

Az állatvándorlások evolúciós okai

A zoológusok véleménye megegyezik abban, hogy a rendszeres, éves ütemben folyó állatvándorlások okai a földtörténeti korok klímaváltozásaiban keresendőek. Logikusnak tűnik érvelésük, hogy a legutóbbi jégkorszak utáni felmelegedést követően – mintegy 15 000 évvel ezelőtt – a flóra és a vegetáció változása nagyon sok állatfaj számára óriási területet tett alkalmassá az időszakos ott-tartózkodásra, bizonyos fajok számára a megtelepedésre és a szaporodásra is. Az állandó jégtakaró teljes visszahúzódása ugyan több ezer évig eltartott, de néhány tundrai és magashegységi állatfaj mai vándorlása mintegy modellezi az egykor a felmelegedés hatására lezajló folyamatot. Mintha felgyorsított film nézői lennénk, úgy követhetjük nyomon az élőhelyek benépesedését a télből a nyárba forduláson keresztül az ősz beköszöntéig, amikor az alkalmazkodni nem képes fajok a terület elhagyására kényszerülnek. A magashegységek vertikálisan vonuló fajainál különösen jól megfigyelhető, hogy a beköszöntő hideg és a hótakaró miként szorítja őket mind alacsonyabb régiókba. Nem egyszerű „levonulás” ez a hegyről, hanem elidőzésekkel, az enyhébb időszakokban a feltároló „ökológiai kamrák”-ba és „rések”-be való visszavisszatérésekkel megszakított, nomadizáló vándorlás. Ezek az elmozdulások hagyományosan azonos útvonalakon zajlanak, ahogyan az élőhelyek fragmentumai lehetővé teszik a vonuló fajok táplálkozását, vízfelvételt, pihenését. Gyakorlatilag ezek az útvonalak ökológiai folyosók.

A rovarvilág nagy vándorai

A rovarfajok nagy részének élete helyhez kötötten, jól körülhatárolható területen zajlik. Több rovarfaj is éppen emiatt kerülhet könnyen veszélyeztetett helyzetbe, hiszen az élőhelyüket ért kedvezőtlen hatások akár a teljes populáció pusztulását okozhatják. A rovarfajok hihetetlenül magas számához (a jelenleg élő állatfajok több mint 70%-a, közel 40 millió faj a rovarok közül kerül ki) képest aránytalanul kevés az igazán mobilis, azaz a vándorló fajok száma. Hazánkban a becslések szerint mintegy 40–42 ezer rovarfaj él, de vándorló fajokat csupán a jól repülők (lepkék, egyenesszárnyúak) között találunk.

A vándorló rovarokat a vándorlás rendszeressége alapján három csoportba osztják. A vagilis (vándorlásra hajlamos) rovarfajok állományainak egyedszáma hirtelen és előre nem jelezhetően ugrik meg – gyakran minden látható külső ok nélkül, vélhetően valami belső populációdinamikai szabályozórendszer hatására –, ilyenkor az átlagos egyedsűrűségükhöz mérten hihetetlen nagy tömegekben indulnak új területek meghódítására. Hazai nappali lepkéink közül a káposztalepke (*Pieris brassicae*) az a faj, amelynek invázióiról már több évszázaddal ezelőtti feljegyzések is beszámolnak. Franciaországban 1104-ben feltehetőleg szintén a káposztalepkék jelentek meg olyan tömegben, hogy „elsőtétítették a napot”. Egy 1745-ből származó, német egyházmegyei feljegyzésben is megemlítik, hogy „a Papilliók olyan tömege repült, hogy minden fehér lett tőlük,

semmit sem lehetett látni”. Az utóbbi idők legnagyobb hazai káposztalepke-vonulását 1965-ben jegyezték fel.

A hatalmas inváziók természetesen nagy anyagi károkat is okoznak: Tübingiában 1947-ben a vándorló káposztalepkék milliárdjainak petéiből kikelő hernyók ötmillió káposztafejet károsítottak. De mindez semmiség a sáskajáráshoz képest, amelynek következményeiről Mózes II. könyvét olvasva kaphatunk érzékletes képet: „...és a föld elsötétedék, és megemészté a földnek minden fűvét és a fának minden gyümölcsét...”. És ebben semmiféle túlzás nincs! Manapság is olvashatunk, hallhatunk az Ázsia dél-nyugati területeit vagy a Szahel-övezetet sújtó, katasztrófával felérő sáskajárássokról, amikor a több kilométeres rajvonokban és szélességben (akár ezer négyzetkilométeren) vonuló, sok-sok milliárdnyi sáska minden zöld növényt elpusztít, letarolt tájat, éhínséget hagyva maga után. A keleti vándorsáska (*Locusta migratoria*) vonulásához köthetően egykor hazánkban is voltak kisebb-nagyobb sáskajárássok. A marokkói sáska (*Docostaurus maroccanus*) a Balkán-félsziget felől csak 1888 körül érte el a Kárpát-medencét: ezt követően – a XX. század utolsó harmadáig – 2–7 (10) évenként jegyezték fel lokális, illetve nagyobb területeket érintő gradációt (tömegszaporodást), amely a vándorló alak (*gregaria*) kialakulásával és sáskajárással járt. Egyértelműnek tűnik, hogy a marokkói vándorsáska akkor találta meg optimális életfeltételeit a magyar Alföldön, amikor ezt a folyószabályozásokkal és a nagy vízrendezésekkel sikeresen kiszárították. A második világháború után a nagy, összefüggő, száraz, szikes gyepek feltörése, továbbá a

szántóterületek dominanciája minimálisra csökkentette a sáskajárássok kialakulásának lehetőségét.

Védett nappali lepkéink közül a kis róka-lepke (*Aglais urticae*) és a nappali pávaszem (*Inachis io*) hajlamos az időnkénti felzaporodásra, és ez előre ki nem számítható vonulásokra készíti a populációkat. Ilyenkor kóborló, táplálkozó vagy petéket rakó példányaik olyan, számukra egyébként kedvezőtlen ökológiai adottságú helyeken is feltűnnek, ahol normális körülmények között csak ritkán fordulnak elő.

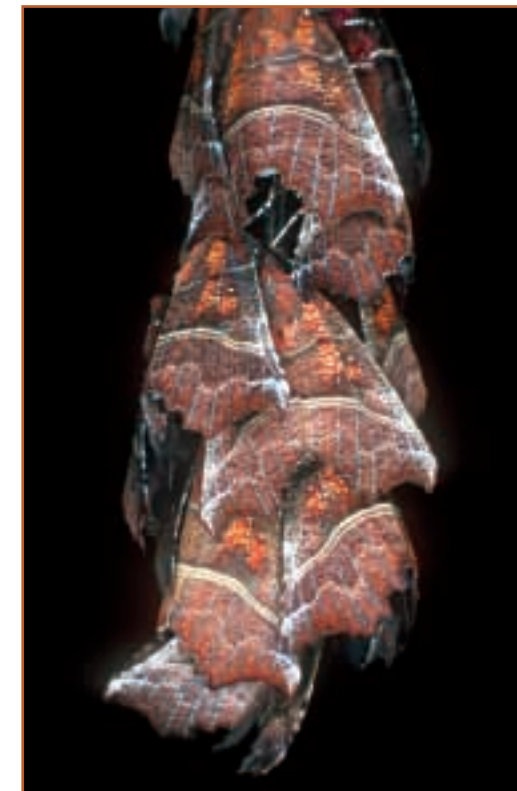
A vagilis és a kóborló rovarfajok között igencsak nehéz meghúzni a határvonalat. Kárpát-medencei viszonylatban azokat a fajokat tekintjük kóborlóknak, amelyek nálunk nem honosak, mert az ökológiai feltételek nem teszik lehetővé szaporodásukat; időszakonként azonban felbukkanhatnak elkóborolt példányaik, sőt még a peterakással is megpróbálkozhatnak. Ezek a kóborló fajok általában jól repülnek, nagyobb távolságok megtételére is képesek, és a légáramlatok segítségével kikelésük helyétől akár több száz kilométerre is eljuthatnak. Kóborló lepkefaj például az oleanderszender (*Daphnis nerii*), amely Észak-Afrikából jut el Közép-Európába, vagy a nagy apollólepke (*Parnasius apollo*), amely a szél segítségével alpesi élőhelyeiről Magyarország határain belülre is elvitorlázik. A kóborlásoknak hosszú távon akkor van jelentősége, ha környezeti változások is segítik a faj elterjedési területének bővülését. A Kárpát-medence klímájának melegezésére utal, hogy az utóbbi időben néhány – eddig csak kóborlólóként ismert –

melegkedvelő lepkefaj megtelepedett, sőt gyakorivá vált. A harminc éve Magyarországon még ismeretlen csángó keneslepke (*Colias erate*) az ország déli részein ma a leggyakoribb keneslepke fajnak számít. A védett csőröslepke (*Libythea celtis*) a Balkán-félsziget irányából érkező – a balkáni gerle közismert térhódításához hasonlóan – egy évszázad alatt elterjedt a Kárpát-medencében. A zöldes gyöngyházlepke (*Pandoriana pandora*) meleg, száraz években észrevehetően gyakoribb, hűvösebb években szinte teljesen eltűnik.

Vonulók, de nem nevezhetők igazi vándoroknak azok a fajok, amelyek életciklusuk során a táplálkozó- és pihenőhelyeik közötti távolságot ismétlődő, rendszeres helyváltoztatással győzik le. A táplálkozóhelyek felkeresésének és a telelőhelyekre történő vonulásnak az evolúciós alapjai között azonban különbség van. A tölgyfa-búcsújárárolepke (*Thaumetopomea processionae*) hernyói a nappalt a fa koronájában elhelyezkedő, emberfej formájú szövedékben töltik. Éjszaka ugyan kijárnak táplálkozni a lombkoronaszintbe, hajnalhasadáskor azonban mindig visszatérnek a menedéket nyújtó fészekbe. Ha a táplálék elfogy, rendezett sorban, vékony, maguk által kibocsájtott hernyófonál mentén indul meg a menet az új táplálkozóhelyek felé. A sorban hernyó hernyót követ, a menetelők szinte összeérnek. Bár helyváltoztatásuk vonulás, léptékét tekintve messze elmarad a táplálék után migráló sáskák vonulásától.

Evolúciós szempontból egészen más megítélés alá esik a telelőhelyekre húzódó imágók vonulása. A vörös csipkésbagoly-

lepkék (*Scolyopterix libatrix*) vagy a barlangi araszolólepkék (*Anticlea badiata*)



1. kép: Csoportosan telelő vörös csipkésbagolylepkék

ősszel csoportosan húzódnak barlangokba, pincékbe, illetve olyan helyekre, amelyek mikroklímájának (hőmérsékletének, páratartalmának) kiegyenlítetttsége egy részük számára lehetővé teszi az életben maradást a következő tavaszig. Ez a típusú vonulás nem ölel fel nagy távolságokat, hiszen a telelőhelyek spontán kiválasztása jellemzi.

Az átnyarálás jelensége mintegy a telelés ellentétéként fogható fel. Az Ausztrália forró, sivatagi területein élő bogongbagolylepkék (*Agrotis infusa*) a hőség elől csoportosan

tosan húzódnak a kontinens hegyvidékeinek hűvös mikroklímájú barlangjaiba. Sokszor több száz kilométeres távolságot győznek le, míg megérkeznek. Néhol olyan tömegekben gyűlnek össze, hogy „vastagon borítják” a barlangfalat, a később érkezőknek már nem is jut hely, ezért kénytelenek továbbvonulni. Az ausztrál bennszülöttek ki is használják a természet adta éléskamrákat, gyűjtik és megpirítva fogyasztják a nagy tömegben megszerezhető, „zsírdús” állati fehérjét. A „túlélők” a csapadékos évszakban indulnak vissza kikelésük helyére, hogy a szaporodással biztosítsák a faj fennmaradását. Ez a „nyaralóhely”-re vándorlás már valódi vonulás, hiszen évente ismétlődik, valamint az állandó búvóhelyek is meghatározzák a lepkék által használt útvonalakat.

A periodikus vagy igazi vándorok évről évre megteszik a telelőhelyek és a szaporodóhelyek közötti utat. A világ legismertebb vonuló lepkéje az Észak-Amerikában, a kanadai határ menti és a Nagy-tavak környéki, mérsékelt övi őserdőben élő danaiszlepke (*Danais plexippus*). A tavaszi első nemzedék egész élete során a kikelés helyén marad, a második nemzedék imágóinak mintegy kétharmad része viszont nem követi a faüregekben, fakéreg alatt áttelelni próbáló fajtársak példáját, hanem útnak indulnak dél felé. Nappal röpködnek, táplálkoznak, éjszakára megpihennek. Az Egyesült Államokat 8 hét alatt szelik át egy keskeny, déli irányú légi folyosót követve, hogy mintegy 3000 kilométeres útjuk végén eljussanak Texas déli határáig és



2. kép: A bogáncslepke az egyik leggyakoribb vándorlepkénk

Mexikóba. Mindig ugyanazokban a völgyekben telelnek, ahol óriási tömegekben, fűrtökben lepik el a fákat. Tavaszra válnak ivaréretté, ekkor indulnak el az északi területek felé. Csak töredékük ér vissza, de ezek a példányok bizonyítottan hozzájárulnak ahhoz, hogy az északon élő populációk megmaradhassanak, ha netán az ott telelőket a zord időjárás megtizedelné. Példáuk az evolúció sikeres kísérlete, a faj fennmaradásának érdekében megváltoztatott túlélési stratégia. Ennél sokkal bonyolultabb – és esetenként nem kellően magyarázott – a mediterrán vándorlepkék, illetve az afrikai és európai kontinens viszonylatában vonuló fajok viselkedése. Az atalantalepke (*Vanessa atalanta*) és a bogáncslepke (*Vanessa cardui*) a mi klímánkon például nem képesek áttelelni. Az utóbbi faj megkopott szárnyú példányai áprilisban érkeznek meg délről, és a bogáncsra, csalánra, ürömrakott petéikből a nyár folyamán két-három nemzedék is kifejlődik. Az imágók a kemény teleinket nem élik túl, de az sem igazolt, hogy az őszi hónapokban repülő lepkék visszatérnének a Mediterráneumba.

A védett halálfejes lepke (*Acherontia atropos*) Afrika északi partjain, tavasszal kelt imágói májusban, az érési táplálkozás és a párzás után északra indulnak, és a Földközi-tengert átrepülve egészen Skandináviáig eljuthatnak. A burgonyafélékre (burgonyára, beléndekre, ördögcérnára) lerakott petéikből fejlődő hernyók a talajban bábozódnak, de a kontinentális éghajlaton nem képesek áttelelni. Az imágók sorsa a peterakást követően ismeretlen. Kévszám az esély arra, hogy visszatérjenek délre, de ez utódaiknak sem sikerülhet, hiszen

nem élik túl a telet. Akkor a faj szempontjából vajon milyen előnnyel jár ez az öngyilkos stratégia? – tehetjük fel a kérdést. Az egyetlen elfogadható magyarázat az, hogy a faj nem tudott alkalmazkodni a gyors klímaváltozáshoz, de a genetikailag rögzült vonulási kényszer még nem kopott ki teljesen az örökítő anyagból.

Más a helyzet azokkal a lepkefajokkal, amelyek áréájuk időszakos kiterjesztésén túl egyéb – a populáció szintjén jelentkező – előnyöket is húznak az évi rendszeres vonulásból. A keresztes virágú növényfajokon fejlődő rezedalepkének (*Pontia daplidice*) évente két-három nemzedéke röpköd nálunk, de a bábok csak enyhe idő esetén képesek áttelelni. Ezért a nyár végén kelt imágók egy része ősszel Észak-Afrikába repül, hogy ott vészelve át a telet. Hasonló túlélési stratégiát választott a kacsafarkú



3. kép: A kacsafarkú szender vándorlepke, de enyhe teleken nálunk is áttelelhet

szender (*Macroglossum stellarum*), bár mediterrán hatás alatt álló területeken egyedei akár át is tekelhetnek.

A szulákszender (*Agrius convolvuli*) ősszel délre vonulnak – ezt megjelölt egyedek bizonyították –, de továbbra sem tudjuk, hogy ezek a példányok a következő tavasszal visszatérnek-e, vagy a peték lerakását követően elpusztulnak. E faj esetében sikerült megállapítani, hogy hegyvidékeket érintő vonulásuk során rendszeresen ugyanazon hágókon, vonulási sávokban, azaz genetikailag programozott utakon közlekednek. A hazánkban gyakorinak számító kutyatejszender (*Hyles euphorbiae*) az evolúció során nagyobb előnyöket szerzett. Ősszel a Kárpát-medencei állomány egy

része délre vonul, de a báboknak a talajban esélye van az áttelelésre, sőt egyes bábok esetében többéves „elfekvés”-t is megfigyeltek. A hazai bagolylepkék között is találunk „igazi vándorlepkék”-et. A gammabagolylepké (*Autographa gamma*) és az ipszilonbagolylepké (*Scotia ipsilon*) a mi klímánkon ugyan nem képes áttelelni, esetenként mégis jelentős mezőgazdasági károkat okozó tömegszaporodást produkál. Ezen fajok őszi imágói meghatározott útvonalakat, úgynevezett pannóniai folyosókat használva jutnak el a Földközi-tenger medencéjének legmelegebb részeire, ahol a tél folyamán is táplálkozhatnak, mert találnak nektárt termelő növényeket. Februártól fokozatosan, a virágok nyílását követve húzódnak észak felé. Hozzánk áprilisban,



4. kép: A szulákszender kitartó, gyors repülő, a Földközi-tengeren is átkel

májusban érkeznek, a tavaszi virágok nyílásának idején. Az érési táplálkozást követően párzanak, petéket raknak, és így megalapozzák a kontinentális klímán fejlődő nemzedékeket. Az északabbra hatoló példányok a „pannóniai kapu”-n, a Bécs és Komárom közötti ökológiai folyosón keresztül haladnak tovább. A két faj vonulási stratégiájában nagy szerepet játszik a talajnedveség, bizonyított ugyanis, hogy a lepkék peterakáskor előszeretettel keresik fel az áradás utáni, nedves talajokat, útjuk gyakran az apadó vízfolyások nyomvonalát követi.

A rovarok vándorlásáról, vonulási útvonalairól és stratégiáikról ma még keveset tudunk. Vannak biztató kísérletek, és közvetetten, a populációk DNS-szekvenciájának meghatározásával talán fény derül egyes fajok „vonulási titkai”-ra. Egyértelmű azonban, hogy az ökológiai folyosók még az igen jól repülő fajok esetében is nélkülözhetetlenek. A rovarfajok terjedésének feltételei a mezőgazdasági kultúrsivatagok és monokultúrás erdőültetvények uralta, „civilizált” környezetben, a rendszeres peszticidhasználattal elszegényített világban már nem minden esetben teljesülnek. A táplálékspecialista fajok különösen érzékenyek a természetes környezet változásaira, de még a polifág rovarok terjedése is igényli az ökológiai hálózatot. A rovarvilág sokféleségének fenntartása érdekében a természetvédelemre háruló egyik legfontosabb feladat az élőhelyek természetességének, ma divatos szóval diverzitásának a megőrzése. A rovarpopulációk közötti kapcsolatok fennmaradásának egyik fontos feltétele, hogy működőképesen őrizzük meg a vándorló rovarok útvonalainak számító

ökológiai folyosókat. A védelmet nem elegendő a hálózat elemein belül megvalósítani, mert a vándorlás nemcsak a földrajzi és vegetációhatárokkal leírható folyosókon zajlik, hanem széles sávokban, nem is szólva arról, hogy még a légáramlások is módosíthatják a vonuló rovarok útvonalait. Ennek ismeretében könnyen belátható, hogy az ember legfőképpen a biológiai sokféleség megőrzésével, környezetkímélő, fenntartható gazdálkodási formák elterjesztésével segítheti a vándorló rovarvilág fennmaradását.

Vándorlás a vízfelszín alatt

A halak vándorlásával kapcsolatos első feljegyzések gyakorlati célokon alapultak, a nagy tömegben vonuló halfajok ugyanis sokszor meghatározó szerepet töltek be egyes embercsoportok táplálkozásában, megélhetésében. Az évszázados megfigyelések pontosságán sok múlott: a gazdag zsákmány jólétet, a fogás elmaradása éhínséget jelentett. Világszerte ismert a lazacok és az angolnák vándorlása, de a hazai halfaunából több fajnak is sajátossága a fajfenntartás érdekében kialakult, rendszeres vándorlás. A Magyarországon előforduló – ma már védett – tokfélék például mind vándorló fajok. Legnagyobb termetű képviselőjük, az akár 8-9 méteresre, illetve több mint egy tonna tömegűre is megnövő viza (*Huso huso*) egykor a Duna vízrendszerének jellegzetes halfaja volt. A folyó egyes részeinek elnevezése (például a budapesti Vizafogó) még ma is emlékeztet ezekre a régi szép napokra, azokra az időkre, amikor a főúri lakomák elképzelhetetlenek voltak a tokfélékből

különböző módon elkészített fogások, valamint ikrájuk, a királyi csemegének számító kaviár nélkül. A Fekete-tengerben ivaréretté váló vizák akkor még tömegesen úsztak fel a Dunán, hogy ikráikat lerakják. A Vaskapunál felépített vízierőmű azonban véget vetett a vándorlásnak. A zsilipeléskor a folyón közlekedő hajókkal együtt még átjuthat egy-egy példány, de napjainkban már csak nagy ritkán kerül viza a halászok hálójába. Hasonló a sorsa a sóregtoknak (*Acipenser gueldenstaedti*), amelyet régen a Dunán még Pozsonynál is halásztak. A vizánál kisebb termetű, ezért gyakrabban jut át a zsilipeken, így a halászok hálójába is gyakrabban kerül. A sima tok (*Acipenser nudiventris*) – az előző két tokféléhez hasonlóan – egykor rendszeresen ívott a Duna vízrendszerében. Ez a tokfaj a folyók deltavidékének felsős brakkvizében fejlődik – ebben is különbözik a vizától és a sóregtoktól –, de a Duna mellékfolyóinak alsó szakaszaira járt ívni. Az elmúlt évtizedekben a Felső-Tiszából és a Drávából is előkerültek a Vaskapunál átszökött példányai. Ma már valamennyi nagy termetű tokfélét jogszabály védi, de a jogi védelem csupán tisztelgés ezen veszélyeztetett fajok előtt, hiszen a tiltás önmagában nem segíthet a természetes állományokon. A Vaskapu zsilipjeinek a halak számára átjárhatóvá tételét és a tokfélék egykori ívőhelyeinek rekonstrukcióját célzó nemzetközi programot a közelmúltban indították el. Ha a természetvédők és a halászok szándéka találkozik az érintett államok érdekeivel, évezredes ökológiai folyosók nyerhetik vissza funkciójukat, és egy idő múlva talán ismét gazdasági jelentősége lehet ezeknek a nálunk jelenleg ritka halfajoknak.

Nemzetközi vizeken utazó vándoraink után térjünk át a kisebb-nagyobb távolságokat rendszeresen bejáró, hazai vonulókra. A balatoni „látott hal”-ról a gardáról (*Pelecus cultratus*) tudjuk, hogy eredetileg vándorló halfaj volt, amely a telet a tengerben, az év többi részét az édesvizekben töltötte, de a hazai állományok a Balatonon, a Fertőn és a Duna magyarországi szakaszain az állandó édesvízi életmódra tértek át. A garda vonulási hajlama megmaradt, de már nem a sós és az édesvizek között „ingázik” – erre a nagyobb tavainkban, illetve vízi erőművekkel elrekesztett folyóinkban élő állományoknak lehetősége sem lenne –, hanem a tavak, folyók bizonyos részeit keresi fel nagy tömegben ívás idején. Herman Ottó 1887-ben megjelent, örökbecsű műve, *A magyar halászat könyve* szemléletesen írja le a balatoni gardafogás módját. A Tihanyi-félsziget körül novemberben óriási rajokban gyülekező halak megjelenését a legmagasabb hegyormokra kiállított „hegyjárók” figyelték, akik egyezményes jelekkel irányították a „halászbokrok” hajóinak kifutását, illetve magát a halászatot. A márna (*Barbus barbus*) is a rendszeresen vonuló halfajok közé tartozik. A folyóknak azokat a gyors folyású, oxigénben dús vizeit kedveli, amelyeket a halász szaknyelv „márnaszinttáj”-ként határoz meg. Az ivarérett példányok május–júniusban a hegyi patakokba vándorolnak, ahol lerakják ikráikat. A fokozottan védett Pétényi-márna (*Barbus meridionalis*) a gyors folyású hegyi patakok lakója, ívás idején szintén vándorol. A vízfolyással szemben úszó rajok a tiszta vizű, kavicsos aljzatú patakszakaszokat keresik fel. A két példa jól szemlélteti, hogy a köves mederaljazot ked-

velő (rheofil) halfajok szempontjából milyen nagy jelentőséggel bírnak tiszta vizű hegyi patakjaink és folyóink.

A szaporodási időszakban ívőhelyre vándorló fajok sorába tartozik a paduc (*Chondrostoma nasus*), amely ugyan a folyók köves-kavicsos szakaszait kedveli, de íváskor az egyedek a kisebb befolyókhoz vándorolnak, ahol az aljzat durvább homok. Az elmúlt másfél száz év folyószabályozásai talán egyedül a paducnak kedveztek, hiszen a lerövidült mederben felgyorsult folyók új élettereket nyitottak számára. A legtöbb hazai halfajtól eltérően a menyhal (*Lota lota*) aktivitása a felmelegedő vizekben csökken, júniustól augusztusig szinte „nyári álomot” alszik. Csak ősszel, a víz lehűlésével élnékül

meg, ekkor kezd el intenzíven táplálkozni. Decembertől az ivarérett példányok csapattokba tömörülnek, és évről évre ugyanazon homokpadokhoz vonulnak ívni, így a horgászok is télen fogják őket a fenékszinorra felfűzött, felcsalizott horgokkal. Hazánk faunájában is vannak olyan halfajok, amelyeket a szaporodási ösztön időnként arra kényszerít, hogy elhagyják megszokott élőhelyeiket. Rájuk nézve akár végzetessé is válhat, ha vízi útjaikon az ember akadályokat állít, vagy megváltoztatja az áramlási viszonyokat. A jelentős beavatkozások a természetes élőhelyek, sőt az ember számára is katasztrofális következményekkel járhatnak. A sík vidéki vízierőművek létesítése közvetetten a halászzal foglalkozó emberek ezreit teheti tönkre, ha gátat szab a vándor-



5. kép: A Dráván tervezett vízierőmű megsemmisüléssel fenyegeti a rheofil halfajok ívőhelyeit is

dorló halfajoknak, de az átgondolatlan haltelepítéseknek is lehetnek akár társadalmi hatásai is, ha figyelmen kívül hagyják a vándorló halfajok biológiai sajátosságait. Gondoljunk csak a közelmúlt nagy balatoni angolnapusztulására, amelynek következménye az lett, hogy az üdülővendégek hosszú ideig elmaradtak, a turisztikai ágazatot pedig több milliárd forint bevételkiesés érte.

A kétéltűek és a hüllők vándorlásai

A kétéltűek és a hüllők többsége általában nem tartozik az aktívan nagy távolságokat megtevő állatfajok közé, ám azok az óceánokban élő teknősfajok, amelyeknek lételeme a vándorlás, kivételt képeznek. Az ivarérett közönséges levesteknős (*Chelonia mydas*) minden évben megtesz néhány ezer kilométert táplálkozóterületei és hagyományos tojásrakó helye között, így a hosszú élete során megtett utak összessége akár a Föld megkerüléséhez is elegendő lenne. A szárazföldi kétéltűek és a hüllők azonban sokkal „röghöz kötöttebbek”, a telelő- és szaporodóhelyekre irányuló mozgásuk, vándorlásuk általában nem haladja meg a néhány kilométert. Nagy ritkán azonban egyes fajok nagyobb távolságok leküzdésére is vállalkoznak. Észak-Amerika egyes területein például nagyon kevés az olyan telelőhely, amely a kontinentális telek kemény hidege ellen biztonságos védelmet nyújtana. Az észak-amerikai szalagossiklók (*Thamnophis* spp.) telelés céljából évről évre ugyanazon barlangi üregeket keresik fel: egy-egy alkalmas üreg akár több tíz

négyzet-kilométeres körzet siklóállományának jelenthet menedéket, esetenként több ezer kígyó is összegyűlhet egy helyen. Bizonyos kígyófajok természetes vagy mesterséges üregekben csoportosan telelnek át, sőt az is előfordul, hogy különböző fajú kígyók békességben együtt töltik a telet. Veszélyeztetett kígyófajaink (rákosi vipera, haragos sikló) megmentése érdekében fontos lenne tudnunk, hogy az egyes mikropopulációk hol és miként vészelik át a telet, milyen távolságra vándorolnak el, mikor kezdődik a telelőhelyekre húzódás, meddig tart a téli pihenő, milyen tényezők befolyásolják a telelés sikerét, illetve milyen a téli mortalitás. Ha ismernénk a telelőhelyeiket, talán eredményesebben védhetnénk meg őket.

A kétéltűek életük jelentős részében a vizekhez kötődnek, a szalamandrák és a gőték emberi mértékkel mérve nem is távolodnak el messzire az életet jelentő víztől. Sajnos az utóbbi években a szokatlanul aszályos nyarak mind gyakrabban sújtják a gőtéket és a békákat, különösen olyankor, amikor a csapadékszegény telek után nem alakulnak ki a sekély, a szaporodáshoz elengedhetetlenül szükséges vízállások. Ilyenkor a petézőhelyek gyakran idő előtt kiszáradnak, a petecsomók, a lárvák, az ebihalak elpusztulnak. Legveszélyeztetettebb gőtefajunk, az alpesi gőte (*Triturus alpestris*) esetében a védelem alappillére a petézőhelyek ismerete, mivel ezeknek a vízállásoknak a kiemelt védelme elengedhetetlenül szükséges. Esetenként a tiltások – például az erdei utakon való közlekedés korlátozása – mellett az aktív beavatkozások segíthetnek, a veszélyeztetett szaporodóhelyekről a petéket és a lárvákat például biz-

tonságos vizekbe lehet áttelepíteni. A szalamandrák számára a tiszta hegyi patakok elszennyeződése, kiszáradása válhat végzetessé. Ha a kedvezőtlen hatások gyakran ismétlődnek, és a szaporodás évekig elmarad, akkor még a populációk is végveszélybe kerülhetnek. Ezeknél a sérülékeny fajoknál igen nagy jelentőségű az élőhelyek megfelelő nagysága, ugyanis elsősorban ez teszi lehetővé a kedvezőtlen hatású évek után a természetes ökológiai folyosókon át megvalósuló visszatelepedést.

Békáinknak a fajfenntartás érdekében évente szembe kell nézniük a petézőhelyekre vándorlás kockázataival. Sajnos ez ma már nem elsősorban a természetes veszélyeket (predátorok) jelenti. A vizes területek lecsapolásával, feltöltésével, el-

szennyezésével és beépítésével a petézőhelyek száma évről évre fogy. A vizek halasítása is komoly gondot jelent, mivel a halak a petéket és a fiatal ebihalakat természetes táplálékuknak tekintik. Általánosságban elmondható, hogy egyre kevesebb a kétéltű-szaporodóhelyként számításba vehető vizes élőhely. Az elmúlt évtizedben a kétéltűek védelme terén a legfontosabb törekvés a vonulás során elszenvedett veszteségek mérséklése volt. Az árkokkal, csatornákkal és forgalmas közutakkal felszabdalt biotópokban rendszeresen mentőakciókat szerveztek a petézőhelyek felé vándorló példányok védelme érdekében, és a lelkes természetvédők egy-két valóban exponált helyen (Fertő tó, Ipoly-menti területek) évente több százezer békát juttattak át biztonságosan az utakon. A „nagy forgalmú átkelőhe-



6. kép: Barna varangyok násza a petézőhelyen

lyek”-nél sebességkorlátozást előíró táblákat helyeztek ki, továbbá az utak mentén békaterelő folyosókat építettek, amelyeknek csapdaként működő központi részében gyűltek össze a vándorlás ösztönétől hajtott kétéltűek. Az összegyűjtött állatok a szaporodóhelyekre történő átszállítása mindenképpen dicséretes, de nem hosszú távú megoldás. Figyelmünket a jövőben a megelőzésre kell fordítani. A kétéltűek vonulási útvonalait keresztező közúthálózat sokkal nagyobb veszélyt jelent, mint például a ragadozók. Új utak létesítése előtt elengedhetetlenül szükséges előzetes környezeti hatástanulmány készítése. A felmérések alapján a frekvenciát szakaszokon megtervezhetőek azok a műszaki megoldások (hidak, átereszek, békaalagutak), amelyek biztosítják a különböző göte-, béka- és hüllőfajok zavartalan mozgását. A természetvédelmi szempontból fontos természetes útvonalak megóvását jogszabály is előírja, ezért a legfontosabb cél a kétéltűek vonulási útvonalainak és átkelőhelyeinek felderítése, és a veszélyesnek bizonyuló szakaszokon a biztonságos átkelés feltételeinek a mielőbbi megteremtése. Ha a műszaki megoldásokkal a veszély nem csökkenthető kellő mértékben, veszély nélkül megközelíthető, peterakásra alkalmas, új vízállásokat kell kialakítani. Mozaikosan elhelyezkedő, apró vízállások létesítésével aránylag jó eredményeket érhetünk el. A csapadékos 1999-es évben, amikor a sekély, természetes vizek kiterjedése megsokszorozódott, nagyságrenddel növekedett bizonyos békafajok állománya. A legtöbb hazai kétéltűfaj szaporodásának feltételei elég jól ismertek. Szakmailag megalapozottan létesített vizes élőhelyekkel még a közismerten

területhű fajok is átszoktathatóak az új, mesterséges peterakó helyekre. Törekedni kell azonban a tradicionális szaporodóhelyek megtartására is, hiszen az élőhelyvédelem mind rövid, mind hosszú távon olcsóbb, természetesebb állapotokat konzervál, és megőrzi a természetes ökológiai folyosókat is!

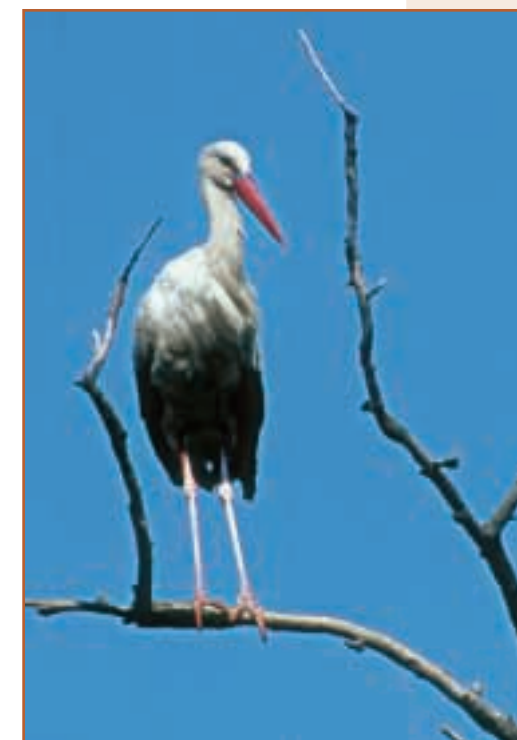
Nem lehet vita tárgya, hogy a revírjéhez ezer szállal kötődő, a helyváltoztatás képességében genetikailag korlátozott faj a túlélésért folytatott harcban sokkalta nehezebb helyzetben van, mint az, amelyik a negatív környezeti hatásokra adott válaszként képes elhagyni élőhelyét. A kétéltűek és a hüllők az ember térhódítása miatt világszerte a legveszélyeztetettebb állatcsoportok közé tartoznak. Rájuk nézve még egy jelentéktelennek tűnő környezeti változás is végzetes lehet. Az egyik legnagyobb veszély az élőhelyek feldarabolódása és elszigetelődése. A mesterséges határokkal szétszabdalt populációk között ugyanis talán már sohasem alakulhat ki szaporodási kapcsolat, ami genetikai leromlásához, viselkedési defektusokhoz, a szaporodási siker katasztrofális csökkenéséhez, végül a törzspopulációkról leszakadt csoportok felszámolásához vezet. Ha egy populáció kipusztul egy adott területről, az újranépesedés esélye is csekély, hiszen az emberi tevékenység leggyakrabban a populációk közötti természetes útvonalakat számolja fel. Európa számos országában több, nem is túl régen még általánosan elterjedt, tömegesnek számító kétéltűfaj aggasztó megfigyeltetésére hívták fel a figyelmet. Svájcban az erdei béka (*Rana dalmatina*), a zöld varangy (*Bufo viridis*), a barna ásóbéka

(*Pelobates fuscus*), a tarajos göte (*Triturus cristatus*) és a pettyes göte (*T. vulgaris*) került a veszélyeztetett fajok listájára. Németországban megritkult az egykor közönséges barna varangy (*Bufo bufo*), Ausztriában a kipusztulás szélére került a nádi varangy (*Bufo calamita*). Ezek az országok tökéletesen kiépített úthálózattal és infrastruktúrával, „ápolta” természeti környezettel rendelkeznek, tehát mindennek rendben kellene lennie. Ha ezekben az államokban a természeti környezet belterjesítésének kezdete óta működne biomonitorozó-rendszer, talán idejében kongathatták volna meg a vészharangot a kétéltűek védelmében. Ma már nem vagy csak nagy költséggel lehetne visszafordíthatóvá tenni a kedvezőtlen folyamatokat.

Az igazi vándorok – a vonuló madarak

A madarak vonulása az állatvilág titkokkal teli, évről évre ismétlődő jelensége, amely régóta foglalkoztatja az emberiséget. *Historia Animalum* című művében *Arisztotelész* még a téli álommal magyarázta egyes fajok eltűnését és tavaszi megjelenését. Úgy gondolta, hogy a madarak a telet a vizek iszapjába fúródva töltik, vagy faodvakba, barlangokba rejtőzve veszlelik át, és csak a tavaszi enyhülés hatására bújnak elő. E tanok továbbélésében nagy szerepe volt *Caius Plinius Secundus*nak, aki *Naturalis Historia* című, 37 kötetes munkájában az arisztotelészi „submersus” (alámerülés)-elméletet hirdette. A madarak eltűnését magyarázó dogmák a középkorban az átalakulást hirdető elemekkel egészültek ki,

mivel azt hitték, hogy az egymáshoz küllemileg hasonló fajok egymásba alakulnak át. Tényként kezelték például, hogy a kakukk a tél közeledtével karvallyá változik, majd a tavasz beköszöntével ismét kakukká alakul. A madárvonulás lényegének felismerését *II. Frigyes* (1194–1250) római királynak, Szicília és Jeruzsálem uralkodójának tulajdonítják. A tudományokkal is foglalkozó császár – aki nagy barátja volt a madaraknak – szentföldi hadjárata során a tengerpart mentén vonuló madártömegeket szemlélve döbrent rá, hogy a „submersus”-elmélet nem tartható. Felismerte, hogy a madarak mozgalmi az évszakok váltakozásával függnek össze, és hogy a hidegek beköszöntét követő időszakos táplálékhiány miatt



7. kép: A fehér gólya vonulási útvonalait már jól ismerjük

átmenetileg elvonulnak költőhelyeikről. II. Frigyes felfedezése után még több mint 500 évnél kellett elteltetnie ahhoz, hogy a madárvonulás titkainak tudományos feltárása megkezdődjön. A direkt megfigyelésen alapuló madármegfigyelő hálózatot első ízben – 1750-ben – *Linné* szervezte meg. A madárvonulás egyedi jelöléssel történő vizsgálatának ötletét többen *Leonhard Frisch*nek (1666–1743) tulajdonítják, aki az alámerülés-elméletet cáfolandó a tornácán fészkelő fecskék lábára piros színű pamutot erősített, amely megfakulva ugyan, de a következő év tavaszán is ott „díszlett” a visszatért madarakon, igazolva, hogy nem az iszapba fúródva töltötték a telet. A fém lábgyűrűs jelölés kiötlőjének egy *Detle* nevű német postamestert tartunk, aki 1880-ban maga készítette, feliratozott fémgyűrűvel látta el egy gólyafészkek három

fiókját. Szinte hihetetlen, de az egyik fiókát a jelölés helyétől 1200 kilométerre, Spanyolországban még abban az évben lelőtték, és erről a gyűrűző is tudomást szerzett. Nagy valószínűséggel ez motiválta a dán gimnáziumi tanárt, *Hans Christian Mortensen*et, hogy sorszámmal, címmel ellátott, alumínium lábgyűrűket készítsen, és ezekkel seregélyeket jelöljön. A szerencse is mellészegődött, hiszen egyik madarát Hollandiából, a másikat Norvégiából jelentették vissza. Mortensen 1890-ben közzétette tapasztalatait, amit módszerének igen gyors európai elterjedése követett.

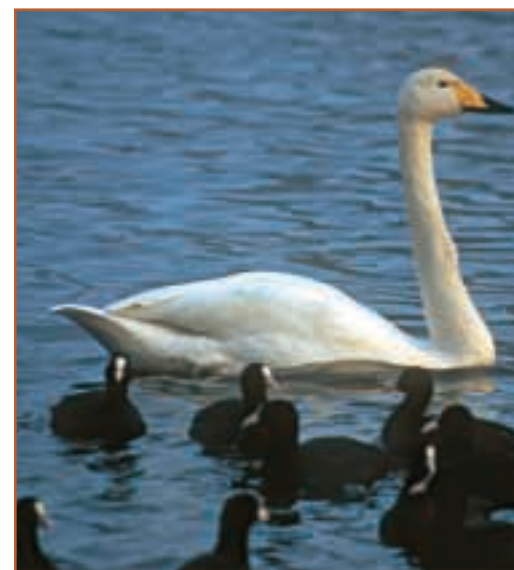
Hazánkban a madárvonulás szervezett kutatása *Herman Ottó* nevéhez fűződik, aki 1890-ben – a II. Nemzetközi Madártani Kongresszusra készülve – madármegfigyelő hálózatot hozott létre. A vonuláskutatás fel-



8. kép: A nagy tömegben vonuló seregélyek olykor az eget is elsötétítik

lendülése a Magyar Ornithológiai Központ (a Magyar Madártani Intézet elődje) 1893. évi megalakulásával kezdődött, mivel ekkor a külső munkatársak bevonásával jelentősen kibővült a hálózat. Magyarország a madártani kutatásokat tekintve az élvonalban foglalt helyet: 1908-ban a világon harmadikként kezdtük alkalmazni az új kutatási módszert, a lábgyűrűs jelölést. Az első világháború ellenére a gyűrűzés bevezetését követő húsz évben közel 50 000 madarat jelöltek meg hazánkban. Az első, gyakorlati felhasználásra is alkalmas eredményt Magyarországon hozták nyilvánosságra. A Magyar Királyi Madártani Intézet ugyanis munkatársainak jelentése alapján évente elkészítette az erdei szalonka (*Scolopax rusticola*) tavaszi vonulásának prognózisát, és kiadta ennek időjárás-adatakkal kiegészített értékelését is. Az oktatás és ismeretterjesztés elősegítése érdekében az intézet munkatársai szerkesztésében elkészült egy iskolai falitérkép is, amely a fehér gólya (*Ciconia ciconia*) vonulási útvonalait, telelőhelyeit mutatta be.

A vonuláskutatás módszertana a XX. század végére jelentősen kibővült, és a résztvevők nemzetközi szervezettsége is sokat fejlődött. Az európai gyűrűzési központok 1963-ban megalakították az EURING-ot, melynek feladata az európai madárgyűrűzési munka összefogása. Magyarországon ma már évente több mint 150 ezer madarat gyűrűznek meg, és a jelölések hatékonysága is sokat javult, miután a gyűrűzési kutatási programok részeként folyik. Újabban az egyéni gyűrűzők által jelölt madarak aránya csökken, míg a gyűrűzőtáborokban (Ócsa, Fenékpusztá, Sumony, Kolon-tó) megjelölt



9. kép: Az énekes hattyú az északi erdős tundrákról érkezik hozzánk

madarak aránya nő. A hagyományos fém lábgyűrűk mellett teret nyerne az egyes fajok életmódjához jobban alkalmazkodó, eredményesebb jelölési módszerek is (színes lábgyűrű, nyakgyűrű, színes szárnylap, tollfestés, rádiotelemetriás jelölés stb.).

A más állatcsoportok vándorlásait kiváltó tényezőkhöz hasonlóan a madárvonulás alapvető okai is jórészt tisztázottak, egyaránt visszavezethetőek a klímaváltozásokra, valamint az alkalmas szaporodó-, táplálkozó-, vedlő- és telelőhelyek optimális kihasználására. A madarak vonulásának kutatóit manapság inkább a részleteket feltáró elméleti és gyakorlati kérdések foglalkoztatják. Az evolúcióbíológiai oldalról közelítők azt próbálják kideríteni, hogy a vonulás genetikailag rögzült tulajdonságai milyen előzmények, okok alapján jöttek létre. A kutatások elsősorban a vonulást kiváltó belső tényezők és a vonulási útvonalak feltárá-



10. kép: Dankasirályfelhő – a madárvonulás látványos jelenség

sára, a vándorlási stratégiák megfejtésére, a tájékozódás és a vonulási-pihenési szakaszok kialakulásának örökölhetőségére, valamint mindezek evolúciós okaira irányulnak. A vonuláskutatást alkalmazott tudományként művelők számára a természetvédelmi és ökológiai kérdések gyakorlati vonatkozásai a legizgalmasabbak, ezért a fészkelők költőterületeken belüli települési viszonyainak részletes feltárására, továbbá a populációdinamikát befolyásoló állományadatokat, valamint a vonulási útvonalak és a telelőhelyek ökológiai viszonyainak megismerésére törekszenek, miközben különös figyelmet fordítanak az emberi tevékenység módosító hatásaira. Nem hanyagolják a tömegesen előforduló fajok

állománymozgalmainak vizsgálatát, ugyanakkor nagyobb figyelmet fordítanak azokra a vonuló fajokra, amelyek különböző okok miatt veszélyeztetett helyzetbe kerültek.

A madárvonulással kapcsolatos kutatások eredményeivel könyvtárakat lehetne megtölteni. Csak a Közép-Európában költő vagy a Kárpát-medencét vándorlásuk során felkereső madárfajokat tekintve is megállapítható, hogy a vonulási stratégiák igen sokszínű képet mutatnak. Ha az évről évre megtett utak hosszát nézzük, akkor három alapvető típusról beszélhetünk, a hosszú és a rövid távú, illetve a középtávú vonulásról. A madárvonulás távolsági világbajnoka az északi sarkvidéken költő és a tengerpartok

mentén vonuló – néhányszor már Magyarországon is megfigyelt – sarki csér (*Sterna paradisea*), amely az északi és a déli sarkvidék között évente akár 40 000 kilométert is megtehet.

Az évi 8–16 ezer kilométer közötti távolságot végigrepülő gólyák, vadludak és egyes récefajok ugyanúgy hosszú távú vonulónak tekinthetők, mint a halászsas (*Pandion haliaetus*), a darázsölyv (*Pernis apivorus*), a kék vércse (*Falco vespertinus*), a haris (*Crex crex*), a csérek, a szerkők, a darvak és a partimadarak jelentős része. Ide sorolható a szalakóta (*Coracias garrulus*), a gyurgyalag (*Merops apiaster*), a búbosbanka (*Upupa epops*), a kakukk (*Cuculus canorus*), a vadgerle (*Streptopelia turtur*) és az énekesmadarak jó néhány faja is (gébicsek, fecskék, hantmadarak, billegetők, bizonyos poszáták és füzikék, légykapók stb.). Ezek az eurázsiai madárfajok észak–déli, illetve északkelet–délnyugati irányban szelik át a kontinenseket és a



11. kép: A sarki csér a költési időn kívül szinte egész életében úton van

tengert. A nagyobb termetű fajok termikek segítségével, illetve siklórepüléssel vonulnak, és a tengerpartokat követve kerülnek el a hegyvonulatokat. A kisebb termetű fajok jobb repülőek, vállalkozóbb kedvűek, tengerek átrepülésére is képesek. Radarok segítségével megállapították, hogy a vonulási folyosók általában a felszín

geomorfológiai jellegzetességeihez (hágók, folyóvölgyek) és az élőhelyek mintázatához illeszkedve alakulnak ki, hiszen a hosszú úton a pihenésre és az erőgyűjtést szolgáló táplálkozásra egyaránt szükség van. A néhány ezer kilométert elmozduló fajokat középtávú vonulónak nevezhetjük, ebbe a csoportba a hattyúk, egyes ragadozómadár- és sirályfajok, a bíbic (*Vanellus vanellus*), a fűrj (*Coturnix coturnix*), a fenyőrigó (*Turdus pilaris*) és a szőlőrigó



12. kép: A szerezcsenisirály a telet az Atlanti-óceán partvidékén tölti



13. kép: A havasi lile vonulását a pihenő-
helyekhez való ragaszkodás jellemzi

(*T. iliacus*), valamint a seregély (*Sturnus vulgaris*), a vetési varjú (*Corvus frugilegus*), a pintyfélék és a sármányok tartoznak. A szerezcsirák (*Larus melanoccephalus*), amely tipikus kelet–nyugati vonuló, továbbá a bíbic, amely délnyugati, és a vetési varjú, amely nyugati irányba mozdul el, hagyományos útvonallal rendelkezik, de a fajok többsége az időjárás és a táplálék-kínálat függvényében vándorol kedvezőbb élőhelyekre.

A kis, ezer kilométer alatti távolságot berepülő madarak – mint amilyen az örvös galamb (*Columba palumbus*), a nyári lúd (*Anser anser*), az egerészölyv (*Buteo buteo*), a vörösbegy (*Erythacus rubecula*), a házi rozsdafarkú (*Phoenicurus ochruros*) és a fekete rigók (*Turdus merula*) egy része – talán nem is nevezhetőek valódi vonulónak, bár elmozdulásuk iránya eléggé meghatározott.

A jelölések és visszafogások adatai alapján a madarak többsége a vonulás során érintett területek vonatkozásában is helyhűséget mutat, így az állományok megővése érdekében a kiemelkedő jelentőségű vonulási útvonalak, az ökológiai folyosók és hálózatok részét képező pihenő-, vedlő- és táplálkozóhelyek megőrzéséért mindent meg kell tennünk. Ez a hazai természetvédelem egyik legfontosabb feladata is!

Vándorló emlősök

Az emlősök vándorlásai nemcsak a zoológiában jártas emberek számára közismertek. Az óceánokban élő bálnák és delfinek hatalmas távolságokat tesznek meg táplálkozóhelyeik és szaporodóhelyeik között. Az ember azt hihetné, hogy a kiindulási pontot a célállomással összekötő vonulási útvonalak a végtelen óceánokon a „legrövidebb út az egyenes” elvét követve alakulnak ki. Ám a táplálék mennyisége és minősége, a víz hőmérséklete, az áramlások és a mélységi viszonyok a tengeri „országutak”-at is alapvetően meghatározzák. Egyedi jelölések alapján ismerjük egyes bálnafajok bejárt útvonalait, és ebből egyértelműen megállapítható, hogy a területhűség jellemző rájuk. Ezért is veszélyezteti ezeket a fajokat a tengerek mértéktelen kizsákmányolása, túlhalászása. Amennyiben a túlhalászás az általuk használt vonulási folyosókat, telelőhelyeket érinti, az bizony a populációik tartós éhezéséhez, összeroppanásához is vezethet.

A szárazföldi emlősfajok közül a nagy testű növényevők vándorlása a legszembetűnőbb. A kanadai tundrákon élő amerikai

rénszarvasok, a karibuk (*Rangifer tarandus*) a tél közeledtével hatalmas csordákba verődnek, hogy évszázadok óta használt útvonalakon az áttelelésüket biztosító erdős tundrákra vándoroljanak. Vonulásuk az időjárási körülmények alakulásától függ: ha a hó és a hideg miatt hozzáférhetetlenné válnak a táplálékforrások, megindulnak dél felé. Kanyargós útjuk – amely évente akár 10 ezer kilométeres is lehet – dél felé Manitoba, Saskatchewan és Alberta erdős területeire vezet. A tél elmúltával a táplálékforrások feltárlásához igazodva indulnak vissza északra. Vonulásuk során folyókon, tavakon, hegyek hágóin kelnek át. Megszokott útvonalaihoz való ragaszkodásuk az egykor itt élő, vadászattal és gyűjtögetéssel foglalkozó indián törzsek számára élet vagy halál kérdése volt. Szinte egész évben az őszi nagy vadászatra készültek: ismerték a szarvasok útját, érkezésük idejét, és a szűk hágóknál vagy gázlóknál várták a csordákat. A vadászat eredménytelensége éhínséget jelenthetett, ezért a vadászterületek védelme igen gyakran törzsi torzskódásokban csúcsosodott ki. Nemcsak a táplálékpíramis csúcsán álló ember, hanem a hatalmas területek ragadozói számára is nagy jelentőségű volt a rénszarvasok vonulása. Zsákmányszerzésüket főleg a nagy távolságok megtételére képes farkasok alapozták a vonuló csordákra, de a hulladék eltakarításából a szorgoskodó prérifarkasok (*Canis latrans*) és a rókák is kivették a részüket. Mintegy 200 évvel ezelőtt az észak-amerikai prérít még tízmillió bőlénycsordák legelték, amelyek az évszakok váltakozását követve vándoroltak a végláthatatlan füves síkságon. Az amerikai bőlények (*Bison bison*) ősszel délre tartottak, hogy elkerül-

jék a kontinentális telek pusztító hatását, tavasszal északra indultak a sarjadó fűvű legelőkre. Vándorlásuk során évszázados „vonulási folyosók”-at követtek, és az itt élő indiánok számára a bőlények ugyanazt jelentették, mint északi rokonaik számára a rénszarvas – az életet. A XIX. század végére a fehér telepesek szinte kipusztították a bőlényeket, és ezzel párhuzamosan az itt élő, ősi indiánközösségek is összeroppan-
tak, elpusztultak vagy rezervátumokba kényszerültek, akár az amerikai bőlények „utolsó mohikán”-jai. Napjainkban a nagy afrikai szavannákon – ahol az egész ökológiai rendszer a nagy tömegben itt élő növényevőkre épül – még tanúi lehetünk a száraz és nedves évszak váltakozásával, éves rendszerességgel zajló, hatalmas állatvándorlásoknak. Természetfilmekben számtalanszor megörökítették a csíkos gnúk (*Connochaetes taurinus*) – és a hasonló életmódot folytató zebrák, antilopok és gazellák – napi tragédiákkal teli vándorútját, amely a déli, Ngorongoro-kráter környéki területekről az északi, Viktoria-tó környéki szavannákra vezet. Számtalan példa mutatja, hogy a nagy természetű, nagy számban élő növényevők éves vándorlásai csak emberi zavarástól mentes környezetben valósulhatnak meg. Amíg az őslakosok kis lélekszámú törzsei csak megélhetésük érdekében avatkoztak be a természetes folyamatokba, ezek működőképesek maradtak; a „civilizált ember” megjelenését, és ezzel együtt a vadvilág rablógazdálkodás-szerű kihasználását követően azonban az ökológiai rendszerek rövid időn belül összeomlottak. A pusztulás folyamatában nagy szerepet játszottak a természetes ökológiai folyosók helyrehozhatatlan sérülései.

Érintetlen természeti környezetben a karibuk elviselik, hogy a zajló Yukon folyó megtizedeli állományukat; a csíkos gnúk évezredek óta átvészelik, hogy a gázlóknál strázsáló, óriásira nőtt krokodilok fajtestvéreik tetemeivel tömik degeszre a hasukat: autósztrádákkal felszabdalt élőhelyeken azonban egyik faj sem képes fennmaradni. Egykor – nem is túl rég – a Kárpát-medence nagy testű növényevői is vándoroltak. A Dunántúlon a gímszarvasok (*Cervus elaphus*) vándorlása a XIX. században még rendszeres volt, sőt a bejárt útvonalakat a vadászati szakírók le is jegyezték. A tájegységek szarvasállományai közötti géncserének azonban vége szakadt, amikor a mezőgazdaság művelési szerkezete megváltozott, és a nagy kiterjedésű erdőterületeket (Gemenc, Gyulaj, Kaszó stb.) lekerítették.

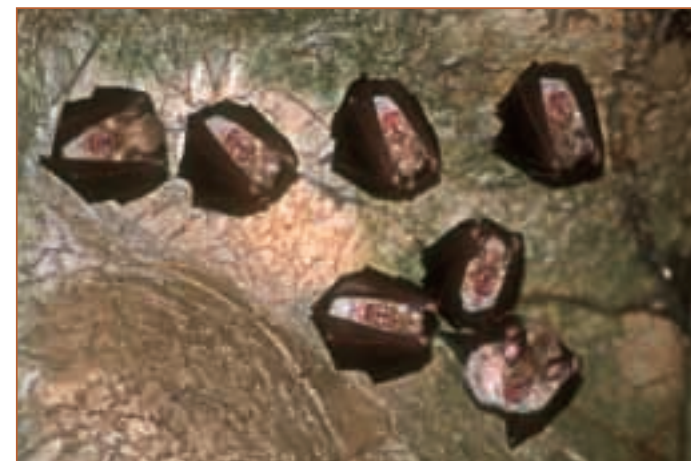


14. kép: A hazai gímszarvas-populációkra az élőhelyek szegregációja miatt ma már nem jellemző a vonulás

A nagy szaporodási potenciállal rendelkező kisemlősfajok gyakran olyan mértékben elszaporodnak, hogy élőhelyük már nem képes eltartani őket. Ilyen esetekben – a túlnépesedést elkerülendő – a populáció egy része elhagyja a területet. Egyes években például igen feltűnő jelenség Skandinávia északi tájain a lemmingek (*Lemmus lemmus*) vándorlása. A hazai rágcsálófajok közül a mezei pocok (*Microtus arvalis*) és a hörcsög (*Cricetus cricetus*) képes látványos gradációkra (tömegszaporodásokra), de ezek mindig csak rövid távú elmozdulásokhoz, és nem valódi migrációhoz vezetnek.

A denevéreknek köszönhetően a Kárpát-medence vonatkozásában is szólhatunk az emlősök rendszeres vándorlásáról. Mivel a hazánkban élő denevérfajok mindegyike

rovarevő, ha egész évben aktívak maradnának, kontinentális klímánkon a tél folyamán táplálék hiányában elpusztulnának. Ezt az időszakot tehát téli álomban (hibernációban) töltik: a túlélés érdekében zsírt raktároznak, amelynek mennyisége egyes fajok esetében a testtömeg 25-30%-át is elérheti. A teleshelyekre vonulást akkor kezdi meg, amikor a szükséges energiamennyiséget zsírtartalék formájában felhalmozták, illetve akkor, amikor az átlaghőmérséklet eléri a teelés szempontjából kritikus értéket. Egyes denevérfajoknak speciális igényeik vannak a téli szállások mikroklimatikus viszonyait illetően. A csonkafülű denevér (*Myotis emarginatus*) és a patkósdenevérek (*Rhinolopus* spp.) „melegkedvelők”, 7–9 °C-os, kiegyenlített hőmérsékletet és 70% körüli páratartalmat igényelnek: ezeket a körülményeket csak a nagyobb barlangok védettebb részein találják meg. A pisze denevér (*Barbastella barbastellus*), a közönséges denevér (*Myotis myotis*) és a hosszúfülű-denevérek (*Plecotus* spp.) hidegtűrő fajok, teeléskor a 0–6 °C-os hőmérsékleten érzik jól magukat, így akár faodvakban, fakéreg alatt, pincékben, kamrákban, padlásokon vagy épületek repedéseiben is átvészelik a zord időjárást. Denevéreink jó része a hazai és a szomszédos országok alkalmas mészkőbarlangjaiba húzódik telelni, ami általában hosszabb távú elmozdulást jelent. A hazai fajokat a vonulás távolsága alapján három kategóriába sorolják: helyben maradók (rezidensek),



15. kép: Nagy patkósdenevérek barlangi teleshelyükön

középtávú vonulók és nagyobb távolságokat is legyőző vándorlók. A *Nyctalus* és a *Pipistrellus* nemzetségek fajai repülnek a legmesszebbre. A csúcstartók a korai denevérek (*Nyctalus noctula*), amelyek több mint 2300 kilométeres utat tesznek meg nyári és téli szállásuk között, általában azonban a nyári szállásukhoz legközelebbi alkalmas teleshelyet keresik fel. Éjszakai életmódjukból következően a denevérek többsége éjjel vonul, így nyomon követésük nem egyszerű feladat. A korai denevér gyakran már napnyugta előtt vadászik, így nem meglepő, hogy több száz példányból álló csapatai esetenként a fecskékkel együtt vonulnak. Sok denevérfajra jellemző, hogy az egyedek csoportosan telelnek, ezért feltételezzük, hogy már a vonulás során kisebb-nagyobb csapatokba verődnek, és közösen érik el a szálláshelyeket, illetve a nőtények az ellőhelyeket. A denevérek vonulási útvonalairól keveset tudunk. Mivel ezek az állatok éjszaka is látnak, így bizonyos tájjelemek (hegyek, folyók, tavak) fontos támpontot jelenthetnek számukra a tájékozódásban.

Ebből az következik, hogy a természetes zöldfolyosók és élőhelymozaikok alapvető fontosságúak a téli és nyári szálláshelyre vándorlás során. Az ökológiai folyosóknak azonban nemcsak a denevérek tájékozódásában lehet szerepe: fontos, hogy ezek a területmozaikok a vonulás során megfelelő mennyiségű táplálékot (repülő rovarokat) és nappali szállást (zavartalan búvóhelyet) is biztosítsanak a vándoroknak.

A denevérek életmódjának kutatásában az elmúlt években jelentős előrelépések történtek. A hazai denevér-adatbázisok kiépítése a denevérvédelmi tevékenység terén is érezhető hatását. Az ismeretek bővülése lehetővé teszi, hogy a nyári és téli szálláshelyek, valamint a jelentősebb élőhelyek kiemelt védelemben részesülhessenek, hogy az egyes fajok igazi otthonát jelentő idős erdők kíméletet élvezzenek, továbbá a denevérek táplálékbázisát veszélyeztető inszekticidek közül csak a veszélytelen készítményeket juttassák ki, de ezeket is csak olyan technológiával, amely garantálja a környezeti biztonságot. Köztudott, hogy a denevérek urbanizálódása az utóbbi húsz évben jelentősen felgyorsult. Egyes fajok esetében az élőhelyváltás olyan jelentős, hogy komolyan veszélyeztetheti fennmaradásukat is. Néhány denevérfajjal újabban már nemcsak az épületek padlásain, kamrákban, pincékben és tornyokban találkozhatunk: beköltöznek a városokba, a sokemeletes panelházak repedéseit használják nappalozó-, ellő-, sőt gyakran teledőhelyül, konfliktusokat okozva a lakóknak. Ez a néhány denevérfajra jellemző élőhelyváltás sajnos nem állománynövekedéssel, hanem az alkalmas nappalozó- és teledőhelyek szá-

mának csökkenésével, minőségi romlásával magyarázható. Ha ezek a fajok mind nagyobb számban jelennek meg a városi környezetben, egy idő után a vonulási szokások megváltozásával is számolnunk kell, ami egyes populációk számára végzetes hatású is lehet.

Nemzetközi összefogással a vándorló fajokért

Az állatok vándorlása nem ismer országhatárokat, ezért a vándorló veszélyeztetett fajok védelme is csak nemzetközi összefogással valósítható meg. Az ENSZ 49 tagállama ennek felismerése nyomán hozta létre 1979-ben *A vándorló vadon élő állatfajok védelméről* szóló egyezményt, amelyet *bonni egyezmény*ként ismerünk. A megállapodás célja a vándorló állatfajok és a vonulási útvonalaikra felfűzhető területek összehangolt védelme. Az egyezmény az I. függelékében felsorolt vándorló fajok védelme érdekében azonnali lépéseket ír elő a tagországok számára, a II. függelékében felsorolt fajokkal kapcsolatosan pedig védelmi célú megállapodások megkötését várja el az érintett országoktól. Az I. függelékben szereplő, kipusztulással fenyegetett fajok megóvása érdekében a tagországoknak az érintett élőhelyek megőrzését és helyreállítását célzó intézkedéseket kell kezdeményezniük a vándorlást gátló tevékenységek és akadályok hatásának megszüntetésére, csökkentésére, illetve megelőzésére. Az 1983. november 1-jén hatályba lépett egyezményhez Magyarország alapítóként csatlakozott, és az egyezményt az 1986. évi 6. számú törvényerejű rende-

lettel hirdette ki. Hazánk a bonni egyezményen belül valamennyi, a területét bármilyen módon érintő kiegészítő megállapodáshoz csatlakozott, így az európai denevérek védelméről (EUROBATS) és az afrikai–eurázsiai vonuló vízimadarak védelméről (AEWA) szólóhoz is, valamint aláírtuk a vékonycsőrű póling, a túzok és a csikosfejű nádiposzáta védelmére vonatkozó intézkedések feltételeiről rendelkező memorandumokat is. A bonni egyezmény végrehajtása érdekében hazánk a természet védelméről szóló LIII. törvény elfogadásával és a kapcsolódó végrehajtási rendeletekkel teljesítette jogalkotási kötelezettségeit, biztosította az egyezmény mellékleteiben szereplő, határainkon belül természetes úton előforduló állatfajok jogi védelmét. Magyarország a denevérek és a vándorló vízimadarak védelmét a területi védelem útján is igyekszik megvalósítani. Az országosan védett természeti területek (nemzeti parkok, tájvédelmi körzetek, természetvédelmi területek), a nemzetközi jelentőségű vadvizek, és az ex lege védett szikes tavak hálózata együttesen több százezer hektár nagyságú vizes élőhelyet jelent. A Magyarország által is ratifikált *ramsari egyezmény* a nemzetközi jelentőségű vizes területek és a vonuló vízimadarak védelmét

hivatott szolgálni. A Kárpát-medencében kijelölt ramsari területek a vonuló vízimadarak európai jelentőségű pihenő-, vedlő-, táplálkozó- és teledőhelyei. A nemzetközi kötelezettségek teljesítése érdekében a vadászati jogszabályokban is több vízimadarakra vonatkozó korlátozást érvényesítettünk.

A rendelet alapján kíméleti területeket jelöltek ki, ahol korlátozzák a vadászati tevé-



16. kép: A Tisza-tavi élőhely-rekonstrukció a madárvonulásban is fontos szerepet játszik

kenységet (tiltott a vízivad-vadászat), továbbá Magyarország vállalta, hogy 2005-ig beszünteti a környezetre veszélyes ólomsörét használatát és áttér a veszélytelen acélsörétre. A jogszabályokban a fenntartható használat elvei szerint állapítják meg a vadászati módszereket és eszközöket, a vadászható vízimadarak körét és a napi teríték nagyságát. Mind a vizes élőhelyek rekonstrukcióját, mind a természetvédelmi kezelések színvonalának és hatékonyságának növelését illetően sikerült jelentős lépéseket tennünk.

A denevérek védelmét hazánkban jogszabályok biztosítják (minden denevérfaj védett). A barlangokhoz kötődő fajok védelmét segíti a barlangok ex lege védettsége (közülük a kiemelten fontos telelőhelynek számítók fokozott védelmet kaptak).

Ajánlott irodalom

- ATTENBOROUGH, D. (1991): *Az élet erőpróbái*. Park Kiadó, Budapest.
- ATTENBOROUGH, D. (1994): *Az élővilág atlasza*. Geoholding Rt. SKO Lap-és Könyvkiadó, Budapest.
- BIHARI Z. (1996): *Denevérbatározó és denevérvédelem*. MME, Budapest.
- CREUTZ, G. (1976): *Geheimnisse des Vogelzuges*. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt (NBB. 75.).
- DIESENER, G. & REICHOFF, J. (1997): *Kételtűek és hüllők*. Magyar Könyvklub, Budapest.
- ELPHICK, J. SZERK. (1976): *A madárvonulás atlasza*. Cser Kiadó, Budapest.
- FARAGÓ S. (2002): *Vadászati állattan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- JERMY T. & BALÁZS K. SZERK. (1988–1996): *A növényvédelmi állattan kézikönyve 1–6*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- KALOTÁS ZS. (1993): A vonuló madarak titkai. *Természet Világa* 124/10, 441–444.
- MÉSZÁROS Z. & VOJNITS A. (1972): *Lepkék, pillék, pillangók*. Natura, Budapest.
- PINTÉR K. (2002): *Magyarország balai*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- REINHOLD-RIEHM, H. (2000): *Lepkék*. Magyar Könyvklub, Budapest.
- SCHMIDT E. (1974): *Honnan jönnek, hová mennek vándormadaraink?* Natura, Budapest.
- UJHELYI P. SZERK (2001): *Vándorló állatvilág*. Kossuth Kiadó Rt., Budapest (Élővilág 15.).
- VOJNITS A. ET AL. (1991): *Medvelepkék, szenderek és szövőlepkék*. Akadémiai Kiadó, Budapest (Fauna Hung. 166.).

A mindenkori magyar kormány biztosítja a vándorló madarak és denevérek vonuláskutatásának jogi kereteit és feltételrendszerét, és anyagilag támogatja a megvalósítást is. Vannak azonban még tennivalók, hiszen az egyes gazdálkodási formák (elsősorban a mező- és erdőgazdaság, vízgazdálkodás) és egyéb veszélyeztető tényezők (turizmus, közlekedés, ipar- és infrastruktúra-fejlesztés, elektromos távvezetékek, peszticidfelhasználás stb.) káros hatásainak felszámolása, illetve csökkentése komoly feladatokat ró még ránk. Reményeink szerint az Európai Unióhoz való csatlakozáskor megszülető, az ország nagy részét lefedő *Natura 2000 hálózat* segíteni fogja a vándorló állatvilág fennmaradását, mivel a hálózathoz tartozó területeken minden az élőhelyekre befolyást gyakorló tevékenységek csak folyamatos természetvédelmi felügyelet mellett végezhetőek.