

Természeti Képek 26, pp. 120–137, 2020

DOI: [10.20332/tvk-jnatconserv.2020.26.120](https://doi.org/10.20332/tvk-jnatconserv.2020.26.120)

Első budapesti közösségi denevérfelmérés – Módszertani tapasztalatok és eredmények

Győrössi Dorottya^{1,+}, Szabadi Kriszta Lilla^{1,+}, Sulyán Péter Gábor²,
Halmai Zalán³, Görföl Tamás⁴ és Zsebők Sándor^{5,6,*}

¹Állatorvostudományi Egyetem, Biológiai Intézet, Ökológiai Tanszék,
1077 Budapest, Rottenbiller u. 50.

²Agrárminisztérium, Természetmegőrzési Főosztály,
1055 Budapest, Kossuth Lajos tér 11.

³9723 Gyöngyösfalu, Alkotmány u. 20.

⁴Magyar Természettudományi Múzeum, Állattár, 1088 Budapest, Baross u. 13.

⁵Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet,
2163 Vácrátót, Alkotmány u. 2–4.

⁶Eötvös Loránd Tudományegyetem, Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék,
1117 Budapest, Pázmány Péter stny. 1/C

+ Ezek a szerzők egyenlő arányban vettek részt a munkában.

E-mail*: zsebok.s@gmail.com

Összefoglaló: A denevérek rejtőzködő, éjszakai állatok, ezért nehéz vizuális adatokat gyűjteni jelenlétükről. Ultrahangjaik rögzítésével és elemzésével azonban nagy mennyiségű információ nyerhető életmódjukról és fajösszetételükről. Az első magyarországi, denevérek felmérésére irányuló „citizen science” projekt célja egy önkéntesbázis kialakítása, valamint új adatok gyűjtése volt Budapest denevérfaunájáról. Felmérésünkben 34 önkéntes segítségével hat denevérfaj biztos jelenlétét mutattuk ki Budapest bel-, és külterületéről, illetve a környező településekről. Leggyakoribbnak a rőt koraidenevér (*Nyctalus noctula*), az alpesi denevér (*Hypsugo savii*) és a fehérszélű törpedenevér (*Pipistrellus kuhlii*) bizonyult. Vizsgálatunk az első, mely felhívja a figyelmet az utóbbi két faj tömeges budapesti előfordulására. Tanulmányunkban összefoglaljuk a közösségi felmérés tapasztalatait, és javaslatokat fogalmazunk meg a jövőbeni felmérésekre vonatkozóan.

Kulcsszavak: citizen science, Budapest, akusztikus denevérfelmérés, urbanizáció

Bevezetés

Az urbanizáció, az ipari és mezőgazdasági területek terjeszkedése, valamint a nagyüzemi fakitermelések miatt a természetes élőhelyek megszűnésével egyre több – köztük számos védett – faj kénytelen alkalmazkodni a városi környezethez

(McKinney 2002, 2006, Russo & Ancillotto 2015). A legtöbb élőlény populációira a városok megnövekedett zajszintje (Slabbekoorn & Peet 2003, Ditchkoff *et al.* 2006), a mesterséges megvilágítás (Longcore & Rich 2004, Pauwels *et al.* 2019), ill. a mesterséges felületek polarizációs (Kriska *et al.* 2008, Malik *et al.* 2008) és akusztikai tulajdonságai (Greif *et al.* 2017) negatív hatással vannak. Kiemelten fontos az élővilág monitorozása városi környezetben is (Jung & Threlfall 2016, Gonsalves & Law 2018), hiszen így kaphatunk pontos képet egy faj elterjedéséről, populációinak méretéről, valamint arról, hogy a fentebb említett hatások mellett sikerül-e túlélniük.

A denevérek világszerte nagy számban jelennek meg városi környezetben (Kunz & Lumsden 2003, Russo & Ancillotto 2015). A városi denevérközösségek diverzitása kisebb, mint a természetes élőhelyeken lévő közösségé, továbbá gyakran figyelhető meg egy-egy faj kiemelkedő egyedszáma (Legakis *et al.* 2000, Hourigan *et al.* 2010, Luck *et al.* 2013). Sikeres urbanizálódást tapasztaltak például a fehérszélű törpedenevér (*Pipistrellus kuhlii*, Kuhl, 1817) európai állománya esetében (Russo & Ancillotto 2015). A városokban sok potenciális szálláshely található, melyek magasabb és stabilabb hőmérsékletűek a természetes szálláshelyeknél. A nőstény fehérszélű törpedenevérek számára a megemelkedett hőmérséklet kifejezetten előnyös, mivel kevesebb időt töltenek utódaik melegítésével és több időt zsákmányszerzéssel, így az utódok növekedése felgyorsul, és túlélési sikerük nő (Kerth *et al.* 2001). A faj képes továbbá kihasználni az utcai lámpák fényénél összegyűlő rovarok által biztosított táplálékforrást is (Russo & Ancillotto 2015).

A denevérek számos ökoszisztéma-szolgáltatást nyújtanak: fontos szerepük van a beporzásban, növények terjesztésében és az ízeltlábúak mennyiségének szabályozásában (Kunz *et al.* 2011). Ennek ellenére a legtöbb esetben a denevérek fogadtatása negatív a babonáknak és közhiedelmeknek köszönhetően (Lunney & Moon 2011). A közösségi tudomány (angolul: citizen science) alkalmas a denevérek negatív megítélésének csökkentésére. A "civil kutatók" olyan érdeklődő laikusok, akik önként, aktívan vesznek részt tudományos munkákban (Kruger & Shannon 2000). Az önkéntesek kisebb-nagyobb feladatokat látnak el, mint pl. kutatási kérdések megfogalmazása, adatok gyűjtése, rendszerezése, adatbázisba való bevitele, feldolgozása és vizualizálása, ill. projekt design elkészítése. Ezekon kívül természetvédelmi beavatkozásokat is megvalósíthatnak, melyeknek hatásait a későbbiekben nyomon tudják követni (Wilson & Godinho 2013, McKinley *et al.* 2017, Turrini *et al.* 2018). Az így keletkezett eredményeket végül az adott kutatási terület szakemberei ellenőrzik és pontosítják. A résztvevők elsajátítják a felmérések elvégzéséhez szükséges speciális eszközök használatát, így hosszabb távú monitoring programok kialakítása is lehetővé válik (Conrad & Hilchey

2011). A civilek bevonása a tudományos munkába számos előnnyel jár, a közösségi kutatás folyamán az önkéntesek betekintés nyernek a tudományos munkába, tájékoztatást kapnak az aktuális tudományos kutatásokról, és jobban megismerik a célcsoportok életmódját, jelentőségüket az ökoszisztémákban és az őket veszélyeztető tényezőket, továbbá akár új fajokat is felfedezhetnek (Turrini *et al.* 2018, Vohland *et al.* 2019). Az önkéntesek mellett a kutatóknak is származik előnye az ilyen munkákból: sokkal nagyobb területeket mérhetnek fel, amely által eddig nem ismert élőhelyeket találhatnak, vagy új helyekről mutathatnak ki egyes fajokat, azaz új tudományos eredmények szülehetnek. Új fajokat is leírhatnak, korábban nem ismert veszélyeztető tényezőkkel szembesülhetnek, illetve a mi esetünkben jobban megérthetik, hogy a civilek közül sokan miért félnek annyira a denevérektől (Silvertown 2009, Dickinson *et al.* 2010, Haklay 2013, Wilson & Godinho 2013). Azonban, mint minden kutatási módszernek, a közösségi tudománynak is vannak kockázatai: hiányos vagy megbízhatatlan adatok keletkezése, illetve a keletkezett adatok minőségbeli különbségeiből eredő problémák, amiket befolyásolhat a résztvevők kora és képessége is. Különösen nagy a kockázata a megnövekedett zavarásnak, látogatásnak pl. a túl sok adatgyűjtő bevonása vagy a veszélyeztetett fajok élőhely-adatainak megosztása miatt (Dickinson *et al.* 2010, Conrad & Hilchey 2011). Mindezek elkerülésének érdekében az ilyen felmérések alapos tervezést igényelnek (Beeker *et al.* 2013, Wilson & Godinho 2013).

Madarak esetében az ilyen projektek már a XVIII. században elkezdődtek (Greenwood 2007), azonban a denevérekre vonatkozó közösségi felmérések csak az utóbbi évtizedben váltak nemzetközi szinten tömegessé. A denevérekről éjszakai életmódjuknál fogva nehéz vizuális adatokat gyűjteni, viszont az általuk kiadott, tájékozódásra és vadászatra használt ultrahangok, illetve az emberi fül számára is hallható kommunikációs hangjaik rögzítésével az adott területen már ki lehet mutatni jelenlétüket. Wilson & Godinho (2013) a 2009-ben elindított Melbourne Microbat Project keretében az önkéntesek bevonásának előnyeit, valamint a denevérek elterjedését és élőhelypreferenciáját vizsgálta. A terepi és akusztikai adatgyűjtésben több mint 100 önkéntes vett részt. A felmérés mind az önkéntesek, mind a szakemberek számára pozitív tapasztalatokkal zárult. Nagy-Britanniában 1997 és 2012 között a több mint 3500 önkéntessel dolgozó Nemzeti Denevérmonitorozó Programban (National Bat Monitoring Programme in Great Britain, <http1>) 10 fajt/fajcsoportot tudtak kimutatni a vizsgálati területekről denevérdetektorok segítségével. A program célja a denevérek városi környezethez való adaptációjának hosszú távú monitorozása volt, melyhez elengedhetetlennek bizonyult a civil kutatók segítsége (Barlow *et al.* 2015). Nemzetközi szinten talán a legjelentősebb projekt az iBats (Indicator Bats Program, <http2>), ami 2006-ban indult, és célja a denevérek globális szintű biodiverzitás-monitorozása. A máig is tartó

felmérésben eddig több ezer önkéntes vett részt 21 országból, öt kontinensen. A vizsgálatok során standard módszereket és telefonos alkalmazásokat használnak, illetve a keletkezett nagy adatmennyiség feldolgozására egy automata hanghatározót fejlesztettek ki (iBatsID), ami jelenleg 34 európai denevérfaj határozását könnyíti meg (Gibb *et al.* 2016).

Összefoglalva a nemzetközi projekteket elmondhatjuk, hogy mindegyik célja egy hosszabb távú monitoring program kialakítása volt, minél több önkéntes bevonásával a vizsgálatokba. A civilek aktív terepi részvételével sokkal nagyobb területek felmérésére nyílt lehetőség, és a denevérek jelenlétének, aktivitásának, táplálékpreferenciájának, valamint a denevérközösségek összetételének közelebbi megismerése is lehetővé vált. Az akusztikus adatok feldolgozását több esetben is automata fajhatározó segítségével végezték, de ezek mellett az önkéntesek a manuális határozást is megtanulhatták, így az elemzésekben is részt vehettek, persze eleinte csak a szakemberek szigorú utólagos ellenőrzésével.

Magyarországon – főként a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (NBmR) keretein belül – a nemzeti park igazgatóságok, a Vadonleső Program, valamint civil szervezetek, mint a Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület (MME) foglalkoznak denevérek monitorozásával. Hazánkban 28 denevérfaj él, mind természetvédelmi oltalom alatt áll, nyolc faj fokozottan védett. Mindegyikük megtalálható az Élőhelyvédelmi Irányelv IV. mellékletében (közösségi jelentőségű fajok), és közülük tíz a II. mellékletben is szerepel (Natura 2000 jelölőfaj). A hazai denevérfajok közül több is előfordulhat városi környezetben (panelházak, templomtornyok, pincék, padlások), a leggyakoribb fajok a rőt koraidenevér (*Nyctalus noctula* Schreber, 1774), a közönséges késeidenevér (*Eptesicus serotinus* Schreber, 1774) és a közönséges törpedenevér (*Pipistrellus pipistrellus* Schreber, 1774) (Gombkötő 2008). Ezeken kívül szórványosan a fehértorkú denevért (*Vespertilio murinus* Linnaeus, 1758) is kimutatták városokban (Gombkötő *et al.* 1996, Bihari *et al.* 2007).

Magyarország csatlakozott az iBats felméréshez, de ennek során többnyire denevérkutatók végzik a felméréseket. Igazi, közösségi adatgyűjtésen alapuló, rendszeres monitorozó projekt tehát mindeztől nem volt hazánkban. Budapest és környéke ígéretes vizsgálati terület ilyen jellegű kutatásokhoz: a városban található parkok és a város szomszédságában található erdők és barlangok jelentős táplálkozó- és szálláshelyeket biztosítanak a denevérek számára. A természetes búvóhelyek mellett potenciálisan az épületekben is sok denevérfaj talál szálláshelyet a városban és annak környékén. A város denevérközösségéről az első adatok főleg a budai hegyekben található barlangokból származnak (Méhely 1900, Topál 1954a, Topál 1954b). Azóta is főleg telelő- és szülőkolóniák felméréséből rendelkezünk adatokkal. Az átfogó felmérések, amelyekben akár több módszer-

rel is lehetne vizsgálni a denevérek előfordulását (pl. akusztikus mintavételezés, terepi hálózás) nem rendszerek. Az utolsó átfogó tanulmány 2015-ben jelent meg a város denevéreközösségéről, amely beszámol az 1900-as évek óta tapasztalt változásokról, mint a patkósdenevérek (*Rhinolophus* spp.), a közönséges (*Myotis myotis* Borkhausen, 1797) és a hegyesorrú denevérek (*M. blythii* Tomes, 1857) állományának drasztikus csökkenéséről; valamint javaslatokat tesz a további felmérésekre, egyes fajok célzott vizsgálatára (Tóth-Ronkay *et al.* 2015). Wizl (2009, 2013) detektoros módszerrel vizsgálta Budapest denevéreközösségének összetételét és élőhelypreferenciáját.

Jelenlegi tanulmányunkban az első budapesti közösségi alapú akusztikus denevérfelmérés eredményeit és annak módszertani tapasztalatait szeretnénk megosztani.

Anyag és módszer

Felmérésünket a különböző nemzetközi, önkéntesek bevonásán alapuló denevérmonitorozó programokhoz hasonlóan végeztük, igyekeztünk minél több civilt bevonni az akusztikus adatgyűjtésbe és az adatelemzésbe is.

Terepi adatgyűjtés

A vizsgálat 2019. október 11-e és 21-e között zajlott (ez beleesik a denevérek vándorlási és párzási időszakába), Budapest és agglomerációja területén. A felméréshez önkénteseket toboroztunk (a “Magyar denevérbartók közössége” nevű Facebook-csoportban, <http3>). A terepi adatgyűjtésre 32 személy jelentkezett, azonban a résztvevők száma ennél magasabb volt, ugyanis sokan családjukkal, barátaikkal közösen végezték a felmérést.

A hangadatok gyűjtését AudioMoth v.1.1.0 akusztikus adatgyűjtőkkel végeztük. Ennek a detektortípusnak előnye, hogy nyílt hozzáférésű szoftverrel rendelkezik, olcsó és kis méretű (58 × 48 × 15 mm). Valós idejű, teljes spektrumú (0–197 kHz-es frekvenciatartományú) felvételeket rögzít tömörítésmentes, WAV formátumban, microSD kártyára. Napnyugta (a felmérés időszakában ez 17:45 és 18:03 közé esett) után körülbelül egy órával már minden hazai denevérfaj aktív, így a felmérés idejét ehhez igazítottuk. A szervezők által előre beprogramozott denevérdetektorok automatikusan kapcsoltak be 19:00-kor, majd álltak le 21:00-kor, mely idő alatt ötperces felvételeket készítettek.

Az önkéntesek a felmérés során nem találkozhattak testközelből denevérral, hiszen terepi hálózással nem egészítettük ki a mintavételt, de a szemfülesek a sötét ellenére is láthatták a repülő egyedeket a felmérés során. Feladatuk az adott

időintervallumban a detektorokkal való minimum egy órás séta, vagy azok egy pontba történő kihelyezése volt. Az útvonalak kiválasztásának koordinálására online Google-táblázatot használtunk, és csak annyi feltételt szabtuk a résztvevőknek, hogy olyan helyen gyűjtsenek adatot, ahol más még nem mintavételezett. A résztvevőknek a felmérés megkezdésének, illetve befejezésének idejét és helyét fel kellett mondaniuk a felvételre. Emellett kértük, hogy útvonalakat térképen rögzítsék (telefonos alkalmazások segítségével, vagy utólag írásban, térképes bejelöléssel). Az útvonalak utólagos ellenőrzését segítette az is, hogy a résztvevők bizonyos időközönként rámondták a felvételre, hogy éppen merre járnak. Az útvonaladatokat az esetleg szükséges digitalizálás és konverzió után, egy PostgreSQL (PostGIS) adatbázisba töltöttük (pontgeometriával), ahol lehetőség volt az utófeldolgozásra is. Az útvonalak és pontok megjelenítését és térképi ábrázolását ArcGIS Pro programban végeztük.

Akusztikus fajhatározás

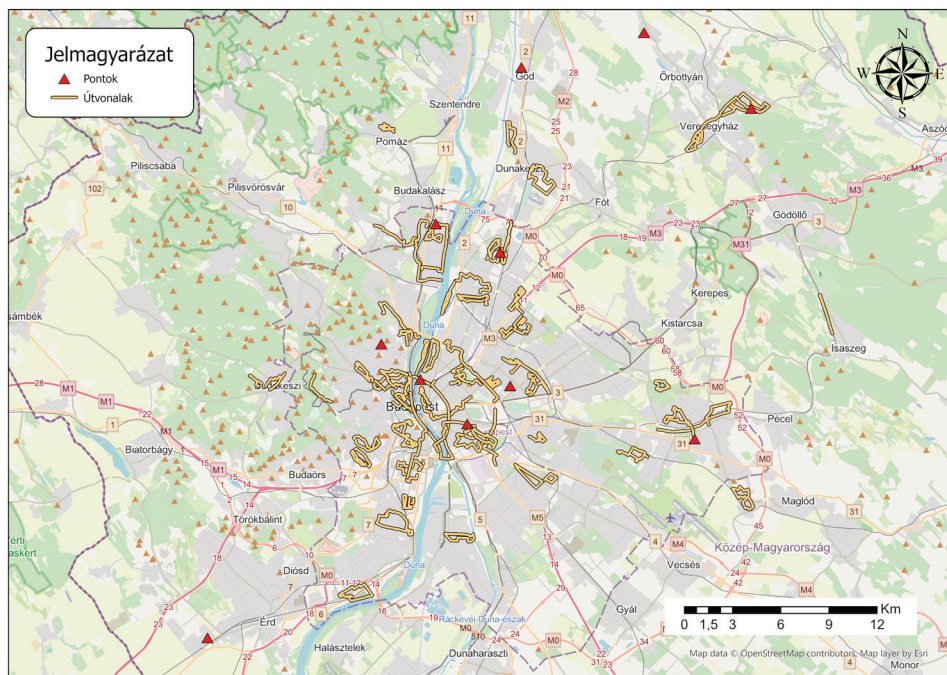
Első lépésben a gyűjtött hangfelvételeken automatikusan megkerestük a denevérhangokat Mac Aodha *et al.* (2018) számítógépes programjával, majd ezeket saját készítésű R-kóddal (R Core Team 2019) vágtuk ki. A talált szekvenciák közül minden mintavételezési útvonalra/pontra véletlenszerűen kiválasztottunk maximum 100 db-ot, hogy – amennyiben ennél több denevérhang került felvételre – csökkentsük a határozással járó munka mennyiségét, de mégis jó közelítést kapjunk az adott területen lévő denevérfajok előfordulásáról. Ezután a szekvenciákat a Kaleidoscope Pro nevű program (Wildlife Acoustics, Inc.) automatikus fajhatározó funkciójával vizsgáltuk. Csak abban az esetben fogadtuk el az automatikus határozás eredményét, amennyiben a program által megadott minőségjelző pontszám 3 feletti volt. Ilyen esetben már nagy egyezés található a manuális fajhatározással. Összesen 2404 felvétel lett automatikusan meghatározva, és 3375 felvétel maradt hátra, amit manuálisan kellett meghatározni. A rögzített hangok manuális elemzéséhez az Adobe Audition 3.0 szoftvert (Adobe Inc.) és a nyílt hozzáférésű Audacity (<http4>) programot választottuk. Mindkét program esetében meggyeztek a beállítások. A vállalkozó szellemű önkéntesek a gyűjtött hanganyag elemzésében aktívan is részt vehettek. Ebbe a munkaszakaszba öt olyan önkéntes csatlakozott, akik már a terepi adatgyűjtésben is részt vettek, illetve két olyan személlyel bővült a csapat, akik a terepi felmérésben nem tudtak részt venni.

A terepi adatgyűjtés után egy találkozót szerveztünk az önkéntesek számára a Fővárosi Állat- és Növénykert Sünispotály házában, hogy az összegyűjtött hanganyagokról beszámoljunk, és megismerjék a számítógépes fajhatározás gyakorlati alapjait. Az önkéntesek számára létrehoztunk egy Google Drive felületet, ahova minden szükséges segédanyagot és a határozandó hangokat feltöltöttünk. Itt

megtalálható volt az Audacity hangelemző program telepítője, valamint egy rövid videó a program használatáról. Létrehoztunk továbbá egy határozói útmutatót, melyben lépésről lépésre bemutattuk a munkafolyamatokat, illetve megadtuk a határozás során várható denevérfajok és fajcsoportok neveit és a szonogramjaikhoz tartozó főbb akusztikus paramétereket. Fajcsoportok létrehozására azért volt szükség, mert előfordulhat, hogy bizonyos fajok által használt frekvenciák átfednek, és szociális hangjaik sem látszódnak a felvételeken, így nem lehet egyértelműen megmondani faji hovatartozásukat. A fajcsoportok révén azonban lehetőségünk van besorolni őket egy tágabb kategóriába, ezzel is csökkentve a téves faunisztikai adatok keletkezését. Ezenfelül csatoltuk a hangok elemzéséhez segítséget nyújtó naprakész szakirodalmat is, mint pl. echolokációs hangokat bemutató európai (Walters *et al.* 2012), svájci (Obrist *et al.* 2004), görög (Papadatou *et al.* 2008) és olasz (Russo & Jones 2002) határozóanyagokat, illetve Pfalzer & Kusch (2003) denevérek szociális hangjait leíró cikkét. Az elkészített határozói útmutató és a szakirodalmat bemutató anyagok a továbbiakban is elérhetőek lesznek, így a jövőbeni új önkéntesek is beletanulhatnak a határozási folyamatba. Az oktatás után az elemzőknek otthon, gyakorlásként egy előre összeállított hangokból álló adatsort kellett faj/fajcsoport szintjén meghatározniuk, ezeket ellenőriztük, a felmerülő észrevételeket pedig személyesen írtuk meg az egyes résztvevőknek. Ezt követően nekikezdhettek az “élesben történő határozásnak”, a létrehozott Google táblázatban feltüntették, mely fájlokat töltötték le és minek határozták meg. Minden önkéntes esetében leellenőriztük az első éles határozásaik eredményét és újabb személyes üzenetek formájában tájékoztattuk őket, felhívtuk a figyelmüket mire érdemes odafigyelniük, ők pedig ez által visszajelzést kaptak fejlődésükről. Azt, hogy a további határozási eredményeiket is le kellett-e ellenőrizni, ezek alapján állapítottuk meg. A felmerülő kérdések, problémák és érdekes észrevételek megvitatására a “Budapesti denevérfelmérés (hangelemzés)” Facebook-csoportban volt lehetőség. A fajhatározás után Excelben összesítettük a denevér-előfordulásokat külön Budapest közigazgatási területére és külön az agglomerációra, és kiszámoltuk az egyes fajok gyakoriságát aszerint, hogy a mintavételezések hány százalékában fordultak elő.

Eredmények

Összesen 34 önkéntest sikerült bevonnunk a projektbe. Ebből 32-en vettek részt a terepi adatgyűjtésben (nem számolva az őket kísérő családtagokat és barátokat) és heten a hangok határozásában. A terepi adatgyűjtés során 83 helyszínt (útvonal és pont) sikerült felmérnünk 11 éjszaka alatt (1. ábra). A helyszínek közül 67 Buda-



1. ábra: Mintavételi helyek

pest közigazgatási határain belül (20 kerületből), 16 pedig Budapest vonzáskörzetében volt. Az útvonalakat összeadva összesen 339,510 km útszakaszt sikerült a résztvevők segítségével bejárni és kb. 166 órányi hangfelvétel keletkezett. Az önkéntesek bevonásával lehetőségünk nyílt szimultán mintavételek elvégzésére, nekik köszönhetően sikerült ilyen rövid idő alatt ilyen nagy területet bejárni, és kellő mennyiségű hangadatot összegyűjteni.

Összesen 10197 denevérhang-szekvenciát sikerült a felmérések során rögzíteni. Mintavételezésenként Budapesten átlagosan $127,4 \pm 137,8$; 102 (átlag \pm szórás; medián) hangszekvenciát rögzítettünk, mely érték az agglomerációra $53,3 \pm 55,3$; 25,5 (átlag \pm szórás; medián). Összesen 5779 szekvenciát határoztunk meg: 2404 darabot automatikusan, és 3375 darabot manuálisan (1. táblázat). A manuális határozás során az önkéntesek sikeresen elsajátították a faj/fajcsoport-szintű határozás alapjait, ezzel hozzájárulva az adatok gyorsabb elemzéséhez, valamint tapasztalatot szereztek a későbbi felmérések során esetlegesen nyújtott újbóli segítségükhöz. A részvételüknek köszönhetően ki tudtunk alakítani egy szisztematikus folyamatot az adatok minőségének ellenőrzésére is, mely ugyancsak hasznos lesz a későbbi felmérések során.

1. táblázat. Fajok/fajcsoportok előfordulása manuálisan, illetve program által határozott felvételeken, Budapest közigazgatási határain belül és az agglomerációban. A táblázatban szereplő számok a meghatározott szekvenciák számát jelentik. *E.ser.*: *Eptesicus serotinus*, *H.sav.*: *Hypsugo savii*, *M.sch.*: *Miniopterus schreibersii*, *N.lei.*: *Nyctalus leisleri*, *N.noc.*: *N. noctula*, *P.kuh.*: *Pipistrellus kuhlii*, *P.nat.*: *P. nathusii*, *P.pip.*: *P. pipistrellus*, *P.pyg.*: *P. pygmaeus*, *V.mur.*: *Vespertilio murinus*

Faj/Fajcsoport	Budapest			Agglomeráció		
	Manuális	Automata	Össz.	Manuális	Automata	Össz.
<i>P.kuh./P.nat.</i>	1086	1317	2403	186	236	422
<i>Nyctalus noctula</i>	261	542	803	44	21	65
<i>H.sav./P.kuh./P.nat.</i>	573	22	595	119	1	120
<i>Hypsugo savii</i>	372	129	501	44	7	51
<i>E.ser./N.lei./N.noc./V.mur.</i>	224	73	297	28	5	33
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	151	16	167	20	4	24
<i>M.sch./P.pyg.</i>	5	4	9	6	9	15
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	4	1	5	10	0	10
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	22	4	0	0	0	
<i>Eptesicus serotinus</i>	2	1	3	0	0	0
<i>M.sch./P.pip.</i>	2	0	2	0	0	0
<i>Myotis ssp.</i>	0	0	0	1	1	2
Mintavételi helyek száma (db):		67			16	

Hat fajt biztosan sikerült kimutatni a területekről, mivel ezen fajokat egyértelműen elkülönülő echolokációs vagy szociális hangjaik alapján biztosan tudtuk határozni: a közönséges törpedenevért, a szoprán törpedenevért, a fehérszélű törpedenevért, az alpesi denevért (*Hypsugo savii* Bonaparte, 1837), a közönséges késeidenevért és a rőt koraidenevért. A fajcsoportok közül leggyakoribbnak a törpedenevéreket tömörítő fajcsoportok (*P. kuh./P. nat.*, *H. sav./P. kuh./P. nat.*) bizonyultak (2. táblázat). Ezekről biztosabb információt jelenleg nem tudunk mondani, mivel az egyes felvételeken szereplő hangok a fajcsoportokba tartozó fajok átfedő frekvenciatartományába esnek, és így nem lehetünk biztosak a pontos fajhatározásban. Ilyen hangok például a durvavitorlájú törpedenevér (*Pipistrellus nathusii* Keyserling & Blasius, 1839) tájékozódási hangjai, melyek alakja és hangmagassága megegyezik a fehérszélű törpedenevér hangjaival. Ezt a két fajt csak szociális hangjaik alapján tudjuk elkülöníteni, azonban vizsgálatunk során a durvavitorlájú törpedenevér szociális hangjait nem sikerült megtalálnunk. Fajra biztosan meghatározott szekvenciák alapján Budapesten és a környékén lévő településeken az alpesi denevér, a rőt koraidenevér és a fehérszélű törpedenevér mutatkozott a leggyakoribbnak.

2. táblázat. Fajok/fajcsoportok mintavételi helyeken való előfordulásának gyakorisága a mintavételi útvonalak százalékában, Budapest közigazgatási határain belül és az agglomerációban. *E.ser.*: *Eptesicus serotinus*, *H.sav.*: *Hypsugo savii*, *M.sch.*: *Miniopterus schreibersii*, *N.lei.*: *Nyctalus leisleri*, *N.noc.*: *N. noctula*, *P.kuh.*: *Pipistrellus kuhlii*, *P.nat.*: *P. nathusii*, *P.pip.*: *P. pipistrellus*, *P.pyg.*: *P. pygmaeus*, *V.mur.*: *Vespertilio murinus*

Faj/Fajcsoport	Budapest (%)	Agglomeráció (%)	Össz. (%)
<i>P.kuh./P.nat.</i>	98,51	87,50	96,39
<i>H.sav./P.kuh./P.nat.</i>	89,55	75,00	86,75
<i>Nyctalus noctula</i>	89,55	68,75	85,54
<i>Hypsugo savii</i>	86,57	56,25	80,72
<i>E.ser./N.lei./N.noc./V.mur.</i>	74,63	56,25	71,08
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	43,28	31,25	40,96
<i>M.sch./P.pyg.</i>	11,94	25,00	14,46
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	7,46	25,00	10,84
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	5,97	0,00	4,82
<i>Eptesicus serotinus</i>	4,48	0,00	3,61
<i>Myotis ssp.</i>	1,49	0,00	1,20
<i>M.sch./P.pip.</i>	1,49	0,00	1,20
Mintavételi helyek száma (db):	67	16	83

Diszkusszió

Budapesten az utolsó átfogó akusztikus felmérést tíz évvel ezelőtt Wizl (2009) végezte, a denevérek szaporodási időszakában. Szakdolgozati kutatása áprilistól augusztusig folyt, a mintavételi területek útvonalain havi egy alkalommal, a hónap második felében végzett felmérést. A detektoros adatgyűjtés naplemente előtt kezdődött és két órán át tartott, mely idő alatt az útvonalon kétszer haladt végig. Budapest területéről kimutatta a rőt koraidenevér, az alpesi denevér, a fehérszélű törpedenevér, a közönséges késeidenevér, a fehértorkú denevér és a közönséges és hegyesorru denevér fajpár folyamatos jelenlétét, valamint a szoprán törpedenevér alkalmi előfordulását a felmérés első és utolsó hónapjában.

Adataink alapján mi is a rőt koraidenevért találtuk az egyik leggyakoribb fajnak, hiszen a mintavételi helyeink több mint 85%-áról sikerült kimutatni. A rőt koraidenevért már régóta gyakori fajként tartják számon a nagyvárosokban, Bihari (2004) cikkében úgy említi, mint Magyarország leginkább urbanizálódott denevérfaja. Vizsgálatai szerint a panelépületek rései hasonlítanak a természetes élőhelyeiken lévő üregekhez, odúkhöz, és ugyanolyan vagy jobb klimatikus feltételeket biztosíthatnak a faj számára.

Az alpesi denevért Estók és munkatársai (2007) még ritka denevérfajaink közé sorolták, azonban jelenlétét már kimutatták az ország egész területéről (Dombi & Somogyvári 2003, Szatyor *et al.* 2003), illetve Görföl és munkatársai (2007) is rögzítették hangjait Budapesten egy 2007-es detektoros vizsgálat során. Az észlelések háromnegyede nagyobb településekről és azok vonzáskörzetéből származik. Wizl (2009, 2013) és felmérésünk eredményei alapján viszont már elmondhatjuk, hogy az alpesi denevér, a fehérszélű törpedenevérhez hasonlóan, gyakori faj Budapesten. A fehérszélű törpedenevér és az alpesi denevér eredetileg mediterrán fajok, azonban előfordulásukat az 1980-as évek óta Európa-szerte számos új helyen regisztrálták. Előkerültek Lengyelország (Sachanowicz *et al.* 2006), Szlovákia (Lehotská & Lehotský 2006), a Cseh Köztársaság (Bartonička & Kaňuch 2006) és számos más közép-európai ország területéről (Uhrin *et al.* 2016). Úgy tűnik, ez kapcsolódik a jelenlegi éghajlatváltozás által okozott környezeti változásokhoz (Uhrin *et al.* 2016). A fehérszélű törpedenevér és az alpesi denevér az egyre gyakoribb város lakó fajaink közé tartozik. Budapesten történő tömeges megjelenésük kb. a 2000-es évek elejére tehető, de a rendszeres monitoring programok hiánya miatt ennek pontos idejét nem lehet megmondani (Zsebők *et al.* 2012).

A rőt koraidenevér, az alpesi denevér és a fehérszélű törpedenevér feltehetően egész évben jelen van Budapest területén. Ezt Wizl (2009, 2013) szaporodási időszakban gyűjtött adatai is igazolják, valamint a felmérésünk is alátámasztja, amely a denevérek vonulási-, illetve párzási időszakában készült. Wizl munkájával összevetve kutatásunkban szembeötlő lehet a *Myotis* fajok hangjainak hiánya, melyre két lehetséges magyarázatot találtunk. Az egyik, hogy vizsgálatunk idején már megkezdtek a vonulást, mivel a denevérek általában ősszel (szeptember, október) indulnak teleshelyeik felé (Fleming & Eby 2003, Dietz & Kiefer 2016). A másik lehetséges ok a nagy *Myotis* fajok (közönséges és hegyesorrú denevér) állományának városi élőhelyekről való kiszorulása, melyet a gyakori fajokkal történő táplálékforrásokért való versengés is okozhatott. Ilyen összefüggést mutattak ki Svájcban a kis patkósdenevér állománycsökkenése és a közönséges törpedenevér tömeges megjelenése között (Arletta *et al.* 2000). Az állományok csökkenését előidézheti továbbá a szálláshelyek zavarása és megszűnése (pl. barlanglezárások, épületfelújítások) is.

Eredményeinket a Fővárosi Állat- és Növénykert mentőközpontjának adatai is alátámasztják, ugyanis az általunk gyakorinak talált rőt koraidenevér, alpesi denevér és fehérszélű törpedenevér sérült példányai gyakran kerülnek be hozzájuk. Tavaszi időszakban ezen fajok fiatal egyedei nagy számmal érkeznek a mentőhelyre, a téli időszakban pedig sokszor hoznak be hibernáció közben megzavart, legyengült példányokat. Kutatásunkban a leggyakoribb fajcsoportoknak a törpedenevéreket tömörítő csoportok (*P.kuh./P.nat.*, illetve a *H.sav./P.kuh./P.nat.*) bizo-

nyultak. Ugyan a mostani felmérés során a durvavitorlájú törpedenevér szociális hangját nem találtuk meg (ami alapján pontosan azonosítani lehetne), de az elmúlt években számos fiatal példány (újszülött és már röpképes egyedek is) került a mentőhelyre, így valószínű, hogy ez a faj is jelen van és szaporodik Budapest területén. Az utóbbi években a nagy *Myotis* fajok (közönséges és hegyesorrú denevér) egyetlen példánya sem került be az állatkert mentőközpontjába. Ez alapján is arra következtethetünk, hogy állományuk jelentősen lecsökkent a város területén.

Az első hazai közösségi denevérfelmérés pozitív tapasztalatokkal zárult. Az önkéntesek segítségével lehetőség nyílt szimultán mintavételekre, így több adatot sikerült gyűjtenünk nagyobb területről, illetve közreműködésükkel a hangelemzést is gyorsabban kivitelezte. Tanulmányunk közösségformáló hatása sem elhanyagolható, ugyanis a közös érdeklődések és programok összehozták az embereket, így kialakítva egy megbízható csapatot, ami mind a kutatók, mind az önkéntesek számára hasznos.

Tapasztalataink alapján a jövőbeli közösségi felmérésekre vonatkozóan számos javaslatot fogalmaztunk meg. Az adatkezelés és feldolgozás megkönnyítése érdekében célszerű lenne egy egységes GPS-es nyomvonall rögzítő program alkalmazása, mivel az egyéb módon közölt útvonal- és felvételi hely-adatok nagyban megnehezítik a helyinformációk feldolgozását, továbbá manuális korrekció nélkül nem mindig pontosak. Érdemes lenne a felmérés menetéről is létrehozni egy írásos tájékoztatót (pl. melyik alkalmazást töltsék le, hogyan nevezzék el a nyomvonalakat, mindig mondják rá a felvételre, hogy mikor és hol kezdik, illetve fejezik be a felmérést), így a később csatlakozók is teljes képet kaphatnak (Beeker *et al.* 2013). A jövőben fontos lehet a mintavételi helyek kiválasztásának irányítása is, hogy minél kevesebb átfedő terület legyen, és minél változatosabb élőhelyekről történjenek a mintavételezések. Monitoring program esetén kiemelten fontos lehet, hogy ugyanazokról a területekről valósulhasson meg rendszeres időközönként ismételt mintavételezés.

Igyekezünk minél jobb kommunikációt kialakítani az önkéntesekkel, de ez további fejlesztést igényel. A felkészítő hangelemző óra és a Facebook-csoport mellett további bátorításra van szükség, hogy jelezzék észrevételeiket, és merjenek kérdezni a felmérés egészével kapcsolatban. Emellett fontosnak tartjuk, hogy a felmerülő problémákra és kérdéseikre gyorsan kapjanak válaszokat az önkéntesek. A továbbiakban nagyobb hangsúlyt kell fektetnünk a megfelelő gyakorlólhangok kiválasztására, érdemes lenne egy-egy fajtól több tipikus szekvenciát is feltüntetni. A gyakorlólafeladatokat mindenkinek végig kell csinálnia, a koordinátoroknak pedig az eredményeket ki kell értékelnie. Ez mindkét fél számára hasznos lehet. Így az önkéntesek megerősítést kapnak a munkájukról, és szembe-sülhetnek az esetleges nehézségekkel, hibákkal, a kérdéseikre kapott válaszokkal pedig a személyes kommunikáció is javulhat. A tapasztaltabb szakemberek pedig

az önkéntesek hibáit látván, illetve azok javítása során eldönthetik, hogy mennyire bíznak meg az adott ember által szolgáltatott adatokban. Beeker és munkatársai (2013) azt is javasolják, hogy előre fel kell mérni az önkéntesek képességeit, hogy azok alapján később megfelelő feladatot lehessen kiosztani rájuk. További terveink között szerepel egy rövid online kérdőív elkészítése, amelynek segítségével összegyűjthetjük az önkéntesek visszajelzéseit, és amelyből kiderülhet, hogy mennyiben változott a résztvevők denevérekkel kapcsolatos hozzáállása.

Azt tapasztaltuk, hogy a fajcsoportok használata idegen a kezdők számára (hibának, bizonytalanságnak érezhetik), így sokszor az átfedő hangokat kiadó denevérek esetére létrehozott fajcsoportok helyett is egy-egy faj nevét alkalmazták. A hangelemzés összetettsége miatt csak azok tudtak igazán beletanulni a folyamatba, akik nagy mennyiségű hanganyag elemzésére vállalkoztak. Sok esetben fontos az egyes fajok életmódjának és előfordulásának ismerete, így elkerülhető a téves faunisztikai adatok keletkezése. A városi környezetben sok becsapós zajjal találkozunk (hangok, melyek hasonlítanak egy-egy denevér echolokációs hangjára) – érdemes lenne a tapasztaltabb elemzők segítségével ezekből is mintaadatbázist létrehozni.

További terveink közé tartozik az ilyen vizsgálatok különböző időszakokban történő többszöri megismétlése, akár terepi hálózással is kiegészítve (Wilson & Godinho 2013). A kézben tartott egyedek faja pontosan határozható, ezenfelül megmondhatjuk az ivarukat, korukat, és arra is következtethetünk, hogy az adott faj szaporodik-e a területen. Ezáltal hosszú távon egyre pontosabb képet kaphatunk Budapest bel-, és külterületeinek állandó, illetve vonuló denevérközösségeinek összetételéről, az önkéntesek pedig testközelből megismerhetik a denevéreket, ami segíthet a motiválásukban és érdekesebbé teheti számukra a felmérést. Ennek köszönhetően pedig remélhetőleg részt fognak venni a jövőben hasonló vizsgálatokban és csapatunk új jelentkezőkkel fog bővülni, továbbá bízunk benne, hogy a természetvédelem iránti elkötelezettségük is nőtt és még nőni fog.

Köszönetnyilvánítás - Köszönjük az önkéntesek segítségét a terepi hanggyűjtésben és fajhatározásban, név szerint: Balogh Dániel, Barna Krisztián, Baróthi Veronika Zsófia, Bukor Boglárka, Czabán Dávid, Fejkó Eszter, Faragó Tamás, Fűrész Attila, Gránicz Laura, Golen Gerhárd, Hafenschner Viktória Priscilla, Jókay Ágnes, Keszthelyi Eleonóra, Kontsek András, Kováts Dávid, Kurali Anikó, Laczi Miklós, Lánzos Zsuzsanna, Magonyi Nóra, Nagy Ágnes, Nagy Gergely, Orbán Ildikó, Orci Kirill Márk, Pásztor Balázs, Pásztor Péter, Ruzsa János, Szabadi István, Szabó Gyula, Szederkényi Bernadett, Tóth Marietta, Ujhegyi Nikolett és Vaskúti Éva. Köszönjük Estók Péternek a hanganyag határozásában nyújtott segítségét, a Fővárosi Állat- és Növénykertnek pedig az önkéntesekkel való találkozás helyszínének biztosítását. Hálásak vagyunk Bela Györgyinek és a másik, névtelen bírálónak a kézirattal kapcsolatos észrevételeikért, javaslataikért. Köszönjük továbbá az Agrárminisztérium Zöld Forrás pályázatának támogatását.

Irodalomjegyzék

- Arlettaz, R., Godat, S. & Meyer, H. (2000): Competition for food by expanding pipistrelle bat populations (*Pipistrellus pipistrellus*) might contribute to the decline of lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*). – *Biol. Conserv.* **93**:55–60. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00112-3)
- Barlow, K. E., Briggs, P. A., Haysom, K. A., Hutson, A. M., Lechiara, N. L., Pacey, P. A., Walsh, A. L. & Langton, S. D. (2015): Citizen science reveals trends in bat populations: the National Bat Monitoring Programme in Great Britain. – *Biol. Conserv.* **182**:14–26. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.11.022>
- Bartonička, T. & Kaňuch, P. (2006): Savijs pipistrelle (*Hypsugo savii*): bat species breeding in the Czech Republic (Chiroptera Vespertilionidae). – *Lynx*. **31**:19–21.
- Becker, T. A., Millenbah, K. F., Gore, M. L. & Lundrigan, B. L. (2013): Guidelines for creating a bat-specific citizen science acoustic monitoring program. – *Human Dimensions of Wildlife* **18**:58–67. <https://doi.org/10.1080/10871209.2012.686147>
- Bihari, Z. (2004): The roost preference of *Nyctalus noctula* (Chiroptera, Vespertilionidae) in summer and the ecological background of their urbanization. – *Mammalia*. **68**:329–336. <https://doi.org/10.1515/mamm.2004.032>
- Bihari, Z., Estók, P., Gombkötő, P. & Petrovics, Z. (2007): A fehértorkú denevér magyarországi előfordulása és búvóhely preferenciája. – In: Molnár, V. (szerk.): *Az V. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Pécs, 2005. december 3-4.) és a VI. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Mártély, 2007. október 12-14.) kiadványa*. Magyar Denevérkutatók Baráti Köre, Budapest, pp. 77–79.
- Conrad, C. C. & Hilchey, K. G. (2011): A review of citizen science and community-based environmental monitoring: issues and opportunities. – *Environ. Monit. Assess.* **176**: 273–291. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1582-5>
- Dickinson, J. L., Zuckerman, B. & Bonter, D. N. (2010): Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. – *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* **41**: 149–172. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144636>
- Dietz, C. & Kiefer, A. (eds.) (2016): *Bats of Britain and Europe*. – Bloomsbury Publishing, London, 400 p.
- Ditchkoff, S. S., Saalfeld, S. T. & Gibson, C. J. (2006): Animal behavior in urban ecosystems: modifications due to human-induced stress. – *Urban Ecosyst.* **9**: 5–12. <https://doi.org/10.1007/s11252-006-3262-3>
- Dombi, I. & Somogyvári, O. (2003): Szekszárd, a ritka denevérek hazája. – *Paonia: a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság értesítője*. **1**: 103–106.
- Estók, P., Görföls, T. & Szatyor, M. (2007): Alpesi denevér *Hypsugo savii* (Bonaparte, 1837). – In: Bihari, Z., Csorba, G. & Heltai, M. (szerk.): *Magyarország emlőseinek atlasza*. Kossuth Kiadó, Budapest, pp.103–104.
- Fleming, T. H. & Eby, P. (2003): Ecology of Bat Migration. – In: Kunz, T. H. & Fenton, M. B. (eds.): *Bat Ecology*. The University of Chicago Press, Chicago, pp. 156–208.
- Gibb, R., Mac Aodha, O. & Jones, K. E. (2016): Bat Detective: citizen science for eco-acoustic biodiversity monitoring. – *Environm. Sci.* **25**:10–17.
- Gombkötő, P. (2008): Panelépületekben előforduló denevérek által okozott problémák és megoldási lehetőségük. – *Denevérkutatás – Hungarian Bat Research News*. **4**: 50–56.
- Gombkötő, P., Bihari, Z. & Estók, P. (1996): Az óriás korai denevér (*Nyctalus lasiopterus*) és fehértorkú denevér (*Vespertilio murinus*) újabb előfordulási adatai Észak-Magyarország területén. – *Denevérkutatás – Hungarian Bat Research News*. **2**: 38–39.

- Gonsalves, L. & Law, B. S. (2018): Seasonal activity patterns of bats in North Sydney, New South Wales: implications for urban bat monitoring programs. – *Aust. Mammal.* **40**: 220–229. <https://doi.org/10.1071/AM17031>
- Görföl, T., Dombi, I. & Zsebők, S. (2007): Az alpesi denevér (*Hypsugo savii* Bonaparte, 1837) Magyarországon – a faj hazai adatainak áttekintése, új eredmények. – In: Molnár, V.: *A VI. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Mártély, 2007. október 12-14.) kiadványa*. Magyar Denevérvédelmi Baráti Köre, Budapest, pp. 85–97.
- Greenwood, J. J. D. (2007): Citizens, science and bird conservation. – *J. Ornithol.* **148**: 77–124. <https://doi.org/10.1007/s10336-007-0239-9>
- Greif, S., Zsebők, S., Schmieder, D. A. & Siemers, B. M. (2017): Acoustic mirrors as sensory traps for bats. – *Science*. **357**: 1045–1047. <https://doi.org/10.1126/science.aam7817>
- Haklay, M. (2013): Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation. – In: Sui, D., Elwood, S. & Goodchild, M. (eds.): *Crowdsourcing Geographic Knowledge*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 105–122. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2_7
- Hourigan, C. L., Catterall, C. P., Jones, D. & Rhodes, M. (2010): The diversity of insectivorous bat assemblages among habitats within a subtropical urban landscape. – *Austral Ecol.* **35**: 849–857. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2009.02086.x>
- Jung, K. & Threlfall, C. G. (2016): Urbanisation and its effects on bats – a global meta-analysis. – In: Voigt, C. & Kingstone, T. (eds.): *Bats in the Anthropocene: Conservation of bats in a changing world*. Springer International Publishing, Cham, pp. 13–33.
- Kerth, G., Weissmann, K. & König, B. (2001): Day roost selection in female Bechstein's bats (*Myotis bechsteinii*): a field experiment to determine the influence of roost temperature. – *Oecologia*. **126**: 1–9. <https://doi.org/10.1007/s004420000489>
- Kriska, Gy., Malik, P., Szivák, I. & Horváth, G. (2008): Glass buildings on river banks as “polarized light traps” for mass-swarming polarotactic caddis flies. – *Naturwissenschaften*. **95**: 461–467. <https://doi.org/10.1007/s00114-008-0345-4>
- Kruger, L. E. & Shannon, M. A. (2000): Getting to know ourselves and our places through participation in civic social assessment. – *Soc. Natur. Resour.* **13**: 461–478. <https://doi.org/10.1080/089419200403866>
- Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T. & Fleming, T. H. (2011): Ecosystem services provided by bats. – *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **1223**: 1–38. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>
- Kunz, T. H. & Lumsden, L. F. (2003): Ecology of cavity and foliage roosting bats. – In: Kunz, T. H. & Fenton, M. B. (eds.): *Bat Ecology*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 3–89.
- Legakis, A., Papadimitriou, C., Gaethlich, M. & Lazaris, D. (2000): Survey of the bats of the Athens metropolitan area. – *Myotis*. **38**: 41–46.
- Lehotská, B. & Lehotský, R. (2006): First record of *Hypsugo savii* (Chiroptera) in Slovakia. – *Biologia*. **61**: 192. <https://doi.org/10.2478/s11756-006-0042-8>
- Longcore, T. & Rich, C. (2004): Ecological light pollution. – *Ecol. Soc. Am.* **2**: 191–198. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0191:ELP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2)
- Luck, G. W., Smallbone, L., Threlfall, C. & Law, B. (2013): Patterns in bat functional guilds across multiple urban centres in south-eastern Australia. – *Landscape Ecol.* **28**: 455–469. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9842-0>
- Lunney, D. & Moon, C. (2011): Blind to bats: Traditional prejudices and today's bad press render bats invisible to public consciousness. – In: Law, B., Eby, P., Lunney, D. & Lumsden, L. (eds.): *The Biology and Conservation of Australasian Bats*. Royal Zoological Society of NSW, Mosman, pp. 44–63.

- Mac Aodha, O., Gibb, R., Barlow, K. E., Browning, E., Firman, M., Freeman, R., Harder, B., Kinsey, L., Mead, G. R., Newson, S. E., Pandourski, I., Parsons, S., Russ, J., Szodoray-Paradi, A., Szodoray-Paradi, F., Tilova, E., Girolami, M., Brostow, G. & Jones, K. E. (2018): Bat detective – Deep learning tools for bat acoustic signal detection. – *PLoS Comput. Biol.* **14**: e1005995. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005995>
- Malik, P., Hegedüs, R., Kriska, Gy. & Horváth, G. (2008): Imaging polarimetry of glass buildings: why do vertical glass surfaces attract polarotactic insects? – *Appl. Optics.* **47**: 4361–4374. <https://doi.org/10.1364/AO.47.004361>
- McKinley, D. C., Miller-Rushing, A. J., Ballard, H. L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S. C., Evans, D. M., French, R. A., Parrish, J. K., Phillips, T. B., Ryan, S. F., Shanley, L. A., Shirk, J. L., Stepenuck, K. F., Weltzin, J. F., Wiggins, A., Boyle, O. D., Briggs, R. D., Chapin, S. F., Hewitt, D. A., Preuss, P. W. & Soukup, M. A. (2017): Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. – *Biol. Conserv.* **208**: 15–28. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.015>
- McKinney, M. L. (2002). Urbanization, Biodiversity, and Conservation: The impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. – *Bioscience.* **52**: 883–890. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:UBAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2)
- McKinney, M. L. (2006): Urbanization as a major cause of biotic homogenization. – *Biol. Conserv.* **127**: 247–260. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005>
- Méhely, L. (szerk.) (1900): *Magyarország denevéreinek monographiája*. – Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 372 p.
- Obrist, M. K., Boesch, R. & Flückiger, P. F. (2004): Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a synergetic pattern recognition approach. – *Mammalia.* **68**: 307–322. <https://doi.org/10.1515/mamm.2004.030>
- Papadatou, E., Butlin, R. K. & Altringham, J. D. (2008): Identification of bat species in Greece from their echolocation calls. – *Acta Chiropterol.* **10**: 127–143. <https://doi.org/10.3161/150811008X331153>
- Pauwels, J., Le Viol, I., Azam, C., Valet, N., Julien, J.-F., Bas, Y., Lemarchand, C., Sanchez de Miguel, A. & Kerbiriou, C. (2019): Accounting for artificial light impact on bat activity for a biodiversity-friendly urban planning. – *Landscape Urban Plan.* **183**: 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.08.030>
- Pfalzer, G. & Kusch, J. (2003): Structure and variability of bat social calls: implications for specificity and individual recognition. – *J. Zool.* **261**: 21–33. <https://doi.org/10.1017/S0952836903003935>
- R Core Team (2019): *R: A language and environment for statistical computing*. – R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.R-project.org/>
- Russo, D. & Ancillotto, L. (2015): Sensitivity of bats to urbanization: a review. – *Mamm. Biol.* **80**: 205–212. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2014.10.003>
- Russo, D. & Jones, G. (2002): Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. – *J. Zool.* **258**: 91–103. <https://doi.org/10.1017/S0952836902001231>
- Sachanowicz, K., Ciechanowski, M. & Piksa, K. (2006): Distribution patterns, species richness and status of bats in Poland. – *Vespertilio.* **9–10**: 151–173.
- Silvertown, J. (2009): A new dawn for citizen science. – *Trends Ecol. Evol.* **24**: 467–471. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.017>
- Slabbekoorn, H. & Peet, M. (2003): Birds sing at a higher pitch in urban noise. – *Nature.* **424**: 267. <https://doi.org/10.1038/424267a>

- Szatyor, M., Estók, P., Dombi, I. & Somogyvári, O. (2003): Ritka denevérfajok (Chiroptera) újabb előfordulásai Magyarországon. – *Állattani Közlem.* **88**: 69–72.
- Topál, Gy. (1954a): Denevérgyűrzés Magyarországon I. – *Állattani Közlem.* **44**: 45–46.
- Topál, Gy. (1954b): Denevérgyűrzés Magyarországon II. – *Állattani Közlem.* **44**: 231–238.
- Tóth-Ronkay, M., Bajor, Z., Bárány, A., Földvári, G., Görföl, T., Halpern, B., Leél-Óssy, Sz., Mészáros, R., Péntek, A. L., Tóth, B., Tóth, Z. & Vörös, J. (2015): Budapest. – In: Kelecy, J. G. (ed.): *Vertebrates and Invertebrates of European Cities: Selected Non-Avian Fauna*. Springer Verlag, Berlin, pp. 27–73.
- Turrini, T., Dörler, D., Richter, A., Heigl, F. & Bonn, A. (2018): The threefold potential of environmental citizen science – Generating knowledge, creating learning opportunities and enabling civic participation. – *Biol. Conserv.* **225**: 176–186. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.03.024>
- Uhrin, M., Hüttmeir, U., Kipson, M., Estók, P., Sachanowicz, K., Bücs, Sz., Karapandza, B., Pounovic, M., Presetnik, P., Bashta, A.-T., Maximová, E., Lehotská, B., Lehotsky, R., Barti, L., Csósz, I., Szodoray-Parádi, F., Dombi, I., Görföl, T., Boldogh, S. A., Jére, Cs., Pocora, I. & Benda, P. (2016): Status of Savi's pipistrelle *Hypsugo savii* (Chiroptera) and range expansion in Central and south-eastern Europe: a review. – *Mammal Review.* **46**: 1–16. <https://doi.org/10.1111/mam.12050>
- Vohland, K., Weißpflug, M. & Pettibone, L. (2019): Citizen Science and the Neoliberal Transformation of Science – an Ambivalent Relationship. – *Citizen Science: Theory and Practice.* **4**: 1-9. <https://doi.org/10.5334/cstp.186>
- Walters, C. L., Freeman, R., Collen, A., Dietz, C., Fenton, M. B., Jones, G., Obrist, M. K., Puechmaile, S. J., Sattler, T., Siemers, B. M., Parsons, S. & Jones, K. E. (2012): A continental-scale tool for acoustic identification of European bats. – *J. Appl. Ecol.* **49**: 1064–1074. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02182.x>
- Wilson, C. & Godinho, L. (2013): The benefits of engaging volunteers in urban bat research. – *Victorian Naturalist.* **130**: 182–187.
- Wizl, V. (2009): *Budapest területén élő denevérek élőhelyválasztásának felmérése és védelmi lehetőségei.* – BSc szakdolgozat, Szent István Egyetem, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, Gödöllő, 48 p.
- Wizl, V. (2013): *Denevérek mozgásaktivitás-változása budapesti parkok élőhelymozaikjaiban.* – MSc szakdolgozat, Szent István Egyetem, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, Gödöllő, 50 p.
- Zsebők, S., Estók, P. & Görföl, T. (2012): Acoustic discrimination of *Pipistrellus kuhlii* and *Pipistrellus nathusii* (Chiroptera: Vespertilionidae) and its application to assess changes in species distribution. – *Acta Zool. Acad. Sci. H.* **58**: 199–209.

Internetes források:

http1: <https://www.bats.org.uk/our-work/national-bat-monitoring-programme>

http2: <https://sites.google.com/site/ibatsresources/>

http3: <https://www.facebook.com/groups/478528122216059/>

http4: <https://www.audacityteam.org>

Methodological experiences and results of the first bat citizen science project in Budapest

Dorottya Győrössi^{1,+}, Kriszta Lilla Szabadi^{1,+}, Péter Gábor Sulyán²,
Zalán Halmi³, Tamás Görföl⁴ & Sándor Zsebök^{5,6,*}

¹*University of Veterinary Medicine, Institute for Biology, Department of Ecology,
H-1077 Budapest, Rottenbiller u. 50., Hungary*

²*Ministry of Agriculture, Department for Nature Conservation,
H-1055 Budapest, Kossuth Lajos tér 11., Hungary*

³*H-9723 Gyöngyösfalu, Alkotmány u. 20., Hungary*

⁴*Hungarian Natural History Museum, Zoology,
H-1088 Budapest, Baross u. 13., Hungary*

⁵*Centre for Ecological Research, Institute of Ecology and Botany,
H-2163 Vácrátót, Alkotmány u. 2–4., Hungary*

⁶*Eötvös Loránd University, Department of Systematic Zoology and Ecology,
H-1117 Budapest, Pázmány Péter stny. 1/C, Hungary*

+ Both authors contributed equally to the work.

E-mail*: zsebok.s@gmail.com

Bats lead a hidden, nocturnal lifestyle, thus it is hard to gather visual data on their occurrence. However, due to the availability of bat detectors and computer programs, the ultrasounds they emit can be measured properly, providing a significant amount of information about their activity, habitat use and species composition. The first Hungarian citizen science project aimed at acoustically detecting bats in and around a big city was carried out in 2019. The purpose of this project was to assess the possibility of creating a base of volunteers, and to collect fresh faunistic data about the bat population of Budapest. In the course of the project, with the help of 34 volunteers, we showed the presence of six bat species both in the inner districts and the outskirts of Budapest. Common noctule (*Nyctalus noctula*), Savi's pipistrelle (*Hypsugo savii*), and Kuhl's pipistrelle (*Pipistrellus kuhlii*) were the most common species. This study is the first to draw attention to the common occurrence of the latter two species in Budapest. We also summarized our experience on citizen science and made suggestions for future surveys.

Keywords: citizen science, acoustic bat survey, urbanisation, Budapest