



AZ ERDEI SZALONKA KIS LÉPTÉKŰ ÉLŐHELY- VÁLASZTÁSÁNAK VIZSGÁLATA



2024. NOVEMBER 3.

TÓTH DÁNIEL
Vadgazda mérnök



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Vadgazda mérnöki Szak

Az erdei szalonka kis léptékű élőhely választásának vizsgálata

Belső konzulens: dr Schally Gergely
tudományos főmunkatárs
dr Simon Barbara
egyetemi docens

Készítette: Tóth Dániel
EAV2S8
nappali tagozat

Intézet/Tanszék: Vadgazdálkodási és
Természetvédelmi Intézet
Vadbiológiai és
Vadgazdálkodási Tanszék

**Gödöllő
2024**

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés és célkitűzések.....	3
1.1	Bevezetés.....	3
1.2	Célkitűzések	4
2.	Szakirodalmi áttekintés	5
2.1.	A földigilisza	5
2.2.	Az erdei szalonka	7
3.	Anyag és módszer	9
3.1.	A vizsgált terület.....	9
3.2.	Műholdas nyomkövetés.....	9
3.3.	A madarak észlelésének vizsgálata	10
3.4.	A talajminták gyűjtése.....	11
3.5	Talajjellemzők vizsgálata	13
3.5.1	A talaj fizikai jellemzői	13
3.5.2	A talaj kémiai jellemzői.....	14
3.5.3	Az adatok feldolgozása.....	17
4.	Eredmények és értékelésük	18
4.1	Eltérések a szalonka észlelésekben a két tábla között.....	18
4.2	A földigilisza sűrűség talaj paraméterek közötti különbségek a táblák között.....	18
4.3	A talajparaméterek és az erdei szalonkák megfigyelésének valószínűsége közötti összefüggések.....	21
5.	Következtetések és javaslatok.....	23
5.1	Az erdei szalonka-észlelések eltérései az egyes területek között.....	23
5.2	A talaj jellemzői és a földigiliszták eloszlása	24
6.	Összefoglalás.....	28
	Köszönetnyilvánítás	29
	Irodalomjegyzék.....	30
	Ábrák és táblázatok jegyzéke	34
	Nyilatkozat	35

1. Bevezetés és célkitűzések

1.1 Bevezetés

Az erdei szalonka (*Scolopax rusticola*) rejtőzködő életmódot folytató, vonuló madárfaj. Leggyakrabban Magyarországon csak a szürkületi és pirkadati órákban találkozhat vele az ember, jellemzően tavasszal vagy ősszel ugyanis ezen időszak alatt tartózkodnak hazánkban (MME, 2024). A szalonkák egyedszintű megfigyelése mind az életmódjuk, mind a megjelenésük miatt is korlátozott, ugyanis barna avarszínű tollazatukkal könnyedén beleolvadnak szinte bármely erdei környezetbe. A megfigyelést tovább nehezítő tényező, hogy a madarak jellemzően éjszaka aktívak, így a zavarásmentes megfigyelés rendkívül nehéz.

A hazai állomány nagyságát tekintve eleinte csak a vadászati hasznosításból származó adatokra lehetett alapozni, ezek viszont sokszor nagy bizonytalansággal jellemezhető eredményeket adtak. Magyarországon a szalonka bokrárszó és hajtásban történő vadászata 1970 óta tiltott (Faragó, 2015). Ezt követően a vadászata a tavaszi vonulási időnyre korlátozódott és csak lesvadászat alkalmával volt folytatható (Faragó, 2015). Ennek legfőbb oka az európai uniós madárvédelmi irányelv. Napjainkban csak a monitoring programban való részvétel feltétele mellett lehet szalonkát elejteni.

A madarak gyűrűzése egy másik lehetséges módszer a populáció nyomon követésére. A gyűrűzött példányok vonulás során újra megfogásra kerülnek, vagy esetlegesen elpusztult madárról kerül vissza gyűrű és ezen adatok alapján lehetséges a szalonkák térbeli mozgását követni. A módszernek viszont hátránya, hogy a madaraknak csak a töredéke megfogható, illetve még kisebb százalékukat tudják sikeresen újra befogni, így a teljes állományról csak rész adatokat tudunk kapni. Valamint a két megfogás közötti eltelt idő alatt nem tudjuk merre, mikor mozgott a madár. A gyűrűk használata a vonulás megfigyelésére, mintsem az egyedszintű megfigyelésre lehet jobban alkalmazni.

A GPS alapú nyomkövetés tudja a legpontosabb adatokat adni a madarak tartózkodását illetően. A módszer viszont nagyon drága, kevés madár jelölhető és a jelölt egyed esetleges elhullását követően nincs lehetőség új példány megjelölésére. Ellenben az elmúlt évek során számos kutatásban segítettek, hogy tisztább képet kapjunk a madarak vonulásával kapcsolatban. „A kutatásnak köszönhetően meglepő eredmények születtek a szalonkák őszi vonulásáról és telelési szokásairól is, különösképpen nagyfokú területhűségükről. A kutatás eredményei nagyban segítik a monitoring során gyűjtött megfigyelési adatok értékelését is (Schally & Csányi,

2024).” A jeladós nyomkövetőt a felhasználója a kívánt beállításokkal tudja működtetni, amely segítségével rendkívül pontos adatokat kapunk a madarak idő és térbeli elhelyezkedésével kapcsolatban. Az adatok segítségével vizsgálható, hogy a madarak milyen élőhelyeket részesítenek előnyben vonulásuk, táplálkozásuk, illetve szaporodásuk vagy pihenő helyüket tekintve.

Dolgozatomban az erdei szalonka élőhely választását helyeztem előtérbe és különböző vizsgálatok segítségével nyújtottam átfogóbb képet kapni arról, hogy mely területeket részesíti előnyben. Szeretném megtudni, hogy a madarak éjjeli aktív időszak alatt, amikor jellemzően táplálékot keresnek maguknak melyik táplálkozó helyeket keresik fel gyakrabban, valamint a sűrűn látogatott helyek bírnak-e bármilyen speciális tulajdonsággal, lehet-e összefüggést találni a madarak előfordulása és a térbeli eloszlásuk között. Munkám során a szalonka fő tápláléka, a földigiliszták és a talaj különböző fizikai és kémiai paramétereit elemeztem különböző módszerek segítségével.

A terepi felvételezést és az adatfeldolgozást több résztvevővel, csapatban végeztük. Hallgatóként mindegyik munkafolyamatban rész vettem, önállóan a talajminták előkészítését és laboratóriumi feldolgozását, valamint az azokból származó eredmények összesítését végeztem. Tekintettel a több szakértő részvételére, illetve arra, hogy az eredmények tudományos közlemény formájában publikálva lettek (Schally, és mtsai., 2024), a módszerek és eredmények bemutatása során többnyire többesszámot használtam.

1.2 Célkitűzések

A kutatás során az alábbi kérdésekre kerestük a választ:

- Két, egymás mellett elhelyezkedő és hasonló vegetációs struktúrával rendelkező mezőgazdasági tábla között volt-e különbség a szalonkák előfordulásával kapcsolatban?
- Lehet-e összefüggést találni a giliszták térbeli előfordulása és a talaj fizikai és kémiai paramétereinek között?
- Van-e összefüggés a szalonkák és giliszták térbeli elhelyezkedése között?

Azt feltételeztük, hogy a giliszták mennyisége a talajparamétereivel erős összefüggésben van és az egyes előfordulási helyek hatnak a szalonkák kis léptékű éjszakai területhasználatára.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A földigiliszta

Az erdei szalonka egy specialista táplálkozású faj. Táplálékát elsősorban földigiliszták teszik ki (Hirons, 1982), amiket a talajfelszínről és a talaj felső rétegeiből szereznek meg. A földigiliszták, táplálkozásuk során ásványi és szerves anyagokat juttatnak vissza a talajba, ezért fontos részei az ökoszisztémának (Lavelle, 1997). Ezen tevékenységük folyamán a földigiliszták heterogén szerkezeteket hoznak létre, melyeket „gyöngyökként” szabad szemmel is észrevehetünk a talajban. A gyöngyök speciális fizikai és kémiai tulajdonságokat biztosítanak a talajnak (Pulleman et al. 2005). A giliszták jelenléte elősegíti a talaj szerkezetképződését (Mackay & Kladvko, 1985) és többek között javítja a vízmegtartó képességet, a vezetőképességet és a vízálló aggregátumok mennyiségét (Hallam et al. 2021). Továbbá az is ismert, hogy az elhelyezkedésük heterogén, különböző csomópontokban, amely térbeli heterogén eloszlást eredményez (Rossi et al. 1997). A giliszták számos különböző talajtípusban képesek a túlélésre (Talavera et al. 2020), viszont legkedvezőbb számukra a nedves (Singh et al. 2016), magas szervesanyagtartalommal, alacsony talajbolygatással rendelkező élőhely (Ernst & Emmerling, 2009), lehetőleg finomabb textúrájú talajjal (Singh et al. 2016).

A szervesanyag-destrukció és a talajosodás szempontjából a földigilisztáknak rendkívül jelentős szerepük van. A talajképződésre gyakorolt hatásaiban a mennyiségi és minőségi változásokat nagymértékben befolyásolja, hogy a földigiliszták a talaj mely szintjében / szintjeiben élnek, milyen sűrű járatrendszert alakítanak ki. Ezek alapján a földigilisztákat három fő típusba sorolhatjuk (Szabó, 2008).

A giliszták morfológiai besorolása az alábbi ábrán látható: 1. ábra (Szabó, 2008) A járatkészítő aktivitás és a táplálékszerzés szerint három típust különböztetünk meg melyek:

1. Epigeikus fajok = Ebbe a csoportba tartozó fajok elhalt szerves anyagokon élnek. Jellemzően az avarban, lebomló szerves hulladékban, korhadó fákban, felhalmozódott humuszrétegben vagy trágyában találhatók meg. A talaj felszínén keresik táplálékukat, amely rendszerint avarból, apró szerves részecskékből és elpusztult növényi maradványokból áll. Jellemző fajok: *Lumbricus castaneus*, *Dendrobaena rubida*, *Dendrobaena octaedra*, *Eisenia foetida*,

2. Anexikus fajok = Mélyen alagutakat ásó fajok, amelyek a talajban mélyre hatoló járatokat hoznak létre, átlagosan 2-3 méter hosszúságban, de akár 6 méter mélyre is leereszkedhetnek. Táplálékukat azonban a talaj felszínén fogyasztják el, amely többnyire avarból áll. Ilyen fajok: *Lumbricus terrestris*, *Lumbricus polyphemus*,

3. Endogeikus fajok = Az ásványi talajszintek lakói olyan fajok, amelyek járatai legfeljebb 30-50 cm mélységig hatolnak a talajban, így a felső gyökérszónában élnek. Táplálékukat az ott található ásványi anyagok és szerves részecskék alkotják. Közép-európai jelentősebb fajok: *Allolobophora chlorotica*, *Allolobophora rosea*, *Octolasion lacteum*, *Octolasion cyaneum*.

Jellemvonás	Szerves hulladékban lakók (epigeikus)	Mélyben aknázók (anexikus)	Ásványi talajban lakók (endogeikus)
Pigmentáció	barnásvörös	sötét (feketés vörösesbarna)	nem pigmentált
Testnagyság	kicsi (10-30 mm)	általában nagy (200-450 mm)	kicsi vagy nagy (150 mm)
Ásóizomzat	csökevényes	erősen fejlett	fejlett
A kültakaró nedvessége	nyálkatartó	erős nyálkatartó	kevésbé kifejezett
Táplálékfelvétel	felszínen kicsiny szerves részecskék	felszínen nagyobb szerves maradványok	a talajban ásványi anyagok + szerves részecskék
Béltranszport	lassú	változó	gyors
Légzés	intenzív	középszerű	gyenge
Fényérzékenység	gyenge	középszerű	erős
Szaporodás	erőteljes	korlátozott	korlátozott
Érés	gyors	mérsékelten lassú	mérsékelten gyors
Élettartam	rövid	hosszú	közepes
Ragadozóktól való veszélyeztetettség	nagy	csekélyebb	csekély
Kedvezőtlen idők átvészelése	kokonokba betokozódva	részben diapauza, részben nyugalmi állapot nélkül	gyakran kvieszcencia
Reakció zavaró hatásokra	nagyfokú mozgékonyosság	mérsékelt vagy nagy mozgékonyosság	gyenge mozgékonyosság
Élőhely	avar, komposzt, humusz, trágya	egész talajszelvényben, gyakran 6 m mélységig	ásványi talajban, felső gyökérszónában
Legfontosabb közép-európai fajok	<i>Lumbricus castaneus</i> ; <i>Dendrobaena rubidia</i> ; <i>Eisenia foetida</i> ; <i>E. tetraedra</i> ; <i>L. rubellus</i>	<i>Allolobophora longa</i> ; <i>D. platyura</i> ; <i>L. polyphemus</i> ; <i>L. terrestris</i>	<i>Allolobophora chlorotica</i> ; <i>Octolasion lacteum</i> ; <i>O. cyaneum</i> ; <i>Allolobophora rosea</i>

1. ábra
A földigiliszták morfológiai típusai (Szabó, 2008)

2.2. Az erdei szalonka

A szalonkák mindennapos élőhelyhasználatára (Duriez et al. 2005a) és éves vándorlásukra jelentős hatással van a földigiliszták jelenléte (Péron et al. 2011). A szalonka a legkedvezőbb táplálkozó helyeit az erdős és a nyílt területeken találja meg (Duriez et al. 2005b). Napközben általában alacsony aktivitási szint jellemzi őket, ilyenkor a fedettebb, erdős, bokros részeken tartózkodnak. A napnyugta utáni és éjszakai viselkedésük jelentősen aktívabb, ilyenkor keresik fel a táplálkozó helyükként szolgáló réteket, legelőket (Duriez et al. 2005b). Bár ezeken a területeken nagyobb a predációs kockázat, a madarak mégis előnyben részesítik őket a zsákmányfajok magas előfordulása miatt (Duriez et al. 2005b). Ráadásul ezeken a nyílt területeken könnyebben találkoznak fajtársaikkal, amely kölcsönös segítségnyújtás lehet számukra a táplálékkeresés vagy a vándorlás során (Skórka et al. 2016).

A földigiliszták elérhetősége erős mértékben befolyásolja a szalonkák éves vándorlását. Az erős, hideg téli időjárás és a talaj megfagyásának elkerülése érdekében Északkelet-Európából és Közép-Szibériából elvándorolnak a melegebb, nyugati és Dél-Európai területekre. Itt jellemzően a part menti, erdős területeket részesítik előnyben, ahol az időjárás télen is kedvező. A hidegebb évszakokban megfigyelhető egyfajta menekülő vándorlás a nyugat-európai régiókban (Péron et al. 2011). Tavasszal elhagyják a nyugat-európai területeket a meleg és száraz nyarak miatt és visszatérnek a szaporodó területeikre. Az évszakok változása az eurázsiai területen erősen befolyásolja a földigiliszták mennyiségét.

A rétek és legelők megfelelő élőhelyet biztosítanak a földigiliszták számára ezért döntő szerepet játszanak a szalonkák élőhelypreferenciájában, legyen szó szaporodási (Venetz, 2019), a téli tartózkodási területekről (Duriez et al. 2005a) vagy a vándorlás közben útba eső pihenőhelyekről. Ebből kifolyólag sikeresen lokalizáltak és gyűrűztek ilyen területeken madarakat (Gossmann et al. 1988). Korábbi kutatások a szalonkák élőhely választását vizsgálták (Crespo et al. 2016) és élőhelyi összehasonlításokat végeztek (Duriez et al. 2005a). A saját esetünkben a kutatás célja a szalonkák kis léptékű mikrohabitat területválasztásának vizsgálata volt. A terepen szerzett korábbi tapasztalatok azt mutatják, hogy különbség lehet ugyanazon nagy kiterjedésű területen belül a madarak elhelyezkedése között. Ilyen például, hogy bizonyos területeken ismétlődő sűrű előfordulás jellemző még a vegetáció megváltozása esetén is. Illetve feltételezhető a területeken belüli előfordulás heterogenitása is, egyes foltok iránti nagyobb kedveltség mellett.



*2. ábra
Két, látszólag hasonló tábla*

A szalonkák előfordulási mintázatai és élőhelyi igényeinek ismeretei segíthetnek megérteni, mely környezeti tényezők befolyásolják a térbeli eloszlásukat. Ezek az ismeretek hozzájárulnak a fajok élőhelymegfelelőségi és eloszlási modellek finomításához, amelyek ezekre a tényezőkre épülnek, így pontosabb képet kapva a múlt és jövőbeni kutatások, kimutatások eredményeihez.

3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgált terület

Az általunk vizsgált terület a gödöllői Babatpusztán (47.62694 É, 19.38323 K) elhelyezkedő kettő darab mezőgazdasági tábla. A terület nagysága hozzávetőlegesen 30 hektár. Közvetlen környezetében lombhullató, tűlevelű és vegyes erdők találhatók. Ezt a területet legelőként használják és lovak, valamint tehenek takarmányozása céljából kaszálják. A két tábla szomszédságában 11 tóból álló tórendszer található. Nagyvadfajok (gímszarvas, dámszarvas, őz, muflon és vaddisznó), apróvadfajok (mezei nyúl és fácán) és ragadozó emlős fajok (vörös róka és borz) is előfordulnak a területen. A vizsgált terület mellett halad el az M3-as autópálya, amely folyamatos hang és fényszennyezést okoz. Kettő, egymás mellett fekvő táblát vizsgáltunk (3. ábra). A két táblát egymástól mindössze egy 2 m széles földút választja el egymástól. A két tábla növényzete nagyon hasonló. Mindkét táblát erdőterületek határolják. A Tető-tábla vizsgálatba bevont része 18,75 ha, a Hullám teljes mérete 12 ha.



3. ábra
Az vizsgálati terület térképe (a műhold felvétel forrása: ESRI World Imagery)

3.2. Műholdas nyomkövetés

A vizsgálat a szalonkák korábbi, a vizsgált területen 2020 őszén végzett műholdas követésének adatain alapult (Schally et al., 2021). A madarak jelöléshez PinPoint GPS Argos 240 jeladót (Lotek Wireless Inc.) használtak, amelyet lábhurom-hámmal rögzítettek (Rappole & Tipton,

1991). A jelölt madarak korának határozását (Ferrand & Gossmann, 2009) által leírt módszer alapján végezték. Csak kifejlett (legalább másodéves, vagy annál idősebb) madarakat jelöltek meg, hogy minimalizáljuk a magas fiatalkori mortalitáshoz köthető potenciális veszteségeket (Péron et al., 2012; Sergio et al., 2014; Tavecchia et al., 2002). A jeladók alapbeállításuknak megfelelően naponta egy GPS-lokalizációt rögzítettek, melyeket néhány perccel éjjel utánra időzítettek. Az éjjeli lokalizáción kívül a jeladók november végéig naponta egy további pontot is rögzítettek délben. Ez lehetővé tette, hogy minden madár esetében napi két (egy nappali és egy éjjeli) pontot gyűjtsenek egy teljes hónapon keresztül. Csak GPS-helymeghatározási adatokat használtak a feldolgozáshoz, és azok közül is csak azokat, amelyek megfelelő minőségűnek bizonyultak ("G" – "Ok") a Lotek CRC (Cyclic Redundancy Check) minőségellenőrzési algoritmus alapján. Bár több erdei szalonkát is megjelöltek és nyomon követték a kutatási területen, a befogásuk után csak két madár tért vissza a vizsgált táblákra. Az egyiket a kutatási területen belül 2020. november 7. és 2021. január 15. között követték nyomon (1. madár – 85 pont), a másikat pedig 2020. október 28. és 2021. március 29. között (2. madár – 179 pont). Mindkét madarat a Hullám-táblán fogták be, jelölték meg és engedték szabadon.

3.3. A madarak észlelésének vizsgálata

Az észlelési adatokat éjszakai reflektoros módszerrel végeztük, amit az erdei szalonka gyűrűzés során is használnak (Gossmann et al. 1988). Minden esetben napnyugta után, teljes sötétben kezdtük meg az észlelési adatok gyűjtését. A területet azonos útvonalon jártuk be, közben lámpával és távcsővel kerestük a madarakat. Ezeket a megfigyeléseket ősszel (2022. október-november) nyolc alkalommal és tavasszal (2023. március) négy alkalommal végeztük el. Minden alkalommal ugyanazt az útvonalat jártuk be mindkét táblán, így biztosítva mindkét terület átfogó lefedettségét. Ez az útvonal egyetlen transzekt volt, a két mező külső határai mentén, a mezők szélétől 100 méteres távolságot tartva. A szalonkák megfigyelését és azonosítását kézi LED-lámpák és távcsövek segítségével végeztük. Sikeres befogás esetén a pontos koordinátákat GPS-készülékkel rögzítettük. Abban az esetben, ha egy szalonka elrepült, a felkelésének helyét rögzítettük. Ha ugyanazon a területen több madarat észleltünk, az egyedek számát is feljegyeztük.



4. ábra
Megfogott és meggyűrűzött szalonka

3.4. A talajminták gyűjtése

A vizsgálat során kétszer végeztünk talajból történő mintavételezést: egyszer 2022 őszén (október) és egyszer 2023 tavaszán (március). Ősszel az éjszakai órákban vettünk mintákat (5. ábra), feltételezve, hogy bizonyos fajok (főként az anexikus fajok, például a közönséges földigiliszta, *Lumbricus terrestris*) csak éjszaka vannak jelen a felszínen és a talaj felső rétegeiben (Duriez et al. 2005a).



5. ábra
Éjszakai talaj mintavételezés

Ezzel szemben, az őszi mintavétel tapasztalatai alapján, még 10 cm-rel a talaj felszíne alatt sem találtunk gilisztákat vagy járatokat, ezért a tavaszi mintavételt nappal végeztük el. A két táblát egységesen 50 × 50 méter nagyságú kvadrátokra osztottuk informatikai programok segítségével. A felosztott táblákon 20 darab mintavételi pontot jelöltünk ki, mely kijelölésnél törekedtünk, hogy azok teljes mértékben lefedjék a táblát és ne egy területrésze koncentrálódjanak (3. ábra). A mintapontokat GPS segítségével felkerestük és azok középpontjából egy darab 20 × 20 cm-es földkockát ástunk ki. A mintavételek pontos helyét GPS-el pontosan rögzítettük is (Garmin Montana 750i). A kiásott mintadarabból eltávolítottuk a növényi részeket és szennyeződéseket. Kézzel felapróztuk a talajt és a talált rovarokat és gilisztákat összegyűjtöttük későbbi vizsgálatra (6. ábra). Minden pontnál, nagyjából 200 g talajmintát zacskóztunk be és jelöltünk egyedi kóddal a későbbi laboratóriumi vizsgálat céljából.



6. ábra
Mintavételezés

3.5 Talajjellemzők vizsgálata

3.5.1 A talaj fizikai jellemzői

Az összegyűjtött talajmintákat megjelöltem, hogy azok a későbbiekben teljesen elkülöníthetők legyenek egymástól (minden mintához egy kód tartozik, pl. „H30”). Az előkészítéshez szükség volt egy mozsárra, szitákra, csipeszre, valamint minden minta mellé egy második zacskóra.

A talajmintákat végig külön kezeltem az összeöntés vagy keveredés elkerülése végett. Egy kódhoz tartozó zacskó tartalmát első lépésben a mozsárba öntöttem, majd azt a lehető legapróbb részekre törtem benne szét. A mozsárban lévő tört talajt teljes egészében szitába öntöttem (2 mm), majd a benne maradt növényi részeket eltávolítottam csipesz segítségével. Ezt követően a szitába öntött talajt oldal irányú rázással leszitáltam, így minden 2 mm-nél kisebb anyag egy finomabb ($\sim 5\mu$) szűrőre hullott, melyen szintén tovább ráztam a talajt.

Végeredményként három különböző szemcseméretű anyag maradt. Az első tálcán lévő, ami az első szitáláson sem ment lejjebb, vagyis nagyobb, mint 2 mm. A sziták másik két tálcáján lévő mintákat külön-külön zacskóztam és ugyanazzal a jelöléssel/kóddal láttam el. Összesen 20 (Tető-tábla) + 20 (Hullám-tábla) talajmintát gyűjtöttünk a kísérletünkben. A műveletet az összes talajjal elvégeztem, a munkafolyamat megközelítőleg 8–10 órát vett igénybe 40 darab minta esetén.



7. ábra
Talajminták előkészítése

A talaj nedvességtartalmát (SMC) gravimetrikus módszerrel vizsgáltuk meg, szárítószekrényben 105 °C-on, 24 órán keresztül szárítva (Buzás, Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1.: A talaj fizikai, vízgazdálkodási és ásványtani vizsgálata, 1993). A talaj textúráját Arany-féle módszerrel állapítottuk meg (Buzás, 1993). Ennek során azt mértük meg, hogy 100 g talaj mennyi desztillált vizet képes felvenni, amíg el nem éri a felső plaszticitási határát. Következésképpen a magasabb textúraérték a finom talajrészecskék (agyag) nagyobb arányának és a minta fokozott plaszticitásának felel meg.

3.5.2 A talaj kémiai jellemzői

A talajminták pH-jának megállapításához szükséges eszközök: köpeny, desztillált víz, pH cső, filc, gumidugó, mérőedény, kanál, mérleg, n KCl oldat, pH mérőműszer, pipetta.

A talaj pH mérését előre elkészített oldatban kellett elvégezni, melynek talaj-folyadék aránya 1:2,5. Mérőkanál és mérleg segítségével kimértem a nagyobb szemcseméretű zacskókból 5 g légszáraz talajt, melyet kémcsőbe helyeztem. A műveletet az összes mintával elvégeztem.

Ezt követően a kimért mennyiségekhez hozzá adtam pipetta segítségével 12,5 ml desztillált vizet, majd gumidugóval lezártam, összeráztam és 12 órán keresztül állni hagytam. Ezt a

műveletet meg kellett ismételni KCl oldattal is, tehát két ellenőrzéses munka esetén így egy mintához 2–2, tehát 4 oldat tartozott, melyeket a keveredés elkerülése végett külön jelöltem kód, illetve oldat szerint is. 12 óra múlva a minta összerázva műszerrel mérhető volt.

Fontos megjegyezni, hogy a KCl oldatban mért pH általában kisebb a desztillált vízben mért értéknél. Ennek az oka az, hogy a KCl a rejtett savanyúság egy részét felszabadítja. Abban az esetben, ha a KCl pH értéke 1,5-nél nagyobb különbséget mutat és értéke nem haladja meg a 0,5-t, valószínűleg a mért talajban veszélyesen magas savanyúság van.



8. ábra
Minta mérése/pH mérés

A minták szerves széntartalmának megállapításához 250 ml-es lombikokba 0,2000 g és 0,2050 g közti talajminta mennyiségeket mértem ki, minden mintából kettőt. Fontos, hogy a vizsgálat során a jobban átszított talajt kellett használni. Ezt követően a mintákhoz elszívó fülkében hozzá adtam 10 ml 1N kálium-dikromátot és 20 ml kénsavat. A vegyület a talaj humusz és széntartalmát széndioxiddá oxidálta. A lombikokat fél órát állni hagytam, hogy az oxidáció teljes mértékben végbe menjen.

Utána az oldathoz a következőket öntöttem: 100 ml desztillált víz, 10 csepp foszforsav, 4 csepp ferroin indikátor. Ezek hozzáadása után az oldatot 0,5N vas-szulfáttal megtráltam, mely során a fel nem használt Cr^{6+} mennyiségét határoztam meg. A művelet végén a ferroin indikátor a zöldes színből barnába csap át.



9. ábra
Szervesanyag tartalom megállapítása

A talaj vezetőképességének méréséhez centrifugacsövekbe 2 g talajt bemértem a 2 mm-re szitált talajból, majd hozzá adtam 20 ml desztillált vizet. Ezután a mintákat rázó gépben hagytam 2 órán keresztül. Rázás után a csöveket centrifugába tettem és 15 percig 2000-es fordulaton centrifugáltam. A centrifugálás végén a mintákat nem összerázva, a felül úszót műszerrel mértem. A kapott adatokból képlet segítségével kiszámoltam a sótartalmat.



10. ábra
Vezetőképesség mérés folyamatai

A minták karbonáttartalmának meghatározásához a mintákat külön-külön egyesével teszteltem, hogy sósavat csepegtetve rá milyen mértékű pezsgést mutat. Azok a talajok melyek minimális pozitív eredményt hoztak, kerültek további mérésre. Nagyjából 5 g talajt mértem ki különböző

lombikokba, majd a mérő műszerbe helyeztem. A lombikokat lezártam és utána sósavat adtam hozzá, hogy a keletkező CO_2 mennyiségét meg tudjam mérni. A CO_2 a vízoszlopot mely csővel volt a lombikba vezetve a gáz mennyiségétől függően kezdte el tolni. A kémiai folyamat végén leolvastam a kapott adatokat és képlettel mésztartalmat számoltam.



11. ábra
Karbonáttartalom mérése

3.5.3 Az adatok feldolgozása

A kutatás során szerzett adatokat felhasználva minden mintavételi egységre térbeli interpolációs módszert alkalmaztunk, amely a teljes vizsgálati területet lefedte. Az interpoláció során inverz távolság súlyozási módszert (IDW) használtunk, 4-es távolsági együtthatóval ($p = 4$) és 1 méteres felbontással. Az interpolációból származó értékeket az egyes rácspontokhoz azok centroidjának helyzete alapján rendeltük hozzá. Ezáltal minden rácspont esetében információt kaptunk a talajparaméterekről. Ezt követően az erdei szalonkák megfigyelési adatait is összesítettük minden rácspont esetében a tavaszi és őszi időszakokra, a regisztrált észlelések koordinátái alapján.

A földigiliszták egyedsűrűsége és a talaj fizikai és kémiai jellemzői közti összefüggéseket Spearman korrelációs teszttel vizsgáltuk.

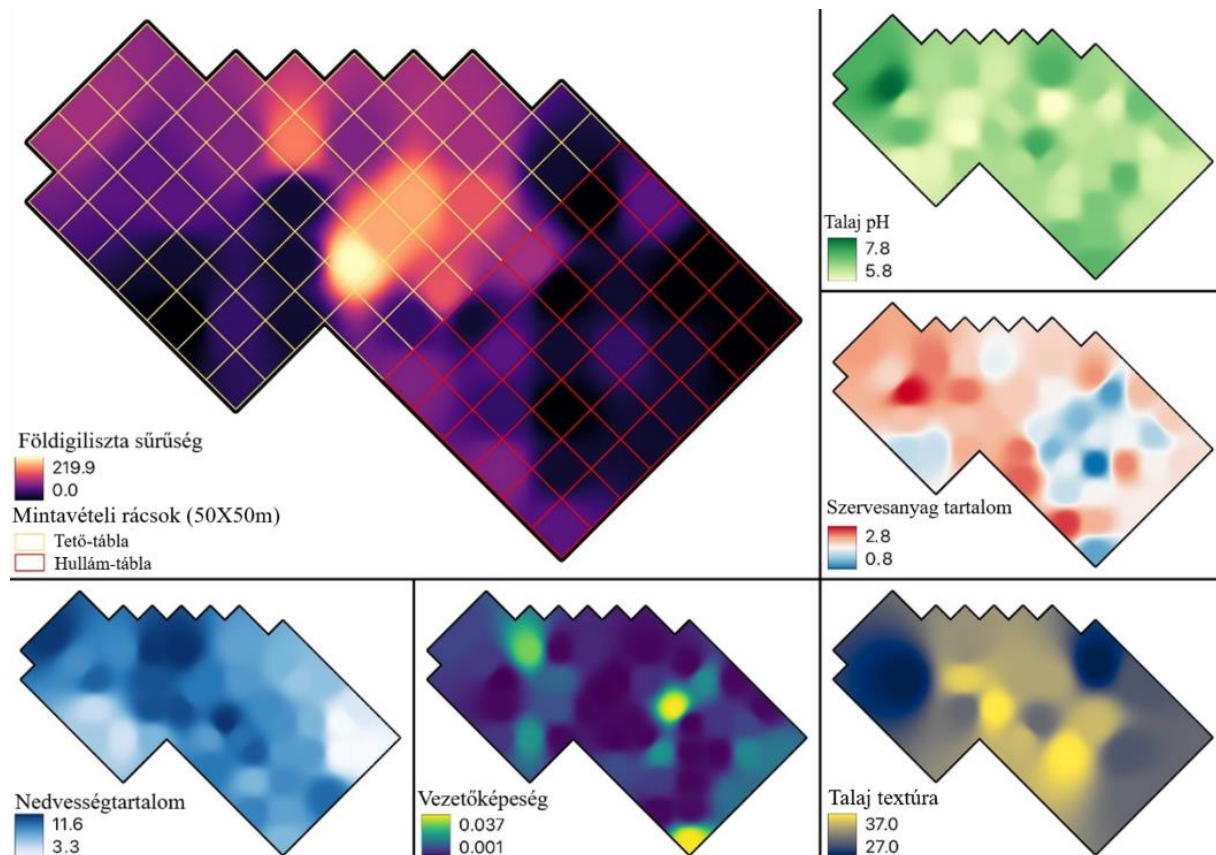
Az adatok rögzítéséhez a Microsoft Excel 2016-ot használtuk. A térinformatikai műveleteket és az adatok térképi megjelenítését a Quantum GIS szoftverrel, a statisztikai elemzéseket az R és PAST szoftverekkel végeztük.

4. Eredmények és értékelésük

4.1 Eltérések a szalonka észlelésekben a két tábla között

A tavasszal és ősszel a két tábla között különbséget találtunk a szalonka megfigyelések teljes számában. A Tető-táblán összesen 2–3-szor több szalonkát figyeltünk meg (ősz: $n = 28$; tavasz: $n = 11$), mint a Hullám-táblán (ősz: $n = 9$; tavasz: $n = 6$), és a megfigyelések sűrűsége is nagyobb volt a Tető-táblán (ősz: 0,37 megfigyelés/cella; tavasz: 0,15 megfigyelés/cella), mint a Hullám-táblán (ősz: 0,19 megfigyelés/cella; tavasz: 0,13 megfigyelés/cella). A táblákra és az évszakra vonatkozó Chi-négyzet kontingencia teszt kimutatta, hogy a tábla-évszak kombinációk között nem volt különbség a megfigyelésekben ($\chi^2_1 = 0,699$; $p = 0,40$). A 2020 őszen nyomon követett madarak gyakran mozdultak ki a nappali erdei pihenőhelyükről, hogy éjszaka a vizsgálati területen táplálkozzanak (1. madár: 40 / 64 éjszaka - 63%; 2. madár: 76 / 147 éjszaka - 52%), de mindkét szalonka kizárólag az Tető-táblát használta, és soha nem látogatott el a Hullám-táblára.

4.2 A földigiliszta sűrűség talaj paraméterek közötti különbségek a táblák között



12. ábra
Talajtulajdonsági adatok

A táblák közötti különbségek azonosítása érdekében a táblához tartozást válaszváltozóként modelleztük. A főkomponens-elemzés eredményei azt mutatták, hogy az eredeti környezeti változók (földigilisztaszám, talaj pH, SMC, SOM, textúra és elektromos vezetőképesség) varianciájának több mint 62%-át az első két tengely magyarázta (1. táblázat). A PCA-transzformált környezeti változók és a válaszváltozó között statisztikailag szignifikáns korrelációt találtunk, amelynek becsült együtthatója 0,59 ($p = 0,01$).

1. táblázat
Az ősszel gyűjtött környezeti változók főkomponens-elemzésének (PCA) eredményei.

		Komponens					
		PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6
Variancia (%)		35,29	27,01	14,96	11,43	6,05	5,27
hozzájárulás mértéke	Talaj pH	0,50	−0,64	0,30	−0,40	0,02	0,30
	Textúra	0,17	0,89	−0,19	−0,01	0,05	0,38
	Földigilisztaszám	0,80	0,35	0,18	−0,07	−0,44	−0,14
	Szervesanyag tartalom	0,59	−0,42	−0,13	0,67	−0,02	0,14
	Talajnedvesség	0,81	0,29	0,22	−0,02	0,41	−0,19
	Elektromos vezetőképesség	−0,45	0,22	0,82	0,27	−0,02	0,08

A lépésenkénti modellválasztás egy öt magyarázó változóból álló alcsoportot, azaz a földigilisztaszámot, a talaj pH-értékét, a SOM-t, a textúrát és az elektromos vezetőképességet tartalmazó modellt azonosította a legjobban illeszkedő modellként, mivel ennek a modellnek volt a legalacsonyabb AIC értéke, és a változók között elhanyagolható mértékű multikollinearitás (1,77–4,98) volt megfigyelhető. A táblához való tartozás, mint válaszváltozó, pozitívan korrelált a földigiliszták számával és a SOM-mal, de negatívan a talaj pH-jával, textúrájával és elektromos vezetőképességével. A legerősebb hatást a földigiliszták száma esetében találtuk (2. táblázat). Általánosságban elmondható, hogy a regressziós modell erősen szignifikáns volt, és a modell az adatok varianciájának mintegy 60%-át magyarázta meg ($McFadden R^2 = 0,58$; $\chi^2_5 = 95,5$; $p < 0,001$).

2. táblázat
A logisztikus regressziós modell eredménye, amely összegzi a környezeti változók hatását a táblák közötti különbségekre ősssel

	Std. Becslés	Std. Hiba	z érték	p érték
(Intercept)	1,49	0,48	3,09	0,002
Talaj pH***	-2,26	0,64	-3,55	<0,001
Textúra***	-2,63	0,65	-4,06	<0,001
Földgiliszta egyedszám - ősz (pld. m ⁻²)***	4,22	0,93	4,53	<0,001
Szervesanyag tart. (%)*	1,11	0,44	2,50	0,01
Elektromos vezetőképesség (μS/cm)	-0,78	0,47	-1,67	0,10

A terepi mintavétel során a következő földgiliszta fajokat találtuk: Ősszel: *Aporrectodea rosea* (Mindkét tábla), *A. caliginosa* (Mindkét tábla) és *A. trapeziodes* (Tető-tábla); tavasz: *Aporrectodea rosea* (Mindkét tábla); *A. caliginosa* (Mindkét tábla).



13. ábra
Begyűjtött gilisztafajok

Aporrectodea rosea volt a leggyakoribb faj ősssel és tavasszal egyaránt (az összes azonosított egyed 50%-a és 64%-a), az *A. caliginosa* szintén mindkét évszakban jelen volt (31% és 36%). Ehhez képest a *A. trapeziodes* csak ősssel fordult elő (az összes azonosított egyed 19%-a). A földgiliszták számában szignifikáns különbségeket találtunk a két tábla között mind ősssel ($U = 608$; $p < 0,001$), mind tavasszal ($U = 475$; $p < 0,001$). A Tető-táblán (ősz: 100,7 pld/m²; tavasz: 103,3 pld./ m²) több mint kétszer annyi földgiliszta volt jelen, mint a Hullám-táblán (ősz: 38,5 pld./ m²; tavasz: 46,4 pld./ m²) (3. táblázat). A nagy szórás a táblákon belüli nagyfokú heterogenitásra utal. A földgiliszták számában nem találtunk szezonális különbséget a táblákon belül (Tető-tábla: $U = 2753,5$; $p = 0,83$; Hullám-tábla: $U = 965,5$; $p = 0,17$). A földgiliszták a mintavételi pontok többségében jelen voltak. Figyelemre méltó különbség volt azonban a

földigilisztát nem tartalmazó mintavételi pontok arányában: Ősz – Tető-tábla: 5%; Hullám-tábla: 30%; tavasz – Tető-tábla: 5%; Hullám-tábla: 20%. A földigiliszták átlagos biomasszája ősszel 19,5 g / m² (SD = 15,77), tavasszal pedig 22,0 g/m² (SD = 16,07) volt a teljes vizsgálati területen.

3. táblázat
A vizsgált táblák talaj- és földigilisztá-paraméterei

Paraméter	Évszak	Tető-tábla			Hullám-tábla		
		Átlag	Medián	Szórás	Átlag	Medián	Szórás
Talajnedvesség (%)	ősz	9,0	9,4	1,6	7,4	8,1	2,0
Textúra	ősz	31,5	32,2	2,7	32,4	31,4	2,3
Talaj pH	ősz	6,6	6,5	0,4	6,5	6,5	0,3
Szervesanyag tart. (%)	ősz	2,1	2,1	0,3	1,8	1,8	0,4
Elektromos vezetőképesség (μS/cm)	ősz	0,007	0,010	0,007	0,010	0,010	0,009
Földigilisztá egyedszám (pld. m ⁻²)	ősz	100,7	100,4	57,4	38,5	27,3	30,3
Földigilisztá egyedszám (pld. m ⁻²)	tavasz	103,3	100,0	48,0	46,4	49,8	32,1
Földigilisztá biomassza (g m ⁻²)	ősz	26,3	26,6	15,2	9,1	5,7	9,8
Földigilisztá biomassza (g m ⁻²)	tavasz	29,8	27,3	15,0	9,8	8,9	8,1

4.3 A talajparaméterek és az erdei szalonkák megfigyelésének valószínűsége közötti összefüggések

Szignifikáns korrelációt találtunk az első két tengely által jellemzett PCA-transzformált környezeti változók és a szalonka észlelések, mint válaszváltozó között, a becsült együttható $-1,48$ ($p < 0,001$) volt. A lépésenkénti modellválasztás a legalacsonyabb AIC-értéket egy olyan modell esetében eredményezte, amelyben magyarázó változóként a földigilisztá-gyakoriság, a SOM és az elektromos vezetőképesség szerepelt (S1). A változók közötti multikollinearitás nem volt jelentős mértékű (1,12–1,14). A logisztikus regressziós modell eredményei szerint szignifikáns összefüggéseket találtunk a szalonka észlelések és a talajparaméterek között (McFadden $R^2 = 0,17$; $\chi^2_3 = 21,21$; $p < 0,001$). Az erdei szalonkák észlelése pozitívan korrelált a földigiliszták számával, azonban negatívan a SOM-mal és az elektromos vezetőképességgel (4. táblázat).

4. táblázat

A logisztikus regressziós modell eredménye, amely összegzi a környezeti változók hatását az erdei szalonkák őszi észlelésére

	Std. Becslés	Std. Hiba	z érték	p érték
(Intercept)	-1,60	0,27	-5,84	< 0,001
Földigiliszta egyedszám - őszi (pld. m ⁻²)**	0,62	0,23	2,65	0,01
Szervesanyag tart. (%)*	-0,65	0,28	-2,33	0,02
Elektromos vezetőképesség (μS/cm)	-0,83	0,32	-2,58	0,01

Míg ősssel szignifikáns különbséget találtunk a két észlelési típus között a földigiliszták számában ($U = 917$; $p < 0,05$), tavasszal nem volt statisztikailag igazolható különbség ($U = 706,5$; $p = 0,66$). Átlagosan a földigiliszták száma ősssel több mint másfélszer nagyobb volt a pozitív területeken, mint a „nem észlelt” területeken (pozitív: 106,9 pld. m²; nem észlelt: 68,3 pld./m²), mint tavasszal (pozitív: 88,4 pld/m²; nem észlelt: 80,1 pld/m²) (5. táblázat).

5. táblázat

A mintavételi helyek talajparaméterei a szalonka észlelésekkel (pozitív) vagy anélkül (nem észlelt)

Paraméter	Évszak	Pozitív			Nem észlelt		
		Átlag	Medián	Szórás	Átlag	Medián	Szórás
Talajnedvesség (%)	ősz	9,1	9,5	1,8	8,2	8,3	1,9
Textúra	ősz	33,0	34,2	2,8	31,6	31,4	2,5
Talaj pH	ősz	6,5	6,5	0,3	6,5	6,5	0,4
Szervesanyag tart. (%)	ősz	2,0	2,0	0,3	1,9	2,0	0,4
Elektromos vezetőképesség (μS/cm)	ősz	0,009	0,01	0,008	0,004	0,01	0,006
Földigiliszta egyedszám (pld. m ⁻²)	ősz	106,9	93,2	78,4	68,3	55,5	47,4
Földigiliszta egyedszám (pld. m ⁻²)	tavas z	88,4	71,0	53,0	80,1	75,0	50,6
Földigiliszta biomassa (g m ⁻²)	ősz	25,2	26,1	19,6	18,0	14,7	14,3
Földigiliszta biomassa (g m ⁻²)	tavas z	21,8	18,8	13,1	22,0	19,6	16,5

5. Következtetések és javaslatok

5.1 Az erdei szalonka-észlelések eltérései az egyes területek között

Vizsgálatunk során egy Közép-európai erdő-mezőgazdaság mozaikos tájban összefüggéseket találtunk a szalonkák jelenléte és a földigiliszta-gyakoriság között, mind a táblák közötti, mind a táblákon belüli skálán. Tekintettel a madarak előfordulásának jelentős különbségére a két szomszédos és alapvetően hasonló vizsgálati tábla között, ez a vizsgálat a magasabb földigiliszta egyedszám és bizonyos talajparaméterek preferenciáját mutatta ki, ami nem nyilvánvaló pusztán a vegetáció szerkezetének figyelembevételével. Ezt a preferenciát az ősszel és tavasszal gyűjtött megfigyelési adatok és a műholdas nyomkövetésből származó adatok is alátámasztották. Ezek az eredmények összhangban vannak a korábbi tanulmányokkal, amelyek megerősítik a földigiliszta egyedszám és számos madárfaj, például a vörösbegy (*Erithacus rubecula*), a feketerigó (*Turdus merula*), a mezei pacirta (*Turdus pilaris*) és az énekes rigó (*Turdus philomelos*) előfordulási gyakorisága közötti kapcsolatot (Martay & Pearce-Higgins, 2020). Bár a Hullám-táblán is mindig regisztráltunk vizuális észleléseket, számuk mindkét évszakban sokkal alacsonyabb volt. Bár mindkét nyomonkövetett madarat a Hullám-táblán fogtuk, később kizárólag a Tető-táblán fordultak csak elő a GPS pontjaink alapján.

A nyomon követett madarak jeladóit alapvetően a vonulásuk vizsgálata céljából programoztuk, így minden éjszaka csak egy helymeghatározási pont került rögzítésre egy meghatározott időpontban. Következésképpen nem zárhatjuk ki teljesen, hogy a megjelölt szalonkák a Hullám-táblán is tartózkodtak éjszakai táplálkozásuk során. Mivel azonban a megjelölt madarak mindketten kifejlettek voltak, elképzelhető, hogy már kialakult bennük a táj részletes térbeli memóriatérképe, és igyekeztek maximalizálni a táplálékszerzés hatékonyságát azáltal, hogy mozgásukat a nagyobb zsákmánysűrűségű foltokra korlátozták (Colwell & Landrum, 1993)

Az erdei szalonkák sikere a földigiliszták felkutatásában két fontos tényezőtől, vagy azok kombinációjától függhet: a zsákmány jelenlétének finom léptékű felismerésétől (kedvező foltok megtalálása) és a táji léptékű térbeli memóriától (kedvező élőhelyek megjegyzése). Az a képesség, hogy a madarak közvetett jelek segítségével találják meg a földigilisztákat, különösen fontos lehet számukra a táplálékhiányos időszakokban vagy területeken. Az állandó, aktív táplálékkeresés nemcsak energiaigényes, hanem nagymértékben növelheti a predációs kockázatot is (Duriez et al. 2005b). Ezért fontos kérdés, hogy a madarak milyen információk

alapján találják meg a számukra legmegfelelőbb élőhelyeket. A szalonkák táplálkozás közben a csőrükkel szondázzák a talaj felszínét, amit a „Herbst corpuscule” -nak nevezett speciális mechanoreceptorok segítenek elő (du Toit et al. 2022). Ez a „távoli érintésnek” nevezett jelenség a földalatti zsákmány felismerését jelenti a csőr környezetén kívül a talajból származó mechanikai rezgéseken belüli nagyfrekvenciás gyorsulási komponensek érzékelésén keresztül (Gottschaldt, 1985). Ezek a rezgések a zsákmánynak a talajon belüli mozgásából származnak. Ezáltal a szalonkák hatékonyan megtalálják a nagyobb földigilisztá-sűrűséget, nemcsak táj léptékben, hanem a táplálkozó helyen belüli finomabb skálán is. Ráadásul bizonyos talajparaméterek, pl. a víztartalom (du Toit et al. 2024) befolyásolhatják ezeknek a mechanikai rezgéseknek a talajon belüli terjedését, ezáltal segítve a madarakat a zsákmányuk felkutatásában.

5.2 A talaj jellemzői és a földigiliszták eloszlása

Az egyes talajparaméterek alapján sem a Tető-tábla, sem a Hullám-tábla nem tekinthető ideális élőhelynek a földigiliszták számára, vagy legalábbis vannak más, sokkal kedvezőbb feltételeket biztosító élőhelyek. A vizsgált területen, ahol a talaj textúrája homokos vályog volt, a földigilisztá egyedszáma valamivel alacsonyabb volt, mint amiről más tanulmányok beszámoltak (Barras et al. 2022) (Ernst & Emmerling, 2009). A bőség mellett azonban a zsákmány vertikális eloszlása és felszíni aktivitása is befolyásolja a madarak számára való elérhetőségüket (Onrust & Piersma, 2017).

A földigiliszták egyedszáma az Tető-táblán magasabb volt, mint a Hullám-táblán. Figyelemre méltó, hogy az A. trapezoides csak a Tető-táblán volt megtalálható, a Hullám-táblán nem, és csak ősszel. A földigiliszták térbeli előfordulása mindkét táblán heterogén volt, de a viszonylag nagy sűrűségű foltok a Tető-táblán fordultak elő. Fontos megjegyezni, hogy a mintavétel során a földigiliszták szinte kizárólag a 0-5 cm-es talajrétegben, a felette lévő növényzet gyökerei között fordultak elő. A mélyebb rétegekben sem gilisztákat, sem a jelenlétükre utaló üregeket nem figyeltünk meg. Ez a jelenség valószínűleg előnyös a szalonkák számára, mivel a giliszták egy olyan zónában koncentrálnak, amely a körülbelül 70 mm-es csőrhosszúságú madarak számára könnyen hozzáférhető. Az éjszakai őszi mintavétel célja olyan fajok vizsgálata volt, amelyek csak éjszaka tartózkodnak a talajfelszín közelében (Duriez et al. 2005b) ilyen fajokkal azonban a vizsgálat során nem találkoztunk. Ennek több oka is lehet: egyrészt az alacsony

agyagtartalmú talajok a mélyre költöző fajok, például a közönséges földigiliszta számára a szárazságra való érzékenységük miatt hátrányosak lehetnek.

Másrészt, a közönséges földigilisztaikat a fajok közötti versengés is korlátozhatja, mivel nem képesek felvenni a versenyt a kisebb gilisztafajok gyorsabb növekedési és szaporodási sebességével (Butt, 1998). Emellett az anexikus földigilisztaik érzékenyebbek lehetnek bármilyen talajbolygatásra. Bár a terepi mintavételezés során talált földigilisztafajok elegendő táplálkozási lehetőséget biztosítottak a szalonkák számára, a földigilisztafajok alacsony diverzitása, valamint az epigeikus és anexikus fajok hiánya arra utal, hogy az élőhely minősége még javítható lenne a területen.

Mind a SOM, mind az SMC értékek kissé magasabbak voltak a Tető-táblán. Annak oka, hogy a mélyebben fekvő Hullám-táblát kissé szárazabbnak találtuk, az lehet, hogy a dőlésszög itt erősebb és dél felé irányul, így ősztől tavaszig jobban ki volt téve a nap szárító hatásának. A földigilisztaik számának jelentős eltéréseit azonban nem magyarázta semmilyen különbség e paraméterekben.

A talajszerkezet, az SMC és az elektromos vezetőképesség kissé magasabb volt a pozitív mintaterületeken; a különbségek azonban olyan kicsik voltak, hogy nem befolyásolhatták jelentősen a földigilisztaik előfordulását vagy kimutathatóságát. Emellett a talaj nedvességtartalma kulcsszerepet játszik a földigilisztaik túlélésében és aktivitásában (Satchell, 1967). Az átlagos nedvességtartalom például nemcsak a Jura-hegységben talált optimális 60-70%-os tartománynál volt jelentősen alacsonyabb (Venetz, 2019)), hanem még a korábbi vizsgálatokban (Barras et al. 2022) közölt 9–40% közötti értékeket is kismértékben alulmúlta. Hasonlóképpen a pH-értékek és a szervesanyag-tartalom is szűk tartományon belül voltak. Ezért nem zárható ki, hogy a nagyobb különbségek valóban befolyásolhatják a madarak választását. A legtöbb földigilisztafaj az 5,0–7,4 pH-tartományban fordul elő (Satchell, 1967), így valamennyi mintavételi pontunk e tekintetben optimális tartományba esett.

A vizsgált talajok textúrája homokos vályog volt. Korábbi tanulmányok szerint a földigiliszta jelenléte korrelál az agyag- és a szikes talajok tartalmával, ami a talaj tömörödésének és/vagy vizesedésének köszönhető (Curry, 2004). Ezzel szemben a homokos talaj, amelyet jellemzően alacsony vízviasszatartás jellemez, általában nem biztosít megfelelő körülményeket a földigilisztaik számára. Ezek a talajok azonban kedvezőek lehetnek a szalonkák táplálkozása szempontjából, mivel a lazább homokos talajban könnyebben tudnak a csőrükkel táplálkozni.

Emellett a homokos talajok általában gyorsabban felmelegednek és jobban ellenállnak a téli fagynak, mint a tömörebb, agyagos talajok, így kora tavasszal táplálkozási lehetőséget biztosíthatnak például a vonuló madarak számára.

A földigiliszták a mérsékelt égövi ökoszisztémákban a legelterjedtebb talajökoszisztéma-mérnökök (Blouin et al. 2013), így a rájuk specializálódott ragadozó, az erdei szalonka kitűnő indikátor faj, legalábbis a talaj alatti ökoszisztéma szempontjából. Ez a vizsgálat kimutatta, hogy a szalonkák képesek a táplálkozási területüket a finomléptékű földigiliszta sűrűség (és valószínűleg a rendelkezésre állás) alapján módosítani, a magasabb földigiliszta egyedszám pedig korrelált azokkal a területekkel, ahol gyakrabban figyeltük meg a madarakat aktívan táplálkozni. Ezen eredmények alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a felszínborítottság önmagában nem nyújt elegendő információt a szalonkák élőhelyének számukra való alkalmasságának értékeléséhez a költés előtti vagy utáni időszakban; más tényezőket, különösen a nedvességet, a textúrát és a szervesanyag-tartalmat is figyelembe kell venni.

Mivel a földigiliszta-sűrűség és a talajparaméterek jó indikátorai a szalonka táplálkozó élőhelyének, e változók mérése - legalábbis durva léptékben - segíthet a faj számára fontos élőhelyek azonosításában a táj egészén. Bár e paraméterek kiterjedt, finom léptékű mintavétele nehéz lenne, mégis lehetséges lenne terepi szintű mintavételeket szervezni annak megértése érdekében, hogy mely általános területek lehetnek fontosak a madarak számára. Ez az információ fontos lenne a szalonkák védelme és kezelése szempontjából a pihenőhelyeiken, amelyek kritikus szerepet játszanak a vonulásuk sikerében.

Ez, valamint a madarak területhűsége az élőhelyükön belül, szintén élőhelykezelési lehetőségeket kínálhat a természetvédelem számára. A vizsgálati terület régiójában például a táplálékban gazdag területeket (pl. a védősávok, az agrár-környezetgazdálkodási programok, nem művelt szegélyek) és a vadgazdálkodásban használt vadföldeket általában magas növényzet jellemzi. A fenntartható gazdálkodásnak figyelembe kell vennie, hogy ideális esetben az alacsony növényzetű, háborítatlan talaj és a gazdag biológiai sokféleség biztosíthatja a szalonkák számára a szükséges táplálkozási élőhelyet. Történelmileg az alacsony intenzitású legeltetéssel és pihentetéssel rendelkező nagy területek megfelelő élőhelyet biztosítottak a talajban élő gerinctelen állatokkal táplálkozó madarak (pl. a búbos (Vanellus vanellus), vagy az nagy póling (Numenius arquata) vagy rovarévő vadfajok (pl. a szürke fogoly (Perdix perdix) számára a régióban (Báldi et al. 2005). Ezért a mezőgazdaság folyamatos intenzívebbé válása

szükségessé teszi olyan gazdálkodási módszerek kidolgozását, amelyek elősegítik a talajlakó gerinctelenek fennmaradását, hogy helyreállítsuk táji sokféleségünk fenntartható megőrzését és kezelését. Ilyen módszerek közé tartozik az állandó növényi kultúrák (permanent cropping) és a direktvetéses gazdálkodás („no till”) (Lindahl et al. 2009), valamint a szerves trágyázás (Onrust & Piersma, 2017).

Mindazonáltal, vizsgálatunk egyetlen vizsgálati területre és rövid időre korlátozódott. A talajparaméterek közötti szélsőséges esetek hatékony azonosítása és a szélesebb körű következtetések levonása érdekében célszerű a vizsgálatot több, különböző talajjellemzőkkel rendelkező területen és különböző évszakokban is megismételni. Ez nemcsak azon a kis területen túl, ahol a felmérést végeztük, hanem az itt vizsgáltakon túlmenően különböző évszakokra vonatkoztatva is segíthet a gazdálkodási döntések megalapozásában.

6. Összefoglalás

Az erdei szalonka előnyben részesíti azokat az élőhelyeket, ahol a fő táplálékát alkotó földigiliszta fajok nagyobb sűrűségben fordulnak elő. Habár előfordulása erdőkhez kötődik, a madarak rendszeresen keresnek fel éjszakánként nyílt legelőket és gyepeket, melyek általában gazdagabbak földigilisztákban. Kevés információ áll azonban rendelkezésre a faj kis léptékű területhasználatáról, illetve annak az élőhelyi jellemzőkkel, valamint a táplálék elérhetőségével való kapcsolatáról, különösen a költési időszakon kívül. Tanulmányunkban azt vizsgáltuk, hogy az erdei szalonkák éjszakai előfordulása a vonulási megállási időszakokban különbözik-e két szomszédos, hasonló növényzeti szerkezetű szántóföld (gazdálkodási egység) között, és hogy a szalonka észlelések térbeli mintázatának szántóföldön belüli eltérései összefüggésben vannak-e a földigiliszta-sűrűséggel és a fő talajjellemzőkkel. Két jelölt szalonka GPS-nyomkövetési adatait és közvetlen megfigyelési adatokat használtunk fel, hogy tanulmányozzuk a madarak előfordulási mintázatát egy magyarországi erdő-mező mozaikos tájban a költés utáni illetve azt megelőző időszakban. Ezeket a mintázatokat összehasonlítottuk a terepi mintavételezéssel nyert finomléptékű talajjellemzőkkel és a földigiliszták számával. Eredményeink megerősítették, hogy a nagyobb földigiliszta-bőséggel rendelkező táblát gyakrabban látogatták a szalonkák, és ez az összefüggés a táblán belüli szinten is hasonlóan megfigyelhető volt. Eredményeink azt mutatják, hogy a szalonkák több térbeli skálán választják ki a magasabb földigiliszta-sűrűségű táplálkozóhelyeket, mind a táblák között (durva skála), mind a táblákon belül (finom skála). Tekintettel arra, hogy a szalonkák hajlamosak visszatérni ugyanarra a táblára éjszakai táplálkozás céljából, a foglaltság és az erőforrások közötti erős összefüggések alapot nyújtanak a tábla-szintű élőhelykezelési stratégiák kidolgozásához a természetvédelem érdekében. Mivel a földigiliszta-sűrűség és a talajparaméterek jó indikátorai a szalonka táplálkozó élőhelyének, e változók mérése - legalábbis durva léptékben - segíthet a faj számára fontos élőhelyek azonosításában és kezelésének tervezésében a táj egészén.

Köszönetnyilvánítás

A vizsgálat alapjául szolgáló terepmunka nem valósulhatott volna meg Balla István és Tóth Imre urak segítségével nélkül. Köszönöm Órhalmi Csabának a szalonka megfigyelések során nyújtott segítségét, valamint az Országos Magyar Vadászati Végegyletnek és a Földművelésügyi Minisztériumnak a műholdas nyomkövető vizsgálat támogatását. Továbbá köszönetem szeretném kifejezni Gergely Ildikó laboratóriumvezetőnek, Maxwell Maimela Modibanak és Hanaaa Tharwat Mohamed Ibrahimnak és Szála Boglárkának, a Magyar Agrártudományi Egyetem Talajtani Tanszékének hallgatóinak. Köszönettel tartozunk dr. Saláta-Falusi Eszternek és dr. Penksza Károlynak a vizsgálati terület növényzeti felméréséért.

Irodalomjegyzék

- Báldi, A., Batáry, P., & Erdős, S. (2005). Effects of grazing intensity on bird assemblages and populations of Hungarian grasslands. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 251-263.
- Barras, A., Candolfi, I., & Arlettaz, R. (2022). Spatio-temporal patterns of earthworm abundance suggest time-limited food availability for a subalpine bird species. *Pedobiologia*, 93-94.
- Blouin, M., Hodson, M., & Delgado, E. (2013). A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *Eur J Soil Sci*, 64:161-182.
- Butt, K. (1998). Interactions between selected earthworm species: A preliminary, laboratory-based study. *Appl. Soil Ecol*, 9, 75-79.
- Buzás, I. (1993). *Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1.: A talaj fizikai, vízgazdálkodási és ásványtani vizsgálata*. Budapest: INDA 4231 Kiadó.
- Buzás, I. (1993). *Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2.: A talajok fizikai-kémiai és kémiai vizsgálati módszerei*. Budapest: Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat.
- Colwell, M., & Landrum, S. (1993). Nonrandom Shorebird Distribution and Fine-Scale Variation in Prey Abundance. *The Condor*, 94-103.
- Crespo, A., Rodrigues, M., & Telletxea, I. (2016). No habitat Selection during Spring Migration at a Meso-Scale Range across Mosaic Landscapes: A Case Study with the Woodcock (*Scolopax Rusticola*). Forrás: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149790>
- Curry, J. (2004). Factors Affecting the Abundance of Earthworms in Soils, in: Edwards, C.A. (Ed.). In *Earthworm Ecology* (old.: 91-112). Boca Raton, Florida: CRC Press LLC.
- du Toit, C., Chinsamy, A., & Cunningham, S. (2022). Comparative morphology and soft tissue histology of the remote-touch bill-tip organ in three ibis species of differing foraging ecology. *J. Anatt*, 966-980.
- du Toit, C., Chinsamy, A., & Cunningham, S. (2024). Good vibrations: remote-tactile foraging success of wading birds is positively affected by the water content of substrates they forage. *J. Avian Biol.*

- Duriez, O., Ferrand, Y., & Binet, F. (2005a). Habitat selection of the Eurasian woodcock in winter relation to earthworms availability. *Biol Conserv*, 122:479-490. Forrás: *Biol Conserv* 122:479-490: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.08.011>
- Duriez, O., Fritz, H., & Binet, F. (2005b). Individual activity rates in wintering Eurasian woodcocks. *Anim behav*, 39-49. Forrás: *Anim Behav* 69:39-49: <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2004.04.009>
- Ernst, G., & Emmerling, C. (2009). Impact of five different tillage systems on soil organic carbon content and the density, biomass, and community composition of earthworms after a ten year period. *Eur J Soil Biol*, 45:247-251. Forrás: *Eur J Soil Biol* 45:247-251: <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2009.02.002>
- Faragó, S. (2015). AZ ERDEI SZALONKA (*Scolopax rusticola*) TERÍTÉK MONITORING EREDMÉNYEI 2013-BAN MAGYARORSZÁGON. *Magyar vizivad közlemények*, 25:289-301.
- Ferrand, Y., & Gossmann, F. (2009). *Ageing and sexing series 5: Ageing and sexing the eurasian Woodcock Scolopax rusticola*. Wader Study Group Bull 116:75-79.
- Gossmann, F., Ferrand, Y., Loidon, Y., & Sardet, G. (1988). Méthodes et Résultats de Baguages des Bécasses des Bois (*Scolopax Rusticola*) en Bretagne. *Third European Woodcock and Snipe Workshop* (old.: 34-41). Paris, France: ONC, IWRB, CIC,.
- Gottschaldt, K. (1985). Structure and function of avian somatosensory receptors, in: King, A., McLelland, J. (Eds.), *Form and Function in Birds VIII*. Academic New Yor. New York.
- Hallam, J., Holden, J., Robinson, D., & Hodson, M. (2021). Effects of winter wheat and endogeic earthworms on soil physical and hydraulic properties. *Geoderma*. Forrás: *Geoderma*: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115126>
- Hirons, G. (1982). The Diet and Behaviour of Woodcock (*Scolopax Rusticola*) in winter. (old.: 233-238). Dublin, Ireland: XIVth International Congress of Game Biologists.
- Lavelle, P. (1997). Faunal Activities and Soil Processes: Adaptive Strategies That Determine Ecosystem Function. *Academic Press*, 93-132.
- Lindahl, A., Dubus, I., & Jarvis, N. (2009). Site Classification to Predict the Abundance of the Deep-Burrowing Earthworm *Lumbricus terrestris* L. *Vadose Zone*, 911-915.

- Mackay, A., & Kladvko, E. (1985). *Earthworms and rate of breakdown of soybean and maize residues in soil. Soil Biol Biochem.* Forrás: [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(85\)90146-4](https://doi.org/10.1016/0038-0717(85)90146-4)
- Martay, B., & Pearce-Higgins, J. (2020). Opening a can of worms: Can the availability of soil invertebrates be indicated by birds? *Ecol. Indic.*, 113.
- MME, M. (2024). Forrás: mme.hu: <https://mme.hu/magyarorszagmadarai/madaradatbazis-scorus>
- Onrust, J., & Piersma, T. (2017). The Hungry Worm Feeds the Bird. *Ardea*, 105, 153-161.
- Péron, G., Ferrand, Y., & Gossmann, F. (2011). Escape migration decisions in Eurasian Woodcocks: insights from survival analyses using large-scale recovery data. *Behav Ecol Sociobiol*, 65:1949-1955. Forrás: *Behav Ecol Sociobiol* 65:1949-1955: <https://doi.org/10.1007/s00265-011-1204-4>
- Pulleman, M., Six, J., & Uyl, A. (2005). Earthworms and management affect organic matter incorporation and microaggregate formation in agricultural soils. *Applied Soil Ecology*, 1-15. Forrás: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2004.10.003>
- Rappole, J., & Tipton, A. (1991). *New Harness Design for Attachment of Radio Transmitters to Small Passerines.* *J Field Ornithol* 62:335-337.
- Rossi, J., Lavelle, P., & Albrecht, A. (1997). Relationship between spatial pattern of the endogeic earthworm *Polypheretima elongata* and soil heterogeneity. *Soil Biol Biochen.* Forrás: *Soil Biol Biochen*: [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(96\)00105-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(96)00105-8)
- Satchell, J. (1967). Lumbricidae, in: Burges, A., Raw, F. (Eds.). In *Soil Biology* (old.: 259-322). London: Academic Press.
- Schally, G., & Csányi, S. (2024. február). Forrás: [vadaszatedegylet.hu: https://vadaszatedegylet.hu/hirek/friss-hirek-a-szalonkavonulas-jelados-vizsgalatarol](https://vadaszatedegylet.hu/hirek/friss-hirek-a-szalonkavonulas-jelados-vizsgalatarol)
- Schally, G., Tóth, D., Márton, M., Bijl, H., Palatitz, P., Csányi, S., . . . Simon, B. (2024). The effect of soil parameters and earthworm abundance on the fine-scale nocturnal habitat use of the Eurasian woodcock. *Ecology and evolution*.

- Singh, S., Singh, J., & Vig, A. (2016). Effect of abiotic factors on the distribution of earthworms in different land use patterns. *J Basic Appl Zool* 74:41-50, 74:41-50. Forrás: J Basic Appl Zool 74:41-50: <https://doi.org/10.1016/j.jobaz.2016.06.001>
- Skórka, P., Lenda, M., & Sutherland, W. (2016). Response of young and adult birds to the same environmental variables and different spatial scales during post breeding period. *Landc Ecol*, 31:2063-2078. Forrás: Landc Ecol 31:2063-2078: <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0382-x>
- Szabó, I. (2008). *Az általános talajtan biológiai alapjai*. Budapest. 245-258: Mundus Magyar Egyetemi Kiadó.
- Talavera, J., Cunha, L., & Arévalo, J. (2020). Anthropogenic disturbance and enviromental factors drive the diversity and distribution of earthworms in Sao Miguel Island. *Appl Soil Ecol*. Forrás: Appl Soil Ecol: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.06.004>
- Venetz, C. (2019). Earthworm availability in the Jura Mountains to the Eurasian Woodcock (*Scolopax Rusticola*) during the breeding season. *Master Thesis in Biology*. University of Neuchatel.

Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. ÁBRA A FÖLDIGILISZTÁK MORFOLÓGIAI TÍPUSAI (SZABÓ, 2008).....	6
2. ÁBRA KÉT, LÁTSZÓLAG HASONLÓ TÁBLA.....	8
3. ÁBRA AZ VIZSGÁLATI TERÜLET TÉRKÉPE (A MŰHOLD FELVÉTEL FORRÁSA: ESRI WORLD IMAGERY)	9
4. ÁBRA MEGFOGOTT ÉS MEGGYŰRÜZÖTT SZALONKA	11
5. ÁBRA ÉJSZAKAI TALAJ MINTAVÉTELEZÉS.....	11
6. ÁBRA MINTAVÉTELEZÉS	12
7. ÁBRA TALAJMINTÁK ELŐKÉSZÍTÉSE.....	14
8. ÁBRA MINTA MÉRÉSE/PH MÉRÉS	15
9. ÁBRA SZERVESANYAG TARTALOM MEGÁLLAPÍTÁSA	16
10. ÁBRA VEZETŐKÉPESSÉG MÉRÉS FOLYAMATAI.....	16
11. ÁBRA KARBONÁTTARTALOM MÉRÉSE	17
12. ÁBRA TALAJTULAJDONSÁGI ADATOK	18
13. ÁBRA BEGYŰJTÖTT GILISZTAFAJOK	20
1. TÁBLÁZAT AZ ÖSSZEL GYŰJTÖTT KÖRNYEZETI VÁLTOZÓK FŐKOMPONENS-ELEMZÉSÉNEK (PCA) EREDMÉNYEI.	19
2. TÁBLÁZAT A LOGISZTIKUS REGRESSZIÓS MODELL EREDMÉNYE, AMELY ÖSSZEGZI A KÖRNYEZETI VÁLTOZÓK HATÁSÁT A TÁBLÁK KÖZÖTTI KÜLÖNBSÉGEKRE ÖSSZEL	20
3. TÁBLÁZAT A VIZSGÁLT TÁBLÁK TALAJ- ÉS FÖLDIGILISZTA-PARAMÉTEREI.....	21
4. TÁBLÁZAT A LOGISZTIKUS REGRESSZIÓS MODELL EREDMÉNYE, AMELY ÖSSZEGZI A KÖRNYEZETI VÁLTOZÓK HATÁSÁT AZ ERDEI SZALONKÁK ŐSZI ÉSZLELÉSÉRE	22
5. TÁBLÁZAT A MINTAVÉTELI HELYEK TALAJPARAMÉTEREI A SZALONKA ÉSZLELÉSEKKEL (POZITÍV) VAGY ANÉLKÜL (NEM ÉSZLELT)	22

Nyilatkozat

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Tóth Dániel
A Hallgató Neptun kódja: EAV2S8
A dolgozat címe: Az erdei szalonka kis léptékű élőhely választásának vizsgálata
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: | Vadbiológiai és Vadgazdálkodási Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottnak tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024 év. október hó 31 nap



Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Tóth Dániel (EAV2S8) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: Gödöllő, 2024. 11. 03.


dr. Simon Barbara
belső konzulens


dr. Schally Gergely
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó.