A magyar szöcskeegér (Sicista trizona) időbeli aktivitásmintázatának vizsgálata tavaszi és nyári kameracsapdás felvételek alapján

Szerző: Ferge Dávid (biológia BSc)
Témavezetők: Kiss Csaba, tanársegéd, Biológiai Intézet – Dr. Cserkész Tamás, tudományos munkatárs, Magyar Természettudományi Múzeum
(Biológia Szekció: *Állatökológia, faunisztika, taxonómia* szekciótagozat; különdíj)

1. BEVEZETÉS

1.1. Általános bevezetés

A magyar szöcskeegér (*Sicista trizona,* Frivaldszky, 1865) a Kárpát-medence endemikus faja. Napjainkra az IUCN vörös listáján a veszélyeztetett fajok közt szerepel (Cserkész, 2019), Magyarországon fokozottan védett, „nemzeti kincsként" tekinthetünk rá. A faj rendkívül ritka esetekben fogható be hagyományos csapdázási módszerekkel (Cserkész, 2010). Az eddigi tapasztalatok alapján csak a földbe leásott vödörcsapdák vezettek sikerre. A frekvenciaérték- és denzitási adatok még mindig hiányosak a szöcskeegérféléket illetően, pedig a szezonális és napi aktivitásaik pontos feltárása kulcsfontosságú lehet a fajvédelem szempontjából.

Egy populáció időbeli niche megállapításának egyik módja a napi aktivitási mintázat (Ridout, 2009). Ezekből az aktivitások időbeli átfedéseit és a két aktivitási mintázat közötti összefüggéseket is kiszámíthatjuk. Ezeket legtöbbször aktivitási szint használatával állapítjuk meg, amely azt mutatja meg, hogy a vizsgált populáció egy nap leforgása során hány órát tölt aktívan, valamint az aktivitási csúcsokat is ábrázolhatjuk, amellyel a maximum aktivitási érték idejét becsülhetjük meg. Az ilyen típusú kutatásokra a kameracsapdás vizsgálatok a legalkalmasabbak. Ennek a technikának az alkalmazásával, néhány nehezen befogható faj esetében, lényegesen több detektációs adatot kaphatunk. Több fajt is képesek vagyunk egyszerre megfigyelni, valamint a régebbi módszerekkel ellentétben, amelyek az állat fizikai befogásával nyerték az adatokat, etikailag is sokkal elfogadhatóbb ez a módszer. További előnyei a használatuknak az ember által elkövetett adatgyűjtési hibák csökkentése és a földrajzi adatok számának növekedése a felmérések során. Azonban a kisemlősöknél a kameracsapdás vizsgálatok kivitelezése némi problémába ütközhet.

A kutatásom fő célja a magyar szöcskeegér szezonális és napi aktivitásmintázatának kiszámítása és ábrázolása volt. Négy egymást követő évben (2019–2022) hagyományos

vadkamerákat helyeztünk ki a Bükki Emlőstani Kutatócsoport Egyesület munkatársaival közösen a Bükki Nemzeti Park Igazgatóság Borsodi-Mezőség Tájvédelmi Körzet területén, amely a magyar szöcskeegér egyetlen eddig ismert élőhelye. A kutatásban a leggyakrabban kameracsapdázott kisemlősökre fókuszáltam, amelyek guildjeinek időbeli niche kutatása is a feladataim közé tartozott. Továbbá azt a célt tűztem ki magamnak, hogy tesztelem a „félénk egér"-elméletet, amely azt jelenti, hogy a magyar szöcskeegér kerüli más rágcsálók aktivitási csúcsait, és csak akkor lesz detektálható, ha ezen fajok kevésbé aktívak.

1. ábra – A magyar szöcskeegér (*Sicista trizona*). Fotó: Szitta Tamás

1.2. Szakirodalmi áttekintés

A dolgozatomban használt szakirodalmakat négy fő szempont szerint rendszereztem, hogy ezek segítségével tudjam bemutatni a szakmai alapjait a kutatásomnak.

2.2.1. Rendszertani besorolás

Az általam vizsgált faj a magyar szöcskeegér (*Sicista trizona*) (1. ábra), amelyről sokáig nem tudták biztosan, hogy különálló fajként tekinthetünk-e rá. Méhely (1913) az anatómiai bélyegeket megfigyelve már bemutatta, hogy a magyar alföldi forma eltér a hegyvidékitől és a Kárpátokon kívüli formáktól. Mostanra elfogadott, hogy a magyar szöcskeegér a Volgától az Altájig elterjedt csíkos szöcskeegér (*Sicista subtilis*) távoli rokona, és ezek faji szinten is elkülönülnek egymástól (Cserkész és mtsai., 2016). A szöcskeegerek (*Sicista*) az ugróegérfélék öregcsaládja (*Dipodoidea*) alapi, evolúciójuk korai időszakában leágazott rágcsálócsaládjának (*Sminthidae*) csupán egyetlen recens génuszát alkotják, és jelenleg 15 fajukat különítik el. Számos molekuláris genetikai vizsgálat alapján elmondhatjuk, hogy a nálunk is élő szöcskeegér távolabbi rokonsága Közép-Ázsia hegyvidékeiről származik, hasonlóan sok sztyeppei fajhoz (Cserkész és mtsai., 2017).

2.2.2. Előfordulás és ökológiai jellemzők

A faj eddigi bizonyított előfordulásáról a közel húszéves kutatásának tükrében kijelenthető, hogy mára már csak a Bükki Nemzeti Park Igazgatóság Borsodi-Mezőség Tájvédelmi Körzet területén fordul elő, a magterülettől kifelé haladva csökkenő gyakorisággal (Cserkész, 2004). A fajnak egyéb potenciális élőhelyei is létezhetnek a bagolyköpet-vizsgálatok szerint, viszont ezekből nem sikerült élő egyedet befogni. A *Sicista trizona* Ausztriában már bizonyítottan kihalt (Pucek, 1999), a Vajdaságban fellelhető élőhelyről pedig még további adatok szükségesek.

A magyar szöcskeegér a marhalegelőkön előforduló háborítatlan gyomos foltokat kedveli, vagy hazánkban ide szorult vissza. A legtöbb egyed útszéli bogáncsosból, valamint mezei aszatos gyomvegetációból kerül elő, de néhányat a rövidebb növényzetű területeken is befoghatunk (Cserkész, 2010). A terráriumi megfigyelések azt mutatják, hogy a szöcskeegér azért is kedveli a bogáncsos, aszatos területeket, mert táplálékként használja az itt gyakori növényeket, a mezei aszatot és az útszéli bogáncsot (Cserkész, 2010). A faj többnyire éjszakai életmódú, fogási adatok nappali időszakból nem származnak (Cserkész és mtsai., 2019). A fészkét csak élelemgyűjtéskor hagyja el, többi esetben a fészek bejáratát is eltömi. Ez a viselkedés az egyik magyarázat lehet arra, hogy miért kerül ennyire ritkán szem elé. A szöcskeegér esős idő, illetve záporok után aktívabb, a megfigyeléseink alapján ilyenkor nagyobb a fogás sikere (Cserkész, 2015). A szöcskeegér relatív gyakoriságának változása jól megfigyelhetően követi a csapadék éves mennyiségét. Az 1998-as év csapadékos időjárásának hatására addig nem tapasztalt gyakoriságban jelentkezett a szöcskeegér. 2003-tól szintén évről évre növekedett a csapadék mennyisége, amivel párhuzamosan növekedett a szöcskeegér száma is a köpetekben. Tehát a csökkenő csapadékmennyiségre csökkenő szöcskeegér-denzitás a válasz. Azonban az alacsony fogási intenzitáshoz hozzájárulhat a terület földművelési kezelésének megváltozása is (Cserkész, 2010). A kutatók tapasztalatai szerint a tereléses legeltetésről kaszálásra való átállás negatív hatással van a szöcskeegér-állományra (Cserkész és mtsai., 2015). Populációdinamikáját tekintve a várakozásnak megfelelően tél felé haladva a megfogott egyedek száma csökken, majd téli álomra vonul az állat (Cserkész, 2010).

2.2.3. A kutatási terület kisemlősfaunája

A különböző fajok felismerése nehézséget okozhat a hasonló külső morfológiai tulajdonságokkal rendelkező állatok esetében (Burns, 2018). A Bükki Nemzeti Park Igazgatóság Borsodi-Mezőség Tájvédelmi Körzet gyepi élőhelyei hat rágcsálófajnak (*Sicista trizona, Apodemus agrarius, Microtus arvalis, Apodemus uralensis, Apodemus sylvaticus, Apodemus flavicollis*) és öt cickányfajnak (*Sorex minutus, Sorex araneus, Crocidura leucodon, Crocidura suavolens, Neomys anomalus*) adnak otthont (Cserkész és Gubányi, 2008). Az említett fajok a képelemzés során szőrzetük, valamint testméretük alapján különíthetők el.

2.2.4. Adatok gyűjtése és feldolgozása

Kutatásomban egy jelenleg még szélesebb körben kevésbé ismert, nem invazív mintagyűjtési módszert alkalmaztam. A vadkamerák egyre szélesebb körben használatosak ökológiai és természetvédelmi kutatásokhoz, felmérésekhez (Rowcliffe és mtsai., 2008; Rendall és mtsai., 2014). Optimális esetben semmiféle vagy csak a lehető legkevesebb zavarást okozhat, melynek segítségével pontosabb adatokat kaphatunk az állatok viselkedéséről, mint az invazív módszerek esetében (De Bondi és mtsai., 2010). A kameracsapdás kutatások azért is hatékonyak, mert a kutató távolról is megfigyelheti az állatokat, nem kell a helyszínen tartózkodnia (Long és mtsai., 2007). A módszer másik el nem hanyagolható előnye, hogy a kamerák kültéri alkalmazásra vannak tervezve, ellenállók az időjárással szemben, valamint egy élőhelyen hosszú ideig használhatók (Giman és mtsai., 2007, Rovero és mtsai., 2013). Egy Svédországban végzett felmérésben bemutatták, hogy északi szöcskeegeret (*Sicista betulina*) is képesek detektálni vadkamerák segítségével (Van der Kooji, 2016), illetve Ausztria alpesi legelőin, egy célzott vadkamerás kutatásban, szintén sikerült detektálni a fajt (Resch és Resch, 2019). Mindkét eset arra enged következtetni, hogy a kameracsapdák alkalmasabbak a szöcskeegérfajok kimutatására, mint a klasszikus terepi kutatási eszközök és metódusok.

3. CÉLKITŰZÉSEK

Kutatásom elején három hipotézist állítottam fel, melyekre választ próbáltam találni. Ezek a következők voltak:

- A magyar szöcskeegér nappal is ugyanolyan aktív, mint éjszaka.
- A magyar szöcskeegér éves és szezonális aktivitási szintjei eltérnek.
- A magyar szöcskeegér napi aktivitásmintázata a területen detektált más kisemlősökhöz viszonyítva eltérő.

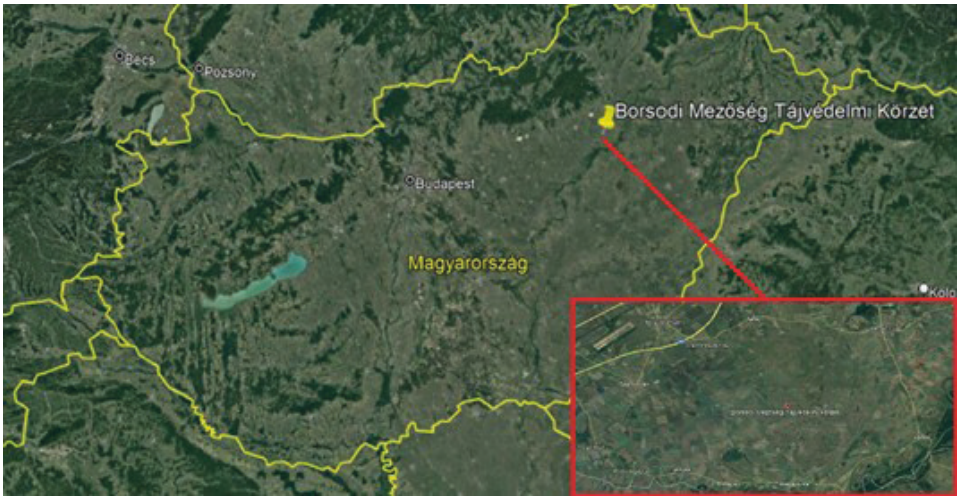
4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. A kutatási terület bemutatása

A magyar szöcskeegér kutatása Magyarországon 2006-ban indult újra, több évtizedes kihagyás után a Bükki Nemzeti Park Igazgatósághoz tartozó Borsodi-Mezőség Tájvédelmi Körzet területén (2. ábra). A körzet hazánk második legnagyobb gyepi élőhelye, amely 18,470 hektárt foglal magába. Növényzetét nagyrészt *Agropyron repens, P. Beauv, Poa angustifolia L., Festuca rubra L.* és *Alopecurus pratensis L.* teszi ki. Jelenlegi kinézetét a területen történő hagyományos állattartás és növénytermesztés, szarvasmarhákkal való

legeltetés, valamint az egykor a Mezőség környezetében folyó Tisza alakította ki a ma is látható formájára. Ezeknek a tulajdonságoknak köszönhetően a tájegység két nagyobb részre osztható fel. A déli részeit olyan mentett árterek jellemzik, melyeket az évszakoktól függően kiszáradó vagy éppen vízben gazdag mocsarak borítanak. A Borsodi-Mezőség északi része a pusztai rész, mely nagyrészt egy száraz, összefüggő gyepterület, mely néhol kisebb mocsarakat foglal magában. Ez a terület ad otthont a *Sicista trizona* eddig ismert egyetlen és nagy eséllyel utolsó élőhelyének (www.bnpi.hu).

A tájvédelmi körzet területén mérsékelten meleg és száraz éghajlat uralkodik. Az évi középhőmérséklet 9,5–10 °C között ingadozhat. A januári középhőmérséklet -2,5 °C, a júniusi pedig 20–20,5 °C. A fagyok a területen októbertől egészen a tavaszi időszakig, akár áprilisig tarthatnak. A területet szélsőséges csapadékingadozás, emiatt pedig szélsőséges vízmozgás jellemzi. Az évi átlag csapadékmennyiség körülbelül 500 mm, ebből a száraz időszakban, amely egészen június végéig tart, összesen átlagban 200 mm. Az alacsonyabban fekvő gyepek a nagyobb esőzések hatására belvízzel borítottakká válhatnak. A felszíni vizeket tekintve a Borsodi-Mezőség Tájvédelmi Körzetet a Tisza, a Sajó, valamint a Hejő patak öleli körbe (www.bnpi.hu).



2. ábra – A magyar szöcskeegér (*Sicista trizona*) hazai élőhelye, a Borsodi-Mezőség Tájvédelmi Körzet (forrás: https://earth.google.com)

a. A kutatási módszer bemutatása

A Bükki Nemzeti Park Igazgatóság Borsodi-Mezőség Tájvédelmi Körzet területén 8 kameracsapdát helyeztünk el, melyek négyévnyi adatot rögzítettek, 2019 márciusától 2022 nyaráig – a téli időszakot kivéve, ami a december, a január és a február hónapokat foglalta magába. Ezeket a hónapokat a *Sicista trizona* téli hibernációja miatt hagytam a kutatásban figyelmen kívül.

Az adatgyűjtés 8 db Uovision UV785 Full HD 12 MP vadkamera segítségével történt, melyek véletlenszerűen lettek elhelyezve a 9 hektárnyi területen. A vadkamerákat oly módon rögzítettük le, hogy azok nyílt élőhelyfoltok felé nézzenek, valamint a közeli kisemlősöket figyeljék meg. A készülékek minden egyes érzékelésnél két képet készítettek egymás után. A kamerákat 50–60 cm-rel a földfelszín fölé helyeztük el, és havonta kétszer ellenőriztük őket a fotók letöltése, a csali újra kihelyezése és az akkumulátor szintjének ellenőrzése céljából. A 8 csapdázási terület mindig minimum 30 méter távolságra volt egymástól. Azért, hogy elkerüljük a csalétektől való függést, három-négy hónaponként megváltoztattuk a csapdák helyét, viszont éves viszonylatban ezeket a csapdázási helyeket újrahasználtuk. A kamerák a nap 24 órájában rögzítették a felvételeket.

A kutatást a Bükki Emlőstani Kutatócsoport Egyesület szakemberei segítségével végeztem. A kameracsapdák pozíciói GPS-koordinátákkal is rögzítve lettek, de ezen adatok az állatok védelme érdekében nem szerepelnek a dolgozatban.

b. A képek kiértékelése

A képek elemzése alatt néha komoly akadályokba ütköztem a fajok felismerésében, amelyek a gyenge képminőség, a rossz kamerabeállítások vagy a nem megfelelő időjárási körülmények miatt adódtak. A célfajhoz hasonló kinézetű fajok is megnehezítették a feladatomat. Az *Apodemus agrarius*ok például a teljes kifejlettséghez közeledve méretben és formában nagyban hasonlítanak a *Sicista trizona*hoz, így az infravörös felvételeken, ahol a szőrzet színezete nehezen látható, és csak a testalakra támaszkodhattam, nem minden esetben kaptam elég információt a két faj megkülönböztetéséhez. Mindkét állatnál megfigyelhető a háti csíkozottság, de a *Sicista trizona* esetében ezt a csíkot két oldalról egy halványabb sáv veszi körbe, ami segítheti a felismerésüket. Ebben a kutatásban a *Sicista trizona*ról, *Apodemus agrarius*ról és *Microtus arvalis*ról készített kameracsapda-felvételeket faji szinten voltam képes megkülönböztetni, ellentétben a területen található cickányfélékkel (*Sorex araneus* és *Sorex minutus*, *Crocidura leucodon* és *Crocidura suaveolens*, *Neomys anomalus*), ahol nem mindig volt egyértelmű a fajok közti különbség. Az *Apodemus* fajok megkülönböztetésének nehézségeit figyelembe véve az összes csík nélküli génuszt az *Apodemus sp.* csoportba helyeztem az adatok elemzése során. Abban az esetben, amikor egy képen ugyanabból a fajból egyszerre több egyed is látható volt, azt egy detektációnak vettem az elemzés felgyorsításának céljából. A kiértékelés és az adatok megjelenítése során a célfajokra rövidítést használtam. Az egyértelműen felismerhető fajokat fajnév alapján, az összevont csoportokat, melyek a képeken nehezen különböztethetők meg, családnév alapján neveztem el. Ezek a következők voltak: *Apodemus agrarius* – AAG, *Apodemus sp.* – APO, *Microtus arvalis* – MAR, *Soricidae* – SOR, *Sicista trizona* – STR.

c. Az adatok feldolgozása

Az adatoknál szűrési időintervallummal dolgoztam, amely azt jelenti, hogy ha a kamerán ugyanazon fajhoz tartozó állatról 5 percen belül több kép is készült, azt egy detektációnak számoltam (Meek és mtsai., 2014). A képek metaadatait Total Commander segítségével nyertem ki. Ezekből az adatokból egy adatbázist építettem, mely magában foglalja a kamerák helyét, a felvételen felismerhető fajokat, valamint a dátumot és a pontos időt. A képeket ezután kétfelé, tavaszi és nyári szezonra bontottam, ahol a tavaszi szezon márciustól májusig, a nyári szezon pedig júniustól augusztusig tartott. Őszi és téli adatokat nem vettem figyelembe a kutatás során, ugyanis a *Sicista trizonáról* rendkívül kevés kép készül ilyenkor a hibernációja miatt. Az adatokat „activity" (Rowcliffe, 2016) és „overlap" (Meredith és Rideout, 2014) csomag használatával, Kernel-becslés segítségével (Duong, 2007) és Gauss-eloszlást alkalmazva ábrázoltam 10.000-es ismétlésszámmal, R statisztikai környezetben (Team R. C., 2013). Az adatoknál becsültem a deltával jelölt átfedési együtthatót, amely kis mintaszám esetén is kiválóan alkalmazható. A napi aktivitás grafikus megjelenítése során valószínűségi sűrűségfüggvényt (PDF) is alkalmaztam (Rowcliffe, 2014). Az adatok elemzésénél küszöbértékekkel dolgoztam, azaz $\Delta \leq 0{,}66$, alacsony átfedés; $0{,}66 < \Delta < 0{,}76$, közepes átfedés; $\Delta \geq 0{,}76$, nagy átfedés (Meredith és Ridout, 2014). Az adataimat Wald-teszt segítségével hasonlítottam össze, amely azt mutatja meg, hogy a két adat származhat-e egy eloszlásból (Gourieroux, és mtsai., 1982). A kutatásban aktivitási szintet néztem, amely azt az időmennyiséget adja meg, amelyet a vizsgált állat aktívan tölt, illetve napi aktivitást is, amely pedig azt mutatja meg, hogy az állat a nap mely részeiben volt a legaktívabb (Rowcliffe és mtsai., 2014).

A mellékletben nem tüntettem fel azokat a PDF-eket, ahol adathiány miatt az RStudio nem tudott ábrát készíteni.

d. Csalétekhatás

Van der Kooji (2016) kutatását alapul véve a vadkamerák környezetébe lenmagot (*Linum usitatissimum*) szórtam a detektációszám növelése érdekében. Ezzel az volt a célom, hogy a megfigyelni kívánt állatok a lehető legtöbb időt töltsék a kamerák érzékelési zónájában, ezzel növelve a detektációk előfordulását. Azért, hogy elkerüljem a stabil élelemforrás esetleges hatásait az állatok viselkedésére, nem helyeztem mindig újabb adag élelmet a készülékek alá, csak 2-3 hetente. Fontos megemlíteni, hogy a kizárólag rovarokkal táplálkozó cickányfajokra a csalétek semmilyen hatást nem fejtett ki.

5. EREDMÉNYEK

a. A detektációk mennyisége

A 8 darab kameracsapdával összesen 4 éven át monitoroztuk a kutatási terület kisemlőseinél az *Apodemus agrarius*, az *Apodemus sp.*, a *Microtus arvalis*, a *Soricidae* és a *Sicista trizona* aktivitását. A négy év alatt összesen 10 329 detektáció történt. A detektációk száma a kutatás időtartama alatt *Apodemus agrarius* esetében 1663 db (16,10%), *Apodemus sp.* esetében 3102 db (31,03%), *Microtus arvalis* esetében 4756 db (46,05%), *Soricidae* esetében 205 db (1,98%), *Sicista trizona* esetében pedig 603 db (5,84%) volt (1. táblázat).

Detektált faj	Detektációk száma (db)	Százalékos arány (%)
Apodemus agrarius (AAG)	1663	16,10
Apodemus sp. (APO)	3102	31,03
Microtus arvalis (MAR)	4756	46,05
Soricidae (SOR)	205	1,98
Sicista trizona (STR)	603	5,84
Összesen	10329	100

1. táblázat – A teljes képanyagból származó detektációk száma és százalékos aránya fajcsoportonként

b. Éves eredmények

Ebben a fejezetben a kutatásomban szereplő fajokra kiszámított éves detektáció számait, valamint a *Sicista trizona* éves aktivitási értékeit fogom bemutatni. A kutatás ideje alatt 2019-ben *Apodemus agrarius*ból 852 db, *Apodemus sp.*-ből 635 db, *Microtus arvalis*ból 697 db, *Soricidae*-ből 53 db, *Sicista trizona*ból 4 db, 2020-ban *Apodemus agrarius*ból 243 db, *Apodemus sp.*-ből 737 db, *Microtus arvalis*ból 1400 db, *Soricidae*-ből 76 db, *Sicista trizona*ból 275 db, 2021-ben *Apodemus agrarius*ból 51 db, *Apodemus sp.*-ből 88 db, *Microtus arvalis*ból 279 db, *Soricidae*-ből 43 db, *Sicista trizona*ból 70 db, 2022-ben *Apodemus agrarius*ból 517 db, *Apodemus sp.*-ből 1642 db, *Microtus arvalis*ból 2380 db, *Soricidae*-ből 33 db, *Sicista trizona*ból 254 db detektáció történt (2. táblázat).

Év/Faj	*Apodemus agrarius*	*Apodemus sp.*	*Microtus arvalis*	*Soricidae*	*Sicista trizona*	Összesen (db)
2019	852	635	697	53	4	2241
2020	243	737	1400	76	275	2731
2021	51	88	279	43	70	531
2022	517	1642	2380	33	254	4826

2. táblázat – A teljes képanyagból származó detektációk száma a kutatás éveire lebontva (db)

Az éves aktivitások PDF-én, melyek a mellékletben kaptak helyet, az X tengelyen a detektálások ideje, az Y tengelyen pedig a detektálások frekvenciája látható. A diagramokon a vastag fekete vonal a valódi fogások kiszámított frekvenciáját, az alatta és felette látható szaggatott vonalak pedig a lehetséges minimális és maximális fogási valószínűség frekvenciáját mutatják (1. melléklet).

A *Sicista trizona* esetében (1. melléklet) az „A" grafikonon nem történt nappali időszakban detektáció. A detektálások frekvenciája 18:00-kor kezdett emelkedni, a maximumot körülbelül 4:00-kor érte el nagyjából 0,5-ös frekvenciaértékkel, amely csökkent egészen reggel 8:00-ig. A „B" grafikonon sem történt nappali időszakban detektáció. A detektálások frekvenciája itt is 18:00-kor kezdett emelkedni, a maximumot körülbelül 4:00- kor érte el nagyjából 40-es frekvenciaértékkel, amely reggel 6:00-ig csökkent. A „C" grafikonon sem történt nappali időszakban detektáció. A detektálások frekvenciája 18:00-kor kezdett emelkedni, a maximumot körülbelül 21:00-kor érte el nagyjából 13-as frekvenciaértékkel, amely csökkent egészen reggel 6:00-ig. A „D" grafikonon nem történt nappali időszakban detektáció. A detektálások frekvenciája 20:00-kor kezdett emelkedni, a maximumot körülbelül 23:00-kor érte el nagyjából 35-ös frekvenciaértékkel, amely ebben az esetben is egészen reggel 6:00-ig csökkent.

c. Szezonális eredmények

A tavaszi és nyári detektációkat szezononként és fajonként összesítettem (3. táblázat). A tavaszi szezonban *Apodemus agrarius*ból 741 db, *Apodemus sp.*-ből 1017 db, *Microtus arvalis*ból 1246 db, *Soricidae*-ből 21 db, *Sicista trizona*ból 237 db detektáció történt. A nyári szezonban *Apodemus agrarius*ból 824 db, *Apodemus sp.*-ből 1990 db, *Microtus arvalis*ból 3312 db, *Soricidae*-ből 134 db, *Sicista trizona*ból 344 db detektáció történt.

Szezon/Faj	***Apodemus agrarius***	***Apodemus sp.***	***Microtus arvalis***	***Soricidae***	***Sicista trizona***	**Összesen (db)**
Tavasz	741	1017	1264	21	237	3262
Nyár	824	1990	3312	134	344	6604

3. táblázat – A teljes képanyagból származó detektációk száma tavaszi és nyári szezonra lebontva (db)

5.3.1. Szezonális aktivitás

A következő fejezetben a *Sicista trizona* kiszámított szezonális aktivitási értékeit fogom bemutatni, melyek szintén a mellékletben kaptak helyet. A szezonális aktivitások PDF-én az X tengelyen a detektálások ideje, az Y tengelyen pedig a detektálások frekvenciája látható. A diagramokon a vastag fekete vonal a valódi fogások kiszámított frekvenciáját, az alatta és felette látható szaggatott vonalak pedig a lehetséges minimális és maximális fogási valószínűség frekvenciáját mutatják (2–4. mellékletek).

A *Sicista trizona* esetében (2. melléklet) az „A” grafikonon nem történt nappali időszakban detektáció. A detektálások frekvenciája 18:00-kor kezdett emelkedni, a maximumot körülbelül 23:00-kor érte el nagyjából 35-ös frekvenciaértékkel, amely csökkent egészen 6:00-ig. A „B” grafikonon nem történt nappali időszakban detektáció. A detektálások frekvenciája 18:00-kor kezdett emelkedni, a maximumot körülbelül 3:00-kor érte el nagyjából 48-as frekvenciaértékkel, amely csökkent egészen reggel 7:00-ig.

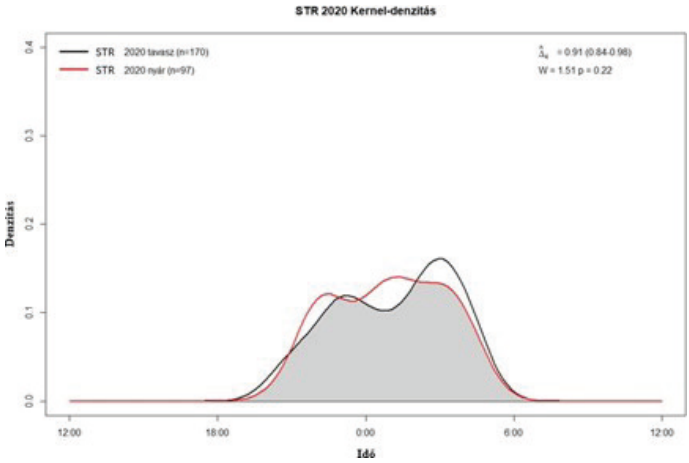
5.3.2. Szezonális aktivitás éves viszonylatban

Ebben a fejezetben a *Sicista trizona* kiszámított szezonális aktivitási értékeit fogom bemutatni a kutatásom éveiben.

A *Sicista trizona* esetében (3. és 4. mellékletek) az „A” grafikonon két detektáció állt rendelkezésre, így az RStudio nem tudott az adatokból számolni, ezért nem értékelhető PDF-et készített. A „B” grafikon esetében egy detektáció állt rendelkezésre, így az RStudio itt sem tudott az adatokból számolni, ezért itt sem értékelhető a PDF. A „C” grafikonon nem történt nappali időszakban detektáció. A detektálások frekvenciája 18:00-kor kezdett emelkedni, a maximumot körülbelül 3:00-kor érte el nagyjából 28-as frekvenciaértékkel, amely csökkent egészen 6:00-ig. A „D” grafikonon sem történt nappali időszakban detektáció. A detektálások frekvenciája 19:00-kor kezdett emelkedni, a maximumot körülbelül 2:00-kor érte el nagyjából 14-es frekvenciaértékkel, amely itt is egészen 6:00-ig csökkent. Az „E” grafikonon sem történt nappali időszakban detektáció. A detektálások frekvenciája 18:00-kor kezdett emelkedni, a maximumot körülbelül 2:00-kor érte el nagyjából 2,5-ös frekvenciaértékkel, amely csökkent egészen reggel 7:00-ig. Az „F” grafikonon is csak az éjszakai időszakban történt detektáció. A detektálások frekvenciája 18:00-kor kezdett emelkedni, a maximumot körülbelül 2:00-kor érte el nagyjából 8-as frekvenciaértékkel, amely csökkent reggel 6:00-ig. A „G” grafikonon nem történt nappali időszakban detektáció. A detektálások frekvenciája 17:00-kor kezdett emelkedni, a maximumot körülbelül 2:00-kor érte el nagyjából 7-es frekvenciaértékkel, amely csökkent egészen 7:00-ig. A „H” grafikonon szintén nem történt nappali időszakban detektáció. A detektálások frekvenciája 20:00-kor kezdett emelkedni, a maximumot körülbelül 3:00-kor érte el nagyjából 30-as frekvenciaértékkel, amely reggel 6:00-ig csökkent.

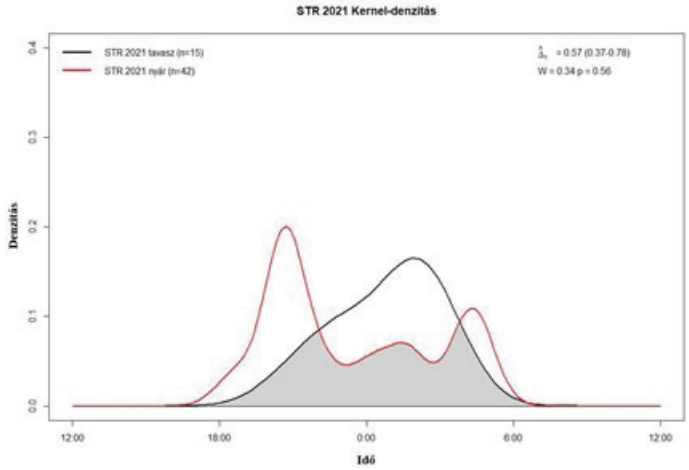
d. A napi aktivitások szezonális összehasonlítása

Ebben a fejezetben azt mutatom be, hogy a *Sicista trizona* tavaszi és nyári denzitási értékei szezonálisan milyen átfedésben vannak egymással. A két vizsgált szezont összehasonlító Kernel-becslés esetében az X tengelyen a detektálások idejét láthatjuk órában megadva, az Y tengely pedig a denzitás értékét jelöli. A jobb felső sarokban a kiszámított átfedési együttható (delta) látható a konfidenciaintervallummal. A két szezon átfedésének szignifikanciáját a p-értékről lehet leolvasni, a W a Wald-teszt eredményét, a Δ pedig a *Sicista trizona* átfedési együtthatóját mutatja, mellette a konfidenciaintervallummal (3–5. ábrák).



3. ábra – *A Sicista trizona* (STR) 2020. évi tavaszi és nyári aktivitásmintázatának összehasonlítása Kernel-becsléssel. Fekete vonal – STR 2020 tavasz, piros vonal – STR 2020 nyár. A szürke terület a kettő átfedését mutatja.

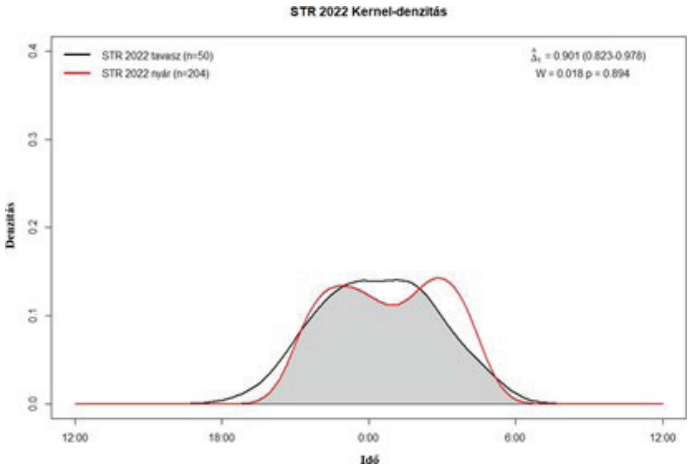
A *Sicista trizona* 2020. évi tavaszi és nyári szezonokat összehasonlító Kernel-becslése esetén láthatjuk, hogy csak az éjszakai órákban aktív az állat, denzitása 19:00 és 7:00 közt a legmagasabb, a két szezon denzitási szintje nem tér el egymástól szignifikánsan (W = 1,51, p = 0,22). Az átfedés értéke ebben az esetben 0,91 (3. ábra).



4. ábra – A *Sicista trizona* (STR) 2021. évi tavaszi és nyári aktivitásmintázatának összehasonlítása Kernel-becsléssel. Fekete vonal – STR 2021 tavasz, piros vonal – STR 2021 nyár. A szürke terület a kettő átfedését mutatja.

A *Sicista trizona* 2021. évi tavaszi és nyári szezonokat összehasonlító Kernel-becslése esetén láthatjuk, hogy csak az éjszakai órákban aktív az állat, denzitása 17:00 és 6:00

közt a legmagasabb, a két szezon denzitási szintje nem tér el egymástól szignifikánsan (W = 0,34, p = 0,56). Az átfedés értéke ebben az esetben 0,57 (4. ábra).



5. ábra – A *Sicista trizona* (STR) 2022. évi tavaszi és nyári aktivitásmintázatának összehasonlítása Kernel-becsléssel. Fekete vonal – STR 2022 tavasz, piros vonal – STR 2022 nyár. A szürke terület a kettő átfedését mutatja.

A *Sicista trizona* 2022. évi tavaszi és nyári szezonokat összehasonlító Kernel-becslése esetén láthatjuk, hogy csak az éjszakai órákban aktív az állat, denzitása 18:00 és 6:00 közt a legmagasabb, a két szezon denzitási szintje nem tér el egymástól szignifikánsan (W = 0,018, p = 0,894). Az átfedés értéke ebben az esetben 0,901 (5. ábra).

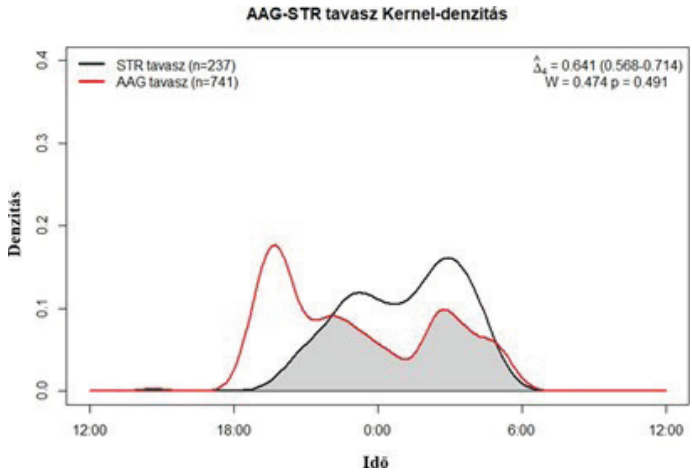
e. A Sicista trizona *szezonális napi aktivitásának összehasonlítása a terület többi kisemlőseivel*

Az alábbi kimutatás a kutatásban szereplő fajok szezonokra levetített *Sicista trizona*val való összehasonlításaiból kiszámított adatokat tünteti fel (4. táblázat).

Tavasz	Δ	KI	K	SZH	W	p
STR-AAG	0.641	0.568-0.714	0.0233	0.034	0.474	0.491
STR-APO	0.912	0.865-0.950	-0.042	0.025	2.705	0.100
STR-MAR	0.780	0.721-0.839	-0.086	0.030	7.881	**0.005***
STR-SOR	0.766	0.598-0.933	0.069	0.055	1.584	0.208

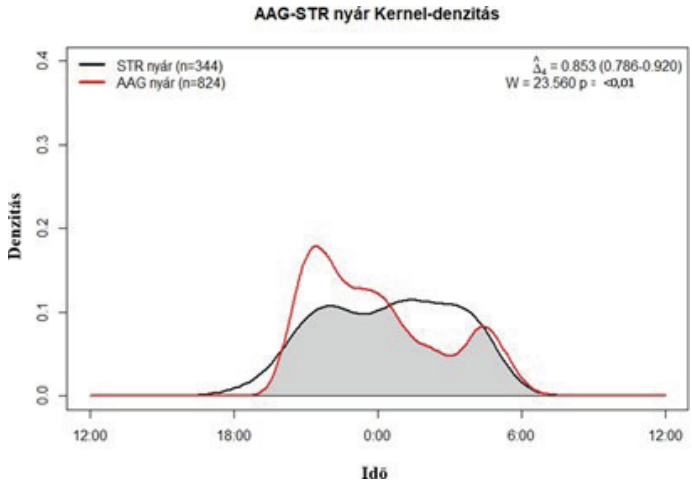
Nyár	Δ	KI	K	SZH	W	p
STR-AAG	0.853	0.786-0.920	0.130	0.027	23.560	**< 0.001***
STR-APO	0.881	0.824-0.939	0.095	0.027	12.576	**< 0.001***
STR-MAR	0.893	0.844-0.942	0.017	0.026	0.433	0.511
STR-SOR	0.782	0.703-0.860	0.063	0.034	3.450	0.063

4. táblázat – Az átfedések mértéke a kutatott fajpárok esetében. AAG: *Apodemus agrarius*, APO: *Apodemus sp.*, MAR: *Microtus arvalis*, SOR: *Soricidae*, STR: *Sicista trizona*. Delta (Δ): a fajok átfedési együtthatója, KI: konfidenciaintervallum, K: különbség a fajok becslései között, SZH: a különbségek sztenderd hibái, W: Wald-teszt eredménye, p: a két faj denzitásbeli eltérésének szignifikanciáját adja meg. Vastaggal szedett érték és *: szignifikáns értékeket jelöl.



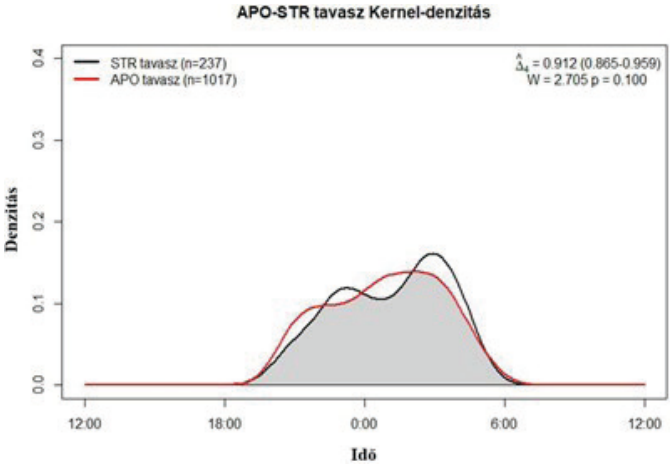
6. ábra – A *Sicistra trizona* (STR) és az *Apodemus agrarius* (AAG) tavaszi aktivitásmintázatának összehasonlítása Kernel-becsléssel. Fekete vonal – STR tavasz, piros vonal – AAG tavasz. A szürke terület a két faj denzitásának tavaszi átfedését mutatja.

A *Sicista trizona* és *Apodemus agrarius* tavaszi szezonokat összehasonlító Kernel-becslése esetén láthatjuk, hogy mindkét faj csak az éjszakai órákban aktív. A S*icista trizona* denzitása 4:00-kor, az *Apodemus agrarius* denzitása 20:00-kor a legmagasabb, a két faj tavaszi denzitási szintjének eltérése a p-érték alapján nem szignifikáns (W = 0,474, p = 0,491). Ebben az esetben a fajok átfedési együtthatója (Δ) 0,641, a konfidencia-intervallum 0,568–0,714 (6. ábra).



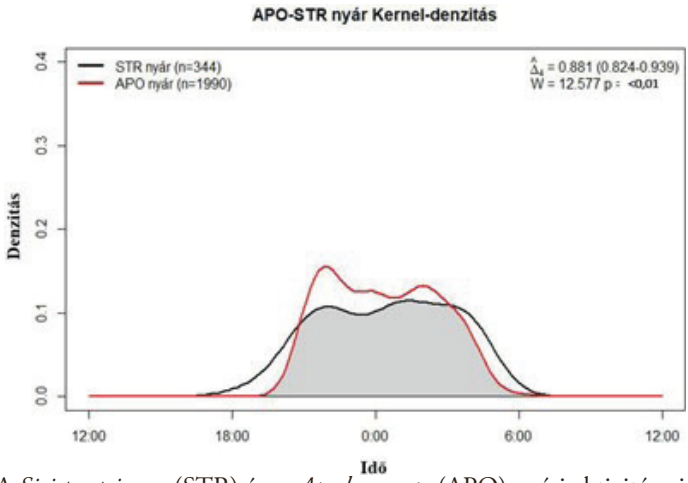
7. ábra – A *Sicistra trizona* (STR) és az *Apodemus agrarius* (AAG) nyári aktivitásmintázatának összehasonlítása Kernel-becsléssel. Fekete vonal – STR nyár, piros vonal – AAG nyár. A szürke terület a két faj denzitásának nyári átfedését mutatja.

A *Sicista trizona* és *Apodemus agrarius* nyári szezonokat összehasonlító Kernel-becslése esetén láthatjuk, hogy mindkét faj csak az éjszakai órákban aktív. A S*icista trizona* denzitása 2:00-kor, az *Apodemus agrarius* denzitása 21:00-kor a legmagasabb, a két faj tavaszi denzitási szintjének eltérése a p-érték alapján szignifikáns (W = 23,560, p = <0,01). Ebben az esetben a fajok átfedési együtthatója (Δ) 0,853, a konfidencia-intervallum 0,786–0,920 (7. ábra).



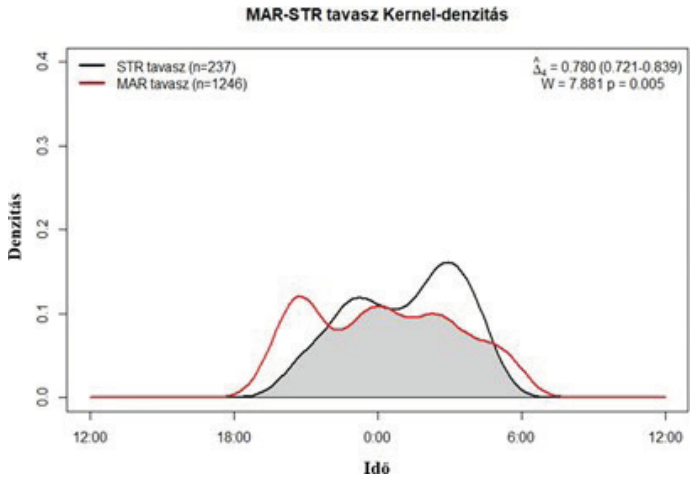
8. ábra – A *Sicistra trizona* (STR) és az *Apodemus sp.* (APO) tavaszi aktivitásmintázatának összehasonlítása Kernel-becsléssel. Fekete vonal – STR tavasz, piros vonal – APO tavasz. A szürke terület a két faj denzitásának tavaszi átfedését mutatja.

A *Sicista trizona* és *Apodemus sp.* tavaszi szezonokat összehasonlító Kernel-becslése esetén láthatjuk, hogy mindkét faj csak az éjszakai órákban aktív. A S*icista trizona* denzitása 4:00-kor, az *Apodemus sp.* denzitása 3:00-kor a legmagasabb, a két faj tavaszi denzitási szintjének eltérése a p-érték alapján nem szignifikáns (W = 2,705, p = 0,1). Ebben az esetben a fajok átfedési együtthatója (Δ) 0,912, a konfidenciaintervallum 0,865–0,959 (8. ábra).



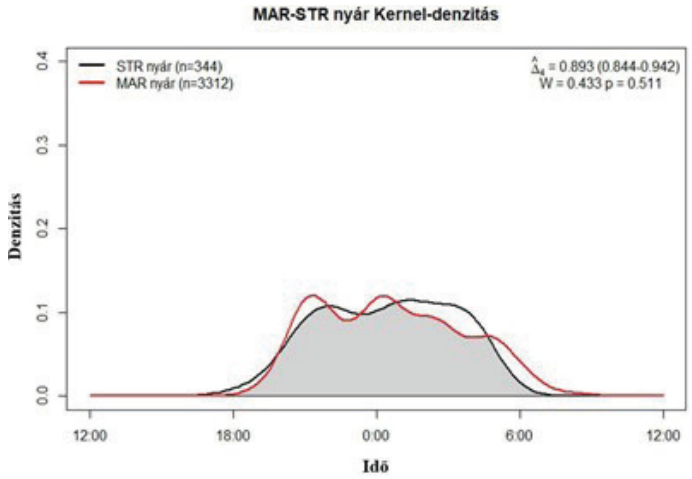
9. ábra – A *Sicistra trizona* (STR) és az *Apodemus sp.* (APO) nyári aktivitásmintázatának összehasonlítása Kernel-becsléssel. Fekete vonal – STR nyár, piros vonal – APO nyár. A szürke terület a két faj denzitásának nyári átfedését mutatja.

A *Sicista trizona* és *Apodemus sp.* nyári szezonokat összehasonlító Kernel-becslése esetén láthatjuk, hogy mindkét faj csak az éjszakai órákban aktív. A S*icista trizona* denzitása 2:00-kor, az *Apodemus sp.* denzitása 22:00-kor a legmagasabb, a két faj tavaszi denzitási szintjének eltérése a p-érték alapján szignifikáns (W = 12,577, p = <0,01). Ebben az esetben a fajok átfedési együtthatója (Δ) 0,881, a konfidenciaintervallum 0,824–0,939 (9. ábra).



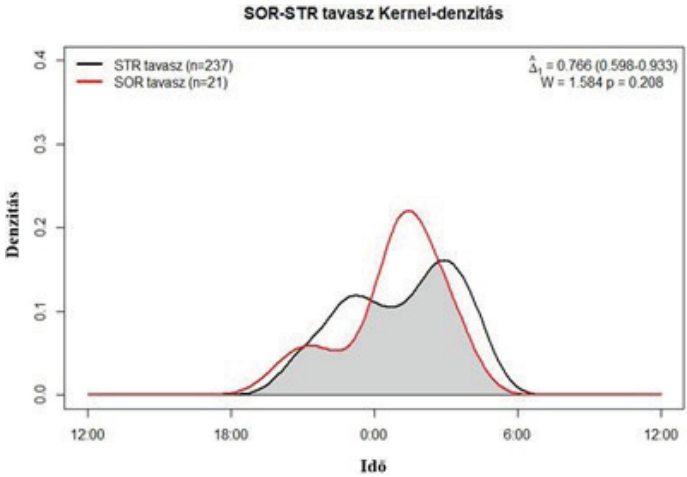
10. ábra – A *Sicistra trizona* (STR) és a *Microtus arvalis* (MAR) tavaszi aktivitásmintázatának összehasonlítása Kernel-becsléssel. Fekete vonal – STR tavasz, piros vonal – MAR tavasz. A szürke terület a két faj denzitásának tavaszi átfedését mutatja.

A *Sicista trizona* és *Microtus arvalis* tavaszi szezonokat összehasonlító Kernel-becslése esetén láthatjuk, hogy mindkét faj csak az éjszakai órákban aktív. A *Sicista trizona* denzitása 3:00-kor, a *Microtus arvalis* denzitása 20:00-kor a legmagasabb, a két faj tavaszi denzitási szintjének eltérése a p-érték alapján szignifikáns (W = 7,881, p = 0,005). Ebben az esetben a fajok átfedési együtthatója (Δ) 0.780, a konfidenciaintervallum 0,721–0,839 (10. ábra).



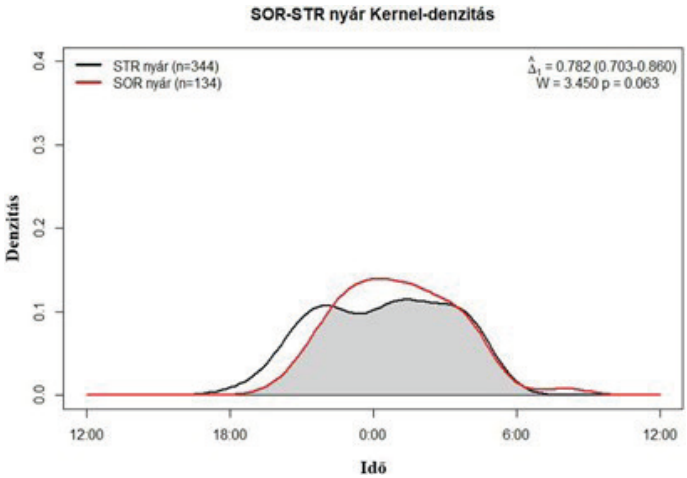
11. ábra – A *Sicistra trizona* (STR) és a *Microtus arvalis* (MAR) nyári aktivitásmintázatának összehasonlítása Kernel-becsléssel. Fekete vonal – STR nyár, piros vonal – MAR nyár. A szürke terület a két faj denzitásának nyári átfedését mutatja.

A *Sicista trizona* és *Microtus arvalis* nyári szezonokat összehasonlító Kernel-becslése esetén láthatjuk, hogy mindkét faj csak az éjszakai órákban aktív. A *Sicista trizona* denzitása 2:00-kor, a *Microtus arvalis* denzitása 21:00-kor a legmagasabb, a két faj tavaszi denzitási szintjének eltérése a p-érték alapján nem szignifikáns (W = 0,433, p = 0,511). Ebben az esetben a fajok átfedési együtthatója (Δ) 0,893, a konfidenciaintervallum 0,844–0,942 (11. ábra).



12. ábra – A *Sicistra trizona* (STR) és a *Soricidae* (SOR) tavaszi aktivitásmintázatának összehasonlítása Kernel-becsléssel. Fekete vonal – STR tavasz, piros vonal – SOR tavasz. A szürke terület a két faj denzitásának tavaszi átfedését mutatja.

A *Sicista trizona* és *Soricidae* tavaszi szezonokat összehasonlító Kernel-becslése esetén láthatjuk, hogy mindkét faj csak az éjszakai órákban aktív. A S*icista trizona* denzitása 4:00- kor, a *Soricidae* denzitása 2:00-kor a legmagasabb, a két faj tavaszi denzitási szintjének eltérése a p-érték alapján nem szignifikáns (W = 1,584, p = 0,208). Ebben az esetben a fajok átfedési együtthatója (Δ) 0,766, a konfidenciaintervallum 0,598–0,933 (12. ábra).



13. ábra – A *Sicistra trizona* (STR) és a *Soricidae* (SOR) nyári aktivitásmintázatának összehasonlítása Kernel-becsléssel. Fekete vonal – STR nyár, piros vonal – SOR nyár. A szürke terület a két faj denzitásának nyári átfedését mutatja.

A *Sicista trizona* és *Soricidae* nyári szezonokat összehasonlító Kernel-becslése esetén láthatjuk, hogy mindkét faj csak az éjszakai órákban aktív. A *Sicista trizona* denzitása 4:00- kor, a *Soricidae* denzitása 2:00-kor a legmagasabb, a két faj tavaszi denzitási szintjének eltérése a p-érték alapján nem szignifikáns (W = 3,450, p = 0,063). Ebben az esetben a fajok átfedési együtthatója (Δ) 0,766, a konfidenciaintervallum 0,598–0,933 (13. ábra).

6. ÖSSZEFOGLALÓ

6.1. A vizsgált fajok detektációs arányai

Eredményeim alapján megállapítható, hogy a vizsgált célfajok közül a területen legygyakrabban detektált faj a *Microtus arvalis* volt 46,05%-os előfordulással. Ezt követően az *Apodemus sp.* (31,03%), majd az *Apodemus agrarius* (16,10%), a *Sicista trizona* (5,84%) és a *Soricidae* (1,98%) szerepel. Tehát a kutatásom alapjául szolgáló *Sicista trizona* a területen a ritkábban detektálható fajok közé tartozik (1. táblázat).

6.2. Az éves adatok eredményeinek összefoglalója

A legnagyobb összesített detektációszámot a 2022-es évben sikerült mérni (4826 db). *Apodemus agrarius* esetében 2019-ben történt a legtöbb detektálás (852 db), *Apodemus sp.*- nél (1642 db) és *Microtus arvalis*nál (2380 db) 2022-ben, míg a *Soricidae*-nél (76 db) és a *Sicista trizon*ánál (275 db) a 2020-as évben. A legkevesebb detektáció *Apodemus*

agrarius nál 2021-ben (51 db), *Apodemus sp*. (88 db) és *Microtus arvalis* (279 db) esetében szintén, *Soricidae*-nél 2022-ben (33 db), *Sicista trizon*ánál pedig 2019-ben (4 db). Ezek alapján kijelenthető, hogy nincsenek azonos egyedszámok a célfajok között, az évek változásával a detektációk száma is nagymértékben változik. A legszembetűnőbb, hogy a *Sicista trizona* detektációszáma 2019-ben jelentősen alacsonyabb volt (4 db), mint a kutatás többi évében (2. táblázat).

Az éves aktivitás PDF-ábrájáról leolvasható, hogy a *Sicista trizona* az esti óráktól a kora reggeli órákig volt aktív. Ez az idősáv körülbelül 18:00-tól másnap 6:00–7:00-ig tartott. A fajnak 2019-ben volt a legalacsonyabb a frekvenciamaximuma, ahol ez az érték 0,5 (1. melléklet, 2. táblázat).

6.3. A szezonális adatok eredményeinek összefoglalója

A szezonális adatok alapján a legnagyobb összesített detektációszámot a nyári szezonban sikerült mérni (6604 db). Ez a szám jóval nagyobb volt, mint a tavaszi adatok (3262 db), ami nagy valószínűséggel a téli, ínségesebb időszak előtt történő táplálékgyűjtéshez köthető. Az *Apodemus agrarius* esetében ez 824 detektációt, *Apodemus sp.* esetében 1990-et, *Microtus arvalis*nál 3312-t, *Soricidae*-nél 134-et, *Sicista trizon*ánál pedig 344-et jelentett. A szezonális bontásban sem láthatunk közel azonos egyedszámokat, a szezonok változásával a detektációk száma is nagymértékben eltér pozitív irányba (3. táblázat).

A szezonális aktivitások PDF-ábráinak összehasonlítása alapján elmondható, mint ahogy az éves PDF-ábráknál is, hogy a *Sicista trizona* kizárólag az éjszakai-kora reggeli órákban volt aktív, kivétel egy esetben sem történt (2–4. mellékletek).

6.4. A napi aktivitások szezonális összehasonlításának összefoglalója

A napi aktivitások szezonális összehasonlításánál megfigyelhető, hogy nincs a denzitási értékek közt szignifikáns eltérés egyik ábra esetében sem (3–5. ábrák).

6.5. A napi aktivitások szezonális összehasonlításának összefoglalója a **Sicista trizona** *és a terület többi kisemlőse közt*

A napi aktivitások szezonális összehasonlítását tekintve azt tapasztaltam, hogy a legtöbb faj tavaszi aktivitási mintázata nem tér el szignifikánsan a *Sicista trizon*aétól. Kivételt képez ezek közül a *Microtus arvalis* (p = 0,005) (10. ábra). Nyáron már az összehasonlított fajok közül az *Apodemus agrarius*szal (7. ábra) és az *Apodemus sp.*-vel (9. ábra) is szignifikáns eltérést lehet leolvasni, viszont a *Microtus arvalis*szal már nincs szignifikáns eltérés a denzitási görbék között (11. ábra). Ezen adatok alapján a *Sicista trizona* a tavaszi szezonban, a *Microtus arvalis* kivételével, a terület többi kisemlősének napi aktivitási mintázatával nagymértékű egyezést mutat. Nyári szezonban a *Microtus arvalis*szal és a *Soricidae*-vel aktív egyazon időszakokban, az *Apodemus agrarius*szal és az *Apodemus sp.*-vel pedig nem egyezik aktivitásuk (6–13. ábrák, 4. táblázat).

7. KONKLÚZIÓ

Hazai és világviszonylatban is hatalmas probléma a természetes élőhelyek rohamos csökkenése és degradációja. Az ökoszisztémában nélkülözhetetlen fajok közé tartozik a kevésbé ismert magyar szöcskeegér is, amely hazánkban fokozottan védett, és a jelen vizsgálat eredményeinek tükrében hozzájárulhatunk további konzervációbiológiai kutatásához.

Dolgozatom témájául a magyar szöcskeegér időbeli aktivitásmintázatának vizsgálatát választottam tavaszi és nyári kameracsapdás felvételek alapján. A kutatásom a Bükki Nemzeti Park Igazgatóság Borsodi-Mezőség Tájvédelmi Körzetének területén valósult meg. 2021. első félévében csatlakoztam ahhoz a vizsgálathoz, amelyet a Bükki Emlőstani Kutatócsoport Egyesület munkatársai végeznek már hosszú évek óta. A kutatás célja a magyar szöcskeegér életmódjának, azon belül is az egyes szezonokban és években a napi aktivitásának tüzetesebb megismerése kameracsapdák segítségével.

Kutatásom során a területen kihelyezett 8 db vadkamera segítségével figyeltem meg a terület kisemlőseinek napi, szezonális, illetve éves aktivitását 4 éven keresztül. A feladataim közé tartozott a kameracsapdák ellenőrzése, azok képeinek számítógépre másolása, a kinyert adatok kiértékelése RStudióban, valamint elemzése.

A kapott eredmények alapján elmondható, hogy a kutatásom elején meghatározott hipotézisekre sikerült választ kapnom:

- A magyar szöcskeegérről a napi aktivitásgörbék elemzése során kiderült, hogy kizárólag éjszaka aktív, nappali felvételek az állatról egy esetben sem készültek.
- A magyar szöcskeegér éves és szezonális aktivitási szintjei ténylegesen eltérnek egymástól.
- A magyar szöcskeegér napi aktivitásmintázata a kutatási területen detektált más kisemlősökhöz viszonyítva, legtöbb esetben, nagymértékű egyezést mutatott.

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom témavezetőimnek, Kiss Csabának és dr. Cserkész Tamásnak a hasznos tanácsaikért és észrevételeikért a dolgozatommal kapcsolatban, valamint köszönöm segítségüket a terepi kutatás során. Továbbá köszönöm a Bükki Nemzeti Park Igazgatóság és a Bükki Emlőstani Kutatócsoport Egyesület munkatársainak a kutatáshoz nyújtott támogatásukat.

A kutatásom a Nemzet Fiatal Tehetségeiért Ösztöndíj című, NTP-NFTÖ-21 kódjelű, „A magyar szöcskeegér (*Sicista trizona*) populációdinamikai vizsgálata" pályázat támogatásával valósul meg, és a GRASSLAND LIFE IP (LIFE17 IPE/HU/000018) projekt támogatta.

9. IRODALOMJEGYZÉK

Cserkész, T., Estók, P., & Práger, A. (2004). *A magyar csíkos szöcskeegér* (Sicista subtilis trizona Petényi, 1882).

Cserkész, T., & Gubányi, A. (2008). New record of Southern birch mouse, Sicista subtilis trizona in Hungary. *Folia Zoologica*, *57*(3), 308.

Cserkész, T. (2010). A csíkos szöcskeegér (Sicista subtilis trizona) ökológiai, taxonómiai és konzervációbiológiai vizsgálata (*Doctoral dissertation*).

Cserkész, T., Aczél-Fridrich, Z., Hegyeli, Z., Sugár, S., Czabán, D., Horváth, O., & Sramkó, G. (2015). Rediscovery of the Hungarian birch mouse (Sicista subtilis trizona) in Transylvania (Romania) with molecular characterisation of its phylogenetic affinities. *Mammalia*, *79*(2), 215–224. URL: https://doi.org/10.1515/mammalia-2013-0167

Cserkész, T., Rusin, M., & Sramkó, G. (2016). An integrative systematic revision of the European southern birch mice (Rodentia: Sminthidae, Sicista subtilis group). *Mammal Review*, *46*(2), 114–130. URL: https://doi.org/10.1111/mam.12058

Cserkész, T., Czabán, D., Rusin, M., & Sramko, G. (2017). Recent geographic distribution of birch mice (genus Sicista) in the western Great Caucasus Mts., with designation of terra typica for Sicista caucasica (Sminthidae, Rodentia). *North-Western Journal of Zoology*, *13*(2), 371–375

Cserkész, T. 2019. Sicista trizona (errata version published in 2022). The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T92332716A217342457. Accessed on 16 November 2022.

De Bondi, N., White, J. G., Stevens, M., & Cooke, R. (2010). A comparison of the effectiveness of camera trapping and live trapping for sampling terrestrial small- mammal communities. *Wildlife research, 37*(6), 456–465. URL: https://doi.org/10.1071/WR10046

Duong, T. (2007). ks: Kernel density estimation and kernel discriminant analysis for multivariate data in R. *Journal of statistical software*, *21*, 1–16. URL: https://doi.org/10.18637/jss.v021.i07

Frivaldszky, I. (1865). *Jellemző adatok Magyarország faunájához*.

Giman, B., Stuebing, R., Megum, N., Mcshea, W. J., & Stewart, C. M. (2007). A camera trapping inventory for mammals in a mixed use planted forest in Sarawak, *Raffles Bulletin of Zoology*.

Gourieroux, C., Holly, A., & Monfort, A. (1982). Likelihood ratio test, Wald test, and Kuhn-Tucker test in linear models with inequality constraints on the regression parameters. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 63–80. URL: https://doi.org/10.2307/1912529

Long, R. A., Donovan, T. M., Mackay, P., Zielinski, W. J., Buzas, J. S. (2007). Comparing Scat Detection Dogs, Cameras, and Hair Snares for Surveying Carnivores, *Journal of Wildlife Management 71*(6): 2018–2025. URL: https://doi.org/10.2193/2006-292

Meredith, M., Ridout M. (2014). Overview of the overlap package. *R Proj 1-9*

Méhely, L. (1913). *Magyarország csíkos egerei*.

Pucek, Z. (1999). Sicista subtilis (Pallas, 1773) –The Southern birch mouse. *The Atlas of European mammals. Academic Press, London*, 306–307.

Rendall, A. R., Sutherland, D. R., Cooke, R., & White, J. (2014). Camera trapping: a contemporary approach to monitoring invasive rodents in high conservation priority ecosystems. *PloS one*, *9*(3), e86592. URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086592

Resch, C., & Resch, S. (2019). Die Birkenmaus (Sicista betulina) im Nationalpark Gesäuse.

Ridout, M. S., & Linkie, M. (2009). Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, *14*(3), 322–337. URL: doi:10.1198/jabes.2009.08038

Rovero, F., Zimmermann, F., Berzi, D., & Meek, P. (2013). Which camera trap type and how many do I need?, A review of camera features and study designs for a range of wildlife research applications. *Hystrix, 24*(2). URL: https://doi.org/10.4404/hystrix-24.2-8789

Rowcliffe, J. M., & Carbone, C. (2008). Surveys using camera traps: are we looking to a brighter future?. *Animal conservation*, *11*(3), 185–186. URL: doi:10.1111/j.1469-1795.2008.00180.x

Rowcliffe. J. M., Kays R, Kranstauber B, Carbone C, Jansen PA (2014). Quantifying levels of animal activity using camera trap data. *Methods Ecol Evol 5*:1170–1179. URL: https://doi.org/10.1111/2041- 210X.12278

Rowcliffe. J. M., (2016). Package 'activity'. Animal activity statistics R Package Version 1. URL: https://cran.r-project.org/web/packages/activity/index.html

Team, R. C. (2013). 2015. R: A language and environment for statistical computing.

Internetes hivatkozások:

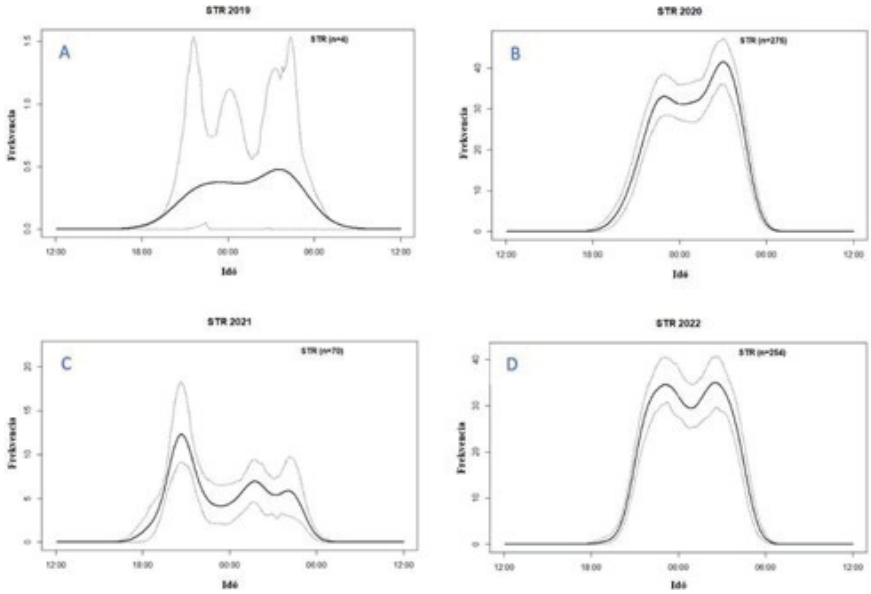
https://www.bnpi.hu/hu/borsodi-mezoseg-tajvedelmi-korzet (2022. december 26.)

https://www.bnpi.hu/msite/194/28be1e1f0b9b45776644b26430262548.jpg(2022. december 26.)

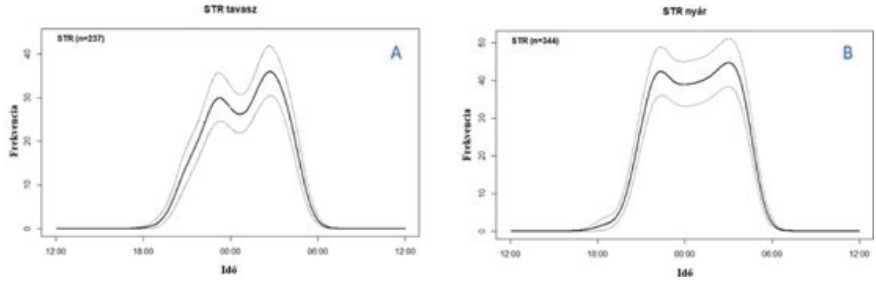
https://earth.google.com/web/search/Borsodi+Mez%c5%91s%c3%a9g+T%c3%a1jv%c3%a9delmi+k%c3%b6rzet/@47.75023863,20.8510979,86.70163576a,25020.3 2749609d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCYSo-f07MDVAEYOo- f07MD-XAGZFgs4U2n0TAITB6uv67DGLA (2022. december 26.)

https://www.iucnredlist.org/species/92332716/217342457 (2022. december 26.)

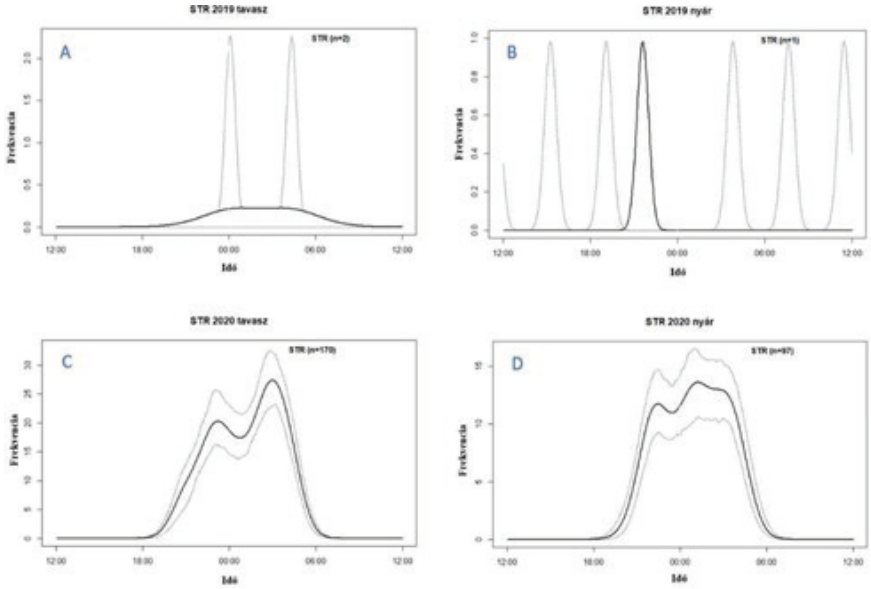
10. MELLÉKLETEK



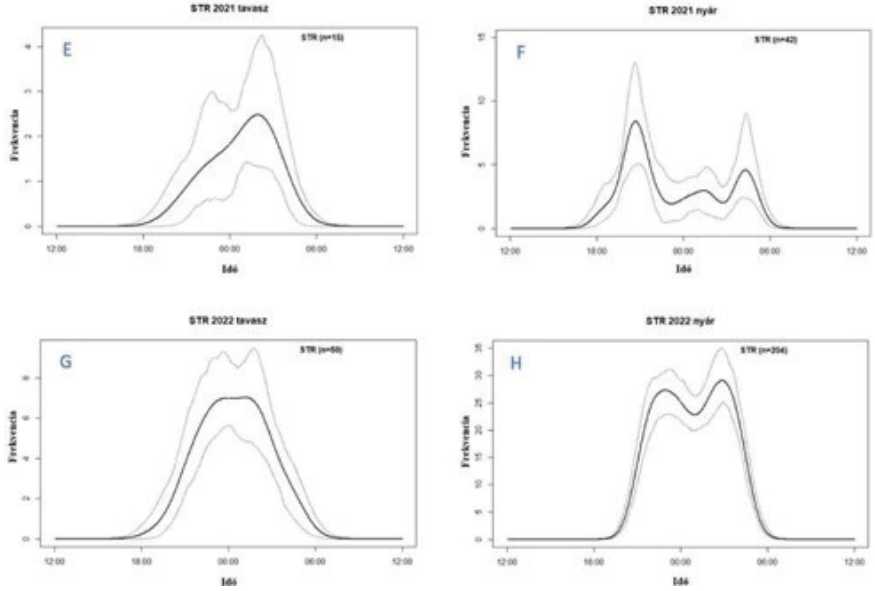
1. melléklet – *Sicista trizona* (STR) éves aktivitásának PDF-ábrái. A melléklet betűvel ellátott részein az egyes évek vannak feltüntetve. „A”-STR 2019, „B”-STR 2020, „C”-STR 2021, „D”-STR 2022.



2. melléklet –*Sicista trizona* (STR) szezonális aktivitásának PDF-ábrái. A melléklet betűvel ellátott részein az egyes évek vannak feltüntetve. „A”-STR tavasz, „B”-STR nyár.



3. melléklet – *Sicista trizona* (STR) szezonális aktivitásának PDF-ábrái a 2019 (felső) és 2020 (alsó) években. A melléklet betűvel ellátott részein az egyes évek vannak feltüntetve. „A”-STR 2019 tavasz, „B”-STR 2019 nyár, „C”-STR 2020 tavasz, „D”-STR 2020 nyár.



4. melléklet – *Sicista trizona* (STR) szezonális aktivitásának PDF-ábrái a 2021 (felső) és 2022 (alsó) években. A melléklet betűvel ellátott részein az egyes évek vannak feltüntetve. „A”-STR 2021 tavasz, „B”-STR 2021 nyár, „C”-STR 2022 tavasz, „D”-STR 2022 nyár.