

9

A hosszú távú biológiai monitoring módszertani problémái

Hahn István

ELTE TTK Biológiai Intézet, Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C. E-mail: hahn@ludens.elte.hu

Összefoglaló: A terepmunkák során számos módszertani problémával kell a kutatóknak megküzdeni. Ezek között sajátos helyet foglalnak el azok, amelyek abból adódnak, hogy a munkát hosszú ideig, változó feltételek mellett kell végezni. A munka során biztosítani kell, hogy a kijelölt mintaterületek hosszú távon is biztosan megtalálhatók és azonosíthatók legyenek. Az alkalmazott terepi felvételezési módszerek sem változhatnak olyan mértékben, hogy az adatsorok folyamatossága ne legyen tartható. Biztosítani kell a kutatási célok folytonosságát és a folyamatosan keletkező alap- és származtatott adatok megmaradását. Három hosszú távú programban való részvétel alapján a felvetett problémák elkerüléséhez szükséges tapasztalatokat és ajánlásokat tartalmaz a közlemény.

Kulcsszavak: autópálya, monitoring, módszertan, Szigetköz.

Bevezetés

Az elmúlt két évtizedben meglehetősen gyakran használt kifejezés lett a monitoring. Sok helyen, és nem is egységes értelemben használják. A meghatározások mindegyike kitér arra, hogy valaminek hosszan tartó megfigyeléséről van szó. Abban azonban nem egységesek a meghatározások, hogy az adatok felhasználásának célja kritériuma-e annak, hogy egy megfigyelés-sorozatot monitoringnak tekinthetünk-e. Az eredeti értelmezés szerint a monitoring lényegéhez tartozott, hogy a mérési vagy megfigyelési adatokból levont következtetések alapján ha szükséges, a megfigyelt folyamatba beavatkozzanak. Ez összhangban volt a szó eredeti jelentésével. A latin monitor szó jelentése: *emlékeztető, sugalmazó, intő, figyelmeztető*, a moneo: *emlékeztet, figyelmeztet, előre jelez* jelentésű igéből származik (Györkösy 1994). Hellawell egy objektum vizsgálatát három típusba sorolja (Hellawell 1991, cit. in: Standovár & Primack 2001):

„*Vizsgálat (survey)*. Olyan adatgyűjtés, melynek során a vizsgált változók állapotát egy standard eljárás szerint kvalitatív vagy kvantitatív adatokkal leírjuk, általában egy nem túl hosszú időtartamú vizsgálatsorozat keretében. A várható eredményekkel kapcsolatban nincs előzetes elvárásunk.

Hosszú távú vizsgálatsorozat (surveillance). Időben kiterjesztett vizsgálat, aminek az a célja, hogy hosszú távú adatsorokkal dokumentálja a kérdéses állapotváltozók időbeli változását. Az eredményekre vonatkozóan szintén nincs előzetes elvárásunk.

Monitorozás (monitoring). Időben rendszertelenül vagy rendszeresen megismételt megfigyelés. A vizsgálat célja az, hogy a standarddal való egyezést igazolja, vagy éppen bemutassa az eltérést és annak mértékét.”

Európai Unió joganyagokban a fogalmak más értelmezésben fordulnak elő, megkülönböztetnek feltáró (*surveillance*, ennek megfelelően helyesebben: felügyeleti), működési (*operational*) és kivizsgálási (*investigative*) monitoringot, attól függően, hogy a vizsgálat milyen széles körű.

A monitoring céljával, a terepmunka és a kiértékelés során használatos módszerekkel több könyv is foglalkozik (Buckland *et al.* 2004, Forman 2002, Goldsmith 1991, Kent & Coker 1992, Krebs 1999, Spellenberg 1991, Sutherland 1996), és az interneten is rövid keresgélés után jó néhány long-term kutatás és monitoring-program honlapját lehet megtalálni. A közutak ökológiai hatásával foglalkozik Forman és munkatársainak könyve (Forman 2002).

A közleményben a monitoring fogalmát tágabb értelemben fogom használni: monitoring egy objektum kiválasztott sajátosságainak hosszú időn keresztül, rendszeres megfigyelésekkel, mérésekkel vagy mintavételekkel történő nyomon követése. A szerző ilyen irányú tapasztalatai az 1987 óta folyó szigetközi botanikai monitoring, az 1994-ben Bugacon elkezdett üreginyúl legelési vizsgálatok és az M6-os és M7-es autópálya építésével kapcsolatos botanikai monitoring során keletkeztek. A közlemény a hosszú távú terepi kutatások során felmerült néhány módszertani problémára hívja fel a figyelmet, melyek éppen a munka időléptékével kapcsolatban állnak elő, és megpróbál megoldásokat, vagy legalábbis elkerülési lehetőségeket ajánlani.

A mintaterületek fennmaradása és visszakereshetősége

A hosszú távú megfigyelések helyszínének kiválasztása nagy körültekintést igényel, de sok esetben a legnagyobb gondosság sem biztosítja, hogy egy kiválasztott területen nem következnek be olyan változások, melyeknek a monitorozás céljához semmi köze sincsen. A szigetközi mintaterületek egy részén az erdőt letermelték, vagy az

erdőrészlet letermelésekor a mintanegyzetben növényeket megvárják, de a környezete annyira megváltozott, hogy a továbbiakban a növényzet változása nem a Duna elterelésére adott választ, hanem a letermelés hatását mutatta. Erdőkben az erdészeti beavatkozások zavarják a monitoringot, és egyre gyakoribbá válik az illegális favételezés, amely jellegéből fakadóan teljesen tervezhetetlen. Gyepeken a területhasználat megváltozása (pl. gyepek feltörése, legeltetés, kaszálás, vagy ezek elmaradása, lecsapolás, vagy annak abbahagyása), – azaz minden olyan változás, ami nem az eredetileg vizsgált hatással kapcsolatos – okoz értelmezési nehézséget.

Speciális probléma merül fel akkor, ha egy beruházás (pl. épülő autópálya) hatásának kimutatására kell monitoringot tervezni. A feltételezett hatások kimutatására annál nagyobb az esély, minél közelebb helyezkedik el a mérő- vagy megfigyelőhely a vizsgálandó objektumhoz. A helyek kijelölése a beruházás előtt megtörténik, mégpedig úgy, hogy a kijelölést végző biológus szakember pontosan tisztában azzal, hogy a végleges nyomvonal, a közelítőutak, depóniák, anyagnyerő- vagy lerakóhelyek hol lesznek. Emiatt a helyszínen kijelölésekor az „elegendő közel”, de „biztonságosan távol” egymásnak ellentmondó szempontokat kell figyelembe venni úgy, hogy adott esetben igen kevés támpont áll a kijelölő rendelkezésére. Elvileg nem kizárható, hogy egy biológus megismerje a beruházás minden olyan részletét, mely a mintaterületek kijelöléséhez szükséges. Ez sem jelent azonban teljes biztonságot, mert előfordulhat, hogy a beruházás során egyes, az adott felszínt átalakító tevékenységek nem a tervekben szereplő helyen, időben és módon valósulnak meg. Ennek következtében a beruházás megkezdése előtt végzett alapállapot-rögzítés mintaterületeinek egy része a szó szoros értelmében a földdel válhat egyenlővé.

A monitoring-tevékenységnél állandó mintaterületek kijelölése célszerű, hogy csökkenjen a figyelembe veendő változók száma. Legjobb lenne állandó kvadrátok kihelyezése, ha ez nem biztosítható, akkor legalább a kihelyezett mikrokvadrátok egy jól körülhatárolt, állandó területen belül helyezkedjenek el. A mintaterületek határainak, sarkainak kijelölése egyszerű, hosszú távú megtalálhatóságuk viszont nem. A kerítések, cölöpök, karók (különböző okok miatt) egy idő után eltűnnek, a jelölőgödör betemetődik. A „bal sarok a villanyoszlopnál” típusú megjelölés sem jó, mert ha nem is olyan gyorsan, mint egy karó, de egy villanyoszlop, hidroglobusz, istálló is eltűnhet. Ha néhány év eltelte után új emberek próbálják pontosan azonosítani egy-egy kvadrát helyét, ez gyakorta lehetetlennek látszó feladat. Még ha a terület hozzávetőleges beazonosítása sikeres is, de egy kvadrát nem pontosan ugyanarra a helyre kerül az egymást követő felvételi időpontokban, ennek eredménye olyan, mintha a mintavételi egység területe valós méreténél nagyobb lenne. Ez önmagában még nem lenne nagy baj, de mivel ez a térbeli lötyögés

véletlenszerű, ezért kiszámíthatatlanul hol erre, hol arra növekszik meg, ami még az aktuális fajlistát is megváltoztathatja.

Megoldási vagy elkerülési lehetőségek

Olyan területet érdemes választani, ahol a területhasználat folytonossága biztosított, üzemtervezett erdők esetében pl. az érintett erdőrészletek üzemterveinek megismerése elengedhetetlen. Ha van választási lehetőség, célszerű a mintaterületet állami vagyonkezelésben levő, országos jelentőségű védett területen elhelyezni, egy nemzeti park működési területén. Ekkor az igazgatóság központjától vagy a őrszolgálattól kaphatunk a terület kezelésére vonatkozó olyan információkat, melyeket csak igen hosszú utánajárással lehetne összeszedni. Beruházások monitorozásának elkezdésekor a beruházótól meg kell szerezni a monitorozás céljával kapcsolatos összes megelőző szakvéleményt és a legfrissebb elérhető tervdokumentációt. A legfontosabb helyek esetében legyenek biztonsági ismétlések, hogy ha az egyik terület ilyen vagy olyan okból kiesik, a másik még releváns információt nyújtson.

A mintaterületek helyének megjelöléséhez az adott időszak minden elérhető technikai eszközét (légifotó, terepi fotó, fémdetektor, GPS) igénybe kell venni. A biztonság kedvéért a legfontosabb sarokpontokat olyan tereptárgyakhoz kell viszonyítani, melyekről feltételezhető, hogy hosszú ideig a helyükön maradnak. Ezeket az információkat gondosan le kell jegyezni. Senki ne gondolja, hogy 10 vagy 20 év elteltével minden helyszínre biztonsággal visszatalál. És ami talán a legfontosabb: ha a monitorozók személye megváltozik, gondoskodni kell a színhelyek megtalálásához szükséges összes információ átadásáról. A mintavételi egységek térbeli lötyögése által okozott hiba minimalizálása érdekében ezeket minél homogénebb állományban kell kijelölni. Ide kívánkozik, hogy egy kvadrát nem csak térben, hanem időben is lötyöghet, ha az eltérő időjárású években a felvételek időpontját a naptárhoz, és nem a növényzet fenológiai állapotához viszonyítjuk. Ennek kivédéséhez egy hűvös tavasz-nyárelő után célszerű az átlagos évekhez képest a mintavételek időpontját is későbbre tolni.

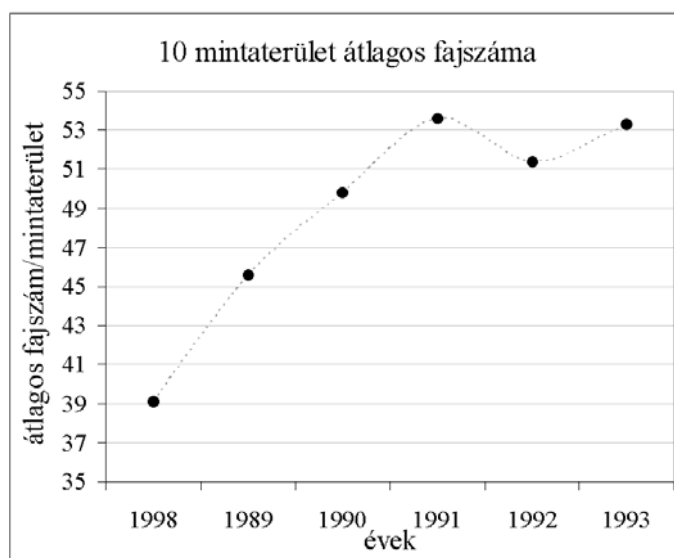
A fajlista változása a terület élővilágának változása nélkül

Sok életközösségben a fajszám megállapítása nem tűnik nehéz feladatnak, a terep alapos átvizsgálásával a fajlista nagy része összeállítható. Ha egy terület átvizsgálására mintavételi egységekkel kerül sor, a mintavételi egység méretének és a mintaelemszámnak a növelésével a mintába kerülő fajok száma is növekszik. A folyamatot leíró görbe telítődési jellegű, lefutása a vizsgált objektum fajszámától, heterogenitásától, és a mintavétel módszerétől is függ. Egy terület fajszáma a terepen regisztrált adatok alapján többféle jackknife módszerrel is becsülhető (Brose *et al.*

2003). Hasonlóképpen növekszik a fajszám, ha ugyanazt a területet vizsgáljuk évente (1. ábra). A második vizsgálati évben szinte bizonyosan található olyan fajok, melyek az első évi vizsgálatkor nem voltak megfigyelhetőek, és a következő években is bukkannak fel újabban. Ennek több oka is lehet. Vannak növények, melyeknek nem jelenik meg minden évben föld feletti hajtása (közismert egyes kosborfélék ilyen viselkedése). Az sem ritka, hogy a faj megfigyelhető egyedei nincsenek olyan fenológiai állapotban, hogy akár nemzetség szinten is azonosítani lehessen. Ha egy faj egyedszáma és termete kicsi, előfordulhat, hogy alapos munka ellenére is elkerüli a felvételezők figyelmét. Több felvételező együttes munkája során megeshet, hogy egy jól azonosítható, nem is ritka faj előfordulása nem kerül feljegyzésre, mert mindenki azt hiszi, valaki más már feljegyezte vagy bediktálta.

A görbe hasonló jellegű, mintha egy időpontban az átvizsgált terület növekedne. Annyi különbség azonban biztosan van a két jelenség között, hogy az egyes évek adatsorai nem függetlenek egymástól. Egyrészt, mert ugyanarra a helyre vonatkoznak, másrészt azért, mert az éves felvételezéskor általában rendelkezésre áll az előző felvételek adatlapja. Ha egy faj a megelőző évben jelen volt, de a tárgyévben a felvételezéskor még nem került elő, nagyobb intenzitással lehet célzottan keresni. Emiatt annak esélye, hogy egy már a listában levő faj észrevétlen maradjon kisebb, mintha előzetes ismeretek nélkül történne a vizsgálat.

A hosszú távú megfigyelési programok során megszokott jelenség, hogy időlegesen vagy véglegesen egyes fajok eltűnnek, és újak jelennek meg. Ha a min-



1. ábra. Tíz, szigetközi monitoringban szereplő, 25 m × 25 méteres mintaterület első hat évi átlagos fajszáma növekedést mutatott egy olyan időszakban, amikor a Duna 1992 őszén bekövetkezett elterelése még nem éreztehatte hatását.

tában egy új faj jelenik meg (feltételezve, hogy a faji azonosítás korrekt), ez robusztus tény. Viszont ha egy faj egyszer csak eltűnik a mintából, ez még nem jelenti azt, hogy a vizsgált területről is kiveszett, mindössze azt, hogy az adott mintavételi módszerrel az adott időszakban nem került elő. Tíz, mások szerint legalább húsz évnek kell eltelnie ahhoz, hogy nagy bizonyossággal ki lehessen jelenteni, hogy egy faj eltűnt a megfigyelt területről. Véleményem szerint ehhez még az is szükséges, hogy maga az élőhely annyira megváltozzon, hogy a kérdéses faj környezeti igényeinek már ne feleljen meg. Magyarország léptékű kipusztulás kritériumaként ötven évet jelöltek meg (Rakonczay 1989). Az időtartam térszála függő, minél nagyobb és élőhelyekben változatosabb egy vizsgált terület, annál hosszabb időnek kell eltelnie ahhoz, hogy egy faj kipusztulását bizonyosra vehessük.

Egy botanikusnak együtt kell élni azzal, hogy időnként egyes fajnevek megváltoznak. Az is előfordul, hogy (már néhány éves felvételezés után) kiderül, hogy egy faj azonosítása téves volt, és valójában egy hozzá hasonló rokon faj él a területen. Ennek leggyakoribb oka az szokott lenni, hogy egy addig csak vegetatív állapotban látott faj egyszer csak kivirágzik. Ha az új fajneveket csak a „felfedezés” évétől szerepeltetjük a régi helyett, az adatfeldolgozás során ez fajcserének tűnhet.

Megoldási vagy elkerülési lehetőségek

Mivel a cél az, hogy már a monitorozás kezdetén minél hamarabb összeálljon egy alapállapotot jellemző fajlista, a felvételezésekkor használni kell minden, a területre vonatkozó előzetes információt (előző évi felvételeket, irodalmi adatokat, mások által készített jelentéseket, stb.) A nem azonosítható taxonok egyedeit meg kell jelölni és ideiglenes kóddal kell őket nyilvántartani, annak reményében, hogy előbb-utóbb lesz belőle meghatározható példány, és akkor utólag valós nevén lehet az adatbázisban szerepeltetni. Ennek ellenére, ha a monitoring folyamatos – azaz rendszeresen készülnek terepi felvételek – alapállapotnak az első néhány felvétel egyesített eredményét lehet tekinteni. A fajlistából eltűnedező fajok esetében mielőtt határozottan kijelenténénk, hogy egy faj a területről eltűnt, gondosan mérlegelni kell, hogy elegendően hosszú ideje hiányzik-e, és az élőhely jellege is megváltozott-e. Csíkos szöcskegeret (*Sicista subtilis*) a közelmúltban, 80 éves szünet után sikerült fogni Magyarországon (miközben bagolyköpetek elemzése alapján tudható volt, hogy él az országban).

Neuralgikus pont a csíranövények esete. Nehéz őket észrevenni, nehéz őket azonosítani, ráadásul szinte egyikükből sem válik felnőtt növény. Ezért a monitoring vizsgálatoknál a csíranövényeket figyelmen kívül hagytuk, hacsak nem borították szőnyegszerűen a talajt. Egyrészt nagy valószínűséggel amúgy is elpusztulnak, továbbá nagy valószínűséggel egy amúgy is a felvételben már szereplő fajhoz tartoznak, harmadrészt pedig aránytalanul nagy mértékben lelassítaná a felvételezési

folyamatot a meghatározásuk. Ha túlélnek, a következő felvételezés alkalmával a mintába kerülnek.

Fajnevek megváltozása, vagy egy addig tévesen azonosított fajnév helyett a helyes szerepeltetése esetében nem elegendő az adott évtől kezdve feltüntetni az új nevet, hanem gondoskodni kell arról, hogy a nevek visszamenőlegesen is kijavításra kerüljenek. Ez kézenfekvő, de nem mindig egyszerű. Ha az éves jelentések elkerülnek a megbízóhoz, azok további sorsa gyakran nem követhető a felvételező szövegéből. Egy éves jelentés valamelyik részén néhány sorban utalni arra, hogy ettől az évtől kezdve „A” fajnév helyett „B” fajnév fog szerepelni, nem elegendő, mert nagy valószínűséggel nem fogják figyelembe venni. Ezért vagy évente le kell adni visszamenőlegesen aktualizált adatbázist, vagy időnként fel kell vállalni, hogy a megbízóhoz került (esetleg onnan az ő megbízójukhoz eljutott) adatbázisokban is megtörténjen a korrigálás.

A fajok mennyiségi viszonyainak becslése

Az a probléma, hogy az egyes növényfajok tömegességét milyen módszerrel becsüljük, időtartamától függetlenül a legtöbb botanikai vizsgálatnál felmerül, és a fentebb említett szakkönyvek részletesen foglalkoznak is a választás szempontjaival és a módszerek leírásával. Az évtizedes léptékűre tervezett hosszú távú vizsgálatoknál néhány speciális szempontra is tekintettel kell lenni. Nem biztos, hogy a terepi felvételezést ugyanazok a személyek végzik az évek során. A mennyiségi viszonyok megadásának terepi módszerei többnyire szubjektív hibával terheltek. Ha nincs folytonosság a felvételezők között, melynek során az újonnan belépőknek alkalmuk lenne „megtanulni” az elődök becslési szokásait (annak torzításával együtt!), ez az adatsorokban törést eredményez, mivel pl. a borításértékeket a különböző iskolákban nevelkedett botanikusok különbözőképpen becsülik. Egy előre kiválasztott skálán borítás (vagy A-D) értéket feljegyezni mindenképpen kell, mivel a fajlistákban hosszú idő alatt sem feltétlenül következik be változás. A skála kiválasztását több tényező befolyásolja, kevés választható borításkategória esetében a felvételezők nagyobb eséllyel találják el a helyes kategóriát, de ha az évek során egy faj borítása változik, ez nem feltétlenül derül ki az adatokból. Ez hamarabb bekövetkezik egy sűrűbb beosztású, finomabb skálán, ekkor viszont a helyes kategória kiválasztásának esélye csökken (Hahn & Scheuring 2003).

Megoldási vagy elkerülési lehetőségek

Cönológiai felvételek esetében javasolható egy olyan százalékos skála, ahol kis borításoknál és kis hiányoknál 1 százalékos a lépésköz, 10 és 90 százalék között pedig 10 százalékos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 91, 92, 93, 94,

95, 96, 97, 98, 99, 100%. Ez kiegészülhet az 1% alatti borításértékek tizedes százalékos pontosságú feljegyzésével. 0,1% egy 1 négyzetméteres kvadrátban 10 cm^2 , ami lehet egy kis tölevélrózsás növény, egy 100 négyzetméteres kvadrátban már 10 dm^2 , már egy 35 cm átmérőjű kerek növény területének felel meg. Egy százaléknál magasabb borításértékek esetében a tizedszázalékok megadása már bizalmatlanságot kelthet, ugyanúgy, mint ha valaki úgy véli, hogy egy faj borítása 41%. Mindenképpen törekedni kell arra, hogy az idő múlásával a felvételezők között a becslési stílus folyamatossága biztosítva legyen.

Az adatlap kitöltésekor készüljön a területről verbális leírás (pl. vadcsapás, munkagépnym, a növényzet magassága, színezettsége, stb.) és fotódokumentáció.

Koncepcióváltás menet közben és a megbízó felelőssége

Egy hosszú távú monitoring program talán legproblematisabb része a külső feltételek megváltozása miatt bekövetkező koncepcióváltás. Tanszékünk a szigetközi monitorozás megtervezésére a megbízást 1986-ban kapta. Az eredeti feladat az volt, hogy dolgozzunk ki és a rendszer 1990-re tervezett indulásáig próbáljunk ki olyan cönológiai módszereket, melyet majd az üzemeltető által főállásban alkalmazott szakember (nem feltétlenül biológus) meg tud tanulni, és más monitoring-tevékenységekkel együtt ő fogja terepen alkalmazni. Erre 25 x 25 méteres állandó négyzetekben Braun-Blanquet módszerrel végzett felvételezést javasoltunk (még egyszer: 1986-ban). A helyzet azonban megváltozott, 1992-ben a C-variánst helyezte üzembe a szlovák fél, magyar üzemeltetőközpont, ami a magyarországi monitoringot végezte volna, nem jött létre, helyette az eredeti kutatócsoportok dolgoznak továbbra is. A megbízó a háttérkörülmények változásai (az eredeti helyett a C-variáns megépülése, a nagymarosi duzzasztó nem épült meg, a hullámtérben szivattyús vízpótlás indult majd szűnt meg, fenékküszöb létesült, felmerült, majd újra elenyészett az az elképzelés, hogy mégis épül a Dunakanyarban duzzasztó) miatt időnként új mintaterületeket és módszereket kért. Ez érthető is, hiszen az eredeti monitoring célja a Duna elterelésének betudható környezeti károk kimutatása volt, a Hágai Nemzetközi Bíróság döntése után ez kiegészült a kárenyhítési célú beavatkozások hatásosságának vizsgálatával. Ezen változások, és a fentebb már említett mintavételi hely értékelhetetlenné válása következtében az adatstruktúra nem egységes. Voltak mintaterületek, melyeket egy ideig vizsgáltunk, majd felhagytuk őket. Részben helyettük, részben az új megbízási szempontok alapján új mintaterületek monitorozását kezdtük meg. Emiatt a mintaterületek adattáblája (mikor és hol mit vizsgáltunk) nem szép, de nem ez a fő probléma, hanem az, hogy az újonnan választott helyszínek esetében nem történt alapállapot rögzítés. Emiatt szakmailag is nehéz bizonyítani (vagy legalábbis alátámasztani) egy olyan véleményt, hogy az adott

helyen a Duna elterelését követő talajvízszint-csökkenés okozott valamilyen kedvezőtlen változást. Jogilag attól tartok, még rosszabb a helyzet: tudomásom szerint Magyarországon még nem született elmarasztaló ítélet természeti értékek (egyébként nyilvánvaló) megsemmisülése esetén, ha nem készült előzetes felmérés és értékleltár.

Egyes beruházások esetében jogszabályi kötelezettség a környezeti monitoring, beleértve ennek az élővilágra vonatkozó részét is. A beruházás értékének, vagy működési hasznának egy kis részét (százalékát, de többnyire ezrelékét) kell környezeti kutatásra és kárelhárításra fordítani. Ebbe a körbe tartozik a beruházás előtt végzett környezeti hatástanulmányok elkészítése és a monitorozás is. A jogszabályok arra viszont nem tesznek konkrét előírásokat, hogy a kutatómunkát hogyan kell végezni. A monitorozásra kötelezettek – mivel nem rendelkeznek ilyen képzettségű alkalmazottakkal – szakértői cégeknek adják ki az ilyen kényszermonitoring üzemeltetését. Ezek az elsősorban környezetvédelemmel foglalkozó cégek az élővilág-védelemmel kapcsolatos résztémát szintén továbbadják. A folyamat a valóságban bonyolultabb, a tapasztalatok szerint gyakori, hogy egy beruházás során nem ugyanazok a cégek nyerik el a szakértői munka elvégzésének egymást követő szakaszait. Egy autópálya-szakasz megépülése kapcsán tehát egy biológus(csoport) kiválasztja, hogy hol legyenek az élővilág monitorozásának mintavételi helyei. Egy másik biológus(csoport) az általa választott módszerekkel felveszi az alapállapotot, majd egy harmadik biológus(csoport) folytatja esetleg megváltozott helyszíneken, megváltoztatott módszerekkel a monitoring-tevékenységet. Ezen folyamat kapcsán a fő probléma az, hogy fellép egyfajta információ-erózió, melynek során nem jutnak el a megelőző fázis(ok) információi teljes egészükben a következő stádium szakembereihez.

A Magyarországon készült szakértői anyagok nagy része szakértői jelentés, mely a megbízónál található, publikálásra nem kerül, mindössze egyes taxonok – elsősorban kétéltűek, hüllők és madarak – elütési adatai jelennek meg szakmai kiadványokban. Összefoglaló magyar tanulmány a 2000-ben készült IENE COST 341-es témájú nemzeti jelentés (Pallag 2000). A nehezen hozzáférhető tapasztalatok és az információ-erózió miatt nagy annak az esélye, hogy az egymást követő stádiumok kutatói újabb és újabb módszerekkel dolgozzanak. Ennek kapcsán könnyen eszébe jut az embernek a gyermekmondóka: ez elment vadászni, ez meglötte, ez hazavitte, de ki és hogyan fogja elkészíteni, és végül ki fogja megenni?

Egy hosszú távúra tervezett kutatás esetében a legmarkánsabb koncepcióváltás az, amikor a program pénzügyi támogatása megszűnik. Jelenleg a pályázati rendszer nem kedvez semmilyen hosszú távú program elindításának. A meglévő eredmények, publikációk felhasználásával szerencsésen kell folyamatosan pályázni ahhoz, hogy egy tízéves programot folyamatosan finanszírozni lehessen, és ál-

talában arra is szükség van, hogy egyes időszakokat más forrásból elcsípett pénzekkel kelljen támogatni.

Megoldási vagy elkerülési lehetőségek

Ebben a szakaszban jórészt kivédhetetlen vagy olyan problémákat említettem, melynek jelenleg reális megoldási lehetőségét nem látom. Ez alól kivételt képez az autópályákkal kapcsolatos munka, mivel a megbízók részéről minden esetben azt tapasztaltam, hogy nekik is céljuk, hogy a monitorozás meghatározott rend szerint és hatékonyan működjön.

Ehhez biztosítani kell, hogy a mintaterületek kiválasztásának indokaitól kezdve minden, a monitorozás során keletkezett és jelentésben leadott alapadat, élőhelytérkép, fotó, levont következtetés egyben hozzáférhető legyen, a legutolsó fázisban dolgozók elérhetőségével együtt. Ez elengedhetetlen feltétele a hatékony és korrekt munkának, ezért akkor biztosítani kell a hozzáférés lehetőségét, ha adott esetben konkurens cégeknek kell hozzá együttműködni, vagy legalábbis kapcsolatot tartani egymással.

Emellett ki kell dolgozni egy olyan, speciálisan a magyar autópályák monitorozására kidolgozott módszertant, mely legalább minimális tartalmi követelményrendszert tartalmaz. Ilyen lehet a botanikai rész esetében a mintaterületekre vonatkozó szakirányú irodalomjegyzék összeállítása, élőhelytérképének elkészítése, a hajtásos növények fajlistájának összeállítása, védett, az adott területen értékes, illetve az inváziós fajok mennyiségi viszonyainak megállapítása. A zoológiai rész esetében meg kell határozni a vizsgálandó rendszertani egységek minimális körét (az reálisan nem várható el, hogy a monitoring-tevékenység minden rendszertani egységre kiterjedjen) mind az általános területjellemzés, mind az átjárók használata, mind az útpályán történő elütések esetében. Emellett a követelményrendszernek rugalmasnak kell lenni annyira, hogy a vizsgált szakasz élővilágának sajátosságai alapján a munkában részt vevő szakemberek bővebb vizsgálatot végezzenek, vagy szakmailag indokolt esetben a minimális előírástól eltérjenek.

Az adatvesztéstől a digitális káoszig

Bármennyire meglepő, a hosszú távú vizsgálatoknál megtörténhet, hogy egyes adatok, adatsorok elkallódnak. Előfordul ez papíralapú és digitális adathordozó esetében is. Ezen (durva és bosszantó) hiba bekövetkezési esélyét növeli, ha nincs egy felelős adatgazda vagy gyakran változik a személye. Jelenleg adatvesztésnek talán leggyakoribb esete az, amikor egy adatbázist részben vagy teljesen felülírnak egy régebbi verzióval. A hosszú távú vizsgálatok során általában évenként vannak jelentési határidők,

amikor az alapadattáblák, ábrák, táblázatok több verzióban, esetenként több személy által készülnek, a fájlnevek majdnem megegyeznek, a fájlok dátumai (a nem feltétlenül pontos óra-beállítású különböző számítógépek) utolsó mentési időpontját mutatják. A jelentéskészítési neurózisban senki sem töröl fájlt, inkább átnevezi vagy tartalékmappába helyezi. Ezek eredményeképpen egy 25 oldalas leadott jelentés után is gigabyte-nyi digitális hordalék maradhat. Ennek rendezését nem célszerű halogatni, mert könnyen úgy maradhat, hiszen közelednek más munkák új határidői.

Amíg a számítógépes adatok tárolására mágnesszalagokat vagy hajlékonylemezeket használtunk, a mágneses információ sérülése okozott adatvesztést. Jelenleg a leggyakoribb a hardverhiba, amikor egy számítógép vagy meghajtó fizikailag meghibásodik. Ekkor adatok vagy legalábbis egy részük visszavonhatatlanul elveszik, vagy visszanyerésük akkora anyagi ráfordítást igényelne, amit az adott program nem tud kigazdálkodni. Fennáll annak a lehetősége is, hogy az adatok ténylegesen nem vesznek el, csak tárolási módjuk avul el. Ha 20 évvel ezelőtt Commodore 64-es géppel mágneslemezeire írt adatokat akarunk leolvasni, és egy jelenlegi PC-s adatbázisba konvertálni, a feladat sem elvileg, sem gyakorlatilag nem megoldhatatlan, de adott esetben jelentős utánajárást igényelhet. Egyszerűbb a feladat, de szintén utánajárást igényelhet, ha egy tízéves adatsor PC-s 5 1/4-es mágneslemezen van. Stewart Brand ír le néhány ezzel kapcsolatos konkrét esetet, hogy felhívja a figyelmet a számítástechnikai adattárolás gyors fejlődésének árnyoldalaira (Brand 2001).

Adatvesztéssel egyenértékű az is, ha az adatok megvannak, de senki sem tudja, mit jelentenek. Ha valaki saját régebbi adatait rendez, találhat olyan táblázatot, melynek sem a sorai, sem az oszlopai nincsenek feliratozva, a cellákban szereplő számok jelentése sem ismert. Növeli a zavar előfordulási esélyét, ha az adatokat nem egy személy kezeli. Egy monitoring program során egy taxonómus az általa vizsgált állatcsoportok közül azok esetében, amiket az adott évben nem vizsgáltak, a mennyiségi adatokat tartalmazó rovatba „-1”-et írt, ezzel jelezve, hogy nem „nulla” volt a megfigyelt egyedszám, hanem nem volt vizsgálat. Ez minden évben az adatlapokat kísérő leírásban fel is volt tüntetve. Egy idő után a monitoring adatai más szervezethez kerültek, ahol ezt a jelölési módot nem ismerték, vagy nem vették figyelembe, és egy jelentés összeállításához az állatcsoportok egyedszámait több évre visszamenőleg területenként összegezték. Szerencsére a táblázatban néhány negatív egyedszám feltűnt, és ezt a táblázatot a jelentésben nem használták fel. Viszont nem tudván, hogy miként adódhattak nullánál kisebb értékek, az egész érintett adatbázis megbízhatóságába vetett bizalom megrendült.

Megoldási vagy elkerülési lehetőségek

Minden hosszú távú vizsgálatnál kell lennie egy felelős személynek, aki az adatokat kezeli. Ha a személy megváltozik, gondoskodni kell arról, hogy az adatok, a hozzájuk

tartozó háttérismeretekkel együtt kerüljenek át az új felelőshöz. A számítógépes adatbázist minden felhasználás után rendezni szükséges, a felesleget törölni, vagy legalábbis máshova átmásolni kell. A fontos adatokról biztonsági másolatok készítenők, és időközönként gondoskodni kell az adott időszakban használt formátumra történő konvertálásról (pl. txt → wks → wq1 → xls).

A képi adatok estében célszerű a diát vagy negatívot a rendelkezésre álló eszköz legnagyobb felbontásával digitális képállománnyá alakítani. Fontos, hogy a képekre vonatkozó rendelkezésre álló ismeretek (pl. hol és mikor készült, mit vagy kit ábrázol) is archiválásra kerüljenek, a digitális információk tárolására vonatkozó óvatossággal (egy CD vagy DVD sem örökéletű...).

Irodalom

- Brand, S. 2001: *Amíg világ a világ: idő és felelősség – a hosszú most órája*. Vince Kiadó, Budapest.
- Brose, U., Martinez, D. & Williams, R. 2003: Estimating species richness: sensitivity to sample coverage and insensitivity to spatial patterns. *Ecology* **84**: 2364–2377.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L. & Thomas, L. 2004: *Advanced Distance Sampling*. Oxford University Press, Oxford.
- Forman, R. T. 2002: *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press, Washington DC.
- Goldsmith, F. B. (ed.) 1991: *Monitoring for Conservation and Ecology*. Chapman & Hall, London.
- Györkösy A. 1994: *Latin-magyar szótár*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Hahn, I., & Scheuring, I. 2003: The effect of measurement scales on estimating vegetation cover: a computer experiment. *Community Ecology* **4**: 29-33.
- Hellawell, J. M. 1991: Development of a rationale for monitoring. In: *Monitoring for Conservation and Ecology* (ed. Goldsmith, B.), pp. 1-14., Chapman & Hall, London
- Kent, M. & Coker, P. 1992: *Vegetation Description and Analysis*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Krebs, C. J. 1999: *Ecological Methodology*. 2nd ed. Addison Wesley Longman, New York.
- Pallag O. (szerk.) 2000: *Nyomvonalas létesítmények élőhely-fragmentáló hatása*. Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest.
- Rakonczay Z. (szerk.) 1989: *Vörös Könyv: A Magyarországon kipusztult és veszélyeztetett növény- és állatfajok*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Spellenberg, I. F. 1991: *Monitoring Ecological Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Standovár, T. & Primack, R. 2001: *A természetvédelmi biológia alapjai*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Sutherland, W. J. 1996: *Ecological Census Techniques: A Handbook*. Cambridge University Press, Cambridge.