolatok és élőhely módosítók csoportjai.

Hamarosan kiderült azonban, hogy ezek az általános funkcionális csoportok nem egyenrangúak, nem integrálják egységes rendszer szerint a kulcsfajokat az ökoszisztémák működéséhez, azaz az energiaáramláshoz és az anyagforgalomhoz. Éppen ezért PERRY és mtsai. (1990), majd READ (1993) a tápanyagforgalom folyamataiban résztvevő kulcsfaj csoportokat különítenek el. BOND (1993) azonban még ezt is túl általánosnak, ráadásul még bizonyítandónak tartja. Ugyanakkor tény, hogy a kulcsfajok szerepének mennyiségi felmérése alapvetően hozzájárulhat az ökoszisztémák szerkezetének és működésének megértéséhez. Miután erőteljesen interaktív komponensei az ökoszisztémáknak, így hatásuk aránytalanul nagy (1) más fajok gyakoriságára, elterjedésére, megmaradására (2) a szén és más tápanyagok forgalmára, valamint (3) az ökoszisztémák zavaró hatásokkal szembeni rugalmasságára. Ezért a természetvédők és védett területek kezelői számára a kulcsfajok ismerete és funkcionális szerepük mennyiségi felmérése igen hasznos, sőt elengedhetetlen a hatékony védelmi és kezelési eljárások kidolgozásában. Ez persze nem jelenti azt, hogy minden ökoszisztémának van a fenti értelemben használt kulcsfaja, sőt legtöbbnek nincs. Tovább nehezíti a kulcsfajok használatát az ökoszisztémák operatív kezelésében az a tény, hogy működésük mennyiségi felmérése legtöbbször hiányos. Több munka foglalkozik fogalmi spekulációval, mint mennyiségi terepi felmérésekkel és a mozgott anyagmennyiségek laboratóriumi mérésével.

3.2. Guild koncepció kialakulása és terjedése az ökológiában

A valóságosan létező kulcsfajok funkcionális csoportokba való besorolása tehát vitatott. Ezzel szemben a funkcionális guild csoportokat már széleskörűen alkalmazzák ökoszisztémák működésének elemzésére és a kezelési alternatívák kiválasztására. A guild fogalmat, a kulcsfaj fogalomtól függetlenül egy évvel később ROOT (1967) javasolta és határozta meg, mint a hasonló környezeti erőforrást hasonló módon hasznosító fajok csoportját. KÖRNER (1993) szerint bármely ökoszisztéma tulajdonság, faj, szerkezet vagy folyamat csoportosítható bármely az ökoszisztémában zajló működési szerep köré. Funkcionális guild csoportok létrehozása segít megérteni a kezelése szempontjából fontos ökoszisztéma működést. Guildek alkotása tehát fontos eszköze a környezetvédelemnek és természetvédelemnek, segít megérteni a működést és így a hatásos védelem fontos eszköze. Guild csoportok elkülönítését mindenkor az ökoszisztémák sajátossága és a felbontás mértéke határozza meg. WALKER (1992) szerint a fajok csoportosításánál célszerű azon funkcionális típusokat kiemelni, amelyek legnagyobb hatással vannak a rendszer működésére. Ebből kiindulva négylépéses eljárást javasol: (1) a limitáló vagy más fontos ökoszisztéma folyamat kiválasztása, (2) a kiválasztott folyamatnak megfelelően a társulás guild analízise, (3) a létrehozott funkcionális csoportok további felosztása alcsoportokra változtatlanul a limitáló folyamat funkcionális tulajdonságai szerint, (4) redundancia becslés a guild csoportokon belül. Teljes funkcionális redundancia azt jelenti, hogy a csoport egyik tagjának eltűnését denzitás kompenzáció követi a csoporton belül. E szigorú kritériumokkal és eljárással

szemben KÖRNER (1993) szerint bármely mértéken (mikro, mezo, makro), a hasonló szerkezeti vagy folyamat alkotóelemek csoportját funkcionális guild csoportként kezelhetjük.

Természetesen a funkcionális guild analízis csak akkor segíti az ökoszisztémák hatékony kezelését és védelmét, ha képesek vagyunk azok működését, azaz anyagforgalmát mennyiségileg felmérni. Sekély vizeink többségénél ezek a felmérések még el sem kezdődtek.

3.3. Guild koncepció alkalmazása madárpopulációkra

A guildek, kutatók alkotta szubjektív egységek (ROOT 1967, LANDRES ÉS MACMAHON 1980, MACMAHON *et al.* 1981, JAKSIC 1981), éppen ezért használatának objektívebbé tételére, azaz a guildek elkülönítésére Clusteranalízist (CROME 1978), principal komponens analízist (HOLMES *et al.* 1979, LANDRES ÉS MACMAHON 1980, SHORT ÉS BURNHAM 1982), kanonikal korrelációt (FOLSE 1981) és diszkriminancia funkció analízist (DUESER ÉS SHUGART 1979) alkalmaztak. A madár guildeket szinte kivétel nélkül táplálkozás alapján csoportosítják, többnyire a táplálkozási közeg, a táplálék összetétel, a táplálkozási stratégia vagy ezek kombinációi szerint (BAKER ÉS BAKER 1972, NUDDS T. D. 1983, MARTIN 1992, BETHKE 1993, STAPANIAN ET AL. 1994, JANES 1994, DAILY ÉS EHRLICH 1994, WELLER 1995). Egyetlen munkát találtam, amelyben a tengeri madarak guildjeit fészkelő stratégiájuk alapján különítették el (SIEGEL-CAUSEY ÉS WHITTAM 1980). További három munkában tárgyalják együtt a fészkelő és táplálkozó guildeket (DEGRAAF ÉS WENTWORTH 1981, SHORT 1982, SHORT ÉS BURNHAM 1982). A vízimadarak anyagforgalmi tevékenységére még nem készült funkcionális guild analízis. A hozzáférhető irodalomban nem találtunk anyagforgalmi vízimadár guildek létezésére utalást. .

3.4. Guildek használata populációkezelésben és természetvédelemben

A guild koncepció alkalmazásának potenciális előnyei a természetvédelemben jelentősek, de gyakran találkozunk a téves alkalmazás veszélyeivel. A guild határok megvonásának, meghatározásának nehézségei következtében gyakran ugyanazon élőhelyen dolgozó kutatók különböző guildekbe helyezték ugyanazon madárfajokat. Éppen ezért az egyes guild elemzések önmagukban értékelhetők és a különböző szerzők vizsgálati elemzései csak körütekintéssel, a guild határok előzetes egyeztetésével hasonlíthatók össze. SEVERINGHAUS (1981) vezette be a guild indikátor fogalmat. Az eredeti fogalomból kiindulva, mely szerint egy guild minden tagja ugyanazt a környezeti erőforrást használja, feltételezte, hogy a környezeti tényezők változására a guild minden tagja hasonlóan válaszol. Így, egyetlen guild indikátor faj részletes vizsgálata is elegendő a környezetvédelmi beavatkozások tervezéséhez, vagy a madárpopulációk kezeléséhez. Ez a lehetőség költségtakarékos, hiszen elhagyható a guild minden egyes fajának részletes mennyiségi vizsgálata. VERNER (1984) szerint azonban egy guild fajtái eltérően válaszolhatnak a környezeti hatásokra, ezért az egész guild részletes mennyiségi vizsgálata szükséges a megalapozott környezeti beavatkozások tervezéséhez.

THOMAS és csapata (1979), HAAPANEN (1967) eredményeit is felhasználva, táplálkozás és szaporodás élőhely igény alapján és lényegében guild koncepcióval, 16 életforma csoportot alkotott, Oregon és Washington különböző szukcessziós stádiumban lévő nagy hegyvidéki élőhelyeire. E túlzottan nagy és komplex csoportok alkalmazhatósága a

természetvédelemben kérdéses. Ennél sokkal finomabb és kisebb mértékű táplálkozó vagy költő élőhely guild elemzés alkalmazható a gyakorlatban.

A guild blokkokat SHORT ÉS BURNHAM (1982) két lépcsős eljárással alakítja ki. Először a nagyobb vertikális rétegeket különíti el a természetes élőhelyben, erdei ökoszisztémában például felszín alatti, aljzati, cserje, fatörzs lombzat rétegeket és a légteret. Így hat táplálkozó és öt fészkelő (levegőréteg kizárva) vertikális réteget alakít ki. Ezt követően a táplálékot, táplálkozási közeget és fészkelő közeget határozza meg minden madárfajra, azokat a madárfajokat is, amelyek máshol fészkelnek, de az erdőben táplálkoznak. Végül is 6x6-os mátrix rendszert alakít ki a lehetséges fészkelő és táplálkozó kombinációkra.

A kezelő guild (management guild) fogalmat VERNER (1984) javasolja bevezetésre azon fajok csoportjára, melyek hasonlóan válaszolnak a környezetet érő várható hatásokra. Ez az operatív fogalom sérti ROOT (1967) azonos funkcióra alapozott guild fogalmának a betűjét, de nem a szellemét. A kezelő guildok körülhatárolásánál jelentős mértékben figyelembe vehető a guild tagok funkcionális szerepe is. Egy kezelő guildbe, vagy guild csoportba sorolható például minden lombkoronában táplálkozó madár, függetlenül attól, hogy gyümölcs, rügy, levél, kéreg vagy rovarvő. Erdőirtás esetén minden faj hasonlóan válaszol a környezetet ért hatásra függetlenül attól, hogy mit eszik.

Mindezeket az elvi és eljárási eredményeket elemeztük a vízmadár anyagforgalmi guildek létrehozásához. Sekély alföldi vizeink minőségét és természetvédelmét lényegesen befolyásoló vízmadár funkciók mennyiségi felmérését és tanulmányozását megkönnyítené, ha az azonos vagy hasonló tevékenységű fajokat vízmadár anyagforgalmi guildekbe csoportosítanánk. Jelen munka első próbálkozás ezeknek a vízmadár anyagforgalmi guildeknek a létrehozására, elkülönítésére, a hazai fajok besorolására, továbbá néhány, Kárpát-medencében fontosabb mennyiségi szerepet játszó anyagforgalmi guild tevékenységének mennyiségi bemutatására, saját terepvizsgálati eredmények és eddig publikált adatok táblázatos feldolgozásával. További részletes vagy kiegészítő munkákkal, ezek az anyagforgalmi mennyiségi táblázatok legyenek felhasználhatók a jelentős vízmadár állományokat fogadó és eltartó sekély vizeinkkel kapcsolatos vízminőségi és természetvédelmi kérdések tanulmányozására.

4. ELJÁRÁSOK ÉS ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

4.1. Guildek létrehozásához használt eljárás

A vízmadarak anyagforgalmi guildjeinek elkülönítése, leírása és a magyarországi vízmadár fajok besorolása módszereként lényegében követtük WALKER négylépéses eljárását. (1) Kiválasztottuk az anyagforgalmat, mint ökoszisztéma működést és vizes élőhely minőséget vagy természetvédelmet limitáló/meghatározó folyamatot egy új guild rendszer létrehozásához, azzal a céllal, hogy a későbbiekben elvégezhető legyen hazai sekély vizeink új guildfunkció elemzése. (2) Az anyagforgalomban sajátos működést végző guildcsoportokat különítettünk el: anyagszállító, bontásgyorsító és bioturbáló tevékenységük alapján. (3) Működési tulajdonságaik szerint guildcsoportokon belül további alosztályozást végeztünk, így alakítottuk ki az anyagforgalmi guildeket. A vízmadarak anyagforgalmi tevékenységét alapvetően táplálékuk minősége, táplálékfelvételük módja, anyagcseréjük, ürüléktermelésük, mechanikai tevékenységük, élelemszállításuk, pihenő, fészkelő és vándorló szokásaik valamint élőhely választásuk határozzák meg. A hazai madárfajok guild besorolásánál az

anyagforgalmi szempontból jelentősebb és sajátosabb tevékenységet vettük figyelembe. Például a nagy goda iszapszűrő és így oxigénező és gázfelszabadító tevékenysége elsőbbséget élvezett, a bentosz szervezetek bontásgyorsító tevékenységével szemben. Ennek megfelelően a bioturbáló guildcsoport szűrő bioturbáló guildjébe került, holott bentosszal táplálkozva bentosz bontásgyorsító tevékenységet is végez. Azokat a fajokat ahol két anyagforgalmi tevékenység közel azonos jelentőségű, mindkét guildbe besoroltuk.

4.2. Madarak számlálása és aktivitásuk mérése

A partimadarak, libák, sirályok, darvak napi aktivitásának felmérésére a táplálkozó, pihenő, ivó, éjszakázó élőhelyen töltött időtartamot mértük órákban. A partimadár fajok percenkénti szedegető (pajzsos cankó, réti cankó), túró (havasi partfutó, sarlós partfutó) és szűrő (nagy goda) tevékenységének terepi számlálását a bioturbációs mechanikai levegőztető hatás mennyiségi becsléséhez, ED 78A Nikon és Optolyth 80HD Fluorite teleszkópokkal végeztük. Műanyag gázcsere burákat alkalmaztunk a mesterséges szűrés gyakoriság gázcsere hatásának mérésére. A gázkoncentráció mérése Multi-gas Monitor Type 1302 Brüel and Kjaer akusztikus infravörös széndioxid, metán és dinitrogén-dioxid gázlemező készülékkel történt. Nagy goda műcsőr használatával vált lehetővé a különböző szűrőszám mellett felszabaduló gázok mennyiségének terepi mérése. A szűrésok utánzása, a burák falába gumisan illesztett műcsőr mozgatásával történt. Ürités gyakoriságot partimadaraknál és darvaknál teleszkópos számlálással végeztünk. Partimadarak, libák, sirályok, és darvak begyűjtött ürülékének nitrogén és foszfor tartalma FELFÖLDY (1987) nedves roncsolásos módszerével került meghatározásra. Az ürítések számából, az ürülék súlyából és tápanyag tartalmából, valamint a madarak számából határoztuk meg a tavat erő tápanyagterhelést. Partimadár ürítések gyakoriságából, az ürülék tömegéből és tápanyag tartalmából, valamint a madarak számából határoztuk meg a táplálkozó partimadarak anyagcseréjét és ezzel a lebontás gyorsító hatását.

4.3. Vizsgálati területek

Az anyagszállító guildcsoport táplálkozási, ürítési aktivitásának terepvizsgálatát és az ürületek gyűjtését a nitrogén és foszfor tartalmuk méréséhez a Kiskunsági N.P. (Kelemszék) Hortobágyi N.P. (Virágoskúti Halastó, Hortobágy Halastó) és a Körös-Maros N.P. (Kardoskút) sekély vizein végeztük 1994 és 2000 között. A bioturbáló guildcsoport táplálkozási, ürítési aktivitásának terepvizsgálatát és az ürületek gyűjtését ugyanezeneken a vizeken, valamint a szarvasi Horváthpusztai Halastavakon, a Biharugrai Halastavakon és afrikai (Kenya, Naivasha édesvízi tó) telelőterületeken végeztük, szintén 1994 és 2000 között. A bioturbálás mechanikai gázfelszabadítására és oxigén bevitelére vonatkozó mérések, kísérletek a szarvasi Horváthpusztai Halastavakon történtek 1995 és 1996-ban. Az egyes madarak anyagforgalmi tevékenységének mérése után, az anyagforgalmi vízimadár guideline mennyiségi szerepének feltéréséhez szükséges a madárpopulációk mennyiségi felmérése. A legelő importőr libák és a gyűjtő export-importőr sirályok és darvak populációinak felmérését a Kardoskúti Fehértavon végeztük 1998, 1999 és 2000 években. A szűrő bioturbáló nagy goda tavaszi vonulásdinamikáját és mennyiségi alakulását a szarvasi Horváthpusztai halastavakon mértük fel 1993 és 1995 között.

5. EREDMÉNYEK ÉS MEGBESZÉLÉSÜK

5.1. Vízmadár anyagforgalmi guildek

5.1.1. Anyagforgalmi guildek létrehozásának indokoltsága a vízimadaraknál.

Az ökoszisztémák működése nem más, mint a bennük zajló energia és anyag áramlása. A gazdaság felgyorsult növekedésének hatása drámai módon átalakítja a globális anyagáramlást. A természeti ökoszisztémák a fokozódó anyagterhelés miatt átalakulnak, változnak, ezért az ökológiában az anyagforgalom előtérbe került. A vízimadarak jól mérhető szerepet játszhatalnak a vizek anyagforgalmában. E szerep megértése és mennyiségi felmérése érdekében célszerű különböző anyagforgalmi típusokba, guildekbe sorolásuk, mégpedig a táplálkozási aktivitásuk, mozgásuk és viselkedésük alapján.

A vízimadarak anyagforgalmi tevékenységét és szerepét a vizek anyagcseréjében táplálkozások, ürítési típusuk és mechanikai mozgásuk határozza meg. Az anyagmérleg és forgásbesség általános anyagforgalmi törvényeinek megfelelően a mérleget formáló anyagszállító, valamint a forgásbességet anyagcseréjükkel közvetlenül gyorsító, és a táplálkozási aktivitásukkal közvetetten is ható bioturbáló guildcsoportok különíthetők el. Az anyagszállítók kívülről bevitt vagy a rendszerből kivitt tápanyagokkal, az anyagmérleg módosításával növelik vagy csökkentik a trofikus állapotot. E tevékenységükkel befolyásolják, gyakran meghatározzák az adott sekélyvíz minőségét és használhatóságát. A gyorsítók az adott tápanyag mérleg mellett határozzák meg vagy befolyásolják az anyagok körforgását. A bioturbálók anyagcseréjükkel közvetlenül gyorsítják a körforgást, de mechanikus aktivitásukkal közvetetten is hozzájárulnak a lebontás gyorsításához, és gyakran ez a közvetett hatás az erőteljesebb. Az egyes guildcsoporton belül a fajok eltérő táplálkozási szokásaitól függően több guild különíthető el.

5.1.2. Vízmadár anyagforgalmi guildek létrehozása.

A sekélyvízi ökoszisztéma teljesebb megértését segíti, ha szerkezeti, faji és működési tulajdonságait csoportosítjuk, mégpedig a benne zajló folyamatokat meghatározó specifikus funkciók szerint. Ezeket a funkcionális csoportokat, adott ökoszisztémában található fajok funkcionális típusai, más szóval a fajok funkcionális guildjei alkotják. Minden faj, szerkezeti elem és működési folyamat nagyon sok különböző ökoszisztéma működésben szerepelhet és teljes szerepük az ökoszisztémában egyenlő a funkciók összességével, amelyben részt vesznek. Ebben az esetben a funkcionális csoportokat azok a fajok alkotják, amelyek hasonló hatással vannak az ökoszisztéma szerveződési szint anyagforgalmi folyamataira.

A funkcionális csoportok létrehozása és elemzése jelentős mértékben segíti az ökoszisztémák működésének jobb megértését. Sikere nagymértékben attól függ, hogy elegendő ismeretekkel rendelkezünk-e ahhoz, hogy megértsük a különböző funkcionális csoportok kapcsolatát a teljes ökoszisztéma viselkedéséhez. Itt elsősorban azokat a funkcionális csoportokat kell meghatároznunk és mennyiségileg felmérnünk, amelyek az energiaáramlás és anyagspirálózás nagy részét végzik az adott ökoszisztémában.

5.1.3. Anyagforgalmi guildrendszer

GUILDRENDSZER

Anyagszállító guildcsoport:

Legelő importőr anyagszállító guild

Gyűjtő export-importőr anyagszállító guild

Nektonevő export-importőr anyagszállító guild

Lebontásgyorsító guildcsoport:

Makrofita lebontásgyorsító guild

Plankton lebontásgyorsító guild

Bentosz lebontásgyorsító guild

Nektonevő lebontásgyorsító guild

Bioturbáló guildcsoport:

Szűrő bioturbáló guild

Túró bioturbáló guild

5.1.3.1. Anyagszállító guildcsoport

Anyagszállító guildcsoportba tartoznak azok a vízimadár guildek, amelyek táplálkozásuk, ürítésük, viselkedésük és mozgásuk során anyagot szállítanak be vagy ki a sekélyvízi ökoszisztémákból. Ezzel a tevékenységükkel befolyásolják a tápanyagmérleget és a vízminőséget. Ebbe a csoportba tartoznak a legelő importőr, a gyűjtő export-importőr és halevő export-importőr anyagforgalmi guildek. Táplálkozási módjuk szerint megkülönböztetjük a legelő importőr anyagszállító guildet (pl. libákat) és a gyűjtő export-importőr anyagszállító guildet (pl. darvakat, sirályokat). Ide tartoznak a libák, darvak, sirályok és más olyan vízimadár fajok, amelyek a szárazföldön táplálkoznak, de a vízen éjszakáznak. Az éjszakázó helyeket napközben többször is felkeresik pihenés, ivás, fürdés és tollászkodás céljából. A táplálékkal szárazföldön felvett szerves szén, nitrogén és foszfor tápanyagok ürülékükkel a vizeket trágyázzák. Az eddigi vizsgálatok szerint a vízimadarak importőr anyagforgalmi guildjei bizonyultak legjelentősebb hatásúnak a vizek anyagcseréjében. Nem véletlen, hogy, az eutrofizálódás kutatása során már egy negyedszázada felmerült a vízimadarak lehetséges anyagszállító szerepének kérdése (MANNY és mtrai 1975). Az oligotróf tavakban, ahol más tápanyagbevitel nem jelentős, az éjszakázó vadlibák, darvak, és sirályok importja határozza meg a rendszer tápanyag ellátását. A halevő export-importőr anyagszállító guildbe tartoznak a kormoránok, vöcskök, gémek, kócsagok és más vízimadarak, amelyek halakkal, vagy más nagyobb testű vízi állatokkal táplálkoznak. Fészkelő területüktől gyakran távol eső vizeken halásznak és vadásznak. A zsákmányt ezekből a vizekből elszállítják, és más vizekbe beszállítják. Gyakran csoportos fészkelők és kolóniák környezetét ürülékük tápanyagaival túltelítik. Táplálkozási módjuk szerint a halevő export-importőr anyagforgalmi guild az egyetlen jól elkülönült funkcionális csoport, de más vízimadár fajok is végezhetnek időszakosan, vagy alkalmoszerűen export-import anyagforgalmi tevékenységet. A nektonevő export-importőr vízimadarak anyagforgalmi szerepének kutatása a halfogyasztásukkal okozott károk miatt került előtérbe.

5.1.3.2. Lebontásgyorsító guildcsoport

Récék, szárcsák és más vízimadarak, amelyek döntően az adott vízi élőhelyhez kapcsolódó növényi és állati táplálékforrást fogyasztják. Táplálék szervezetekkel elfogyasztott szerves szén, nitrogén és foszfor tápanyagokat ürülékükkel közvetlenül visszajuttatják a vízbe. Ezzel az anyagforgalmi tevékenységükkel gyorsítják a táplálékszervezetekben tárolt tápanyagok visszaforgatását. E csoporton belül a guildok elkülönítését az eltérő táplálkozási módok és szokások teszik lehetővé, pontosabban az elfogyasztott különböző táplálékszervezetek, amelyek elbontását gyorsítják. Különös jelentőséggel bírnak a tavak és folyók bentosz állományát fogyasztó bukó récék bentosz bontásgyorsító guildje, amelyek gyakran nagyobb mélységekből is eredményesen mobilizálják az aljzaton élő gerinctelen állatokban tárolt tápanyagokat. Jelentős tápanyag mobilizálást végeznek a növényzetet és a hozzájuk kapcsolódó gerinctelen állatokat fogyasztó úszó récék makrofita bontásgyorsító guildje és a hallal táplálkozó vöcskök halevő bontásgyorsító guildje. Tevékenységükkel a magasabb rendű növényzetben, gerinctelenekben és a halakban egész évszakra tárolt tápanyagokat forgatják vissza ürülékükkel. Hazai vizeinkben a gulipán tipikus plankton fogyasztásával képviseli a plankton bontásgyorsító guildet, de ide tartozhat több úszó réce fajunk is.

5.1.3.3. Bioturbáló guildcsoport

A tápanyaggal túltelített nagy iszap felületek és sekély vizek (árapályos tengerpartok, víztározók, halastavak, szikestavak, időszakos vizek) anyagcseréjében jelentős szerepet játszhat a tömeges megjelenésű partimadarak bioturbációja. Gyors anyagcseréjükkel a gyorsítók guildcsoportjához hasonlóan jelentősen segítik a lebontást, ezen túlmenően azonban mechanikai tevékenységükkel még hatékonyabban segíthetik a lebontást. Sekély vizekben és iszap felületeken táplálkozó partimadarak, miközben hosszú csőrükkel az iszapban táplálékot keresnek, a mély szúrásokkal jelentős mértékben levegőztetik a redukált és oxigén hiányos víz-üledék határt. E bioturbációs tevékenységükkel bevitt oxigén hatására az üledékekre jellemző anaerob lebontás mellett az aerob szervesanyag lebontás is felgyorsul.

A szervesanyag lebontást segíti a madarak gyors anyagcseréje. Az üledékben talált gerinctelen állatok az emésztőcsatornába kerülve a madarak gyors emésztésével kerülnek lebontásra. Előzetes terepi méréseink szerint a táplálkozó partimadarak ürítése igen gyakori és gyors, a kisebb fajoknál alig öt perc. A partimadarak bioturbáló tevékenysége különösen fontos a kiterjedt árapályos homokos tengerpartok nagykiterjedésű iszap felületein, víztározók évszakosan, vagy napszakosan szárazra kerülő üledékein, rizsföldeken, sekély nagykiterjedésű tavak parti zónáiban valamint a lecsapolás alatt álló halastavak, frissen szárazra került táplálékszervezetekben gazdag üledékein. A bioturbáló guildcsoportban a táplálkozás típusa szerint megkülönböztetünk szűrő és tőrő bioturbáló guildeket.

5.2. Magyarországi vízimadár fajok anyagforgalmi guildbe sorolása

A hazánkban eddig előfordult 380 madárfajból 165 faj sorolható a vízimadarak közé, a WETLAND INTERNATIONAL fajlistája szerint (MAGYAR *et al.* 1998). Ebből 50 faj csak szórványos átvonuló, vagy ritka kóborló, így a rendszeresen előforduló vízimadárfajok száma

110 körül van. A hazai státuszától függetlenül igyekeztünk minden vízimadárfajt besorolni a megalkotott guildekbe (**1. táblázat**). A besorolásnál különböző kisebb problémák merültek fel a már kiválasztott és megalkotott kritériumrendszerénél, így az alábbiakban részletesen jellemezzük, hogy milyen táplálkozású fajok, melyik guildekbe kerültek. Néhány faj esetében, melyeket a vízimadarakhoz sorolnak, de élettevékenységükben egyáltalán nem vagy csak kis mértékben kötődnek a vízhez a besorolás erőltetettnek tűnhet, de a teljesség miatt ezeket a fajokat is besoroltuk. Anyagforgalmi szempontból azonban ezek nem jelentősek (pl. ugartyúk, székcicsér, havasi lile, cankópartfutó).

5.2.1. Anyagszállító guildcsoport

A táplálék elfogyasztásával és lebontásával bontásgyorsító tevékenységet, továbbá táplálékfelvétellel és taposással eltérő mértékű mechanikus bioturbálást is végeznek. Alapvető anyagforgalmi szerepük azonban az anyagszállítás, amit táplálék kivittel vagy behozatallal valósítanak meg. A vizekbe beszállítanak tápanyagot, mint például a libák, illetve kiszállítanak táplálékot, mint például a kormoránok.

Legelő importőr anyagszállító guild: Szárazföldön legelnek, és a vízen pihennek vagy éjszakáznak. Ide tartoznak a libák és néhány récefaj.

Gyűjtő export-importőr anyagszállító guild: Az importőr anyagszállítók szárazföldön gyűjtögetnek, és vízen éjszakáznak, mint például a darvak, sirályok, bibecek. Az exportőr anyagszállítók a vízi ökoszisztémában gyűjtögetnek, és máshová szállítanak, mint a székcicsér. Egyetlen madárfaj mindkét tevékenységet végezheti, azaz például a sirályok a vízi ökoszisztémába be és belőle ki is szállítanak. Importőr tevékenységük a nagyobb. A gyűjtött táplálék rendkívül sokféle lehet (szeméttelen táplálkozó sirályok, mezőgazdasági földeken gyűjtögető darvak stb.).

Nektonevő export-importőr anyagszállító guild: Halakat és más gerinceseket fogyasztanak (pl. békák, siklók). A kifogott halat egyik vízi ökoszisztémából a másikba szállítják, mint például a kormoránok. A gémek elszállító és beszállító tevékenységet is végeznek. A fekete gólya és a fehér gólya többnyire csak exportőr, de emellett a bontásgyorsító guildcsoportba is besorolható.

5.2.2. Lebontásgyorsító guildcsoport

Többnyire egyazon ökoszisztémában táplálkoznak és ürítenek, jelentős mértékben hozzájárulva a szervesanyag lebontásához. Ugyanakkor esetenként elszállítást is végeznek, mint például a bibecek.

Makrofita lebontásgyorsító guild: Vízi makrofiták gyökérzetét, szárát, levelét, termését, a rajta lévő perifitont, biotektont, és köztük lévő gerincteleneket valamint a parti zóna állatait fogyasztó madarak. Jellegzetes képviselői az úszórécék, vízcibék, szárcsa.

Plankton lebontásgyorsító guild: A vízoszlopból vagy a vízfelszínről táplálkoznak, szűrővel vagy egyléssel. Az aljatról felkavart szervezetekkel is táplálkoznak, tehát áttételesen a bentost is fogyasztják. Tipikusan ide tartozik a gulipán és a gólyatöcs, valamint a víztaposók.

Bentosz lebontásgyorsító guild: Tipikusan bentoszfogyasztók, mint például a mélyebb aljatról is táplálkozó bukárcék, de ide tartoznak a nagy vízszint csökkenés, illetve vízleeresztés miatt hozzáférhetővé vált bentosz fogyasztói is, mint például lilék, bibecek.

Nektonevő lebontásgyorsító guild: Halakat és nagyobb testű gerincteleneket fogyasztó madarak, melyek döntően tavon belül ürítenek. Egymáshoz közeli tavak esetében kisebb mértékű beszállítás és elszállítás is előfordulhat. Jellemző képviselői a búvárok, vöcskök, bukók és egyes sirályok.

5.2.3. Bioturbáló guildcsoport

Táplálkozásmódjukkal olyan mechanikai tevékenységet fejtenek ki, mellyel oxigént visznek az üledékbe, és az üledékben felhalmozott gázokat felszabadítják. Ezzel mechanikai bontásgyorsítást végeznek, ugyanakkor a felvett táplálékot lebontva, bentosz bontásgyorsítást is végeznek.

Szűrő bioturbáló guild: Hosszú csőrükkel az iszap mélyebb rétegeibe szűrva keresik táplálékukat, mint például godák, szalonkák és pólingok.

Túró bioturbáló guild: Csőrüket iszapban tartva rövidebb, hosszabb ideig túrkáló mozgással keresik táplálékukat, mint például a partfutók.

5.3. Legelő importőr és gyűjtő export-importőr guildek tápanyagűritése

A madarak tápanyagszállító szerepe a különböző vízi rendszerek működésében az elmúlt években került az anyagforgalmi kutatások előterébe. Még kevés a megbízható, részletes terepvizsgálaton és közvetlen laboratóriumi mérésen alapuló adat a pontos anyagforgalmi szerep mennyiségi meghatározására. A témával foglalkozó eddigi irodalmat összesítettük és felhasználtuk a libák, darvak, récék és sirályok anyagforgalmi szerepének becslésére (CLARK *et al.* 1986, FENNEL *et al.* 1974, GERE ÉS ANDRIKOVICS 1992a, 1992b, 1994, 1997, GOULD ÉS FÉLETCHER 1978, GRAMET 1978, HOYER ÉS CANFIELD 1994, KEAR 1963, MCCOLL ÉS BURGER 1976, MANNY *et al.* 1975, 1994, MARION *et al.* 1994, MOOIJ, 1992, Musicz és Szabó 1997, Nixon és Oviatt 1973, Portnoy 1990, Sterbetz 1986, 1992, SUTTER 1994, WOOLHEAD 1994).

Az anyagforgalmi kutatások számára fel kell mérni a kérdéses vízimadár, azaz a vizsgálandó sekély vizeken jelentős mennyiségben tartózkodó fajok napi aktivitás ritmusát, az űritések gyakoriságát és mennyiségét, valamint az ürülék nitrogén és foszfor tartalmát. A libák napi aktivitásának ismerete nélkülözhetetlen a legelő libák tápanyagimportjának és tápanyagterhelésének meghatározásához. Észak Rajna-Westfália Alsó-Rajna területén a telelő libák, nagyrészt vetési lúd, a részletes felmérés nagy átlagában 10,5 órát töltenek a táplálkozó élőhelyen és 13,5 órát a pihenő, ivó és éjszakázó vízfelületen (MOOIJ, 1992). A vízi élőhelyen, ugyancsak számos felmérés nagy átlagában a libák 6 órát alvással, 5,25 órát táplálkozással, 1,5 órát ivással és tollázkodással, 0,25 órát repüléssel, 0,25 órát figyelemmel és 0,25 órát szociális tevékenységgel töltenek. MUSICZ ÉS SZABÓ (1997) nem rendszeres megfigyelései alapján a Tatai-tavon tömeges vetési lúd, átlagosan 9-10 órát tölt a táplálkozó élőhelyen és 14-15 órát a pihenő, ivó és éjszakázó helyen, azaz a tavon. A Kis-Balatonon a nyári lúd télen átlagosan 14,4 órát, fiókanevelés idején és ősszel 16,8 órát tölt a vízen (**2. táblázat**) (GERE ÉS ANDRIKOVICS 1997).

I. táblázat: Magyarországi vízimadár fajok anyagforgalmi guild besorolása (genusz nevek első három betűje és faj neve)

Anyagszállító guildcsoport			Bontágyorsító guildcsoport			Bioturbáló guildcsoport		
Legelő-importőr anyagszállító guild	Gyjtő-export-importőr anyagszállító guild	Halevő export-importőr anyagszállító guild	Bentosz bontágyorsító guild	Makrofitá bontágyorsító guild	Halevő bontágyorsító guild	Plankton bontágyorsító guild	Száró bioturbáló guild	Túró bioturbáló guild
Ans fabalis	Bul ibis	Pod cristatus	Ayt ferina	Cyg olor	Gav stellata	Pho ruber	Hae ostralegus	Cal canutus
Ans brachyryn.	Gru grus	Pha carbo	Ayt fuligula	Cyg columbianus	Gav a rectica	Ana clypeata	Phi pugnax	Cal alba
Ans albifrons	Ans vingo	Ans pygmeus	Azt marila	Cyg cygnus	Gav immer	Him himantopus	Lym minutus	Cal minuta
Ans erythropus	Bur oedememus	Pel oncorhynchus	Som mollissima	Tad tadorna	Tae ruficollis	Ree avosetta	Cal gallinago	Cal temminckii
Ans anser	Gla pratensis	Pel crispus	Som spectabilis	Ana penelope	Pod cristatus	Tri erythropus	Cal fuscicollis	
Bra canadensis	Gla nordmanni	Ixo minutus	Cla hyemalis	Ana strepera	Pod grisegena	Tri stagnatilis	Lim scolopaceus	Cal melanotos
Bra leucopsis	Cha morinellus	Nyc nycticorax	Mel nigra	Ana crecca	Pod auritus	Pha lobatus	Sec rusticola	Cal ferruginea
Bra bernicla	Van vanellus	Ard ralloides	Mel fusca	Ana platyrhynchos	Pod nigricollis	Pha fulcarius	Lim limosa	Cal maritima
Bra ruficollis	Try subruficollis	Egr gularis	Buc clangula	Ana acuta	Bot stellaris	Lim lapponica	Lim lapponica	Cal alpina
Tad ferruginea	Num phaeopus	Egr garzetta	Oxy jamaicensis	Ana querquedula	Mer albellus	Num arquata	Tri erythropus	Lim falcinellus
Ana penelope	Num tenuirostris	Egr alba	Oxy leucocephalus	Ana clypeata	Mer serrator	Tri erythropus	Tri totanus	
Ana platyrhynchos	Num arquata	Ard cinerea	Cha dubius	Mar angustirostris	Mer merganser	Tri totanus	Tri nebularia	
	Lar melanocephalus	Ard purpurea	Cha haticula	Net rufina	Lar ichthyactis	Tri nebularia	Tri flavipes	
	Lar pipixcan	Cic nigra	Cha vociferus	Ayt ferina	Lar marinus	Tri nebularia	Tri ochropus	
	Lar minutus	Cic ciconia	Cha alexandrinus	Ral aquaticus	Lar sabini	Tri ochropus	Tri glareola	
	Lar ridibundus	Ple falcinellus	Cha teschenaultii	Por porzana	Ris tridactyla	Tri glareola	Xen cinereus	
	Lar genei	Lar leucorodia	Phu apricaria	Por parva	Alc torda			
	Lar canis	Hal albicilla	Phu fulva	Por pusilla	Fra arctica			
	Lar delawarensis	Pan haliaetus	Phu squatarola	Cre crex				
	Lar fuscus	Ste pomarinus	Van vanellus	Gal chloropus				
	Lar argentatus	Ste parasiticus	Hop spinosus	Por porphyrio				
	Lar cachinnans	Ste longicaudus	Che gregaria	Ful atra				
	Lar glaucoides	Ste skua	Che leucura					
	Lar hyperboreus	Ste caspia	Tri totanus					
	Gel nilotica	Ste sandvicensis	Tri glareola					
	Chl hybridus	Ste hirundo	Act hypoleucos					
	Chl niger	Ste paradisaea	Are interpres					
	Chl leucopterus	Ste albifrons	Lar ridibundus					

2. táblázat: Táplálkozó, pihenő, ivó és éjszakázó élőhelyen töltött időtartam, órák

Faj	Terület	Táplálkozó	Pihenő, ivó	Szerző
<i>Anser fabalis</i>	Alsó Rajna	10,5	13,5	MOOIJ 1992
<i>Anser fabalis</i>	Tatai tó	9-10	14-15	MUSICZ ÉS SZABÓ 1997
<i>Anser anser</i>	Kis Balaton	7,2-9,6	14,4-16,8	GERE ÉS ANDRIKOVICS 1997
<i>Anser albifrons</i>	Kardoskút	7-9	15-17	Jelen vizsgálat
<i>Grus grus</i>	Kardoskút	10,3	13,7	STERBETZ 1986
<i>Grus grus</i>	Kardoskút	10-11	13-14	Jelen vizsgálat
<i>Larus ridibundus</i>	Kardoskút	8	16	Jelen vizsgálat
<i>Larus cachinnans</i>	Kardoskút	8	16	Jelen vizsgálat

A vízimadarak ürítési gyakorisága széles tartományban változik. A vizek anyagforgalmi szerepéhez külön ismerni kell a madarak vízen töltött időtartamát és az éjszakázás alatti ürítés gyakoriságát. Ezt azonban még csak három libafajnál számolták (3. táblázat).

3. táblázat: Madarak éjszakai, nappali és teljes napi ürítésszáma

Faj	Nappali	Éjszakai	Teljes napi	Szerző
<i>Anas platyrhynchos</i>	-	-	10,8	CLARK <i>et al.</i> 1986
<i>Anser albifrons</i>	42	9,6	51	KEAR 1963
<i>Anser albifrons</i>	37	43	80	STERBETZ 1992
<i>Anser fabalis</i>	37	43	80	STERBETZ 1992
<i>Anser fabalis</i>	10,7	46,8	57,5	MOOIJ 1992
<i>Branta canadensis</i>	23,5	4,44	28	MANNY <i>et al.</i> 1994
<i>Larus argentatus</i>	-	-	34	GOULD ÉS FLETCHER 1978
<i>Larus argentatus</i>	10,7	46,8	74	PORTNOY 1990
<i>Larus fuscus</i>	-	-	41	GOULD ÉS FLETCHER 1978
<i>Larus canus</i>	-	-	62	GOULD ÉS FLETCHER 1978
<i>Larus ridibundus</i>	-	-	52	GOULD ÉS FLETCHER 1978
<i>Larus marinus</i>	-	-	105	PORTNOY 1990
<i>Grus grus</i>	-	-	90	STERBETZ 1986
<i>Grus grus</i> Virágoskúti Halastó (n=3)	51±24	51±24	102±48	Jelen vizsgálat
<i>Grus grus</i> Kardoskút Szikestő (n=25)	47±21	47±21	94±42 (n=25)	Jelen vizsgálat

Az ürítések gyakorisága felhasználható az ürülék mennyiségének és napi eloszlásának meghatározásához. MOOIJ (1992) szerint a vetési lúd átlagosan 8,6 ürítést rak egyetlen éjszakai ürülékcsoomóba és egy éjszakán átlagosan 4 ürülékcsoomót produkál, ennyiszor változtatja helyét, ugyanennyi alvási periódussal. Az egyszeri ürítés és a napi összes

ürítés mennyiségéből és az ürülék nitrogén és foszfor tartalmából kiszámítható a napi nitrogén és foszforürítés és így, becsülhető a vizet ért tápanyagterhelés nagysága (4. táblázat).

4. táblázat: Teljes napi(1), éjszakai tavi (2), és egyszeri (3) ürítések szárazsúlya, valamint össz-C, össz-N és össz-P napi ürítés, g nap⁻¹egyed⁻¹

Faj	1	2	3	össz-C	össz-N	össz-P	Szerző
<i>Ardea cinerea</i>	33	-	-	-	1,38	3,78	MARION <i>et al.</i> 1994
<i>Phalacrocorax carbo</i>	32	27	-	-	1,04	4,58	MARION <i>et al.</i> 1994
<i>Anas platyrhynchos</i>	12	-	-	-	-	-	GERE AND ANDRIKOVICS 1994
<i>Anas platyrhynchos</i>	16,7	-	-	-	0,43	0,22	MARION <i>et al.</i> 1994
<i>Aythya fuligula</i>	11,2	-	-	-	-	-	GERE AND ANDRIKOVICS 1994
Úszó kacsák átlaga	15	-	0,53	11,4	0,72	0,22	MANNY <i>et al.</i> 1994
Bukó kacsák átlaga	12,7	-	0,45	9,69	0,61	0,19	MANNY <i>et al.</i> 1994
<i>Anser albifrons</i>	36	-	-	-	0,8	0,36	KEAR 1963
<i>Anser fabalis</i>	36,3	-	-	-	0,002	0,072	MUSICZ ÉS SZABÓ 1998
<i>Anser fabalis</i> , balatoni jégen éjszakázó		28			1,0	0,52	Jelen vizsgálat
<i>Anser anser</i>	40	-	-	-	0,88	0,16	GERE ÉS ANDRIKOVICS 1997
<i>Anser anser</i> , Kardoskút	39,6	24,7	0,66	-	1,52 ±0,39 n=5	0,09 ±0,02 n=5	Jelen vizsgálat
<i>Anser anser</i> , Kelemszék	27	16,8	0,45	-	0,57 ±0,13 n=5	0,04 ±0,01 N=5	Jelen vizsgálat
<i>Branta canadensis</i>	-	-	-	-	6,8	2,1	MANNY <i>et al.</i> 1975
<i>Branta canadensis</i>	32,7	-	1,17	24,86	1,57	0,49	MANNY <i>et al.</i> 1994
<i>Grus grus</i>	193		2,05		5,86 ±2,4 n=5	0,96 ±0,21 n=5	Jelen vizsgálat
<i>Larus argentatus</i>	17,1	-	-	-	-	-	NIXON ÉS OVIALT 1973
<i>Larus argentatus</i>	24,9	-	-	-	1,82	0,11	GOULD ÉS FLETCHER 1978
<i>Larue argentatus</i>	39,4	-	-	-	0,68	0,92	PORTNOY 1990
<i>Larus argentatus</i>	15	4	-	-	0,44	0,24	MARION <i>et al.</i> 1994
<i>Larus fuscus</i>	13,4	-	-	-	0,92	0,58	GOULD ÉS FLETCHER 1978
<i>Larus canus</i>	11,8	-	-	-	0,83	0,50	GOULD ÉS FLETCHER 1978
<i>Larus ridibundus</i>	11,2	-	-	-	0,61	0,38	GOULD ÉS FLETCHER 1978
<i>Larus marinus</i>	-	-	-	-	-	5,09	PORTNOY 1990
<i>Sturnus vulgaris</i>	2	1	-	-	0,09	0,015	GRAMET 1978

Az eddig publikált adatok feldolgozása, de a saját eredmények is azt mutatják, hogy jelentős eltérések vannak a vízimadarak napi nitrogén és foszfor ürítésében. A haleyők ürüléke lényegesen több foszfort tartalmaz, mint nitrogént. Négy libafaj nitrogén ürítése naponként 0,57 és 1,57 g közötti értékkel meglehetősen közel áll egymáshoz. A libák tavi tápanyagterhelését tehát megbízhatóan számolhatjuk a tavakon tartózkodó egyedek számának

ismeretében. MUSICZ ÉS SZABÓ (1998) ezerszer kisebb adatai valószínűleg laboratóriumi eljáráshiba eredményei. MANNY és mtsai. (1975) első vizsgálati eredménye a kanadai lúd napi nitrogénürítésére, többszöröse a későbbi vizsgálatuknak (1994). Az eredmények felnőtt madarakra vonatkoznak. KISS ÉS PEKÁR (1993) házi kacsán végeztek kísérleteket a különböző korcsoportok napi ürítésének mérésére. Eredményeik szerint a kor, élősúly és napi szárazanyag ürítések a következők: 4. hét, 1,4 kg, 27,2 g; 5. hét, 1,9 kg, 32,1 g; 6. hét, 2,3 kg, 39,7 g; 7. hét, 2,8 kg, 47,4 g.

5.4. Bioturbáló guildcsoport tápanyagürítése

A partimadarak tápanyag ürítésének gyakoriságára és ürülékük nitrogén és foszfor tartalmára nem találtunk irodalmi adatot. A saját felmérésekből jól látszik, hogy e viszonylag kis termetű madaraknak az anyagcseréje rendkívül gyors (5. táblázat). Az ürítések gyakorisága 2,1 – 6,1 percig terjed, ami azt jelenti, hogy ennyi percenként ürítenek. Ha ebből napi ürítésszámot számolunk, akkor az 686-236 ürítést jelent, ami rendkívül nagy érték a libák 50-80, a darvak 90-100 vagy sirály 50-70 naponkénti ürítés gyakoriságához képest. Ha ismerjük ez utóbbi importőr madarak napi táplálkozási aktivitását, az ürítési gyakoriságot, valamint az ürülék nitrogén és foszfor tartalmát, akkor kiszámolhatjuk anyagforgalmi tevékenységüket, mennyiségileg feltárhathatjuk az ökoszisztéma tápanyag terhelésében játszott funkciójukat.

A partimadaraknál azonban a tápanyag bevitel nem a rendszer terhelésében nyilvánul meg, hiszen olyan gyorsan emésztenek és ürítenek, hogy a helyben elfogyasztott táplálékot juttatják vissza a rendszerbe. A magas napi ürítésszám viszont már önmagában jelzi, hogy igen hatékonyan hozzájárulnak a táplálékként felvett szerveszetek szervesanyag tartalmának lebontásához, ásványosításához. E tevékenységükkel, gyors anyagcseréjük miatt az anyagforgalmat gyorsítják, ezért is került sok hazai faj a bontásgyorsító guildcsoportba.

Az ürítés gyakoriság, valamint egyetlen ürítés nitrogén és foszfor tartalmának mérésével kiszámolhattuk a havasi partfutó, a sárszalonka és a nagy goda naponta visszaforgatott nitrogén és foszfor mennyiségét. Az átlagos napi nitrogénürítés a havasi partfutónál 0,93, a sárszalonkánál 1,08, a nagy godánál 2,16 g. Az átlagos napi foszforürítés pedig a havasi partfutónál 0,11, a sárszalonkánál 0,20, a nagy godánál 0,36 g. Ezeknek az apró madaraknak a nitrogén ürítése tehát a gyors anyagcsere következtében meghaladja a nagytestű libákét. A hazai partimadár fajok jelentős részének a mechanikai tevékenységéből származó bioturbáló tevékenysége azonban, anyagforgalmi szempontból még a bontásgyorsításnál is fontosabb, így már más guildcsoportba is kerültek. Persze a bontásgyorsító tevékenységük emellett megvan és hasonlóan fontos a bontásgyorsító guildcsoportba tartozó partimadár fajokéhoz.

5. táblázat: Partimadarak ürítési gyakorisága (F, percben), valamint ürülékük nitrogén (N, mg ürülék⁻¹) és foszfor (P, mg ürülék⁻¹) tartalma

Faj	Hely	F	N	P
Sarlós partfutó	Horváthpusztai halastó	2,6±1,3 (n=26)	-	-
Havasi partfutó	Virágoskúti halastó	2,12±0,9 (n=41)	1,34±1,1 (n=36)	0,16±0,12 (n=36)
Havasi partfutó	Horváthpusztai halastó	2,1±0,8(n=41)		
Pajzsoscankó	Virágoskúti halastó	2,5±1,6(n=28)	-	-
Pajzsoscankó	Horváthpusztai halastó	2,6±1,1 (n=19)	-	-
Sárszalonka	Virágoskúti halastó	3,9±3 (n=13)	3,07±1.6 (n=5)	0,56±0.4 (n=5)
Sárszalonka	Horváthpusztai halastó	5,9±2(n=21)		
Sárszalonka	Kardoskúti szikeső	3,6±2(n=17)		
Nagy goda	Virágoskúti halastó	3,9±2.1(n=56)	6 számított	1 számított
Nagy goda	Horváthpusztai halastó	4±1.9(n=40)		
Füstös cankó	Virágoskúti halastó	6,1±2.6(n=6)		

5.5. Bioturbáló guildcsoport mechanikai tevékenysége

A partimadarak mechanikai táplálkozási tevékenységénél alapvetően három típust különítettünk el: szúrás, túrás és szedegetés. BURTON (1974) szerint, ha a csőr félig merül az iszapba az, döfés (jab) ha teljesen, akkor pedig szúrás (probe). Vizsgálatainknál a teleszkópos megfigyelés a döfés kategóriának megbízhatóan pontos elkülönítését nem tette mindig lehetővé, így ezt a szúrással összevontuk, és ha a csőr csak félig nyomódott az iszapba, azt is szúrásnak számoltuk. A túrás (stitching) gyakorlatilag nagyon gyors szúrások sorozata közvetlen egymás mellett, a csőr iszapból való teljes kiemelése nélkül. Minden túrást, azaz szúrás sorozatot egynek számoltunk (HOLMES 1966). A szúrások mélysége itt nem kritérium, de általában a csőr a felénél jobban az iszapba merül.

Minden más táplálkozási típust a szedegetés kategóriába soroltunk. Ide tartozik, ha a csőr nem merül el minimum félig az iszapba, ha a csőr csak érinti az iszapot vagy a vízfelszínt, ha a csőr a víztestbe hatol stb. Természetesen a táplálkozási típust az élőhely (lágyszárú, száraz iszap, sekély víz, tocsogó, mély víz) határozza meg leginkább, de azért bizonyos szinten faj és genusz specifikus valamelyik táplálkozás preferálása. A túrás például szinte kizárólag a partfutók (*Calidris*) jellemzője. A lilék (*Pluvialis*, *Charadrius*) pedig igen ritkán alkalmaznak a szedegetés mellett más táplálkozási típust. A godák (*Limosa*) leginkább csak szúrnak, a pólingok (*Numenius*) és a cankók (*Tringa*) viszont szedegetnek és szúrnak is. Az

anatómiai és adaptációs adottságok is befolyásolják a táplálkozási stratégia megválasztását, hiszen egy réti cankó rövid csőrével inkább szedeget, mint egy hosszú csőrű terekcankó.

A bioturbáló guildcsoporton belül a szűrő bioturbáló guild tipikus hazai képviselője a nagy goda. A szárazra került vagy sekély vízborítású iszapok gerinctelen állatait zsákmányolja, elsősorban hosszú csőrét a mélyebb rétegekbe szűrve. Külön számoltuk a percnkénti szűrások számát és a percnkénti sikeres szűrások, azaz a nyelések számát (6. táblázat). A vizsgálatokat a Hortobágyi Halgazdaság hortobágyi, és a Haltenyésztési Kutató Intézet szarvasi lecsapolt halastavain végeztük. Összesen 756 szűrő és 756 nyelő táplálkozó tevékenység percnkénti gyorsaságát mértük a magyarországi táplálkozó élőhelyeken. A percnkénti szűrások száma nagyon egyenletes volt. A nagy goda tavaszi táplálkozó tevékenységét percnként 22-23 átlagos szűrás jellemzi, kis szórással, 24 fölé egyedül az Elepi Halastavakon növekedett a táplálékkereső szűrások száma. Ugyanakkor itt csökkent a sikeres szűrások nyelés száma 10 alá. Nyilvánvaló összefüggés lehet a szűrások és nyelések gyorsasága és az üledékben található gerinctelenek száma között (SCHNEIDER 1978). A nagy goda táplálkozás aktivitását a magyarországi táplálkozó élőhelyek mellett egyik telelő területükön a kenyai Naivasha tó iszapfelületein is vizsgáltuk. A 304 számlálás eredményei azt sugallják, hogy a szűrő és nyelő aktivitás nemcsak a táplálkozó élőhely üledékének természetes táplálék mennyiségétől és hozzáférhetőségétől függ. A telelő területen ugyanis sokkal kevesebb a percnkénti szűrások és nyelések száma. Az átlagos szűrásszám 13,4 percnként és a nyelések száma még kevesebb, csupán 2,8 percnként. Valószínűleg a vonulás során, a további hosszú repüléshez való felkészülés, az energia raktárak feltöltése miatt növekszik a táplálkozási aktivitás a magyarországi élőhelyeken. A telelő helyen kisebb a táplálkozási aktivitás, de a visszatérés előtti időkben valószínűleg ott is nő.

6. táblázat: A nagy goda *Limosa limosa* szűrő és nyelő aktivitása különböző táplálkozó élőhelyeken, átlag±szórás (n, mérések száma) perc⁻¹

Hely	Szűrás szám	Nyelés szám
Virágoskúti halastó, Balmazújváros 1996	22,8±3,9 (n=144)	11,1±2,5 (n=144)
Virágoskúti halastó, Balmazújváros 1997	22,3±3,7 (n=99)	10,4±2,7 (n=99)
Virágoskúti halastó, Balmazújváros 1998	23,5±3,9 (n=132)	10,3±3,2 (n=132)
Horváthpusztai halastó, Szarvas 1996	23±4,1 (n=128)	11,1±2,8 (n=128)
Horváthpusztai halastó, Szarvas 1998	23,4±4,3 (n=160)	10,5±3,4 (n=160)
Karácsonyfoki tó, Hortobágy 1998	23,7±4,1 (n=52)	10,2±3,3 (n=52)
Elepi halastó, Nagyhegyes 1998	24,2±4,3 (n=16)	9,8±3,7 (n=16)
Akadémia halastó, Hortobágy 1998	23,3±4 (n=25)	11±3,1 (n=25)
Összes magyarországi	23,3±0,6 (n=756)	10,5±0,4 (n=756)
Naivasha tó, Kenya 1998	13,4±3,1 (n=304)	2,8±1,7 (n=304)

A tipikusan szűrő táplálkozású nagy godán kívül számoltuk még más szűrő, túró és szedegető táplálkozású partimadarak aktivitását is (7. táblázat). A szűrő, túró és szedegető táplálkozást is végző havasi partfutónál hasonlítható össze e különböző tevékenységek dinamikája. Leggyorsabb a szedegetés 19-20, sokkal lassúbb a túrás 4,5-5,5 és leglassúbb a szűrás 3,3-4,3 percnként. BURTON (1974) ennél gyorsabb aktivitást mért a havasi partfutónál, különösen a szedegetésre, de a gyorsasági sorrend azonos volt.

Hasonló dinamikát és sorrendet mértünk az apró partfutó és a sarlós partfutó túró és szedegető tevékenységénél is. A vizsgált partimadarak között a tavi cankó szedegető

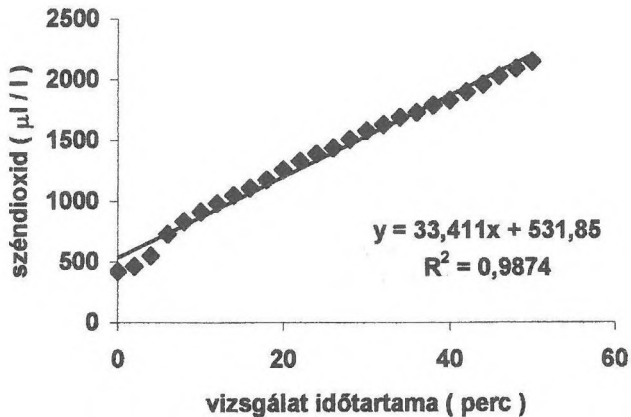
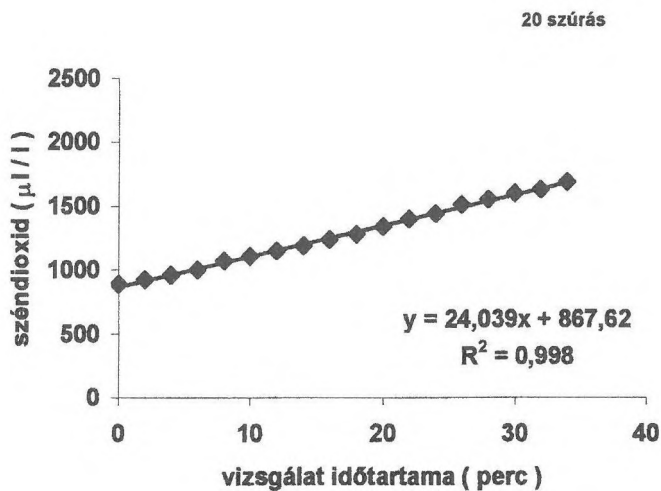
aktivitása volt a leggyorsabb, 43-46 között változott. A nagy godához hasonlóan a tavi cankó, pajzsoscankó, réti cankó táplálkozási aktivitása is a kenyai Naivasha tó telelő élőhelyen volt kisebb. Az apró partfutónál, sarlós partfutónál, szürke cankónál a táplálkozási aktivitás a telelő élőhelyen nagyobb volt.

7. táblázat: Partimadarak szűrő, túró és szedegető aktivitása különböző táplálkozó élőhelyeken, átlag±szórás (n, mérések száma) perc⁻¹

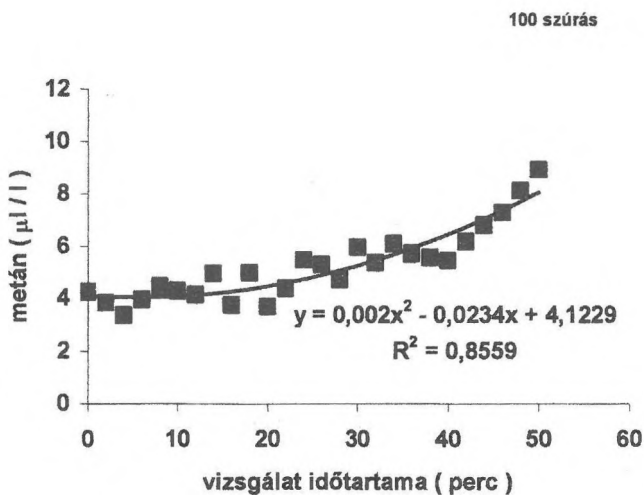
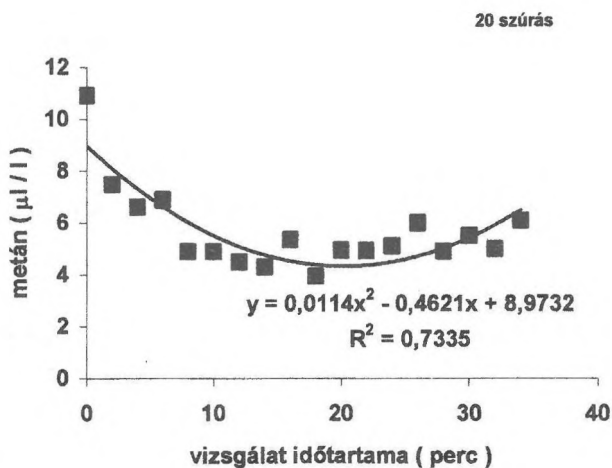
Faj	Hely	Szűrás	Túrás	Szedegetés
Kis lile	Horváthpusztai halastó	-	-	11,6±3,3 (n=48)
Parti lile	Virágoskúti halastó	-	-	14,6±5 (n=53)
Parti lile	Naivasha tó, Kenya	-	-	14,4±7,8 (n=35)
Apró partfutó	Virágoskúti halastó	-	-	35,6±6,1 (n=68)
Apró partfutó	Naivasha tó, Kenya	-	4,8±1,3 (n=78)	39,2±9,8 (n=78)
Sarlós partfutó	Horváthpusztai halastó	-	4,23±1,6 (n=46)	31,7±6 (n=43)
Sarlós partfutó	Naivasha tó, Kenya	-	3,2±1,4 (n=23)	35,1±7,6 (n=23)
Havasi partfutó	Virágoskúti halastó	3,3±1 (n=61)	4,5±1,5 (n=57)	19±2,3 (n=54)
Havasi partfutó	Horváthpusztai halastó	4,3±1,6 (n=69)	5,5±1,5 (n=47)	23,9±2,1 (n=37)
Pajzsoscankó	Virágoskúti halastó	-	-	20,3±2,1 (n=55)
Pajzsoscankó	Horváthpusztai halastó	-	-	20,4±2 (n=32)
Pajzsoscankó	Naivasha tó, Kenya	-	-	16±3,8 (n=33)
Tavi cankó	Karácsonyfoki tó	-	-	46,7±5,8 (n=45)
Tavi cankó	Naivasha tó, Kenya	-	-	43,3±18,8 (n=17)
Szürke cankó	Horváthpusztai halastó	-	-	24,9±6,9 (n=72)
Szürke cankó	Naivasha tó, Kenya	-	-	28,9±11,9 (n=64)
Réti cankó	Horváthpusztai halastó	-	-	23±3,1 (n=41)
Réti cankó	Karácsonyfoki tó,	-	-	22,5±2,3 (n=52)
Réti cankó	Naivasha tó, Kenya	-	-	20,5±3,5 (n=63)
Billegető cankó	Naivasha tó, Kenya	-	-	26,8±9,2 (n=19)

A bioturbáló guildcsoport madarainak szűrő és túró mechanikai tevékenységét mennyiségileg jól leírja a részletesen vizsgált percenkénti szűrások vagy túrák száma. E

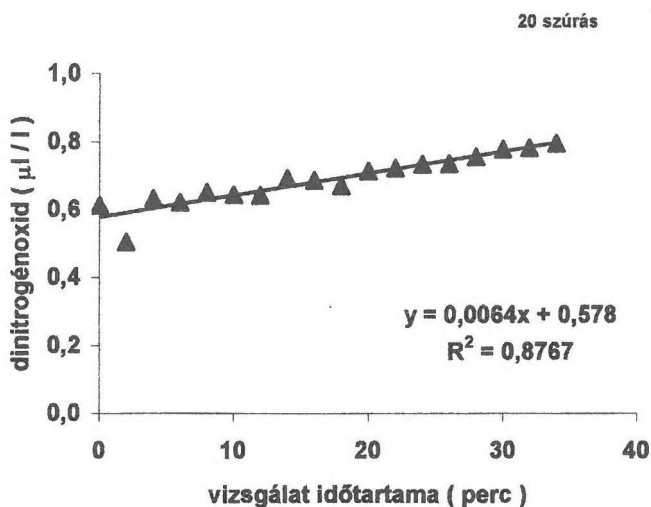
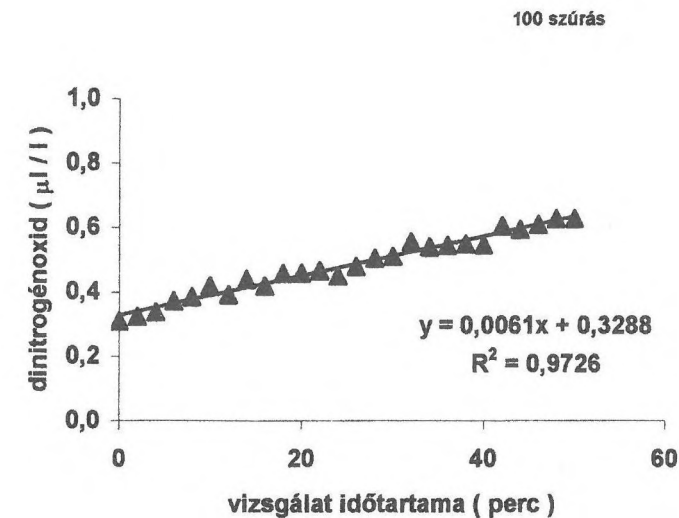
mechanikai aktivitások hatását a lebontásra és levegőztetésre, gázcsere kísérletekben vizsgáltuk frissen lecsapolt halastavi üledéken, 1995 április 24-én. A műanyagbúra alatt, szimulált szűrés hatására történő oxigén bevitellel gyorsult az üledékben felhalmozott szervesanyagok lebontása (1. ábra). A szervesanyag lebontás végterméke, a széndioxid 100 szűrés hatására közel kétszeresére növekedett a hús szűréssel összehasonlítva. A görbék meredeksége jelzi a széndioxid termelés intenzívebbé válását a szűrés hatására. A vizsgálat 35 perce alatt a nyolcvan plusz szűrés hatására egy liter búra térfogatban 676 μl széndioxid többlet keletkezett. Ezt elosztva a többlet szűrésok számával (80), megkaptuk az egy szűrésra eső koncentrációnövekedést a búra, egy literére (8,45 μl). Mivel a kísérleti búra egy 25 centiméter sugarú félgömb, melynek térfogata 32 liter, az egy literre eső koncentrációnövekedést 32-vel szorozva megkapuk a kísérlet idejére és egy szűrésra eső széndioxid termelést (270 μl). Ezt az értéket elosztva a kísérlet 35 percével, megkaptuk a végeredményt: 7,7 μl CO_2 perc^{-1} godaszűrés⁻². Egyetlen godaszűrésra tehát a felgyorsított aerób szervesanyag lebontással, egyetlen perc alatt 7,7 μl CO_2 képződött a vizsgált üledékben. Ez megfelel 4,1 μg lebontott szerves szénnek. A következő kísérletet más halastavi üledémozaikokban 1995 április 20.-án végeztük szűrés nélküli kontrollokat használva. Ugyanazon elrendezésben az eredmény: 8,58 μl széndioxid többlet száz szűrés hatására. Ugyanezen kísérletben mért metán (2. ábra) és dinitrogénoxid (3. ábra) keletkezés vagy felszabadulás értelmezéséhez azonban további kísérletek szükségesek.



1. ábra: Szimulált godaszűrésok hatása a széndioxid keletkezésére



2. ábra: Szimulált godaszűrésok hatása a metán felszabadulásra



3. ábra: Szimulált godaszűrésok hatása a dinitrogénoxid felszabadulásra

5.6. Az anyagforgalmi guildek mennyiségi táblázatai

A későbbi munkákhoz felhasználható összesített mennyiségi táblázatok adatai a korábbi táblázatokból (2-7. táblázatok), a testtömeg adatok pedig CRAMP (1977, 1983) összefoglaló munkájából származnak. A saját mért adatokat vastagon kiemeltük.

8. táblázat: Legelő importőr anyagforgalmi guild fontosabb hazai fajainak táplálkozása, test tömege (m, g), napi táplálék felvétele (C, g nap⁻¹ egyed⁻¹), valamint napi nitrogén (N, g nap⁻¹ egyed⁻¹) és foszfor ürítése (P, g nap⁻¹ egyed⁻¹), saját adat kiemelve

Faj	Táplálék és táplálkozás	m	C	N	P
Vetési lúd Anser fabalis	Növényevő: levelek, gumók, száraz, magok. Mezőgazdasági termények: kukoricaszem, friss búzahajtás. Főleg mezőgazdasági földeken táplálkozik hazánkban. Fészkelési időt kivéve csoportos. Vízen éjszakázik. Nagy kiterjedésű vizeket használ. 5-10 km távolságra repül táplálékért.	2690 - 4060	700-820	1	0,52
Nagy lilik Anser albifrons	Növényevő: levelek, száraz, gumók, indák, rizómák, magok. Mezőgazdasági termények (kukoricaszem, friss búzahajtás). Gyaloglás közben gyorsan szedeget, percenként 130 csippentés is lehet. Vízen éjszakázik. Általában 15 km-nél messzebb nem megy táplálkozni.	1757 - 3350	650-800	0,8	0,38
Nyári lúd Anser anser	Növényevő. A nem túl nehezen hozzáférhető gyökereket, gumókat, leveleket, szárazakat, gyümölcsöket, virág fejeket, magokat fogyasztja a földről ill. a víz felszínéről. Mezőgazdasági termények (kukoricaszem, friss búzahajtás). Általában legel, de úszás közben is táplálkozik. Nappali aktivitású. Csoportos. Vízen éjszakázik és napi 3 pihenőt tart, ilyenkor fürdik, tollászkodik, iszik.	2600 - 4560	800	0,88 1,52 0,57	0,16 0,09 0,04
Fütyülő réce Anas penelope	Majdnem teljesen növényevő: levelek, gumók, száraz, magok, plankton. Fejét víz alá dugva szűrőget. Gyakran legel ha alkalmas élőhely van közelben. Nappali és éjszakai aktivitású. Csoportos. Ritkán mezőgazdasági területen is táplálkozik.	580- 830			
Tőkés réce Anas platyrhynchos	Mindenevő opportunist. A táplálék és táplálkozás szempontjából tágtúrású. A víz felszínén úszva táplálkozik. Szűrőget, víz alá bújik, csipeget, néha lemerül. Ősszel és télen sokat legel és ritkán mezőgazdasági területeken táplálkozik. Vízen éjszakázik. Néha éjszaka is táplálkozik. Csoportos.	750- 1572	320-440	0,43	0,22

9. táblázat: Gyűjtő export-importőr anyagforgalmi guild fontosabb hazai fajainak táplálkozása, test tömege (m, g), napi táplálék felvétele (C, g nap⁻¹ egyed⁻¹), valamint napi nitrogén (N, g nap⁻¹ egyed⁻¹) és foszfor ürítése (P, g nap⁻¹ egyed⁻¹), saját adat kiemelve

Faj	Táplálék és táplálkozás	m	C	N,	P
Daru Grus grus	Mindenevő. Növényi gyökerek, hajtások, levelek és bogyók. Mezőgazdasági földeken hazánkban leginkább kukoricaszemet fogyaszt. E mellett gyakran állati eredetű táplálékot: rovarokat, meztelen csigákat, békákat, kígyókat, kis emlősöket, fiatal madarakat. Erős csőrével ásva és csipegetve táplálkozik. Fészkelési időn kívül csoportos. Nappali aktivitású. Magyarországon sekély vízben éjszakázik.	3950-7000	400	5,8	0,96
Bíbic Vanellus vanellus	Talajon és talajban élő apró gerinctelenek képzik táplálékának jelentős részét. Neki iramodva meg-meg állva és felcsippentve ejti el a táplálékát. Felkutatását vizuálisan és hang alapján végzi. A lábát is használja keresésre. Fészkelési időn kívül csoportos. Nappali aktivitású. Nappali pihenését iszapon tölti. Iszapon vagy kis vegetációjú földeken éjszakázik.	185-254			
Nagy póling Numenius arquatus	Talajon és talajban élő gerinctelenekkel, leginkább ízeltlábúakkal táplálkozik. Hosszú csőrével a vékony repedésekből is kiszedi táplálékát. Iszapon is táplálkozik, itt hosszú csőrét mélyre leszúrva keresgél. Fészkelési időn kívül laza csoportokba verődik. Nappali aktivitású. Nappal és éjszaka csapatokban pihen, illetve éjszakázik az iszapon és a sekély vízben.	700-1200			
Dankasirály Larus ridibundus	Nagyrészt állati eredetű táplálékot fogyaszt, növényekkel és hulladékkal kiegészítve. Opportunista. Leginkább rovarokkal és gyűrűsférgekkel táplálkozik. Rabol és gyűjtőget. Táplálkozási típusai: iszapon és földeken gyalogolva szedeget; 1-2 méterrel a föld fölött repülve keresgél; középmagasan repül, szítál és fordul a repülő rovarokat kapkodja; víz felszínén csipeget; víz alá bukva, merülve vadászik. Nappali aktivitású. Egész évben csoportos. 40 km távolságba is kóborol táplálékért. Vizen éjszakázik.	164-308	120-210	0,6	0,38
Viharsirály Larus canus	Szárazföldi és vízi gerinctelenekkel valamint hallal táplálkozik. Maga szerzi táplálékát, bár néha rabol és gyűjtőget is. Nappali aktivitású és csoportos. Vizen éjszakázik más Larus fajokkal.	300-552	150-260	0,8	0,50
Sárgalábú sirály Larus cachinnans	Ragadozó, dögevő, gyűjtőgető és rabló. Mindent elfogyaszt, amit úszva, merülve, bukva meg tud fogni. Nagyon változatos táplálkozású. Csoportos. Vizen éjszakázik.	680-1193	365	0,4-1,8	0,11-0,92

10. táblázat: Halevő export-importőr anyagforgalmi guild fontosabb hazai fajainak táplálkozása, test tömege (m, g), napi táplálék felvétele (C, g nap⁻¹ egyed⁻¹), valamint napi nitrogén (N, g nap⁻¹ egyed⁻¹) és foszfor ürítése (P, g nap⁻¹ egyed⁻¹)

Faj	Táplálék és táplálkozás	m	C	N	P
Bübos vöcsök Podiceps cristatus	Más Palearktikus vöcsökökkel szemben főképpen halevő, de kis mennyiségben vízi gerincteleneket is fogyaszt. A víz színéről vagy bukva vadászik. Leginkább hosszú nyakát lenyújtva, mozdulatlanul várakozva, gyorsan kapkodva vagy csipegetve próbál zsákmányt ejteni.	738- 1490	150-250		
Kárókatona Phalacrocorax carbo	Gyakorlatilag teljes mértékben halevő. Kivételes esetekben, ha nincs elegendő táplálék mást is fogyaszt. Általában magányosan, de ritkán laza csapatokban is vadászik. A fészkelő területén csoportos. Nappali aktivitású. Naponta akár 50 km távolságot is megtehet a fészkelő és táplálkozó terület között.	2423- 3600	425-700	1,04	4,58
Nagy kócsag Egretta alba	Leginkább halat és vízi ízeltlábúakat fogyaszt, melyeket lassú cserkészéssel, türelmes várakozással, majd ezt követő gyors vízbecsapással ejt el. Általában magányosan vadászik. Nappali aktivitású. Naponta akár 15 km távolságot is megtesz a fészkelő és a táplálkozó terület között. Laza kolóniában fészkel.	960- 1680			
Szürke gém Ardea cinerea	Fő tápláléka: hal, kétéltűek, kis emlősök, rovarok és hüllők. Vadászati stratégiája hasonló más gémekéhez, lassú cserkészés, türelmes várakozás, majd hirtelen lecapás vagy szuronyozás. Magányosan és csoportosan is vadászik. Nappali aktivitású. Megvédi a saját vadászterületét, de csapatok szorulnak össze az ínséges időkben vagy a bőséges átmeneti táplálkozó helyeken. Kolóniákban költ.	1071- 2073	330-500	1,38	3,78
Bakcsó Nycticorax nycticorax	Leginkább halat, kétéltűeket és vízi rovarokat fogyaszt. Vadászati stratégiája a helyben ülés és gyors elfogás. Éjszakai aktivitású, de időnként nappal is vadászik. Csoportokban „nappalozik” és kolóniákban költ. Naponta akár 10 km távolságot is megtehet a táplálkozó területek eléréséhez.	550-690			

11. táblázat: Gyorsító anyagforgalmi guildcsoport fontosabb hazai fajainak táplálkozása, test tömege (m, g), napi táplálék felvétele (C, g nap⁻¹ egyed⁻¹), valamint napi nitrogén (N, g nap⁻¹ egyed⁻¹) és foszfor ürítése (P, g nap⁻¹ egyed⁻¹)

Faj	Táplálék és táplálkozás	m	C	N	P
Búbos vöcsök <i>Podiceps cristatus</i>	Más Palearktikus vöcskökkel szemben főképpen halevő, de kis mennyiségben vízi gerincteleneket is fogyaszt. A víz színéről vagy bukva vadászik. Leginkább hosszú nyakát lenyújtva, mozdulatlanul várakozva, gyorsan kapkodva vagy csipegetve próbál zsákmányt ejteni.	738-1490	150-250		
Bütykös hattyú <i>Cygnus olor</i>	Majdnem teljesen növényevő. Hosszú nyaka adaptálódott a víz alatti növényzet fogyasztásához. Nappali aktivitású. Párokban él, de télen csoportos.	5000-14000			
Fütyülő réce <i>Anas penelope</i>	Majdnem teljesen növényevő: levelek, gumók, szárak, magok, plankton. Fejét víz alá dugva szűrőget. Gyakran legel ha alkalmas élőhely van közelben. Nappali és éjszakai aktivitású. Csoportos. Ritkán mezőgazdasági területen is táplálkozik.	580-830			
Tökés réce <i>Anas platyrhynchos</i>	Mindenevő opportunistá. A táplálék és táplálkozás szempontjából tágtűrűsű. A víz felszínén úszva táplálkozik. Szűrőget, víz alá bújik, csipeget, néha lemerül. Ősszel és télen sokat legel és ritkán mezőgazdasági területeken táplálkozik. Vízen éjszakázik. Néha éjszaka is táplálkozik. Csoportos.	750-1572	320-440	0,43	0,22
Nyílfarkú réce <i>Anas acuta</i>	Növényi és állati táplálékot is fogyaszt. Általában igen sekély vizekben az aljzatról szedeget. Táplálékát vagy tótágast állva, vagy hosszú ehhez adaptálódott nyakát víz alá dugva keresi. Vonuláskor hazánkban csoportos.	600-1100			
Faj	Táplálék és táplálkozás	m	C	N	P
Kanalas réce <i>Anas clypeata</i>	Mindenevő, de legfőképpen a plankton méretű rákokkal táplálkozik, amihez csőre jól adaptálódott. Általában víz felszínén szűrőget, de gyakran fejét aládugva is keresgél. Vonuláskor hazánkban csoportos.	420-780			
Csörgő réce <i>Anas crecca</i>	Mindenevő. Tavasz és nyári hónapokban az állati eredetű táplálék dominál, mint különféle vízi gerinctelenek. Nyár végétől tavaszig pedig a növényi magvak képezik fő táplálékforrását. Sekély vízben a felszínen, vagy iszapon és tocsogókban szűrőget. Vonuláskor hazánkban csoportos.	180-450			
Bőjtő réce <i>Anas querquedula</i>	Növényi és állati eredetű táplálékot is fogyaszt. A víz felszínén, tótágast állva vagy, fejét aládugva táplálkozik. Leginkább szűrőget, de a növényi táplálékát főképpen csipegeti. Tavasszal hazánkban csoportos.	320-500			

11. táblázat: Gyorsító anyagforgalmi guildcsoport fontosabb hazai fajainak táplálkozása, test tömege (m, g), napi táplálék felvétele (C, g nap⁻¹ egyed⁻¹), valamint napi nitrogén (N, g nap⁻¹ egyed⁻¹) és foszfor ürítése (P, g nap⁻¹ egyed⁻¹) (Folytatás)

Faj	Táplálék és táplálkozás	m	C	N	P
Úszóréce átlag				0,72	0,22
Barátréce <i>Aythya ferina</i>	Főképpen növényevő, de állati táplálékot is fogyaszt. Leginkább bukva, de néha a felszínen is keresi táplálékát. Tavasszal és ősszel, vonulási időben csoportos.	550-1200			
Cigányréce <i>Aythya nyroca</i>	Leginkább növényi táplálékot fogyaszt, amit bukva szerez. Kis mértékben vízi ízeltlábúakat és más gerincteleneket is fogyaszt. Néha fejét aládugva vagy tótágast állva is táplálkozik. Vonuláskor csoportos.	450-720			
Kontyos réce <i>Aythya fuligula</i>	Mindenevő, de táplálékának túlnyomó részét az aljzatról bukva szerzett kagylók alkotják. Kis mennyiségben vízi gerincteleneket és növényi magvakat is fogyaszt. Ősztől tavaszig kifejezetten csoportos.	475-970			
Faj	Táplálék és táplálkozás	m	C	N	P
Kerceréce <i>Bucephala clangula</i>	Elsőrendűen az aljzatról bukva szerzi táplálékát, ami főképpen kagylókból áll. Hazánkban nagyon kevés növényt és néha más gerincteleneket is fogyaszt. Ősztől tavaszig csoportos.	580-1100			
Bukóréce átlag				0,61	0,19
Szárcsa <i>Fulica atra</i>	Főleg vízi növények leveleit, szárait és magvait fogyasztja, de rovarok és kagylók is szerepelnek étrendjében. Táplálékát víz felszínén legelve, tótágast állva, bukva vagy ritkán földön legelve keresi. Halastavakon a haltakarmányt is jelentős mennyiségben fogyasztja. Fészkelési időn kívül kifejezetten csoportos.	676-1200	120-280		
Gulipán <i>Recurvirostra avosetta</i>	Táplálékát leginkább plankton méretű rákok képezik. Ezen kívül apró rovarokat és kagylókat is fogyaszt. Tipikus táplálkozási stratégiája, hogy hosszú felfelé hajló csőrét kissé kinyitva „kaszál” a vízben és tapintással ejti el zsákmányát. Csoportos.	240-397			

12. táblázat: Bioturbáló anyagforgalmi guildcsoport fontosabb hazai fajainak táplálkozása, táplálkozási típusai (s =szűrés perc⁻¹, t =túrás perc⁻¹, se =szedegetés perc⁻¹), test tömege (m, g), napi táplálék felvétele (C, g nap⁻¹ egyed⁻¹), valamint nitrogén (N, mg ürítés⁻¹) és foszfor ürítése (P, mg ürítés⁻¹), saját adat kiemelve

Faj	Táplálék és táplálkozás	s	t	se	m	C	N	P
Apró partfutó Calidris minuta	Főleg gerinctelenekből álló táplálékát, többnyire vizuálisan keresi. Rovarok közül elsősorban Tipulidae és Chironomidae, míg a vízi bogarak közül leginkább a Dytiscidae genuszt fogyasztja. Emellett apró rákok és kagylók szerepelnek étrendjében. Szinte kizárólag szedeget, ritkán szurkál.		4,8± 1,3 (78)	35,6±6 ,1 (68) 39,2±9 ,8 (78)	20-35		2,3±0, 75 (2)	0,23± 0,1 (2)
Sarlós partfutó Calidris ferruginea	Főleg gerinctelenekből álló táplálékát érintéssel és vizuálisan keresi. Leginkább rovarokat (Diptera) és bogarakat, de férgeket, rákokat és kagylókat is fogyaszt. Általában mélyebb, tarsus fölé (néha hasig) érő vízben táplálkozik, ezért sokat szúr és túr, ritkán szedeget.	9-13	4,2± 1,6 (46) 3,2± 1,4 (23)	31,7±6 (43) 35,1±7 ,6 (23)	48-73			
Havasi partfutó Calidris alpina	Főleg gerinctelenekből álló táplálékát érintéssel és vizuálisan keresi. Leginkább rovarokat (Chironomidae, Muscidae), vízi bogarakat (Hydrophylidae) és planktonikus rákokat, de emellett kagylókat és férgeket is fogyaszt. Lágy iszapon táplálkozik legtöbbször. Sokat szúr és túr.	5-7 3,3±1 (61) 4,3±1, 6 (69)	4-8 4,5± 1,5 (57) 5,5± 1,5 (47)	16-24 19± 2,3 (54) 23,9±2 ,1 (37)	36-59		1,35±1, 1 (36)	0,16± 0,1 (36)
Pajzsoscankó Philomachus pugnax	Főleg gerinctelenekkel táplálkozik, de vonuláskor növényi magvakat is fogyaszt. Szinte kizárólag szedeget, ritkán szúr is rövid csőrével. Rovarokat (Diptera) és bogarakat (Coleoptera) eszik. Híg iszapon többet szúr. Gyakran mezőgazdasági földeken is táplálkozik.			20,35± 2,1 (87) 16± 3,8 (33)	♂ 130- 230 ♀ 70-150			
Faj	Táplálék és táplálkozás	s	t	se	m	C	N	P
Sárszalónka Gallinago gallinago	Főleg gerinctelenekből álló táplálékát szinte mindig érintéssel, de ritkán vizuálisan is érzékeli. Legaktívabban hajnalban és alkonyatkor aktív, éjszaka is táplálkozhat. Férgeket, rovar lárvákat, kagylókat és rákokat fogyaszt. Puha talajba szúrva keresgél.	8-10			75-140		3,07±1, 6 (5)	0,56± 0,4 (5)

12. táblázat: Bioturbáló anyagforgalmi guildcsoport fontosabb hazai fajainak táplálkozása, táplálkozási típusai (s=szúrás perc⁻¹, t=túrás perc⁻¹, se=szedegetés perc⁻¹), test tömege (m, g), napi táplálék felvétele (C, g nap⁻¹ egyed⁻¹), valamint nitrogén (N, mg ürítés⁻¹) és foszfor ürítése (P, mg ürítés⁻¹), saját adat kiemelve (Folytatás)

Faj	Táplálék és táplálkozás	s	t	se	m	C	N	P
Nagy goda Limosa limosa	Leginkább gerincteleneket (férgeket, kagylókat és rovar lárvákat), de néha növényi táplálékot is fogyaszt. Hosszú csőrével mélyen a talajban keresgél, ilyenkor érintéssel lokalizálja a táplálékát. Lágyszápon, valamint sekély és mélyebb, gyakran hasig érő vízben is keresgél.	23,3±0,6 (756)			200-400		6 becs	1 becs
Nagy póling Numenius arquatus	Talajon és talajban élő gerinctelenekkel, leginkább izeltlábuakkal táplálkozik. Hosszú csőrével a vékony repedésekből is kiszedi táplálékát. Iszápon is táplálkozik, itt hosszú csőrét mélyre leszúrva keresgél. Fészkelési időn kívül laza csoportokba verődik. Nappali aktivitású. Nappal és éjszaka csapatokban pihen, illetve éjszakázik az iszápon és a sekély vízben.	7,4	-	7	700-1200			
Piroszlábú cankó Tringa totanus	Gerinctelenekkel táplálkozik és leginkább férgeket, rovarokat, de rákokat is fogyaszt. Rendkívül széles tápláléktartományt tartanak számon e fajnál. Leginkább szedegét, de néha szúr is. Éjszaka is táplálkozik.	1,7	3,6	22,6	95-160	98		
Réti cankó Tringa glareola	Gerinctelenekkel, de főleg rovarokkal (Chironomidae), bogarakkal, férgekkel, kagylókkal és rákokkal táplálkozik. Szúr, szedegét, és néha kaszál, valamint repülő rovarokat is elkap. Sekély vízben, árasztott gyepeken, néha lágyszápon is keresgél.			22,75±2,7 (93)	50-80			
				20,5±3,5 (63)				

6. AZ EREDMÉNYEK ALKALMAZÁSA

6.1. Importőr guildek szerepe a Kardoskúti Fehér-tó tápanyag terhelésében

A Kardoskúti Fehér-tó Békés megyében, Hódmezővásárhely és Orosháza között terül el, a Körös-Maros Nemzeti Park részeként. Fészkelés és madárvonulás szempontjából kiemelkedő jelentőséggel bír a békési agrárterületek tengerében. 1979-ben Ramsari, 1990-ben pedig Fontos Madárélőhely (IBA) besorolást kapott (CARP 1980, NAGY 1998). A tavat kisebb-nagyobb mértékben degradált szikes pusztagyepék és a közjük ékelődő szántók veszik körül. A tó a Maros folyó holocénkori medre, mindössze 100 hektár. Tavasszal szikesekre jellemző időszakos vízállások tovább növelik kiterjedését. Számos veszélyeztetett

és ritka, szikeseinkre jellemző fészkelő és vonuló vízimadárnak nyújt élőhelyet, ugyanakkor a tömegesen vonuló nagy liliek és darvak fontos pihenő helye is.

Az időjárás és vízviszonyoktól függően 3000-15000 nagy lilik és 2500-20000 daru is használja a tavat pihenő és éjszakázó helyként, hetekig néha hónapokig. A tömegesen vonuló öt madárfaj állományait 1998-ban 23, 1999-ben 15 és 2000-ben 14 alkalommal számoltuk, a vonulási periódusokra koncentrálva (13.-15. táblázatok). A nagy liliek februárban érkeznek nagyobb számban, az időjárástól, a tél keménységétől függően. 1998-ban már januárban is megjelentek csapatok, míg 1999 és 2000-ben a szokásos ütemben, február jelennek meg ismét. Az őszi maximum jellegzetesen novemberben van. Téli jelenlétük az időjárástól függ. 1998-ban a befagyott tavat elhagyták a libák, ezzel szemben 1999 decemberében még nagy számban teleltek és csak 2000 januárjában mentek el.

A ludakkal ellentétben a tőkés réce állandó lakója a tónak. Állományuk jelentősen megemelkedik a tavaszi és őszi vonulás hónapjaiban, a novemberi átlag meghaladja az ötezer példányt. A fészkelési időszakban áprilistól júliusig a számuk igen alacsony. A decemberi és januári mennyiség az időjárástól függ.

A darvak vonulása még a vadludakénál is jobban kiszámítható. Tavasszal gyakorlatilag csak márciusban van számottevő mennyiség és a tavaszi vonulás gyorsan le is zajlik, mindössze három hetet tartózkodnak a madarak Kardoskúton. Áprilisban már csak néhány kisebb csapat érinti a tavat. Májustól augusztusig alkalmasszerűen átnyarakó egyedek, kisebb csapatok figyelhetők meg rendszertelenül, és nem minden évben. A darvaknál is, az őszi vonulás a jelentősebb, ekkor már szeptemberben megjelennek az első példányok, majd októberben és novemberben folyamatosan nagy számban vannak jelen. Őszi maximumuk mindig novemberre esik. A nagy darutömeget az első fagyok indítják el Hortobágyról, melyek még leszállnak néhány napra Kardoskúton, majd vonulnak tovább délre. Enyhe teleken a darvak egy része át is telelhet Kardoskúton.

A két sirályfaj vonulás dinamikája hasonló. A dankasirályok rendszerint februárban érkeznek, ezután számuk márciusban tetőzik, majd április közepétől június közepéig csak jelentéktelen mennyiségben található. Nyár közepétől azonban erősen emelkedni kezd a számuk és augusztustól novemberig igen nagy tömegekben éjszakáznak a Fehér-tavon. Szeptemberben nem ritkán 20-35000-es mennyiségben is előfordulnak. A sárgalábú sirály tavasszal csak kis példányszámban van jelen, de nyár közepétől folyamatosan nő a száma, majd augusztusban és szeptemberben tetőzik. A három megfigyelési év alatt a tó egyszer száradt ki és egyszer fagyott be huzamosabb időre. Az időszakos szárazság hozzátartozik a szikes tavak jellegéhez az erős aszály és a kevés csapadék következtében 2000 júliusában kiszáradt tó feltöltődéséhez a később hulló csapadék sem volt elegendő, így az őszi vonulás ebben az évben teljesen kimaradt.

A vadludak tavasszal a környező mezőgazdasági gabonavetéseken, ősszel pedig a kukorica tarlókon és őszi búzavetéseken táplálkoznak. A tömegesen érkező madarak a tavat ivó, pihenő és éjszakázó élőhelyként használják, miközben ürülékükkel folyamatosan terhelik. Hazánkban kevés tanulmány foglalkozik vízimadarak-okozta tápanyagterheléssel és azok is nagyrészt a dunántúlra és a libákra korlátozódnak (STERBETZ 1992, MUSICZ ÉS SZABÓ 1997, GERE ÉS ANDRIKOVICS 1997). STERBETZ (1986) a daruvonulást vizsgálva Kardoskúton a darvak számából, a tavon töltött időtartamból és az ürülék irodalmi összetételéből becsülte tápanyagterhelő hatásukat.

Ez a dolgozat sem hivatott arra, hogy a tó pontos, minden fajra kiterjedő és évekre visszamenő anyagmértékét elkészítse. A kis területen ilyen nagy számban koncentrálódó madártömeg viszont alkalmat kínál a kidolgozott anyagforgalmi guildek természetvédelmi felhasználásának bemutatására. Az irodalomból összegyűjtött és a saját adatokat tartalmazó anyagforgalmi guild mennyiségi táblázatokat használva kiszámolható a madarak által beszállított nitrogén- és foszforterhelés. Kardoskútról pontos és évtizedekre visszanyúló madártani, mennyiségi adatokkal rendelkezünk. Az itt elkészült mennyiségi guildtáblázatok felhasználásával elkezdődött a tó részletes, hetvenes évekig visszanyúló tápanyagterhelésének felmérése (OLÁH ÉS SZÉLL, in prep.). A minden tömeges madárfajra kiterjedő felmérés segíteni fogja a tó természetvédelmi megőrzését és vízminőségének kezelését.

Jelen munkában, a vizsgált három évre korlátozva, a legelő importőr és gyűjtő export-importőr guildekbe tartozó tömeges madárfajok tápanyag terhelési adatait összesítettük (16-21. táblázatok). A tömeges öt madárfaj összesített évenkénti nitrogén terhelése a következő volt: 1998-ban 2021, 1999-ben 2176 és 2000-ben 348 kg. Ugyanezen értékek foszforra: 699, 911, 142 kg. 2000-ben a tó nyáron kiszáradt és ősszel is szárazon maradt, így elmaradt az őszi vonulás. Ezért alacsony a nitrogén és foszforterhelés, ugyanis a tavasziával összehasonlítva az őszi terhelés mindig nagyobb. STERBETZ (1986) 15 éves vonulás adatai ugyanezt mutatják. A madarak összesen 1998-ban 2021, 1999-ben 2176 kg nitrogént, valamint 699 és 911 kg foszfort szállítottak a Kardoskúti Fehér-tóba. Jelen munkában nem vállalkozhattunk a madárterhelés más terhelésekkel való részletes összehasonlítására és elemzésére. A terhelés jelentőségének szemléltetésére elegendő, ha a Balatont érő Zala terhelés arányaival hasonlítjuk össze (OLÁH 1997). A Zalán érkező évi nitrogénterhelés a 60 ezer hektáros tóterületre átlagosan 500 tonna. A madarak 2,17 tonna nitrogént szállítanak a 100 hektáros Kardoskúti Fehér-tóba. Arányaiban tehát a madárterhelés majdnem háromszorosa a balatoni összes terhelésnek. A foszforterheléshez a sirályok, a nitrogénterheléshez pedig a darvak hozzájárulása volt a legnagyobb. Ugyanakkor a vizsgált fajok együttesen jelentős mértékben növelték a tó terhelését. Nem elegendő tehát az anyagforgalmi guildek funkció vizsgálatához a guild indikátor szemlélet. Az összes guild koncepció alkalmazása szükséges a tevékenységek mennyiségi felméréséhez.

SEVERINGHAUS (1981) szerint egyetlen, úgynevezett guild indikátor szervezet felmérése is elegendő a környezetvédelmi beavatkozások tervezéséhez vagy a madárpopulációk kezeléséhez, ráadásul ez költségtakarékos mivel nincs szükség a guild összes fajának mennyiségi felmérésére. A kardoskúti Fehér-tavi vizsgálatunk, az importőr anyagforgalmi guildek szerepéről VERNER (1984) álláspontját erősítik, miszerint egy guild fajainak összes tevékenysége ad valóságos mennyiségi képet és ráadásul a guild fajai eltérően válaszolhatnak a különböző környezeti hatásokra, ezért a teljes guild mennyiségi vizsgálata szükséges. Ha kiválasztanánk a vadludakat, a darut vagy esetleg valamelyik sirály fajt, messze nem nyújtana elegendő információt, a tavat érő tápanyagterhelésre.

13. táblázat: Kardoskúti Fehér-tó tömegesebb vízmadár fajainak havi átlagai (zárójelben a havi számlálások száma) 1998-ban, ●decemberben befagyott

Fajok	Jan (2)	Feb (3)	Márc (3)	Ápr (1)	Máj (1)	Jún (1)	Júl (1)	Aug (2)	Szept (2)	Okt (3)	Nov (3)	Dec (1)●
Nagy lilik	650	7000	566	-	-	-	-	-	-	2450	3400	-
Tökés réce	1000	783	416	80	35	42	200	1100	2340	2833	1823	36
Daru	-	-	2383	185	-	-	-	-	-	1946	7656	-
Dankasirály	475	600	3300	355	200	750	1800	2100	8100	4033	8500	-
Sárgalábú sirály	8	12	16	30	8	700	940	780	2200	390	160	-

14. táblázat: Kardoskúti Fehér-tó tömegesebb vízmadár fajainak havi átlagai (zárójelben a havi számlálások száma) 1999-ben

Fajok	Jan (1)	Feb (1)	Márc (2)	Ápr (1)	Máj (1)	Jún (1)	Júl (1)	Aug (2)	Szept (1)	Okt (2)	Nov (1)	Dec (1)
Nagy lilik	95	1200	2700	-	-	-	-	1	-	2200	12300	3500
Tökés réce	15	410	810	120	42	50	90	2030	4300	3933	5140	6100
Daru	-	-	650	30	-	-	-	-	261	2016	6250	7
Dankasirály	30	380	4500	260	90	390	800	5500	21500	6500	750	80
Sárgalábú sirály	-	6	15	22	6	165	510	2740	3100	483	120	23

15. táblázat: Kardoskúti Fehér-tó tömegesebb vízmadár fajainak havi átlagai (zárójelben a havi számlálások száma) 2000-ben ● júliusban kiszáradt!

Fajok	Jan (1)	Feb (2)	Márc (1)	Ápr (1)	Máj (1)	Jún (1)	Júl● (1)	Aug (2)	Szept (1)	Okt (1)	Nov (1)	Dec (1)
Nagy lilik	-	4000	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tökés réce	210	1000	1200	125	507	2060	-	011	-	-	-	-
Daru	-	44	510	5	350	-	-	-	-	-	-	-
Dankasirály	8	542	3700	130	62	120	4	8	-	-	-	-
Sárgalábú sirály	-	6	8	4	7	26	-	-	-	-	-	-

16. táblázat: Kardoskúti Fehér-tó tömegesebb vízmadár fajainak havi nitrogén ürítése (kg) 1998-ban● decemberben befagyott

Fajok	Jan	Feb	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Aug	Szept	Okt	Nov	Dec ●	Össz
Nagy lilik	10,7	104,5	9,3	-	-	-	-	-	-	40,5	54,4	-	219,4
Tökés réce	13,3	9,4	5,5	1	0,5	0,5	2,6	14,6	30,2	37,8	23,5	0,5	139,4
Daru	-	-	243,5	18,3	-	-	-	-	-	198,8	757,1	-	1217,7
Dankasirály	6	6,8	41,6	4,3	2,5	9,1	22,7	26,5	98,8	50,8	103,7	-	372,8
Sárgalábú sirály	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1	9,5	13,2	10,6	29,9	5,5	2,2	-	71,9
Összesen	30,1	120,9	300,1	24	3,1	19,1	38,5	51,7	158,9	333,4	940,9	0,5	2021,2

17. táblázat: Kardoskúti Fehér-tó tömegesebb vízmadár fajainak havi nitrogén ürítése (kg) 1999-ben

Fajok	Jan	Feb	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Aug	Szept	Okt	Nov	Dec	Össz
Nagy lilik	1,6	17,9	40,3	-	-	-	-	0,05	-	36,4	197	57,8	351
Tökés réce	0,2	4,9	10,8	1,5	0,5	0,05	1,2	27,1	55,4	52,4	68	81,3	303
Daru	-	-	66,4	2,9	-	-	-	-	25,8	206	618	0,7	920
Dankasirály	0,4	4,3	56,7	3,2	1,1	5	10	69,3	261	81,9	9,1	1	503
Sárgalábú sirály	-	0,1	0,2	0,3	0,1	2,2	7,1	38,5	42,1	6,8	1,6	0,3	99
Összesen	2,2	27,2	174,4	7,9	1,7	7,2	18,3	135	384,3	383	893,8	141	2176

18. táblázat: Kardoskúti Fehér-tó tömegesebb vízmadár fajainak havi nitrogén ürítése (kg) 2000-ben ● júliusban kiszáradt!

Fajok	Jan	Feb	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl●	Aug	Szept	Okt	Nov	Dec	Össz
Nagy lilik	-	93	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	155
Tökés réce	2,8	13,3	16	1,6	6,7	2,6	-	0,1	-	-	-	-	43,1
Daru	-	4,2	52,1	0,5	35,7	-	-	-	-	-	-	-	92,5
Dankasirály	0,1	6,4	46,6	1,6	0,8	1,5	0,1	0,1	-	-	-	-	57,2
Sárgalábú sirály	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-	0,8
Összesen	2,9	117	176,8	3,8	43,3	4,5	0,1	0,2	0	0	0	0	348,6

19. táblázat: Kardoskúti Fehér-tó tömegesebb vízmadár fajainak havi foszfor ürítése (kg) 1998-ban ● decemberben befagyott!

Fajok	Jan	Feb	Márc	Ápr	Máj	Jún	Júl	Aug	Szept	Okt	Nov	Dec●	Össz
Nagy lilik	4,6	47	4,2	-	-	-	-	-	-	18,2	24,5	-	98,5
Tökés réce	6,8	4,8	2,8	0,5	0,2	0,3	1,4	7,5	15,5	19,3	12	0,3	71,4
Daru	-	-	40,7	3	-	-	-	-	-	32,6	124	-	200,3
Dankasirály	3,7	4,2	25,9	2,7	1,6	5,7	14,1	16,5	61,6	31,7	64,6	-	232,3
Sárgalábú sirály	0,1	0,2	0,3	0,5	0,1	12,7	17,7	14,7	40	7,3	2,9	-	96,5
Összesen	15,2	56,2	73,9	6,7	1,9	18,7	33,2	38,7	117,2	109	228	0,3	699

20. táblázat: Kardoskúti Fehér-tó tömegesebb vízmadár fajainak havi foszfor ürítése (kg) 1999-ben

Fajok	Jan	Feb	Már	Ápr	Máj	Jún	Júl	Aug	Szep	Okt	Nov	Dec	Össz
Nagy lilik	0,7	8	18,1	-	-	-	-	0,01	-	16,39	88,6	26	157,8
Tökés réce	0,1	2,5	5,5	0,8	0,3	0,3	0,6	13,8	28,4	26,8	35	41,6	155,7
Daru	-	-	10,9	0,5	-	-	-	-	4,2	33,7	101,3	0,1	150,7
Dankasirály	0,2	2,7	35,3	2	0,7	3	6,3	43,2	163,4	51	5,7	0,6	314,1
Sárgalábú sirály	-	0,1	0,3	0,4	0,1	3	9,6	51,5	56,4	9,1	2,2	0,4	133,1
Összesen	1	13,3	70,1	3,7	1,1	6,3	16,5	108,5	252,4	137	232,8	68,7	911,4

21. táblázat: Kardoskúti Fehér-tó tömegesebb vízmadár fajainak havi foszfor ürítése (kg) 2000-ben ● júliusban kiszáradt

Fajok	Jan	Feb	Már	Ápr	Máj	Jún	Júl●	Aug	Szep	Okt	Nov	Dec	Össz
Nagy lilik	-	41	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69
Tökés réce	1,4	6,8	8,2	0,8	3,5	1,3	-	0,01	-	-	-	-	22,01
Daru	-	0,7	8,5	0,1	5,9	-	-	-	-	-	-	-	15,2
Dankasirály	0,1	4	29,1	1	0,5	0,9	0,05	0,04	-	-	-	-	35,69
Sárgalábú sirály	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	-	-	-	-	-	-	0,9
Összesen	1,5	52,6	73,9	2	10	2,7	0,05	0,05	0	0	0	0	142,8

6.2. Bioturbáló guild mechanikai szerepe iszapfelületek anyagcseréjében

A bioturbálás mechanikai hatását az iszapokban zajló szervesanyag lebontásra, a szűrő bioturbáló nagy goda modelen vizsgáltuk. A szűrő aktivitás részletes teleszkópos számlálási, valamint a szűrások lebontást gyorsító hatásának gázcsere mérési adataiból kiszámítottuk egyetlen goda szűrás hatására lebontott szerves szén mennyiségét: 4,1 μg . Alkalmazásához ismerni kell az iszapfelületeken táplálkozó godák mennyiségét. A gázkísérletet a szarvasi Horváthpusztai halastavakon végeztük, így a goda adatokat is célszerű volt innen választani.

Tíz évre visszamenő mennyiségi adatsorral rendelkezünk a területről (OLÁH 1999), de igazán részletes goda mennyiségi adataink 1993, 1994 és 1995 tavaszi időszakaiból származnak (OLÁH 1996). Ekkor háromnaponta számoltuk a csapolt halastavakon a godák mennyiségét. A horváthpusztai halastavon kedvező időjárási viszonyok között a tavaszi vonulás 2-3 hét alatt zajlik le, de megfigyeléseink alapján a godák 80%-a mindössze egy hét leforgása alatt átvonul. Az első kisebb csapatok már február végén megjelennek, ezután számuk folyamatosan gyarapszik, mígnem március végén tetőzik és április közepére már visszaesik.

Mind a három vizsgált évben március 15 és április 15 között 10 alkalommal végeztünk mennyiségi felvételezéseket. Az egy hónap megfigyeléseit évenként átlagoltuk és megkaptuk, hogy 1993-ban 394, 1994-ben 486 és 1995-ben 650 példány tartózkodott egy hónap alatt átlagosan a csapolásokon. 1993-ban egy 16 hektáros, 1994-ben és 1995-ben pedig egy 35 hektáros csapolt halastavon táplálkoztak. Számuk mellett ismerni kell a godák napi aktivitását, amit Horváthpusztán és a kenyai telelőhelyen is vizsgáltunk. Horváthpusztán a tavaszi hónapokban 8-9 órát aktívan táplálkoztak, 3-4,5 órát pedig tollászkodással, pihenéssel, alvással töltöttek. A vonulásban lévő csapatok gyakran mindössze 5-6 órát időztek a lecsapolt halastavon és ezt az időt, aktív táplálkozással töltötték. A hortobágyi nagyobb kiterjedésű (300-800 hektáros halastavak) csapolásokon a madarak nagyobb számban is összegyűlhetnek és a valószínűleg nagyobb táplálékbazis miatt hosszabban is időznek. Nem ritka, hogy 10000-15000 goda is összegyűlik egy-egy tavaszi alkalmas, friss iszapú csapoláson. A napi aktivitásuk azonban itt is hasonló a Horváthpusztán megfigyeltékéhez (ECSEDI Z. szóbeli közlése). Kenyában eltért a napi aktivitás, 10,5 órát aktívan táplálkoztak (a jóval alacsonyabb nyelési átlagok miatt jelentősen kisebb táplálékbazis valószínűsíthető) és csak 2 órát töltöttek tollászkodással és pihenéssel. Az éjszakai aktivitást megfelelő eszközök hiányában nem tudtuk vizsgálni, pedig a partimadarak éjjel is táplálkoznak, így a napi 8-9 órás aktív táplálkozást nyugodtan vehetjük egy minimum értéknek.

1993-ban a 394 átlagos nagy goda mennyiség, napi 8 órás táplálkozási átlagával és 23,3 percenkénti átlagos szűrásszámával számolva egy napra és 16 hektárra 4406496 szűrást jelent. Ez egy négyzetméteren napi 27 szűrás. 1994-ben és 1995-ben a 35 hektáros tavon ugyanez a szám 15 és 21 volt. Csupán ebből kiindulva a lebontásra gyakorolt gyorsítóhatás, nem látszik jelentősnek. A bioturbáló mechanikai tevékenység azonban nem egyenletesen oszlik el a tavakon. A nagy godák csapatosan járják a tavakat, és tevékenységük koncentráltan jelentkezik. Egy négyzetméteren gyakran 4-5 goda táplálkozik, így a szűrásszám a valóságban egy perc alatt is eléri a 100-as értéket, amely már jelentősen befolyásolja a lebontást.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Természeti adottságai következtében a Kárpát-medence bővelkedett sekély vizekben, fészkelő és táplálkozó élőhelyek széles választékát nyújtva a költő és vándorló vízimadarak számára. Alföldünk képe az elmúlt 150 évben számottevően megváltozott, összezsugorodott az alföldi sekély állóvizeink területe. Védelmük és visszaállításuk a hazai környezetvédelem és természetvédelem kiemelt feladata.

Vándorló partimadarak, kacsák, libák, darvak és sirályok mennyisége olyan mértékű lehet, hogy jelentősen befolyásolják e vizek anyagforgalmát és vízminőségét. Ennek ellenére, a faunisztikai kutatások bősége mellett szerepüket hazai sekély vizeink szerkezetének és működésének kialakításában szinte alig vizsgálták. Hatásuk feltárását jelentősen segítené egy vízimadár anyagforgalmi guild koncepció kidolgozása és a fontosabb hazai guildek mennyiségi paramétereinek felmérése és/vagy irodalmi összesítése, valamint a kapott eredmények alkalmazhatóságának bemutatása.

Ennek érdekében áttekintettük a kulcsfaj fogalom és a guild koncepció kialakulását, fejlődését és terjedését az ökológiában, alkalmazását madárpopulációkra, végül a guildek használatát populációkezelésben és természetvédelemben.

A vízimadarak anyagforgalmi tevékenységét és szerepét a vizek anyagcseréjében táplálkozásuk, ürítési típusuk és mechanikai mozgásuk határozza meg. Tevékenységüket 3 guildcsoportba és 9 guildbe soroltuk. Az anyagszállítók kívülről bevitt vagy a rendszerből kivitt tápanyagokkal, növelik vagy csökkentik a trofikus állapotot. A bontásgyorsító guildcsoport emésztésükkel és légzésükkel gyorsítják a szervesanyag bontást a tavon belül. A bioturbáló guildcsoport anyagcseréjükkel közvetlenül, de mechanikus aktivitásukkal közvetetten is gyorsítják az anyagforgást. A 165 magyarországi vízimadár fajt besoroltuk a 9 anyagforgalmi guildbe. A guildek tevékenységének mennyiségi felmérésére teleszkópos eljárással számoltuk az ürítések gyakoriságot, a táplálkozás napi ritmusát, a bioturbálók szűrő, túró aktivitását. Akusztikus infravörös gázelemző készülékkel mértük a szűrő bioturbáló guild mechanikus bontásgyorsító és gáz felszabadító hatását.

Mért adataink és irodalmi adatok szintézisével összeállítottuk a későbbi munkákhoz is felhasználható anyagforgalmi guildek mennyiségi táblázatait. A mennyiségi táblázatok használatosságát a vízimadarak sekély vizeinkben játszott anyagforgalmi tevékenységének természetvédelmi kezeléséhez a Kardoskúti Fehér-tó és a Horvátpusztai halastó esettanulmányával szemléltettük.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Ezúton mondok köszönetet mindazoknak, akik segítettek munkámban:

DR. LAKATOS GYULA tanszékvezető témavezetőmnek, aki tanszékén lehetővé tette diplomamunkám elkészítését.

DR. BANKOVICS ATILLÁNAK a balatoni libaürülékek rendelkezésemre bocsátásáért.

BOROS EMILNEK, hogy a partimadár és a liba ürüléket gyűjtött különböző területekről nitrogén és foszfor tartalmuk meghatározásához.

ECSEDI ZOLTÁNNAK a partimadarak és a daruürítési gyakoriság vizsgálatához nyújtott segítségért.

SZÉLL ANTALNAK, hogy a Kardoskúti publikálatlan adatait a rendelkezésemre bocsátotta, valamint a nehezebben hozzáférhető szakirodalmakra felhívta figyelmem és elérhetővé tette számomra.

DR. SZABÓ PÁLNAK a különböző ürülékek nitrogén és foszfor tartalmának meghatározásában, valamint a partimadarak mechanikai szúrás modellezésénél és gázok mérésénél nyújtott segítségért.

PETER HARPERNEK, aki lehetővé tette, hogy bekapcsolódjak, és részt vegyek a Leicester Egyetem által koordinált kenyai Earthwatch Project munkájába.

SALLAI ZOLTÁNNAK a számítógépes munkákhoz nyújtott segítségért.

Körös-Maros Nemzeti Parknak, Hortobágyi Nemzeti Parknak és a Haltenyésztési Kutató Intézetnek, hogy területeiken lehetővé tették a madártani megfigyeléseket, felméréseket és kutatásokat.

Végezetül köszönetet mondok édesapámnak, OLÁH JÁNOS egyetemi tanárnak, azért, hogy az anyagforgalom területén elindított és a dolgozat kivitelezéséhez is segítséget nyújtott.

IRODALOMJEGYZÉK

- BAKER, M. C. ÉS A. E. M. BAKER. (1973): Niche relationships among six species of shorebirds on their wintering and breeding ranges. *Ecol. Monogr.* 43: 193-212.
- BALOGH, J. ÉS VÁRADI, L. (1995): A hazai tógazdálkodás helyzete, problémái és lehetőségei. XIX. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas. pp. 125-131.
- BARKÓCZI, Cs. ÉS DOMJÁN, A. (1994): Partimadár vonulás a Csaj-tavon. *Partimadár* 4(2):29-32.
- BERDÓ, J. (1994): A gólyatöcs (*Himantopus himantopus*) és a gulipán (*Recurvirostra avosetta*) költőállományának alakulása 1994-ben az Akasztói-halastavaknál. *Partimadár* 4(2): 22-23.
- BETHKE, R. W. (1993): Geographical patterns of persistence in duck guilds. *Oecologia* 93: 102-108.
- BODNÁR, M. (1982): Aspektusváltozások és gazdasági munkafolyamatok hatása a halastavak madárvilágára. TDK dolgozat, Gödöllő.
- BOND, W. J. (1993): Keystone species. pp. 237-253. In: (Schulze E. D. and Mooney H. A., eds.) Biodiversity and ecosystem function. *Ecological Studies* 99. Springer-Verlag. Berlin.
- BOROS, E. 1993: A gulipán (*Recurvirostra avosetta*) ökológiai helyzete Magyarországon 1992-ben. *Partimadár* 1993(3): 27-33.
- BOROS, E. ÉS SZIMULY, Gy. (1993): A gulipán (*Recurvirostra avosetta*) költőpopulációjának ökológiai helyzete Magyarországon 1993-ban. *Partimadár* 1993(3): 33-39.
- BURTON, P. J. K. (1974): Feeding and the Feeding Apparatus in Waders. British Museum (Natural History). London. 150 p.
- CARP, E. (1980): Directory of Wetlands of International Importance in the Western Palearctic. Nairobi. WWF Publ. P.1-8.
- CLARK, R. Q., H. GREENWOOD ÉS L. SUDGEN, (1986): Estimation préliminaires de la vitesse de passage des grains dans l'appareil digestif des canards mullards. *Can. Biol. Serv. Ca. Faune* 160: 1-3.
- CRAMP, S. ÉS SIMMONS, K. E. L. (1977): The birds of the Western Palearctic. Vol. I. Oxford University Press.
- CRAMP, S. ÉS SIMMONS, K. E. L. (1983): The birds of the Western Palearctic. Vol. III., Waders to Gulls. Oxford University Press.
- CROME, F. H. J. (1978): Foraging ecology of an assemblage of birds in lowland rainforest in northern Queensland. *Australian Journal of Ecology* 3: 195-212.
- DAILY, G. C. ÉS P. R. EHRLICH. (1994): Influence of social status on individual foraging and community structure in a bird guild. *Oecologia* 100: 153-165.
- DUESER, R. D. ÉS H. H. SHUGART, JR. (1979): Nich pattern in a forest-floor small-mammal fauna. *Ecology* 60: 108-118.
- ECSEDI, Z. (1992): 1992-es tavaszi-nyári limikola vizsgálat az ÉK-Hortobágyon. *Partimadár* 1992(2): 18-22.
- FARAGÓ, S. (1995): Geese in Hungary 1986-1991: numbers, migration and hunting bags. IWRB Publ. 36: IX+97p.
- FELFÖLDY, L. (1987): A biológiai vízminősítés. *Vízügyi hidrobiológia* 16: 1-258. VGI, Budapest.

- FENNEL, H., D. B. JAMES ÉS J. MORRIS, (1974): Pollution of a storage reservoir by roosting gulls. *Wat. Treat. Exam.* 23: 5-24.
- FOLSE, L. J., JR. (1981): Ecological relationships of grassland birds to habitat and food supply in east Africa. pp. 160-166. In: (Capen D. E. ed.) The use of multivariate statistics in studies of wildlife habitat. USDA Forest Service, Gen Tech. Report RM_87. Rocky Mountain Forest and Range Exp. Stn., Fort Collins, CO.
- GERE, G. ÉS S. ANDRIKOVICS, (1992a): A kárkatonák (*Phalacrocorax carbo*) szerepe a Kis-Balaton szervesanyag-forgalmában. *Aquila* 99: 27-32.
- GERE, G. ÉS S. ANDRIKOVICS, (1992b): Effects of waterfowl on water quality. *Hydrobiologia*. 243/244: 445-448.
- GERE, G. ÉS S. ANDRIKOVICS, (1994): Feeding of ducks and their effects on water quality. *Hydrobiologia*. 279/280: 157-161.
- GERE, G. ÉS ANDRIKOVICS S., (1997): A Kis-Balaton nyári lúd (*Anser anser*) populációjának szervesanyag termelése és hatása a rendszer vízminőségére. II. Kis-Baltoni Tudományos Ankét, Keszthely.
- GOULD, D. J. ÉS M. R. FLETCHER, (1978): Gull droppings and their effects on water quality. *Water Research* 12: 665-672.
- GRAMET, PH. (1978): L'étourneau sansonnet en France. Institut Nat. Rech. Agric. 59 p.
- HOLMES, R. T. (1966): Feeding ecology of the red-backed Sandpiper (*Calidris alpina*) in Arctic Alaska. *Ecology* 47: 32-45
- HOLMES, R. T., R.E. BONNEY, JR., ÉS S. W. PACALA (1979): Guild structure of the Hubbard Brook bird community: a multivariate approach. *Ecology* 60: 512-520.
- HOYER, M. V. ÉS D. E. CANFIELD, JR., (1994): Bird abundance and species richness on Florida lakes: influence of trophic status, lake morphology and aquatic macrophytes. *Hydrobiologia* 279/280: 107-120.
- JAKSIC, F. M. (1981): Abuse and misuse of the term „guild” in ecological studies. *Oikos* 37: 397-400.
- JANES, S. W. (1994): Variation in the species composition and mean body size of an avian foliage-gleaning guild along an elevational gradient: correlation with arthropod body size. *Oecologia* 98: 369-378.
- KEAR, J. (1963): The agricultural importance of wild goose droppings. The Wildfowl Trust, 14 Annual Rep., 1961-62:72-77.
- KERN, R. (1994): Partimadarak tavaszi vonulása a Biharugrai Tájvédelmi Körzet területén, különös figyelemmel a Biharugrai- és Begécsi-halastavakra-1994. *Partimadár* 4(1): 6-7.
- KISS, L. ÉS PEKÁR, F. (1993): Effective manure production of fishpond raised duck. Manuscript. Szarvas. p.8.
- KOVÁCS, G. (1992): Az 1992-es tavaszi partimadár-vonulás a Hortobágyon. *Partimadár* 1992(2): 22-24.
- KÖRNER, C. (1993): Scaling from species to vegetation: the usefulness of functional groups. pp. 117-140. In (Schulze E., Mooney H.A.eds.) Biodiversity and ecosystem function. Springer-Verlag. Berlin.
- LANDRES, P. B. ÉS J. A. MACMAHON (1980): Guilds and community organization: analysis of an oak woodland avifauna in Sonora, Mexico. *Auk* 97: 351-365.

- MACMAHON, J. A., D. J. SCHIMPF, D. C. ANDERSEN, K. G. SMITH ÉS R. L. BAYN, JR. (1981): An organism-centered approach to some community and ecosystem concepts. *J. Theor. Biol.* 88: 287-307.
- MAGYAR, G., HADARICS, T., WALICZKY, Z., SCHMIDT A., NAGY T. ÉS BANKOVICS, A. (1998): Nomenclator avium Hungariae. Magyarország madarainak névjegyzéke. Madártani Intézet, MME, Winter Fair, Budapest-Szeged. 202 p.
- MANNY, B. A., R. G. WETZEL ÉS W. C. JOHNSON, (1975): Annual contribution of carbon, nitrogen and phosphorus by migrant Canada geese to a hardwater lake. *Verh. int. Ver. Limnol.* 19: 949-951.
- MANNY, B. A., W. C. JOHNSON ÉS R. G. WETZEL, (1994): Nutrient additions by waterfowl to lakes and reservoirs: predicting their effects on productivity and water quality. *Hydrobiologia* 279/280: 121-132.
- MARION, L., P. CLERGEAU, L. BRIENT ÉS G. BERTU, (1994): The importance of avian-contributed nitrogen (N) and phosphorus (P) to Lake-Lieu, France. *Hydrobiologia* 279/280: 133-148.
- MCCOLL, J. G. ÉS J. BURGER, (1976): Chemical inputs by a colony of Franklin's Gulls nesting in cattails. *Am. Midl. Nat.* 96: 270-280.
- MARTIN, J-L. (1992): Niche expansion in an insular bird community: an autecological perspective. *Journal of Biogeography* 19: 375-381.
- MILLS, S. L., SOULÉ, M. E. ÉS DOAK, D. F. (1993): The keystone-species concept in ecology and conservation. *BioScience* 42: 219-224.
- MOOIJ, J. H. (1992): Behaviour and energy budget of wintering geese in the Lower Rhine area of North Rhine-Westphalia, Germany. *Wildfowl* 43: 121-138.
- MUSICZ, L. ÉS SZABÓ, B. (1997): A Tatai-tavon telelő vadludak eutrofizációs szerepének vizsgálata 1986-1997 időközében. Kézirat.
- MUSIL, P ÉS R. FUCHS. (1994): Changes in abundance of water bird species in southern Bohemia (Czech Republic) in the last ten years. pp. 511-519. In: (Kerekes J. J. ed.) Aquatic birds in the trophic web of lakes. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht-Boston-London.
- NAGY, SZ. ÉS KÖNCZEY, R. (Eds.) (1995): Természetvédelem a halastavakon. IUCN-MME, Budapest. p.58.
- NAGY, SZ. (1998): Fontos madárelőhelyek Magyarországon. MME, Winter Fair, Budapest-Szeged. p.138.
- NAGY, T. (1993): Az 1992-es partimadár-vonulás a szegedi Fehér-tavon és Fertőn. *Partimadár* 1993(1): 23-28.
- NIXON, S. W. ÉS C. A. OVIATT, 1973: Ecology of a New England salt marsh. *Ecol. Monog.* 43: 463-498.
- NUDDS, T. D. (1983): Niche dynamics and organization of waterfowl guilds in variable environments. *Ecology* 64: 319-330.
- OLÁH, J. (1997): A Balaton nitrogén anyagcseréje. MÉH Kutatási Project Jelentés. Szarvas. p.30.
- OLÁH, J. IFJ. (1993): Partimadár vonulás a Szarvas környéki halastavakon, 1992 őszén. *Partimadár* 1993(2): 30-32.
- OLÁH, J. IFJ. (1996): A nagy goda (*Limosa limosa*) tavaszi vonulása és nyári gyülekezése Szarvas környékén 1993 és 1995 között. *Partimadár* 5: 63-67.

- OLÁH, J. IFJ. (1999): Változó madárvilág egy változó gazdálodású halastavon. TDK Dolgozat, Debrecen. p.33.
- PAINE, R. T. (1966): Food web complexity and species diversity. *Am. Natural.* 100: 65-75.
- PERRY, D. A., BORCHERS, J. G. ÉS BORCHERS, S. L. (1990): Species migrations and ecosystem stability during climate change: the belowground connection. *Conserv. Biol.* 4: 266-274.
- PINTÉR, K. (1995): A magyar halászat 1994. Évi statisztikája. *Halászat* 88: 56-58.
- PINTÉR, K. (1996): A magyar halászat 1995. Évi statisztikája. *Halászat* 89: 51-53.
- PINTÉR, K. (1997): A magyar halászat 1996. Évi statisztikája. *Halászat* 90: 60-62.
- PINTÉR, K. (1998): A magyar halászat 1997. Évi statisztikája. *Halászat* 91: 5-7.
- PÓNYI, J. E. (1994): Abundance and feeding of wintering and migrating aquatic birds in two sampling areas of Lake Balaton in 1983-1985. pp. 63-69. In: (Kerekes J. J. ed.) *Aquatic birds in the trophic web of lakes. Developments in hydrobiology* 96. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- PORTNOY, J. W. (1990): Gull contribution of phosphorus and nitrogen to a Cape Cod kettle pond. *Hydrobiologia* 202: 61-69.
- PRÉCSÉNYI, I. (SZERK) (1995): Alapvető kutatástervezési, statisztikai és projektértékelési módszerek a szupraindividuális biológiában. KLTE kiadó. Debrecen. 163 p.
- READ, D. J. (1993): Keystone species. pp. 181-209. In: (Schulze E.D. and Mooney H.A., eds.) *Biodiversity and ecosystem function. Ecological Studies* 99. Springer-Verlag. Berlin.
- ROOT, R. B. (1967): The niche exploitation pattern of the Blue-gray Gnatcatcher. *Ecol. Monogr.* 37: 317-350.
- SCHNEIDER, D. (1978): Equalisation of prey numbers by migratory shorebirds. *Nature* 271: 353-354.
- SHORT, H. L. ÉS K. P. BURNHAM. (1982): Technique for structuring wildlife guilds to evaluate impacts on wildlife communities. USDI Fish and Wildlife Service, *Special Sci. Report-Wildlife* 244: 33.
- SZIMULY, GY. (1992): Partimadár vonulás Naszály-Ferencmajorban 1991 őszén. *Partimadár* 1992(2): 14-17.
- SZIMULY, GY. (1993): Sarki partfutó (*Calidris conutus*) átvonulása Magyarországon 1980-1992 között. *Partimadár* 1993(2): 8-14.
- SZIMULY, GY. (1996): A csigaforgató (*Haematopus ostralegus*) vonulásának alakulása Magyarországon 1970-1995. *Partimadár* 5: 37-48.
- STAPANIAN, M. A., C. C. SMITH ÉS E. J. FINCK. (1994): Population variabilities of bird guilds in Kansas during fall and winter: weekly censuses versus Christmas Bird Counts. *The Condor* 96: 58-69.
- STERBETZ, I. (1963): A szegedi, fehértavi tájváltozásokkal kapcsolatos madártelepülések. *Állattani Közlemények* 50: 129-134.
- STERBETZ, I. (1986): A daru (*Grus grus* L. 1758) vonulásának ökológiai vonatkozásai a kardoskúti természetvédelmi területen. *Környezet és Természetvédelmi Évkönyv* 7: 69-82.
- STERBETZ, I. (1992): A Balatonon telelő északi vadlúdtömegek exkretumprodukcója. *Aquila* 99: 33-40.

- SUTTER, W. (1994): Overwintering waterfowl on Swiss lakes: how are abundance and species richness influenced by trophic status and lake morphology? *Hydrobiologia* 279/280: 1-14.
- SZÉKELY, T. (1992): A predációs veszély és a költési siker a szikes pusztákon és a halastavak medrében fészkelő széki liléknél (*Charadrius alexandrinus*). *Aquila* 99: 59-68.
- THOMAS, J. W., R. J. MILLER, C. MASER, R. G. ANDERSON ÉS B. E. CARTER. (1979): Plant communities and successional stages. pp. 22-39 In: (J. W. Thomas tech. ed.) Wildlife habitats in managed forests: the Blue Mountains of Oregon and Washington. USDA Forest Service, Agric. Handbook No. 553.
- VERNER, J. (1984): The guild concept applied to management of bird population. *Environmental Management* 8: 1-14.
- WALKER, B.H. (1992): Biodiversity and ecological redundancy. *Conserv. Biol.* 6: 18-23.
- WELLER, M. W. (1995): Use of two waterbird guilds as evaluation tool for the Kissimmee River Restoration. *Restoration Ecology* 3: 211-224.
- WOOLHEAD, J. (1994): Birds in the trophic web of Lake Esrom, Denmark. *Hydrobiologia* 279/280: 29-38

WATERBIRD TROPHIC GUILDS

János Oláh Jr.

SUMMARY

Because of its natural facilities, the Carpathian-basin was rich in shallow waters, offering a wide selection of breeding and feeding habitats for breeding and migrating waterbirds. The landscape of our Great Plain has, nevertheless, considerably changed in the past 150 years, and the area of shallow still waters has been reduced. Their protection and restoration is therefore an important task of the national nature and environment conservation.

The number of migrating waders, ducks, geese, cranes, gulls can be so high that they significantly influence the metabolism and water quantity of these waters. Despite this, and the richness of fauna research, their role in the formation of the structure and functioning of our shallow waters has been hardly examined. The study of their effects can be significantly facilitated by the elaboration of a concept of waterbird trophic guilds, the survey and/or literature review of the quantity parameters of the important domestic guilds and the demonstration of the applicability of results.

To this end, we have given a review of the notion of key species and the formation of the concept of guild, its development and expansion in ecology, its application to bird populations and finally, the use of guilds in population management and nature conservation.

The metabolic activity of waterbirds and its role in the metabolism of water are determined by their nourishment, defecation types, and mechanical movements. We divided their activity into 3 guild groups and 9 guilds. The transporters increase or decrease the trophic state with nourishment taken from outside (to the system) or from inside (out of the system). The guild group accelerating catabolism accelerates the organic breakdown inside the lake with their digestion and breathing. The guild that causes bioturbation accelerates the recycling the energy and nutrients directly with their metabolism and indirectly with their mechanical activity. We have classified the 165 Hungarian waterbird species into the 9 trophic guilds. The guild that causes bioturbation accelerates the recycling of the energy and nutrients directly with their metabolism and indirectly with their mechanical activity. We have classified the 165 Hungarian waterbird species into the 9 trophic guilds. To measure guild activity, we counted the frequency of defecation, the daily rhythm of food intake and the pecking, poking, digging activity of the guild that causes bioturbation with a telescopic method. We measured the mechanical metabolism accelerating and the gas producing effect of the pecking/poking with acoustic infrared gas-measuring equipment.

With the help of our measured data and the synthesis of literature, we have compiled the quantity tables of metabolic guilds that can be used for later works. We have demonstrated the applicability of the quantity tables for the nature conservation treatment of the metabolic activity of waterbirds in our shallow waters with the case studies of the Fehér-tó at Kardoskút and the Fishpond at Horvátpuszta.