

Név: Fülöp Attila

Pályázati azonosító: 166661

Kategória: predoktor

Ösztöndíjas időszak: 2021. október 1. – 2022. március 31. (6 hónap)

Célország: Egyesült Királyság

Fogadóintézmény: University of Exeter

## Magyar Állami Eötvös Ösztöndíj

### **Mezei verebek (*Passer montanus*) szociális szerveződésének vizsgálata szociális hálózat elemzés segítségével: okok és következmények**

– pályázati beszámoló –

#### **Elméleti háttér, motiváció**

A Földön élő állatfajok nagy része – bele értve az embert is – társas, vagy másképpen, szociális, és csoportokba szerveződve él. A rendelkezésre álló bizonyítékok arra engednek következtetni, hogy az egyedek nem véletlen módon alakítják ki csoportjaikat, hanem aktív döntések alapján, azaz az egyedek valamilyen szempont(ok) szerint preferenciális kapcsolatokat hoznak létre, vagy épp nem, fajtársaikkal. Ezek a preferenciális kapcsolatok létrejöhetnek például rokonok között, de ugyanúgy az egyedek preferálhatják az ellenkező nemmel való csapatakkotást, vagy épp más egyedi tulajdonságok (pl. személyiség, fiziológiai állapot, parazitákkal való fertőzöttség) alapján is dönthetnek. Az, hogy egy egyed hány másik egyeddel alakít ki kapcsolatot, illetve az, hogy a kialakított kapcsolatok milyenek (pl. milyen erősségűek, mennyire tartósak), közvetlenül meghatározhatják az egyedek sikerességét, vagy másképpen rátermettségét (fitneszét).

Az egyedek közötti kapcsolatrendszer finom léptékű feltérképezésére az egyik legalkalmasabb módszer a szociális hálózat elemzés. Szociális hálózatokkal (majdnem) bármilyen egyed-egyed típusú kapcsolatot modellezhetünk. Az egyedek csapatokba való szerveződését leggyakrabban az egyedek közös előfordulásával jellemezik („gambit of the group” megközelítés). Például, ha két egyedet egy adott időpillanatban egy helyen látunk, azt feltételezhetjük róluk, hogy egy csapatot alkotnak. Ha több egyedet észlelünk együtt, ugyanezen logika mentén azt mondhatjuk, hogy egy csapathoz tartoznak. Ez a megközelítés igen intuitív és sok esetben egyszerűen alkalmazható, azonban figyelembe kell vegyünk olyan lehetséges „zavaró” tényezőket, mint például az egyedek térhasználata, ugyanis két egyed előfordulhat egy adott „csapatban” csupán abból adódóan is, hogy ugyanazt a helyet kedvelik. Az efféle szociális hálózatok statisztikai elemzésekor tehát, legyen szó a hálózat általános struktúrájáról vagy az egyedek hálózaton belüli helyzetéről, kezelniük kell a hasonló háttérváltozókat. Ezen túl, a hálózatból származtatott mutatók statisztikailag nem független értékek, tehát a származtatott értékek további felhasználása olyan adatelemzési

módszerekben, amelyek az adatpontok függetlenségét feltételezik (pl. regressziós módszerek), problémákat vet fel. Ezek a nehézségek új hálózatelemzési módszerek fejlesztését ösztönözték, amelyek közül az egyik legígéretesebb a Bayesian statisztikán alapuló lineáris regresszió. Ennek a lényege röviden, hogy az egyedek közös előfordulását egy binomiális problémaként kezeli, így általánosított lineáris modellek segítségével modellezhetővé teszi úgy, hogy közben számos háttérváltozóra tudunk kontrollálni. Továbbá, ez eddig használt P értékre alapuló „permutációs” hipotézis tesztelési eljárásokat is helyettesíti, amelyek bizonyítottan igen magas (akár ~50%) az elsőfajú hibával rendelkeztek.

Összegezve tehát, a szociális hálózat elemzés egy alkalmas módszer a természetben zajló szociális folyamatok ökológiai és evolúciós vonatkozásainak a megértése érdekében, azonban mint minden még fejlődésben lévő tudományterület, módszertani kihívásokkal rendelkezik. A különféle módszertani problémákat több alternatív megközelítéssel törekszenek kezelni, ezek közül a Bayesian statisztikán alapuló megközelítés az egyik legígéretesebb.

### **Az ösztöndíjas időszak**

A Magyar Állami Eötvös Ösztöndíj támogatásával, 2021. október 1. – 2022. március 31. között 6 hónapot töltöttem Exeter-ben (Egyesült Királyság), a University of Exeter-en működő Centre for Research in Animal Behaviour (a továbbiakban: CRAB; <https://psychology.exeter.ac.uk/research/centres/crab/>) nevű kutatócsoportnál, amelyet Prof. Darren P. Croft vezet. A CRAB többek között kimagasló a szociális hálózati elemzés Bayesian statisztikán alapuló módszereinek a fejlesztésében és a területen történő meghonosításában. A fogadóintézménnyel korábban semmilyen kapcsolatam, szakmai vagy személyes, nem volt. Mobilitásom célja első sorban olyan modern statisztikai módszerek elsajátítása volt, amelyeket a CRAB-ben dolgozó szakemberek fejlesztenek a szociális hálózatok terén. A mobilitásom további céljai között szerepeltek a nemzetközi kapcsolatépítés, illetve a tapasztalatcsere a pályázat témájában tevékenykedő külföldi kutatócsoporttal.

A statisztikai módszerek elméleti elsajátítását és azok gyakorlati alkalmazását egy már rendelkezésre álló adatbázison terveztem elvégezni, amely 2013–2020 között gyűjtött adatokból állt össze, és amelyet egy szabadon élő mezei veréb (*Passer montanus*) populáció téli csapatos viselkedéséről gyűjtöttünk a Debreceni Egyetem Központi kampuszán és Botanikus kertjében. Az ösztöndíjas időszakra a következő specifikus kérdések megválaszolását terveztem:

1. Milyen szociális szerkezettel jellemezhetőek a megfigyelt mezei veréb csapatok a telelési időszak alatt? Mennyire állandó (konzisztens) a verébcapatok szociális szerveződése, tekintettel arra, hogy a csapatok több ok miatt is változó összetétellel rendelkeznek (pl. „fission-fusion” típusú csoport dinamika, azaz a csoportok rendszeresen szétválhatnak és összeolvadhatnak; természetes demográfiai folyamatok: születés és elhalálozás, kivándorlás és bevándorlás)?
2. Van-e valamilyen kapcsolat az egyedek fenotípusos jellemzői (pl. ivar, dominancia státusz, személyiség, fiziológiai állapot) és a szociális pozíciójuk (szociális hálózatban elfoglalt hely) között?

3. Meghatározza-e az egyedek szociális pozíciója azok rátermettségét (túlélési valószínűség)?

A kiutazás során, egy kivétellel (lásd lentebb), a tervezett célokat sikerült teljesíteni, ezen felül pedig a kint tanult módszereket más projekteken is sikerült alkalmazni. Az érkezésemet követően egy átfogó előadás keretén belül bemutattam a fogadó félnek a rendelkezésre álló adatokat, majd a fogadó féllel közösen kidolgoztunk egy munkastratégiát a kint tartózkodásom idejére. Első körben a mezei veréb csapatok szociális szerveződését elemeztük (1. kérdés). Ehhez három különböző megközelítést alkalmaztunk, hogy képesek legyünk a veréb csapatok hosszú távú szerkezeti konzisztenciáját tesztelni különböző szinteken. Mindenek előtt, az adatokat olyan formában hoztam, hogy alkalmasak legyen az elemzésre, majd ezt követően, először a különböző évekből származó szociális hálózatokat hasonlítottam össze egy mátrix korrelációs módszerrel. A második megközelítésben, egy Bayesian általánosított lineáris kevert modell segítségével, egy diád szintű elemzést végeztem, amelybe teszteltem az egyedek társas hajlamának (szociabilitás) a konzisztenciáját, valamint az egyedek bizonyos fajtársak iránti preferenciáját évek között. Mindezt úgy tettem meg, hogy közben statisztikailag kontrolláltam az egyedek térhasználatára. Ez az elemzési eljárás figyelembe veszi az egyedek megfigyelési gyakoriságát is, amely a térhasználat mellett egy másik gyakori torzító tényező. A fogadófél javaslatára ebbe az elemzésbe beépítettem egy korábban nem tervezett tényezőt is, az egyedek közötti genetikai rokonsági kapcsolatot, így teszteltem, hogy az egyedek csapatokba való szerveződésénél szempont-e a rokonok fok. Végül, harmadik megközelítésként, egy madaraknál eddig még nem alkalmazott módszert használtam, amelyet a fogadófél dolgozott ki eredetileg tengeri emlősökre. Ennek a módszernek a lényege az egyedek közötti szociális kapcsolatok erősségének az osztályozása, úgyszintén figyelembe véve az egyedek térhasználatát. A korábbi megközelítésekhez hasonlóan, itt is teszteltem a kapcsolatok erősségének évek közötti konzisztenciáját. A három megközelítés eredményeit összegezve, megállapítható, hogy a mezei veréb csapatok szociális szerkezete hálózat szinten konzisztens a különböző években, és ezt a hálózat szintű szerkezeti hasonlóságot évek között az egyedek konzisztens szociabilitása és térhasználatára eredményezi, nem pedig az egyedek egymás iránti preferenciája vagy az egyedek közötti rokonsági fok. A hosszú távú konzisztens szociális szerveződés fő mozgatórugói tehát az egyedek szociális személyiség típusa és bizonyos területek iránti preferenciája. Ezekből az eredményekből egy közös kézirat készül (Fülöp et al. 2022a), amelyet a fogadóféllel közösen jegyzünk, és amelyet egy nemzetközileg is elismert rangos szaklapba tervezünk benyújtani.

Az egyedek szociális pozíciója és az egyedi fenotípusos jellemzők közötti kapcsolat (2. kérdés) felderítésére szintén egy Bayesian alapú általánosított lineáris kevert modellt használtam. Először itt is elvégeztem az adatsor összeállítását, a különböző egyedi jellegek (ivar, begyftolt méret – dominancia státuszt jelző tollazati jelleg, explorációs viselkedés – az egyedi személyiség egy másik tengelye a szociabilitás mellett) és a csapatokban való közös előfordulási események összeolvasztását a megfelelő elrendezésben. Ezt követően megszerkesztettem a modellt (az 1 kérdéshez hasonlóan; lásd fentebb), amelyben a térhasználatra kontrollálva teszteltem az egyedek közötti hasonlóság, illetve különbözőség hatását a közös előfordulásukra. Az eredmények alapján az mondható el, hogy az egyedek

csapatokba való szerveződése nem az egyedek közötti fenotípusos hasonlóságok alapján történik, azaz úgy tűnik, hogy a csapatok kialakításánál nem szempont az, hogy hasonlószerű egyedek egymás társaságát keressék, legalábbis nem az eddig tesztelt tulajdonságok alapján. Ezt az elemzést más változókkal kiegészítve még bővíteni tervezzük és az újabb eredmények függvényében tervezünk egy kéziratot írni szintén a fogadóféllel közösen.

Nem sikerült a szociális pozíció és túlélés kapcsolatát (3. kérdés) megvizsgálni az eredetileg tervezett módszerrel (amelyben a fogadófél jártas), mivel a rendelkezésre álló adatok nem tették azt lehetővé. Ez a hiányosság a fogadóféllel történő személyes konzultálás során derült ki. Így tehát ez a kérdés további figyelmet igényel és más módszerek alkalmazását.

A fentebb felsorolt specifikus kérdéseken kívül a kint tartózkodásom alatt elsajátított Bayesian alapú regressziós adatelemzési módszereket sikerrel alkalmaztam egy másik kutatási projektben, amelyben a mezei verebek egyedi fenotípusos jellemzői (ivar, testméret, begyftolt méret és explorációs viselkedés), valamint a szociális kontextusban produkált kompetitív képessége közötti kapcsolatot vizsgáltuk. Ennek a vizsgálatnak az eredményei publikálás alatt állnak (Fülöp et al. 2022b).

A CRAB-nél való tartózkodásom alatt aktívan részt vettem a kutatócsoport hétköznapi életében, amely során szintén rengeteget tanultam és tapasztaltam. Heti rendszerességgel részt vettem egy Bayesian statisztikáról szóló interaktív kurzuson, ahol a kutatócsoport tagjaival közösen sajátítottuk el a Bayesian statisztika fortélyait, annak elméleti hátterét és gyakorlati vonatkozásait. Emellett heti rendszerességgel vettem részt a kutatócsoport találkozóin, ahol a kutatócsoport tagjai, így jómagam is, a munkájukról számoltak be, megvitatta a csoport többi tagjával a munka során felmerülő esetleges kérdéseket, nehézségeket, valamint szintén heti rendszerességgel vettem részt a kutatócsoport által szervezett szemináriumokon, ahol neves külsős meghívottak adtak elő (pl. dr. Gerald Carter, prof. Gloriana Chaverri, dr. Daniel Tomsic, dr. Jenny Tung, stb.), majd azt követően az előadókkal lehetőség szerint kötetlen beszélgetést folytattunk. A heti rendszerességű programok mellett lehetőségem adódott továbbá részt venni a University of Exeter-en működő állati viselkedéssel foglalkozó két nagy kutatócsoport (a CRAB és a Behavioural Ecology Group; <https://biosciences.exeter.ac.uk/research/behaviour/>) éves találkozásán is, amelyik 2021. december 1-jén került megszervezésre, és ahol az exeteri kampuszon tevékenykedő szakemberek mellett a penryni kampuszon dolgozó hallgatók, kutatók is bemutatták munkájukat.

Összegezve, a CRAB-nél eltöltött időszakot sikeresnek értékelem. Az ott eltöltött idő alatt szerzett tudás és tapasztalat, úgy gondolom, jelentősen hozzájárulnak a szakmai fejlődésemhez. Az ösztöndíjas időszak egyik legfontosabb hozadéka továbbá az a szakmai kapcsolat, amelyet sikerült kiépíteni, és amelyet remélhetőleg sikerül a jövőben is fenntartani. A szakmai szempontok mellett, a külföldön szerzett tapasztalatok, élmények mindig személetformálóak, ez alól pedig az Exeter-ben megéltek sem képeznek kivételt. Végezetül, ezúton is szeretném a Tempus Közalapítványnak, hogy a Magyar Állami Eötvös Ösztöndíj támogatottja lehettem.

### **Publikációk, kéziratok**

1. Fülöp A., Németh Z., Kocsis B., Fábíán P.I., Lukács D., Csöppü G., Ellis S., Weiss M.N., Croft D.P., Barta Z. (2022a) Consistency in individual sociability and space use drive long-term social stability in a free-living passerine. (in preparation)
2. Fülöp A., Németh Z., Kocsis B., Deák-Molnár B., Bozsoky T., Csöppü G., Barta Z. (2022b) Fighting ability, personality and melanin signalling in free-living Eurasian tree sparrows (*Passer montanus*). *PeerJ* (minor revision)

Debrecen, 2022. április 30.



Fülöp Attila



©Zsoldos Márton