

37. Országos Tudományos Diákköri Konferencia

SAPIENTIA ERDÉLYI MAGYAR TUDOMÁNYEGYETEM

SEPSISZENTGYÖRGYI KAR

ERDŐMÉRNÖKI SZAK

**Kezelt és természetes erdők ízeltlábú közösségeinek
összehasonlítása, különös tekintettel a pókokra
(Arachnida: Araneae)**

Hallgató: Opra Boglárka, Erdőmérnöki szak

Témavezető: Dr. Urák István, egyetemi docens

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	2
1. Bevezetés	5
2. Célkitűzés	6
3. Irodalmi áttekintés	7
3.1 Az erdő meghatározása	7
3.2 Természetes erdő.....	7
3.3 Erdély erdőgazdálkodásának rövid történelmi áttekintése.....	10
3.4 Gazdasági erdő, az erdőművelés fogalma.....	12
3.4.1 Természeteszerű erdőgazdálkodás	13
3.5 Rovarokról másként.....	13
3.6 Pókokról általánosan.....	15
3.7 A vizsgált területek általános adatai	17
3.7.1 Éghajlati jellemzők	17
3.7.2 Geológia, geomorfológia és hidrológiai jellemzők	17
3.7.3 A 89-es erdőrészlet (természetes erdő).....	18
3.7.4 A 83E erdőrészlet (kezelt erdő)	20
4. Anyag és módszer	21
4.1 Barber csapda.....	21
4.2 Adatok feldolgozása.....	24
5. Eredmények és ezek tárgyalása.....	25
5.1 Az ízeltlábúak rendszertani megoszlása	25
5.2 A pókokra vonatkozó adatok	28
5.2.1 A pókok biogeográfiai spektruma	30
5.2.2 A pókok megoszlása az élőhely természetessége szerint	31
5.2.3 A pókok megoszlása nedvesség és borítottság igényük szerint	32

5.2.4 A pókok gyakoriságára vonatkozó adatok.....	33
5.2.5 <i>Cetonana laticeps</i> (Canestrini, 1868)	34
5.2.6 <i>Anguliphantes silli</i> (Weiss, 1987).....	35
5.3 Statisztikai elemzés	36
6. Összegzés	39
Köszönetnyilvánítás	40
7. Irodalomjegyzék.....	42

**Kezelt és természetes erdők ízeltlábú közösségeinek összehasonlítása,
különös tekintettel a pókokra (Arachnida: Araneae)**

Hallgató: **Opra Boglárka**, Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Sepsiszentgyörgyi Kar, Élettudományi Tanszék, Erdőmérnöki szak

Témavezető: **Dr. Urák István**, egyetemi docens

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Sepsiszentgyörgyi Kar, Élettudományi Tanszék

Kivonat

Az erdők bonyolult történelmi múlttal rendelkeznek Európa egész mérsékelt égövi területein. Amióta az ember felfedezte az erdőben rejlő értékek kihasználásának lehetőségét különböző célokra használta fel, az adott kor társadalmi elvárásainak, igényeinek eleget téve. A középkori kiterjedt erdőpusztítás, majd az intenzív gazdasági célú erdőgazdálkodás ellenére, egyes európai országokban megmaradtak az őserdők maradványai. Jelen dolgozat célja összehasonlítani egy természetes és egy kezelt erdő ízeltlábú közösségeit a nagyobb rendszertani csoportok (taxonok) és pókközösségek szerkezete alapján.

A kutatás hipotézise, hogy a természetes erdők ízeltlábú közösségeiben nagyobb a diverzitás és magasabb a természetes élőhelyeket kedvelő fajok aránya. Hipotézisünk igazolása érdekében egy teljes évet felölelő adatgyűjtést folytattunk egy kezelt és egy természetes erdőben. A minták begyűjtése talajcsapdák segítségével történt, négy egymást követő periódusban.

A két erdőtípusban összesen 7318 ízeltlábút gyűjtöttünk. Annak ellenére, hogy a kezelt erdőrészletben nagyobb volt az egyedszám, a természetes erdőrészletben magasabb lett a diverzitás, ami igazolja a hipotézisünket.

A két erdőrészletben összesen 282 pókot gyűjtöttek a csapdák. Ezek közül a *Cetonana laticeps* több európai országban is védett, az *Anguliphante silli* endemikus Romániában, és közel negyven éve után ez az első adat róla. Élőhelyigényük alapján mindkét erdőben a természetes és természetközeli élőhelyeket kedvelő fajok aránya volt a legmagasabb, ugyanakkor a természetes erdőben a kimondottan természetes élőhelyeket kedvelő pókok aránya kiemelkedő volt.

Eredményeink igazolják a hipotézisünket és alátámasztják azt a megfigyelést, ami szerint a pókok annak ellenére, hogy generalista ragadozók, nagyon érzékenyek az élőhelyek minőségére és felhasználhatók, mint indikátor szervezetek hasonló kutatásokban.

1. Bevezetés

A Föld egy olyan bonyolult rendszer, melynek teljes működése még mindig nem ismert az emberiség számára. Mi emberek a rendszerben csak egy fajt képviselünk, ugyanakkor az ízeltlábúak, a fajokban leggazdagabb rendszertani csoport lényeges eleme ennek a rendszernek a sok ismert, valamint még fel sem fedezett egyéb faj mellett. Általánosan ismert az a tény, hogy magasabb fajdiverzitás van azon erdőterületeken, ahol a természetes szukcesszió irányítja a folyamatokat, valamint azokban a gazdasági erdőkben, ahol igyekeznek ezeket a természetes eseményeket utánzó erdészeti beavatkozásokkal vezetni az állományt.

A Föld ökoszisztémái folyamatosan átalakulnak, megújulnak. Ezek az átalakulások az egyre intenzívebb emberi beavatkozások következtében felgyorsultak. A növekvő társadalmi szükségletek kielégítése okán a szárazföldi területeink felénél is több már a mezőgazdasági terület, legelő vagy lakott terület. A nagy kiterjedésű, egységes területek, mint a mezőgazdasági területek vagy az intenzív erdészeti célú területek hozzájárulnak egyes élőhelyek eltűnéséhez, felaprózásához és minőségének csökkenéséhez.

Helyi és globális szinten is probléma az intenzív földhasználat, mely az ízeltlábúakra nézve fenyegetést jelent. Kevesebb élőhely marad számukra és fogynak az érintetlen területek. A lakott területek aránya növekszik, kevesebb a természetes erdő, a virágos rét. A gazdasági erdőkben még mindig kevés a holt fa aránya, a mezőgazdasági területeken használt nagy mennyiségű növényvédő szer, a klímaváltozás, és nem utolsósorban az országok és kontinensek közti nagymennyiségű áru szállítás mind hozzájárulnak az ízeltlábúak diverzitásának csökkenéséhez és számos idegenhonos faj megjelenéséhez, melyek kiszoríthatják az őshonos fajokat (Dirzo et al., 2014).

Az alapvető ökológiai rendeltetés tekintetében a fajok fennmaradása nélkülözhetetlen az egészséges élethez a Földön. Az ember magától értetődőnek gondolja az ízeltlábúak nyújtotta szolgáltatásokat. Ezek az alapvető szolgáltatások párhuzamosan csökkennek a rovarok és más ízeltlábúak számbeli csökkenésével. Sok esetben késő akkor aggódni egy faj fennmaradásán, mikor már elérte a veszélyeztetett szintet, hiszen ilyen esetben az ökoszisztémán belüli szerepét már nem képes kellő képpen betölteni. Sokszor úgy tűnnek el egész ökoszisztémák, hogy még nem is tanulmányoztuk őket. Ezért fontos a még szigetszerűen megmaradt természetes élőhelyek védelme és ezek komplex szerkezetének tanulmányozása, megismerése. Jelen dolgozatban is egy természetes és egy kezelt erdő ízeltlábú közösségét tanulmányozzuk és hasonlítjuk össze, különös tekintettel a pókokra, melyek az ízeltlábúak táplálkozási piramisának csúcsragadozói.

2. Célkitűzés

A rovarok 479 millió éve élnek a Földön, ami azt bizonyítja, hogy igen magas alkalmazkodóképességgel rendelkeznek. Jelenlegi kutatások azonban rávilágítanak arra, hogy egyre alacsonyabb a faj- és egyedszámuk. Németországban több mint 60 rovarcsapda tartalmát vizsgálták, minek összegzése azt mutatja, hogy harminc év leforgása alatt a rovarpopulációkban 75%-os csökkenés mutatható ki. Ugyanakkor globális adatok szerint a Föld rovarfaunája felére csökkent, miközben az emberiség szinte ez idő alatt megkétszereződött (Dirzo et al., 2014).

Annak érdekében, hogy világunkat megvédjük és hozzájárulhassunk a jelenlegi körülmények javításához, először is fontos azt megismernünk. A megfigyelés alapú megismerés a legcélszerűbb. Jelen kutatás célja is egy ilyen jellegű megfigyelésvizsgálat, melynek keretén belül összehasonlítjuk egy természetes és egy kezelt erdő ízeltlábú közösségeinek a szerkezetét, különös tekintettel az ízeltlábúak táplálkozási piramisának generalista csúcsragadozóira, a pókokra. A pókok faji szintű meghatározása után az egyes fajok élőhely igényeinek ismeretében, a közösségek szerkezete alapján jellemezni lehet az élőhelyeket (ökológiai indikáció), illetve össze lehet hasonlítani őket különböző statisztikai módszerek segítségével. Így sokkal pontosabb információkat kapunk ez egyes élőhelyek minőségéről, az ökológiai szukcessziós folyamatok stádiumáról, és annak azok irányáról. További célunk információ szerzés két különböző erdei ökoszisztéma ízeltlábú közösségeinek időbeli változásairól. Ezek az információk hozzájárulnak a tanulmányozott élőhelyek jobb megismeréséhez.

Hipotézisünk szerint nagyobb fajdiverzitás feltételezhető a természetes erdőben, mint a gazdasági erdőterületen. Továbbá feltételezzük, hogy a természetes erdőben kiegyenlítettebb a közösségek szerkezete, és magasabb a nagyobb borítottságot és a zavartalan, természetes élőhelyeket kedvelő, ritka fajok aránya.

A hipotézisünk tesztelése során szerzett információk segítségével nyomon lehet követni a két különböző erdei ökoszisztéma ízeltlábú közösségeinek időbeli változásait is, az ökológiai szukcessziós folyamatokat és ezek hatását a közösségek szerkezetére. A kutatás eredményei alapján megfogalmazott következtetések a két erdőrészletben jelenlévő fajsza, valamint diverzitásra való tekintettel, hozzájárulnak újabb kutatások tervezéséhez és hatékony természetvédelmi védelmi stratégiák kidolgozásához.

3. Irodalmi áttekintés

3.1 Az erdő meghatározása

Az erdő fogalmának a meghatározásával a történelem folyamán többen is próbálkoztak. Ezek a meghatározások eltérnek abban, hogy ezen rendszer, mely funkcióját részesítették előnyben. Korai, szélsőséges meghatározások szerint az erdő "fagyár" (Popovici, 1922). Van aki jogi szempontból próbált keretet adni az erdő fogalmának (Drăcea, 1923). Ugyanakkor akadnak meghatározások, melyek szerint, ökológia szempontokat figyelembe véve, az erdő egy komplex, összetett ökológia rendszer (ökoszisztéma) (Vlad et al., 1997).

Az erdő fogalmának meghatározásában nemzetközi kitekintésben is eltéréseket találunk. Ezek az eltérések általában a minimális terület, famagasság és záródás tekintetében lelhetők fel. A román erdőtörvény szerint az erdő legalább 0,25 hektár kiterjedésű, fával borított terület, amelyen normális körülmények közt, a fásszárú állomány érett korában el kell érje az 5 méter magasságot. Ökoszisztémának nevezzük, melynek jellemzője, hogy nyitott, de mégis egy természetes önszabályzó rendszer. Ugyanakkor fontos, hogy a rendszerben egymásra tartós hatást gyakorló fák és cserjék, valamint egyéb növények és állatvilág lelhető fel, melyek közvetlen környezetükkel is kölcsönhatásban vannak (Majer, 1977). Ennek értelmében nem minden fásor, facsoport nevezhető erdőnek. Ezeknek a tényeknek az ismeretében nem egészen pontosan 6.900.962 ha erdőterület található Románia (Marin et al., 2019). Az ökoszisztémát állandó és dinamikus változás jellemez. Azokon a területeken, ahol hiányzik az antropogén hatás, a szukcessziót maga a természet irányítja, ellenben a kezelt területekkel, ahol az antropogén behatás alakítja a tájképet (Majer, 1977).

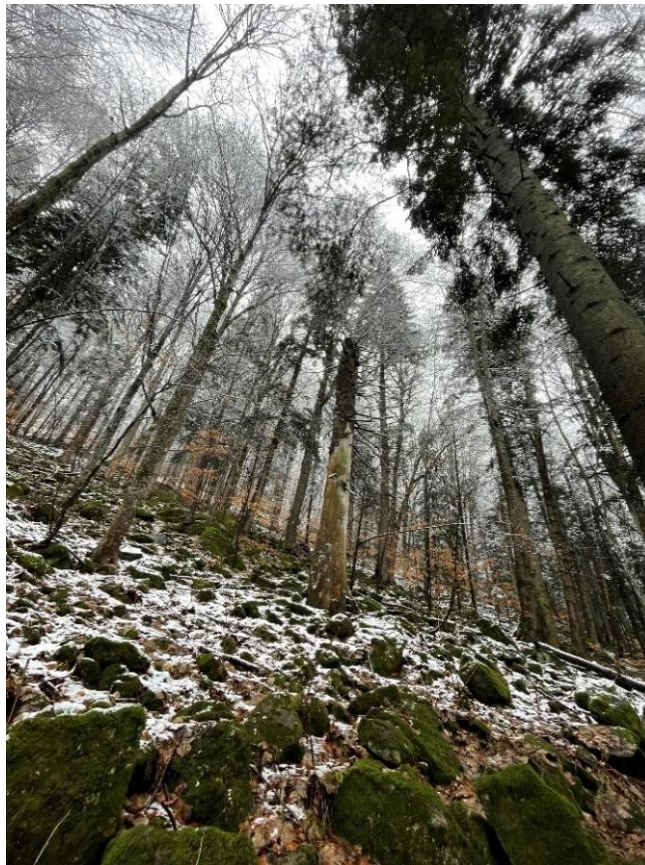
3.2 Természetes erdő

Az európai mérsékelt égövben a magas népsűrűség és az erdők folyamatos használata miatt kevés helyen maradtak fent az őserdők (Parviainen, 2005). A még megmaradt őserdők felkeresésére és beazonosítására irányuló kutatásokat az Erdészeti Kutatóintézetek Nemzetközi Szövetsége (International Union on Forestry Research Organization, rövidítve IUFRO) végzi (Biriş, 2017). Az őserdők és természetes erdők kutatása még mindig zajlik. Sok információt sikerült a Föld különböző területeiről gyűjteniük a kutatócsoportoknak, ugyanakkor ezek az érintetlen területek még emberek által nem felfedezett törvényszerűségeket rejtenek magukban. A kutatások többsége Európában, így Romániában is a bükkösökben zajlik (Mergner, 2021).

Az őserdő fogalmának szükségszerű meghatározása oda vezethető vissza, hogy az antropogén beavatkozásoktól érintetlen erdőterületek életfolyamataiban és szerkezetében rejlő kulcsfontosságú eseményeket értsük meg, ugyanakkor ezeket legyünk képesek alkalmazni az erdőgazdálkodási intézkedésekben. Európában a fogalom iránti érdeklődés az erdészeti tudományok megjelenését követően vált érdekessé, leginkább a szakavatottak körében, amely ösztönzésként szolgált a természetes törvényszerűségek tiszteletben tartására és azok alkalmazására az erdőgazdálkodásban (Biriş, 2017).

A természetes erdők ellenben az őserdőkkel a múltban mutathatnak antropogén hatást, itt azonban a természetes folyamatok irányítják a szukcessziós folyamatokat (Parviainen, 2005) (1.ábra). A múltban alkalmazott erdészeti eljárások nagyban befolyásolják a mai erdőgazdálkodást és egyben a természetvédelmet (Munteanu et al., 2016).

A szakirodalomban számos kifejezés használatos a beavatkozás nélküli erdőterületek jellemzésére. Ezek a kifejezések a természet-közeli, természetes, háborítatlan erdőtől egészen az érintetlen, szűz és nem utolsó sorban őserdőig terjednek (Parviainen, 2005), leginkább azért, hogy hangsúlyozzák a természetes állapotokat, amelyek az emberi behatások részleges, esetleg teljes hiányából adódnak (Peterken, 1996).



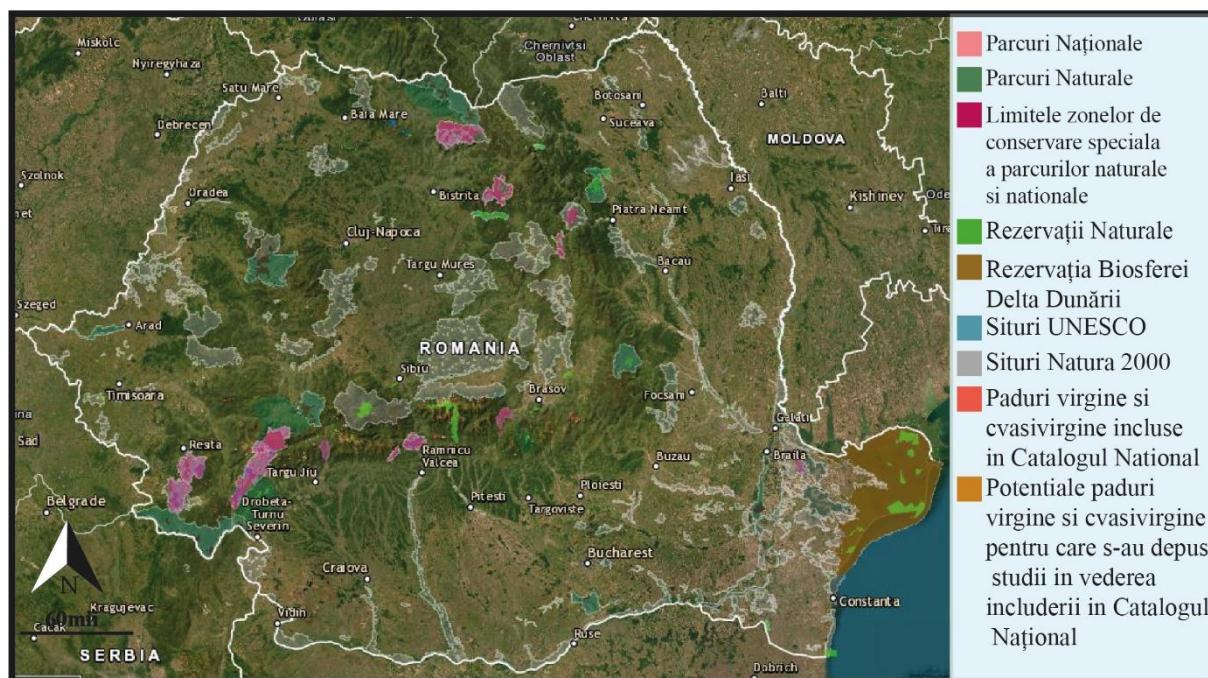
1. ábra. A vizsgált természetes erdőrészlet téli csapdabegyűjtéskor (Forrás: szerző)

A természetes erdők emberi intézkedések és erdőhasználati beavatkozások nélkül létezik és fejlődik, figyelmen kívül hagyva annak eredtét (Mergner, 2021). Nyitott tankönyv, inspirációs forrás az erdészeti gyakorlat számára minden olyan erdőterület, ahol emberi beavatkozások nem történnek, ugyanakkor az állomány egészségesnek és stabilnak mondható, valamint folyamatos növedéket képez.

A természetes erdők szervezési és működési módjukból adódóan folyamatos átalakuláson mennek keresztül, melynek célja a stabilitás megőrzése, ezáltal fajgazdag élőhelyek kialakítása. A fajdiverzitás hozzájárul a védekező mechanizmusaik megerősödéséhez a különböző veszélyekkel szemben, melyek lehetnek biotikus és abiotikus kártételek.

Az erdőkkel szemben felállított elvárások sorrendje az elmúlt évtizedekben változó tendenciát mutat, egyre inkább elsőbbséget élveznek a természetvédelmi és rekreációs funkciók a gazdasági célokkal szemben. Az erdőt alkotó fák, cserjék és élőlények egyedei idővel elpusztulnak, de az erdő, mint rendszer egy örök, állandóan változó, önfenntartó egység, alkalmazkodva az élőhely adottságaihoz (Pápai et al., 2013).

Románia erdőalapjának 1%-a természetes erdő. Az országos erdőalapban összesen 71.077,44 ha őserdő és természetes erdő van nyilvántartva (2. ábra) (Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, n.d.).



2. ábra. Őserdők és természetes erdők Romániában (Forrás: Catalogul pădurilor virgine și cvasivirgine din România, 2022)

3.3 Erdély erdőgazdálkodásának rövid történelmi áttekintése

Az ember erdővel kapcsolatos tevékenységének a történetét nevezzük erdészettörténetnek. Kezdetben a helyi faszükségleteket a fák egyben történő kitermelésével, égetésével, paraszti szálalás elvén egy-egy fa kiemelésével elégítették ki. Az ilyen jellegű fahasználati módot a középkorig gyakorolták, illetve egyes vidékeken egészen a 20. századig (Florescu & Nicolescu, 1996). A 16. században felismerték, hogy az ilyen és hasonló erdőhasználat hosszú távon nem fenntartható. Werbőczy István 1514-ben kitér az erdőpusztítások megfékezésére, fontosnak tartja az erdők országos és egységes becslésének a kidolgozását és megvalósítását, valamint kihangsúlyozza a makktermő erdők magas gazdasági értékét (Werbőczy, 1897). Az erdő további kizsákmányolásának meggátlása érdekében 1712-ben elsőként választanak erdőfelügyelőt, kinek a feladata, hogy erdők megőrzésére erdőpásztorokat foglalkoztasson. A következő években az erdők egyre nagyobb figyelmet kapnak, 1787-től jelennek meg az első állami erdészeti intézkedések, melytől kezdődően az erdőgondozás közüggé válik. 1799-től Erdélyben a főkormánysház betiltja az erdők gyűjtögetését. Ezen időszakban az erdőgazdálkodás, mint fogalom, még nem volt ismert. A köztulajdonnak számító erdők használatára semmiféle intézkedés nem volt érvényben, így a helyi lakosok fahasználatára sem volt keretek közé szorítva, ahogy az erdőirtás és égetés sem, minek a célja a mezőgazdasági és legelőterületek kiterjesztése volt. A 18. század második felében Európában olyan mértékben lecsökkentek és leromlottak az erdőterületek, hogy elkerülhetetlenné vált a tudatos erdőhasználat. Az erdők megújításának igénye külön szakterület kialakulásához vezetett. Az 1800-as évek elején elkezdődik az erdők földmérők általi felmérése, ezek felosztása és a vágások szabályozása. Ettől kezdődően tekintik az erdészetet gazdaságnak, termelő egységnek ugyanakkor tudománynak is, aminek az elsajátítása az erdészeti szakszemélyzetnek kötelező. Ezen határozatott az 1817-es Erdélyi Udvari Kancellária határozata követett, amely elrendeli Nagyszebenben a három éves időtartamú erdészeti felsőoktatási tanintézet létrehozását (Kádár & Pál-Antal, 2002).

Előrelépést hozott az erdőgazdálkodás terén az első üzemtervek elkészítése 1815 és 1817 között. Az Erdészeti lapokban az 1800-as évek vége fele jelent meg Bedő Albert „A székelyföldi erdők ügyében” című írása, amelyben meghatározza a fő követendő irányelveket az erdőgazdálkodásban. Fontosnak tartja olyan szakemberek foglalkoztatását melyek erdészeti képzettséggel rendelkeznek, hangsúlyozza a fenntartható, üzemterv alapú gazdálkodást, a közösségi erdők szervezet őrzését az erdőben történő visszaélések büntetését, illetve az erdei utak fejlesztését és a legeltetési szezonok betartását (Bedő, 1874).

Az erdőgazdálkodás szerves és nélkülözhetetlen része az erdővédelem is, bizonyítják a már az 1891-es és az 1893-as évekből megmaradt feljegyzések. Csík megyében a Békási szakaszon, valamint Maros Torda megye egyes részein nagyméretű apácalepke (*Lymantria monacha*) kártétel volt. Az akkori időben több kreatív módszerrel igyekeztek visszaszorítani a kártételeket. A védekezés a megfertőzött területek elszigetelésével történt, úgynevezett hernyógyűrűk segítségével. A megtámadott területekben zajló védekezés gerincét a biológiai védekezés képezte, ami a tapasztalatokon alapuló megfigyelések szerint az őket nagymértékben pusztító betegségek mesterséges előállítására és kijuttatására volt. Mindezen intézkedések mellett penészgomba csírák szétszórását és olyan vízzel való permetezéseket írtak elő, ami flacheriával volt fertőzve. Az 1900-as évek elején hasonló kártételek csak ritkán és szórványosan jelentek meg, ami leginkább annak köszönhető, hogy az erdőterületekben érdekelt birtokosok végrehajtották az abban a korban elfogadott megelőző és védekező eljárásokat, minek egyik fő pillére azon madarak védelme, melyek természetes ellenséggként szolgálhatnak a tömegszaporodás hajlamos rovarokkal szemben (Kádár & Pál-Antal, 2002).

Az első világháború után, az 1920-as évek elején Nagy-Románia erdőterületét 9670000 hektárban határozzák meg (Kádár & Pál-Antal, 2002). Ebben az időszakban leginkább a haszonállatok legeltetésére szolgáló területek növelése érdekében több erdős területet közösségi legelőkké alakítottak át. Egészen 1926-ig Románia erdőalapjából több mint egymillió hektár területet szakítottak ki. Ezeket a területeket legelőkké és szántóföldekké alakítottak át. 1920 és 1940 között általános volt az erdő túlhasználat. A Maros felső völgyében a háromszoros mennyiségét termelték ki az évi növedéknek. Nagy-Romániában az 1923 és 1927 közötti időszakban 25 millió köbméter faanyagot termeltek ki, ez a mennyiség az évi növedéket 10 millió köbméterrel haladta meg. 1947-re Románia teljes erdőterjedése 6704700 hektárra csökkent (Ivănescu, 1972).

A második világháborút követően az ország teljes erdőterületét államosították. Az erdőgazdálkodásra nagy hatással volt a Szovjet politika, amely a nagy kiterjedésű tarvágásokat és gyorsan növő fajok ültetését preferálta. A Szovjetunió 1990-es szétesése után a területek egy része az eredeti tulajdonosokhoz került vissza a három restitúciós törvényt követően 1991-ben, 2000-ben, valamint 2007-ben (Ioras & Abrudan, 2006).

Románia erdőalapja 2022-ben 6613 millió hektár. A 2013-as adatokhoz viszonyítva az ország erdős területe 76 000 hektárral növekedett. A leggyakoribb fafajok a bükk, ezt követi a lucfenyő, a tölgyek és a különböző keményfajú fajok, illetve a puhafajú fajok, a jegenyefenyő és más tűlevelű fajok. 2022-ben az országos erdőalap 64,2%-kát képezte az állami tulajdon és 35,8%-a magántulajdonú erdőterület (Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, n.d.).

3.4 Gazdasági erdő, az erdőművelés fogalma

Az előző fejezetben bemutatott történelmi események mind hozzájárultak az erdőhasználat keretek közé tételeének szükségességéhez. Az erdőgazdálkodást hosszú évszázadok megfigyelései előzik meg, ugyanis az erdővel mint rendszerrel több gazdálkodási ciklusra tervezünk. Sok fafaj esetében egy emberöltőnél is hosszabb intervallum, míg a vágásérettségi kort egy állomány eléri és ezzel egyidejűleg a hasznosító faanyag értékesítés is megtörténhet.

Az erdőművelés elsősorban az erdő területek mennyiségi és minőségi jellemzőinek a javítására és stabilizálásra irányuló tudományos háttérrel és technikai módszerekkel rendelkező szakirány, mely figyelembe veszi a tulajdonos és a társadalom igényeit. Ezen tudomány a nemzetgazdaság ágát képezi, melynek célja az erdők megújuló, de mégis korlátozott erőforrásaival történő fenntartható gazdálkodása (FAO, 2004). Szűkebb értelmezésben az erdőművelés az erdők tényleges művelésével, vagyis a természetes és mesterséges erdősítéssel, az erdők kezelésével, fejlesztésével, valamint ezen beavatkozások után létrejött nyersanyag mennyiség kitermelésével foglalkozik. A tágabb értelmezés az erdőműveléshez sorolja az erdők létrehozásához, kezeléséhez, az erdőből származó termékek értékesítéséhez, vagyis a teljes gazdálkodási folyamat megszervezéséhez, működtetéséhez szükséges összes intézkedést, eljárást és beavatkozást (Negulescu et al., 1973).

Annak érdekében, hogy a társadalomnak az erdővel szemben támasztott igényei a lehető legnagyobb mértékben teljesüljenek nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az erdőművelés tárgya az erdei ökoszisztéma, és ezen ökoszisztémákban végbemenő folyamatoknak megfelelően kell az erdőművelési beavatkozásokat elvégezni (Vlad et al., 1997).

Számos szempontból értéket teremtünk az erdőművelési munkák során, ezáltal a legnagyobb szakértelmet és figyelmet igénylő tevékenység. Kizárólag az egészséges, stabil, erdő képes az iránta támasztott közjóléti és gazdasági elvárások maradéktalan teljesítésére ezáltal az erdő hármaskörét kihasználva. Ennek értelmében nem szabad kizárólag anyagi forrásként tekinteni az erdőre (Pápai et al., 2013).

Az erdőgazdálkodás, folyamatos faborítást igyekszik elérni a termőhelynek megfelelő fafajokból, megfelelő sűrűségben és mintázatban összeállítva. Mindez az erdő rendeltetésének és állapotának figyelembevételével, lehetőleg a talaj termőerejét oly módon hasznosítva, hogy abba visszaesés ne következhesen be (Káldy, 2009).

3.4.1 Természetszerű erdőgazdálkodás

A természetes folyamatokat utánózni akaró erdőgazdálkodás a természetben végbemenő folyamatokat igyekszik maradéktalanul az erdőgazdálkodásba beépíteni, az erdő tartósságának és biodiverzitásának megőrzése érdekében. Nagyon fontos a gazdasági és ökológiai elvárásokat egyaránt figyelembe vevő gazdálkodás. Fő célja a folyamatos erdőborítás elérése és ennek fenntartása és egyidejűleg a magas minőségű fa, mint elsődleges nyersanyag termelése. Az erdőgazdálkodás ilyen fajta megközelítése az erdőállományok természetes megújulását eredményezi. Ez a kezelési módszer abban az esetben képes az éves folyónövedék mértékét növelni, ha nem egy erdőrészletben, hanem egyszerre több erdőrészletben, mozaikszerűen kerül alkalmazásra. A gyakorlat azt mutatja, hogy a legfőbb feltétel a természetszerű erdőgazdálkodás megvalósításához elsősorban a szakszemélyzet (gazdálkodók, erdőfelügyelők, erdőtervezők, vadgazdálkodók) és természetvédők nyitottsága. Másodsorban fontos, hogy a közvéleményben szükséges tudatosítani azt a tényt, hogy a beavatkozási folyamat évtizedeket vesz igénybe (Pápai et al., 2013).

3.5 Rovarokról másként

Az eddig ismert legtöbb élőlény az ízeltlábúak (Arthropoda) törzsébe tartozik. Ezen belül található a rovarok (Insecta) osztálya, melybe jelenleg 43 rend tartozik. Ezek közül az öt legnagyobb a bogarak (Coleoptera), a hártyásszárnyúak (Hymenoptera), a lepkék (Lepidoptera), a kétszárnyúak (Diptera) és félfedelesszárnyúak (Hemiptera) rendje (WS, 2024). Továbbá külön említést érdemelnek még a csótányok (Blattodea), a szitakötők (Odonata), az egyenesszárnyúak (Orthoptera), a tegzesek (Trichoptera), a kérészek (Ephemeroptera), az állkérészek (Plecoptera), valamint a tetvek (Anoplura), a tripszek (Thysanoptera) és a bolhák (Siphonaptera) zárják a felsorolást (Darwin & Keynes, 1988).

A rovarok a természet apró mozgatórugói. Carl von Linné volt az, aki az emberi fajt és a rovarokat is elhelyezte az élőlények rendszerében. A rovarokat azért sorolta külön csoportba, mert úgy vélte, hogy nincsen agyuk (Darwin & Keynes, 1988). Ez nem meglepő, ha a levágott fejű muslicákra gondolunk, melyek a legtöbb rovarokkal kapcsolatos kutatás és genetikai vizsgálatok alanyait képezik. Ugyanis egy muslica, amelynek a fejét eltávolítják még pár napig nemcsak, hogy életben marad, mászkál, repül, de még reprodukcióra is képes, míg végül a szájszerv hiánya nélkül éhenhal (Steinmann, 1970).

Az emberek többsége a rovarok hallatán valami borzasztó teremtményekre gondol, amelyek tökéletes szereplői egy katasztrófafilm jelenetének, ahol a rovar invázió véget vet az emberi létnek, vagy csak egyszerűen visszataszító esetleg zavaró teremtményekként élnek a fejükben. Ez a kép a tudatlanságból, az ismeretek hiányosságából adódhat, hiszen nehezebb egy nagy hőscincért (*Cerambyx cerdo*) megfigyelni, mint egy bájosan legelésző őztehenet a gidájával. Ha egy kisgyereket megkérdezzük arról, hogy mi a kedvenc állata nem valószínű, hogy a ganajtúró fog elhangzani válaszként, ahogy az 5. életévét ünneplő kisfiú születésnapj tortájának a formája sem lesz fülbemászó (*Forficula auricularia*) alakú.

A rovarok népszerűségét nagyban segítené, ha már kisgyerekkorban találkoznánk velük, hallanánk róluk. Talán eljön az az idő mikor az üdítő dobozokon temetőbogár (*Nicrophorus vespillo*) üldögél a strandon, szürcsölgetve a reklámozni kívánt italt, felcserélve így a mosolygós bundás medve mamát, aki épp kínálja önfeledt ugrándozó bocsainak a hideg frissítőt. Valljuk be kevés a plüss betűzőszú (*Ips typographus*) a játékpiacon, nem mellesleg a kifestős könyvekben sem szerepel túl sok domború futrinka (*Carabus glabratus*) a sárfürdőző bébi elefánt mellett. Vagyis már gyerekkorunk óta társadalmunk, környezetünk révén negatív, jobbik esetben csak semleges véleményünk alakul ki a rovarokról.

Legtöbbünk csak a zavaró rovarokat veszi észre, mint a szúnyogok, akik éjjel koncertet adnak, mikor mi aludnánk és a rémisztő nagy fullánkkal felvértezett darazsakat, melyek láttán örülnénk, ha legálabb Obelix lábbelije lenne nálunk, hogy biztosan végzetes legyen a csapás, amit a félelmetes teremtményre mérünk. Ilyenek lehetnek a húslegyek (*Sarcophagidae*), melyek neve hallatán valami félelmetes rovarra gondolunk, ami felfalja szöveteinket és biztosan fertőző betegségek millióját hordozza és adja tovább, pedig ezek a rovarok a sebfertőtlenítők ma ismert modern változatának természetben fellelhető elődjai. Leginkább a selymes döglégy (*Lucilia sericata*) lárváit használják gyógyászati célokra, melyek csak és kizárólag elhalt szövetet és gennyet fogyasztanak, élő szövetet nem (Gazi et al., 2021).

Azoknak a rovaroknak, amelyeket bosszantóknak gondolunk fontos és nélkülözhetetlen szerepük van az ökoszisztémában. Ezek közül a rovarbeporzás az egyik legismertebb. Egyre több kutatás irányul a rovarközösségek vizsgálatára. Számos érdekes kutatás lát napvilágot, mely a jelenkor problémáira (pl. hulladék újrahasznosítás) a rovarok megértésén és azok hasznosításán át igyekeznek választ adni. Miután már tudjuk azt hogy a lisztukacok (*Tenebrio molitor*) képesek a műanyagok biológiai lebontására, az újabb kutatások azt vizsgálják, hogy a műanyagot fogyasztó kukacok fejlődésére, reprodukciójára a továbbiakban ez milyen hatással van (Zhong et al., 2022).

Minden kontinensen élnek rovarok, még az Antarktiszén is (Baust & Lee, 1987). A Himalya 6300 méteres magasságában ugróvillásokat (*Collembola*) írtak le (Mani, 1968). A barlangok mélyén élő vak árvaszúnyogokon át (Footitt & Adler, 2017), a Yellowstone 40 fokot meghaladó vízéig tart az elterjedésük (Brues, 1924).

A rovarokat vagy azok termékeit számos iparág használja változatos formába. Ázsiában nagy tömegben élő lakktetveknek (*Laccifer lacca*) is több szolgáltatása van az emberekre nézve. A sellak, amit ezek a kis tetvek szolgáltatnak nekünk egy gyantaszerű anyag. A sellak megtalálható édességek bevonatában és a gyógyszerekében is, hiszen nehezen oldódik, ezért a kapszula csak akkor oldódik, ha a belek savas közegébe ért. A szépségipar is előszeretettel használja körömlakkok, hajlakkok, illetve arcpakolásokban is, mint kötőanyag (Klein, 2022). Azt se feledjük, hogy a késői középkortól kezdődően történelmünk nagy részét gubacsból kivont tintával írták (Gulyás, 1924).

A mezőgazdaság, állattenyésztés és vadászat kivitelezését már az emberek megjelenése előtt ismerték és gyakorolták a rovarok. A levélvágó hangyák földalatti otthonaikban gombákat termesztenek (Sheldrake, 2020), más hangyák levéltetveket tartanak, amelyeket védenek, amiért cserébe a levéltetvek mézharmattal fizetnek (Csóka et al., 2010). A hálóval való halászás a tegzes lárvák kreatív alkalmazkodása a környezethez (Kiss, 1984). A cellulóz felhasználása napjainkban nagyon kedvelt és sokrétű, a darazsak ezen anyag átalakítását papírrá már régóta végzik, és kényelmes otthonokat készítenek belőle (Schmolz et al., 2000). Különösen érdekes, hogy az énekeskabócák családjába tartozó *Magicicada* négy faja 13 évente, három faja pedig 17 évente bújik elő a talajból, hogy szaporodjon. A kabócák ciklikuságának felbukkanását hívatott vizsgálatok során a kutatók részben egy biológia órával magyarázzák ezen érdekes jelenséget, aminek a kulcsa a hőmérsékletváltozás. Ebből arra is következtethetünk, hogy a környezetükben végbemenő változásokat érzékelik és ami érdekesebb, hogy tudnak számolni 17-ig (Simon et al., 2022), tehát nem csak mi emberek ismerjük a számok világát.

3.6 Pókokról általánosan

A közhittel ellentétben csak nagyon kevés pók jelent veszélyt az emberre nézve, habár a legtöbb pók rendelkezik méregmiriggyel (pár családot kivéve), a csípőkarmaik annyira kicsik, hogy az emberi bőrt bőrön nem képesek áthatolni, így a méreganyag átjutása sem valósulhat meg. Amennyiben mindez mégis megvalósulna, a méreg mennyisége és minősége nem elég ahhoz, hogy komolyabb tüneteket okozzon embernél (Szinétár, 2006).

A pókok rendszertanilag az ízeltlábúak (Arthropoda) törzsébe, a csápírók (Chelicerata) altörzsébe, pókszabásúak (Arachnida) osztályába és pókok (Araneae) rendjébe tartoznak (Foelix, 2011).

A pókok teste két fő részre tagolódik, ezek az előtest és utótest, amelyeket egy vékony nyél köt össze. A szájszervek (felső és alsó ajak, csápírók, állkapcsok), az egyszerű szemek, a járólábak, valamint a tapogatólábak az előtesten helyezkednek el (Szinetár, 2006). Az előtest hátoldalán található a 8 (a fajok többsége) vagy 6 egyszerű szem. Ezek száma, egymáshoz való helyzete és nagysága rendszertani bélyeg, mivel ezek a tulajdonságok állandóak (Loksa, 1969).

Az utótest lehet szelvényezett vagy szelvényezetlen. A Romániában előforduló fajok utóteste kivétel nélkül szelvényezetlen. Hasi oldalon található az ivarnyílás, a légzőszervek nyílásai, valamint a pókok sajátos fonószemölcssei. Ezek mind faji bélyegként használhatóak. A fonószemölcsök leggyakrabban három párban helyezkednek el, ritkán kettesével. Kivétel nélkül, minden pók fonalkészítő, a pete stádiumot követő első vedléstől kezdve az élete végéig. A saját készítésű fonal felhasználása minden fontos élethelyzetben segédeszköz a pókok számára, ilyen a lakáskészítés, a táplálékszerzés (fogóháló), utódok védelme és a közlekedés (ugrás, leereszkedés, repítő készülék). A fajok diszperziójához nagyban hozzájárul a fonal „vitorlakénti” való használata. Habár az irodalomban nem szerepel, hogy több száz kilométert is képesek lennének így megtenni, de az biztos, hogy hatékony és kevés energiaigényű közlekedési módszer, ami leküzd akár több földi akadályt is (Loksa, 1969). A pókselyem szilárdságát már régen felfedezték, ugyanakkor napjainkig is kutatják e tulajdonságát (Copeland et al., 2015). Több kutatás igyekszik a pókfonalat előállítani mesterséges körülmények közt, például baktériumok segítségével (Andersson et al., 2017).

A pókokat generalista ragadozókként tartják számon, mivel az esetek nagy részében saját testméretüket nem meghaladó rovarokra vadásznak, esetleg bizonyos rovarcsoportokra specializálódnak, de akadnak olyan nagyobb méretű pókok is, melyeknek gerincesek elejtése sem jelent akadályt (kis rágsálók, madarak, békák). A legváltozatosabb élőhelyeken fordulnak elő, egyes fajok a víz alatt is otthonosan mozognak, ilyen a búvárpók és a vidrapók. A fajok eltérő igényt, toleranciát mutatnak az élőhelyek minőségével szemben, ilyen a terület természetessége, annak borítása, átlagos nedvessége és páratartalma, tengerszint feletti magassága, hőmérséklete stb. Ezen tényezők kismértékű hatására is nagyobb eltérések figyelhetők meg a közösségek szerkezetében. A környezet változásaira érzékeny, fajgazdag csoportot képviselő pókok az adott élőhelyekről számos információt szolgáltatnak, ezért a természetvédelmi eljárások hatásainak vizsgálatára jól alkalmazhatók (Loksa, 1969).

A fajok nagy hányada speciális igényeket támaszt a környezetével szemben, ezért az abundancia értékük, valamint a pókközösségek fajösszetétele egy adott élőhelyen jól tükrözi a terület strukturális összetételét (Ysnel & Canard, 2000). Ezért nagyon jól használhatóak, mint indikátor és monitoring szervezetek. Hátránykén a nehézkes azonosítást érdemes említeni, ugyanis sok esetben a faj szintű azonosítás csak az ivarszervek megfigyelésével, ezekből készített preparátumok alapján történhet meg (Gallé et al., 2019, 2021, 2023).

Általánosan elmondható, hogy a pókok gazdasági vonatkozásban hasznos tevékenységet folytatnak. A hasznuk a ragadozástól való függésük, mint trofikus stratégia. Mint már említésre került, a pókok táplálékának nagy részét a rovarok képezik, ezekből sok az emberei szempontból kellemetlen faj, mint amilyenek a szúnyogok, legyek stb. A pókok az egyik legelterjedtebb ragadozó közösséget alkotják az állatvilágban, amely több mint 30 000 fajt számlál. Napjainkban egyre jobban megismerjük ökológiájukat, így a közeljövőben az integrált növényvédelem egy fontos pillérét is képezhetik, szerepet vállalva akár az inváziós rovarok természetes szabályozásában is (Riechert & Lockley, 1984).

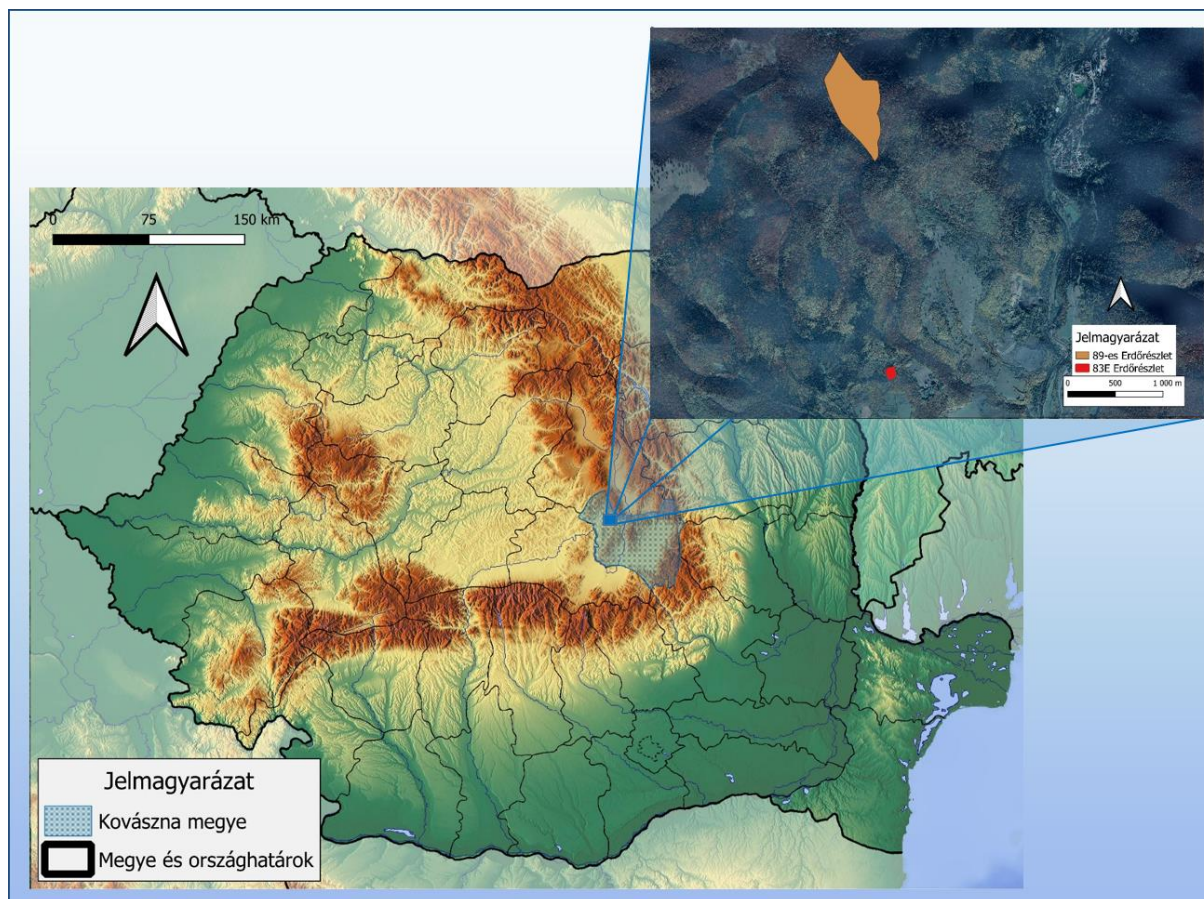
3.7 A vizsgált területek általános adatai

3.7.1 Éghajlati jellemzők

A vizsgálat tárgyát képező két terület Romániában, Kovászna megyében, a Kárpátkanyarban helyezkednek el (3. ábra). A két erdőrészlet a IV.C jelű éghajlati szektorba sorolható be az SFRJ földrajzi monográfiája szerint, ami középhegységi éghajlatot jelent, általánosan kedvező feltételekkel az erdei ökoszisztémának. Köppen szerinti kategóriák alapján, a vizsgált térség „Df” éghajlati tartományba tartozik, minek egyik fő jellemzője a hideg és csapadékos telek (boreális éghajlat) (Cocian et al., 2011).

3.7.2 Geológia, geomorfológia és hidrológiai jellemzők

Mint már említésre került a vizsgált két erdőrészlet a Kárpátkanyarban helyezkedik el, ezen belül a Hargita-hegység déli részén. Vulkanikus hegyvonulat több, kisebb-nagyobb mértékben lekopott vulkáni kúppal. A vizsgált két terület a masszívum déli részén, a Piliske nevet viselő kúp szomszédságában helyezkednek el. Ezt a részt markáns felszíni változatosság, tagoltság jellemzi, amelyet elsősorban az Olt folyó közvetlen közelségéből adódó denudációs folyamatok hoztak létre.



3. ábra. A vizsgált területek földrajzi elhelyezkedése (Forrás: szerző)

A kutatás helyszíneit képező két erdőrézlet (83E és 89) a IV. Málnásfürdő termelési egységhez tartoznak, mely az Olt folyó vízrajzi medencéjében helyezkedik el. A területek közelségében a két legfontosabb patak a „Sólyom” (Râul Șoimului) patak és a „Fenyőfark” (Râul Coada Bradului) patak. Az említett két patak vízhozama évszakosan ingadozik. Többnyire perkolatív jellegűnek mondható a talajok hidrikus állapota. Több helyszínen is megfigyelhető mofetikus kiáramlás és ásványvízkitörés, ami azzal magyarázható, hogy a termelőegység a vulkánikus eredetű Hargita-hegység részét képezi (Cocian et al., 2011).

3.7.3 A 89-es erdőrézlet (természetes erdő)

A 89-es erdőrézlet (4. ábra) a Kézdivásárhelyi Magánerdészethez tartozó terület, mely a IV. Málnásfürdő kezelési egység részét képezi. Területe 38,2 hektár, 920 - 1100 m tengerszint feletti értékek közt helyezkedik el, kitétségét tekintve DNY fekvésű. A széndioxid asszimiláció a terület kitétségéből adódóan általánosan hosszabb ideig tart, ami több szerves anyag előállítását teszi lehetővé, mely az energia átalakulás körforgásába becsatlakozva nagyban

hozzájárul a talajminőség és mennyiség javulásához, ezáltal életteret, táplálék lehetőséget, áttelelő helyet biztosítva az ezt az ökológiai fülkét (niche) használó közösségeknek. Mindezek mellett a területen lévő fa egyedek nagyobb szerves anyag előállításának köszönhetően, egészségesebb, ellenállóbb, valamint gyorsabb gyarapodást valósíthatnak meg tesz.

Az abiotikus tényezőket figyelembe véve a termőképesség közepes és magas a bükknek, valaviel alacsonyabb a lucfenyőnek és jegenyefenyőnek, összefüggésben a talajvastagság ingadozásával. Ugyanakkor a terület 25°-os lejtési szöggel rendelkezik. Ez a tényező sziklakibúvásokkal együttesen az erdőrészletet a közepes termőképességű kategóriába engedi besorolni annak ellenére, hogy a klimatikus viszonyok magas értékeket mutatnak. Az alapkőzet felszínre kerülésének gyakoriságára, valamint a magas lejtési szögre való tekintettel a területen az eróziós tevékenység, gátlására, illetve csökkentésére a fás növényzet fenttartása létfontosságú.

Az állomány természetes felújítás eredménye, több korú, elegyes állomány, a bükk dominanciájával (5B 4JF 1LF), vagyis 50%-a bükk (*Fagus sylvatica*), 40%-a jegenyefenyő (*Abies alba*) és 10%-a lucfenyő (*Picea abies*). A legidősebb bükk egyedek meghaladták a 175 életévüket. Az átlag átmérő 45 cm, átlag magasság 29 m és az állomány záródása 0,80-as, vagyis 80%-os (Cocian et al., 2011).



4. ábra. A 89-es erdőrészlet (Forrás: szerző)

3.7.4 A 83E erdőrésztlet (kezelt erdő)

A 83E erdőrésztlet (5. ábra) is az előző területnél említett gazdálkodásra jogosulthoz, valamint termelési egységhez tartozik. Jelen erdőrésztlet kiterjedésben a töredéke az előzőnek, teljes területe 0,7 ha, melyen elegendő, egykorú állomány található. Kitétsége, valamint lejtési szöge megegyezik a 89-es erdőrésztlet paramétereivel. Tengerszint feletti magasságát tekintve alacsonyabb térszínben foglal helyett, ugyanis 710 méteres magassági zónában helyezkedik el. Az erdészeti üzemmód, amely szerint az állomány nevelése történik, szálerdő üzemmód (regim codru). Az erdőrésztletet 100%-ban 64 éves, 0,80-as záródású, lucfenyő (*Picea abies*) állomány. Átlag magassága 20 m, átlag átmérő 24 cm. Az üzemtervi adatok szerint az állomány közepes termőképességgel rendelkezik.

Az első üzemtervet a területre 1963-ban készítették. Az akkori üzemterv óta napjainkig, az állomány egészségügyi és éves átlagnövedékét figyelembe véve, az erdőállományban látható a javulás. Jelenlegi állapotát elemezve, valamint az első üzemtervi adatokkal összehasonlítva elmondható, hogy az erdőművelési beavatkozások az erdőállományok fejlődését eredményezték (Cocian et al., 2011). A termelési egységre mozaikosság jellemző, ami az erdőművelési munkálatok, beavatkozások sokszínűségében, ciklikusságában nem utolsó sorban az erdőrésztletek határainak kijelölésében is visszaköszönt.



5. ábra: A 83E erdőrésztlet (Forrás: szerző)

4. Anyag és módszer

4.1 Barber csapda

A talajfelszínen élő (epigéikus) ízeltlábú közösségek tanulmányozására széles körben használt eljárásnak minősül a talajcsapdázás (Barber, 1931). Azon állatcsoportok felmérésére mutat legnagyobb alkalmasságot, amelyek élettere túlnyomó része a talaj felszínéhez kötődik. Jelen módszer a nemzetközi gyakorlatban is elfogadottként szerepel (Kádár & Samu, 2006). Egy gyűjtőedény képezi a csapda testét, melynek leásása, oly módon történik, hogy annak pereme megegyező síkban legyen a talajfelszínnel, ezek után a csapdát tetszőleges ölő és konzerváló folyadékkal kell megtölteni, de a kialakításától függően élve fogóként is használható (6. ábra).

Jelen kutatásban talajfelszínig leásott, 0,5 literes műanyag edényeket használtunk a csapdák testeként, melyeket félig töltöttünk fel etilén-glikol oldattal és néhány csepp detergens hozzáadásával, a felületi feszültség csökkentése érdekében. A választásunk azért esett az etilén-glikolra, mert szagtalan, nagyon jól tartósít és hosszú ideig hagyható terepen, mivel nem párolog. Magyarországon az 1960-as évektől kezdődően használt ez a csapdázási módszer (Kádár & Samu, 2006). A csapdázás párhuzamosan történt a vizsgálat helyszínénél szolgáló két erdőrészletben. Mindkét területen 15-15 csapda került kihelyezésre, 3x5-ös négyzethálós elrendezésben, 10 m-es csapdák közti távolsággal (7.,8. ábra).



6. ábra. Talajcsapda (Forrás: szerző)



7. ábra. Csapdák kihelyezése

89-es erdőrészletbe (Forrás: szerző)



8. ábra. Csapdák kihelyezése

83E erdőrészletbe (Forrás: szerző)

A mintagyűjtés 4 ismétlődő periódusban történt: (I.) egy kora tavaszi időszakban, a vegetációs időszak kezdetén (március-május); (II.) nyári időszakban, a legtöbb faj esetében a szaporodási periódusban (június-augusztus); (III.) ősszel, mikor a levelek kezdenek lehullni jelentősen meg növelve az avarszintet (szeptember-november); valamint (IV.) téli időszakban, hogy a hó alatt aktív ízeltlábúak is kerüljenek a mintákba (december-február), ennek értelmében összesen 120 ($4 \times (15 + 15)$) alkalommal került kihelyezésre talajcsapda. Ily módon a csapdák egész éven át történő üzemeltetése nem csak egy adott pillanatról szolgáltat információkat a vizsgált területen élő állatokról, hanem az ott jelenlévő fauna időbeli dinamikájáról is adatokat nyerhetünk. Az évszakok során változó növényzet strukturáltsága, a fajok mozgása, aktivitása, illetve korosztálya nagymértékben befolyásolják a csapdába kerülő ízeltlábúak egyedszámát és fajsza szám szerinti megoszlását (Honěk, 1997).

A begyűjtést követően a biológiai anyagot zárható üvegekben, 70°-os etanol-oldatban tartósítottuk. Minden mintának egyedi sorszámot adtunk (a csapda száma, helyszín és dátum), elkerülve az esetleges minták közti összecszerélődést, valamint segítve a munka hatékonyságát és megkönnyítve az ellenőrzést (9. ábra).



9. ábra. A biológiai anyag begyűjtése (Forrás: szerző)

Minden gyűjtési periódust követően a csapdák tartalmát laboratóriumban vizsgáltuk, binokuláris sztereomikroszkóp segítségével (10. ábra). Az ízeltlábúak (Arthropoda) esetében főbb rendszertani csoportokat különítettünk el, a pókok esetében faji szintű azonosítást végeztünk. Az azonosításhoz különböző határozókulcsokat használtunk (Weiss, 1987; Rozwałka, 2012; Nentwig et al., 2022; Walters, 2014; Koutroumpa et al., 2013).



10. ábra. A biológiai vizsgálata (Forrás: szerző)

4.2 Adatok feldolgozása

A nyert adatokból Microsoft Excel adatbázist hoztunk létre, az itt összesített adatokból generáltuk a táblázatokat. Ezt követően Past 4.03 statisztikai program segítségével végeztük a további összehasonlítási teszteket. Az összehasonlításnál az egyedszámokkal, százalékos arányokkal és az abszolút abundancia értékekkel dolgoztunk.

A nyert adatok feldolgozásához és közösségek szerkezetének összehasonlításához több statisztikai eljárást alkalmaztunk. Ilyen a klaszteranalízis, mely segítségével könnyen feltárható egy halmazon belül az egymáshoz leginkább közelálló egységek csoportja. A Bray–Curtis-index-et használtuk, mivel ez az index a dominancia viszonyokat is figyelembe veszi.

Alkalmaztunk főkomponens elemzést is, mely úgy csökkenti az adathalmazt, melyben a kapcsolatban lévő változók vannak, hogy a köztük lévő varianciának az értékét igyekszik minél jobban megtartani. A legnagyobb varianciával az első főkomponens rendelkezik, és ez a komponens magyarázza az adatok legnagyobb mértékű szóródását.

A sokdimenziós skálázás egy feltáró módszer, melynek feltevése szerint a térben minden jelenségnek megfelel egy pont. Minél hasonlóbb ként pont, annál közelebb kerül egymáshoz, ezért a pontok közötti távolságokat lehet értelmezni hasonlósággént.

Ahhoz, hogy a hipotézisünket bebizonyítsuk, miszerint a természetes erdőterületen nagyobb a diverzitás értéke, mint a kezelt területen, két esetben is diverzitás-számítást alkalmaztunk: külön az ízeltlábú taxonokra, és külön a pókokra. A diverzitás lényegében egy egységen belüli sokféleségre utal. Ezen érték talán legtöbbször használt számítási módszerei a Shannon és Simpson-féle diverzitási indexek. A számításokban $\log_{10}$ vagy $\ln$ használata ajánlott. A ritka (kis egyedszámú) fajokra érzékeny függvény. A számítás ellenőrzése és megerősítése érdekében a kiegyenlítettségi (ekvitabilitási) indexet is figyelembe vettük. Ha a vizsgált közösségben a fajok többsége kis egyedszám által van képviselve, viszont van egy-két domináns faj nagyon nagy egyedszámmal, akkor a kiegyenlítettségi index alacsony lesz. Azonban abban az esetben, ha a fajok hasonló eloszlásban vannak jelen és nincsenek nagyon kiugró értékek, akkor a kiegyenlítettségi index értéke magasabb lesz (Benedek et al., 2023).

Az előhelyeket a pókok élőhelyigénye szerint hasonlítottuk össze, melynek alapjául Buchar & Ruzicka (2002) katalógusa szolgált. A kutatás során begyűjtött és meghatározott biológiai anyagot a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Sepsiszentgyörgyi Karán működő, Erdőmérnöki szak állattani gyűjteményében tároljuk.

5. Eredmények és ezek tárgyalása

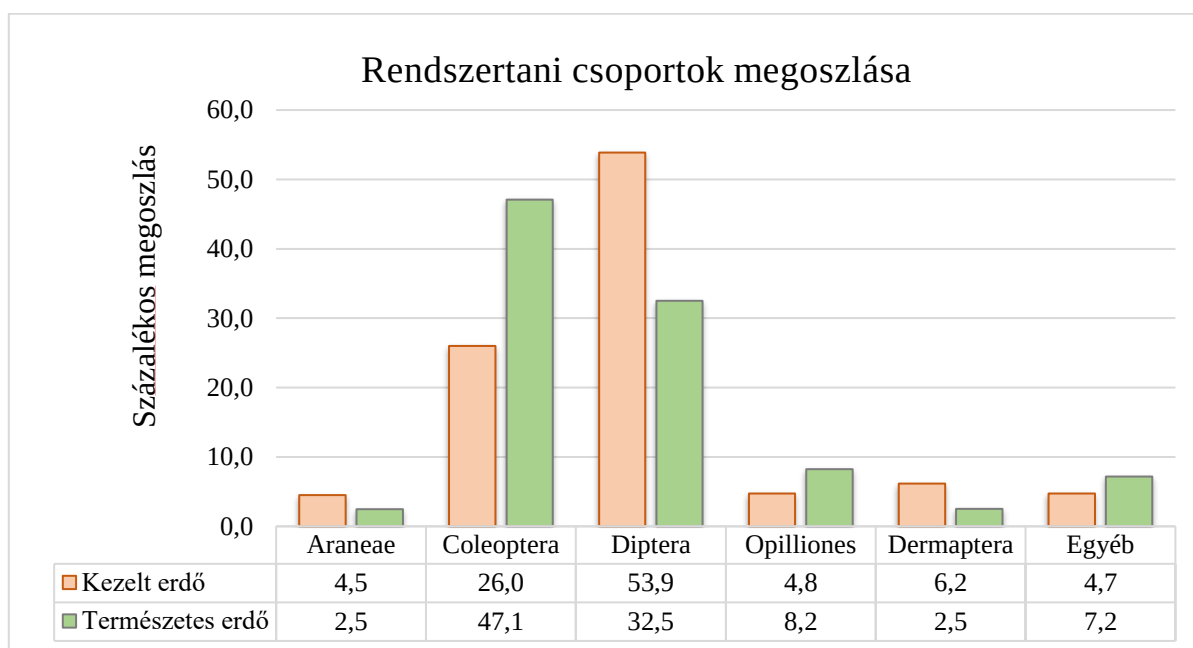
5.1 Az ízeltlábúak rendszertani megoszlása

A kihelyezett csapdák mindegyike nem maradt meg épen. A természetes erdőrésztletben az első csapdázási periódusban a magas barnamedve (*Ursus arctos*) állomány sűrűségének köszönhetően egyetlen csapda maradt érintetlen. Az ezt követő három csapdázási periódusban két csapda hiánnyal kellett számolnunk, így összesen 44 csapda tartalom került elemzésre a természetes erdőrésztletből. A kezelt erdőrésztletben valamivel kevesebb hiánnyal kellett számolnunk. Itt összesen 9 csapda sérült meg a teljes periódus alatt, aminek oka valószínűleg emberi eredetű, így ebben az erdőrésztletben 51 csapda tartalma került elemzésre. Ezen arányok ismeretében a vizsgált két erdőrésztletben összesen 7318 ízeltlábút (Arthropoda) gyűjtöttünk (1. Táblázat).

1. Táblázat. A minták taxonok és élőhelyek szerinti megoszlása (Forrás: szerző)

Taxon	Kezelt erdő		Természetes erdő		Összes egyed
	Egyedszám	Abszolút abundancia	Egyedszám	Abszolút abundancia	
Acari	0	0	11	0,25	11
Araneae	225	4,41	57	1,30	282
Coleoptera	1302	25,53	1089	24,75	2391
Collembola	13	0,25	57	1,30	70
Dermaptera	308	6,04	58	1,32	366
Diplopoda	30	0,59	53	1,20	83
Diptera	2697	52,88	752	17,09	3449
Hymenoptera	37	0,73	21	0,48	58
Isopoda	101	1,98	9	0,20	110
Lepidoptera	5	0,10	0	0,00	5
Myriapoda	41	0,80	5	0,11	46
Neuropterida	3	0,06	0	0,00	3
Opiliones	238	4,67	190	4,32	428
Orthoptera	4	0,08	0	0,00	4
Pseudoscorpionida	2	0,04	9	0,20	11
Thysanura	0	0,00	1	0,02	1
Összesen	5006	98,16	2312	52,55	7318

A gazdasági erdőrésztben 5006 egyedet gyűjtöttünk, míg a természetes erdőben 2312 egyedet. A 7318 ízeltlábút 16 nagyobb rendszertani csoportba soroltuk be. A kutatás mindkét helyszínén a bogarak (Coleoptera) és a kétszárnyúak (Diptera) csoportja volt jelen a legnagyobb egyedszámban és abszolút abundancia értéket figyelembe véve. Az említett két csoporthoz tartozó egyedek a minták 80%-át képezték. Ezen kívül magasabb értékeket találtunk a kaszáspók (Opilliones), a fülbemászók (Dermaptera) és a pókok (Araneae) csoportjaiban. A többi rendszertani csoport kisebb értékkel képviseltette magát (11. ábra), (3., 4. Táblázat).



11. ábra. Rendszertani csoportok százalékos megoszlása (Forrás: szerző)

2. Táblázat. Diverzitási- és ekvitabilitási-indexek (Forrás: szerző).

Indexek	Kezelt erdő	Természetes erdő
Shannon-index	1,283	1,298
Simpson-index	0,6336	0,6634
Ekvitabilitási-index	0,7162	0,7245

Annak ellenére, hogy a gazdasági erdőrésztben nagyobb fajszám és egyedszám szerepel, a diverzitás indexek, valamint ennek az értéknek a hitelesítésére szolgáló ekvitabilitási index igazolja a feltevésünket, miszerint a természetes erdőterület diverzitása magasabb a kezelt területhez viszonyítva (2. Táblázat). Az azonosított ízeltlábú közösségek szerkezete kiegyenlített, nincsenek eudomináns fajok, ellenben a kezelt erdőterülettel, ahol több csoport esetében is nagyon kiugró értékeket kaptunk, ami kisebb kiegyenlítettségi értéket eredményezett.

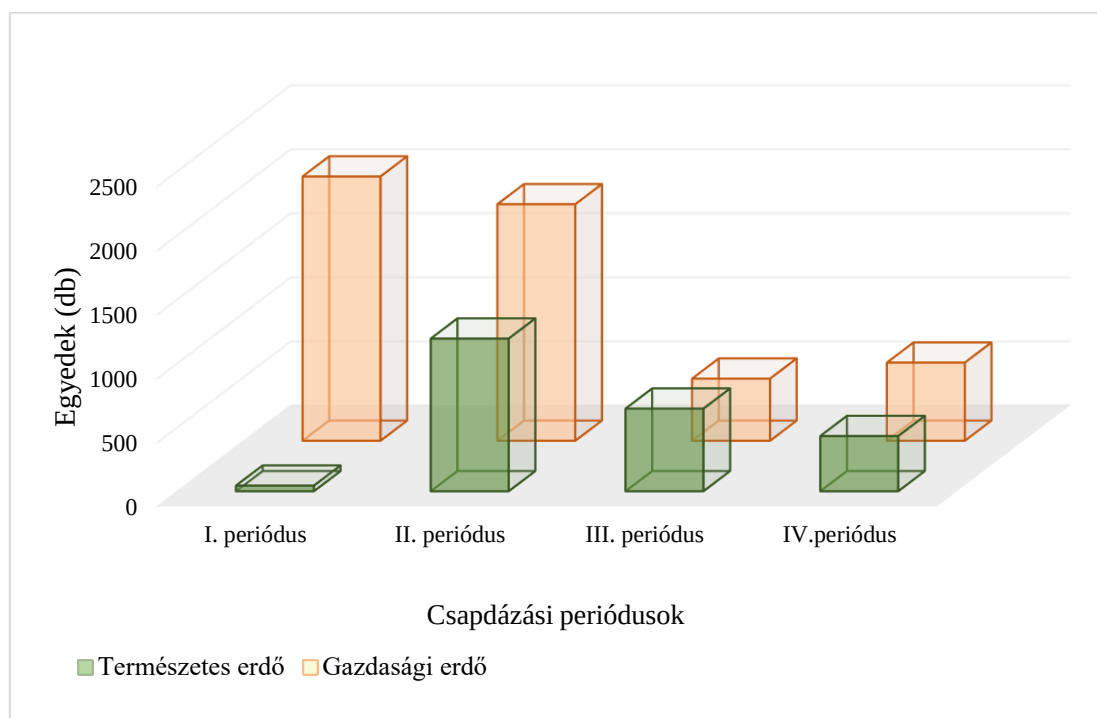
3. Táblázat. Nagyobb rendszertani csoportok a kezelt erdőrésztben (Forrás: szerző)

Sor sz.	Taxon	Egyedszám / csapdázási periódus				Össz db.
		I.	II.	III.	IV.	
1	Acari	0	0	0	0	0
2	Araneae	58	34	54	79	225
3	Coleoptera	460	486	67	289	1302
4	Collembola	0	0	0	13	13
5	Dermaptera	209	16	49	34	308
6	Diplopoda	23	7	0	0	30
7	Diptera	1246	1179	175	97	2697
8	Hymenoptera	5	21	9	2	37
9	Isopoda	10	39	47	5	101
10	Lepidoptera	2	3	0	0	5
11	Myriapoda	8	22	4	7	41
12	Neuropterida	0	2	0	1	3
13	Opiliones	43	34	79	82	238
14	Orthoptera	0	4	0	0	4
15	Pseudoscorpionida	0	0	1	1	2
16	Thysanura	0	0	0	0	0
Összesen		2064	1847	485	610	5006

4. Táblázat. Nagyobb rendszertani csoportok a természetes erdőrésztben (Forrás: szerző)

Sor sz.	Taxon	Egyedszám / csapdázási periódus				Össz db.
		I.	II.	III.	IV.	
1	Acari	0	11	0	0	11
2	Araneae	0	23	14	20	57
3	Coleoptera	37	849	48	155	1089
4	Collembola	0	0	0	57	57
5	Dermaptera	0	4	34	20	58
6	Diplopoda	0	3	47	3	53
7	Diptera	5	277	365	105	752
8	Hymenoptera	2	0	16	3	21
9	Isopoda	0	3	0	6	9
10	Lepidoptera	0	0	0	0	0
11	Myriapoda	0	0	3	2	5
12	Neuropterida	0	0	0	0	0
13	Opiliones	0	20	118	52	190
14	Orthoptera	0	0	0	0	0
15	Pseudoscorpionida	0	2	0	7	9
16	Thysanura	0	0	0	1	1
Összesen		44	1192	645	431	2312

A legnagyobb egyedszámot a kezelt erdő esetében a tavaszi periódusban, míg a természetes erdő esetében a nyári periódusban gyűjtöttük (12. ábra).



12. ábra: Rendszertani csoportok megoszlása a négy periódusban (Forrás: szerző)

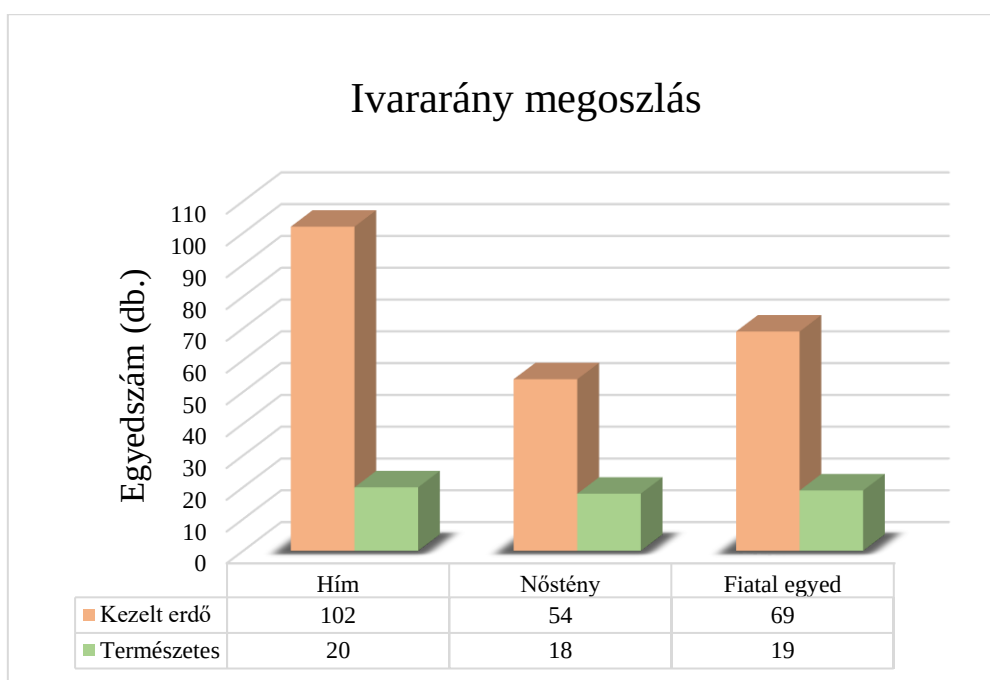
5.2 A pókokra vonatkozó adatok

A két erdőrészletben összesen 282 pókot gyűjtöttek a csapdák. A kezelt erdőterületen 225 egyedet, melyből 69 egyed nem volt még ivarérett, így ezeknek a faji szintű azonosítását nem tudtuk elvégezni. A természetes erdőterületen 57 egyedet, melyből 19 egyed volt ivaréretlen állapotban. Az adult egyedek ivareloszlása a hímek közel kétszeres arányát mutatja. Ez nem feltétlenül tükrözi a közösségek valós ivararányát, magyarázható ez az eredmény a gyűjtési módszerrel és a pókok viselkedésével. Ugyanis az ivarérett hím pókok sokkal többet mozognak, mint a nőstények. Még a halószövő fajok ivarérett hím egyedei is elhagyják a hálókát és a biztonságos rejtekhelyeket, és elindulnak az azonos fajú női egyedek felkeresésére, ezért sokkal nagyobb valószínűséggel esnek bele a talajcsapdákba (13. ábra).

Az ivarérett pókokat faji szintig meghatározva összesen 29 fajt azonosítottunk 18 családból (5. Táblázat). A kezelt területen több faj, valamint család volt jelen, míg a természetes területen kevesebb, ugyanakkor ezek megoszlása jóval homogénebb volt. A pókok élőhely szerinti preferenciájuknál ezekre az adatokra részletesen kitérünk.

5. Táblázat: A két erdőtípusban gyűjtött pókok fajlistája (Forrás: szerző)

Sor szám	Taxon	Kezelt erdő	Természetes erdő	Össz
I.	Agelenidae	71	24	95
1.	<i>Histopona torpida</i> (C. L. Koch, 1837)	7	5	12
2.	<i>Inermocoelotes inermis</i> (L. Koch, 1855)	42	11	53
3.	<i>Malthonica silvestris</i> (L. Koch, 1872)	7		7
4.	<i>Tegenaria ferruginea</i> (Panzer, 1804)		1	1
II.	Amaurobiidae	16	7	23
5.	<i>Amaurobius fenestralis</i> (Ström, 1768)	2		2
6.	<i>Callobius claustrarius</i> (Hahn, 1833)	12	3	15
III.	Anyphaenidae	15	1	16
7.	<i>Anyphaena accentuata</i> (Walckenaer, 1802)	15	1	16
IV.	Araneidae	2		2
V.	Clubionidae	5	1	6
8.	<i>Clubiona subsultans</i> (Thorell, 1875)	1	1	2
VI.	Corinnidae	2		2
9.	<i>Cetonana laticeps</i> (Canestrini, 1868)	2		2
VII.	Cybaeidae	4	7	11
10.	<i>Cybaeus angustiarum</i> (L. Koch, 1868)		6	6
VIII.	Dictynidae	3	1	4
11.	<i>Cicurina cicur</i> (Fabricius, 1793)	3	1	4
IX.	Gnaphosidae	4		4
12.	<i>Haplodrassus silvestris</i> (Blackwall, 1833)	4		4
X.	Hahniidae	9		9
13.	<i>Cryphoea silvicola</i> (C. L. Koch, 1834)	9		9
XI.	Linyphiidae	64	17	81
14.	<i>Anguliphantes silli</i> (Weiss, 1987)	1		1
15.	<i>Centromerus silvicola</i> (Kulczy'nski, 1887)	1	2	3
16.	<i>Labulla thoracica</i> (Wider, 1834)	3		3
17.	<i>Lepthyphantes leprosus</i> (Ohlert, 1865)		1	1
18.	<i>Macrargus rufus</i> (Wider, 1834)	1	2	3
19.	<i>Tenuiphantes alacris</i> (Blackwall, 1853)	1	6	7
20.	<i>Tenuiphantes flavipes</i> (Blackwall, 1854)	41		41
21.	<i>Tenuiphantes tenebricola</i> (Wider, 1834)	1		1
22.	<i>Walckenaeria antica</i> (Wider, 1834)	1		1
23.	<i>Walckenaeria cuspidata</i> (Blackwall, 1833)		1	1
XII.	Liocranidae	13		13
24.	<i>Apostenus fuscus</i> (Westring, 1851)	13		13
XIII.	Lycosidae	5		5
25.	<i>Pardosa alacris</i> (C. L. Koch, 1833)	3		3
XIV.	Segestriidae	2		2
26.	<i>Segestria senoculata</i> (Linnaeus, 1758)	2		2



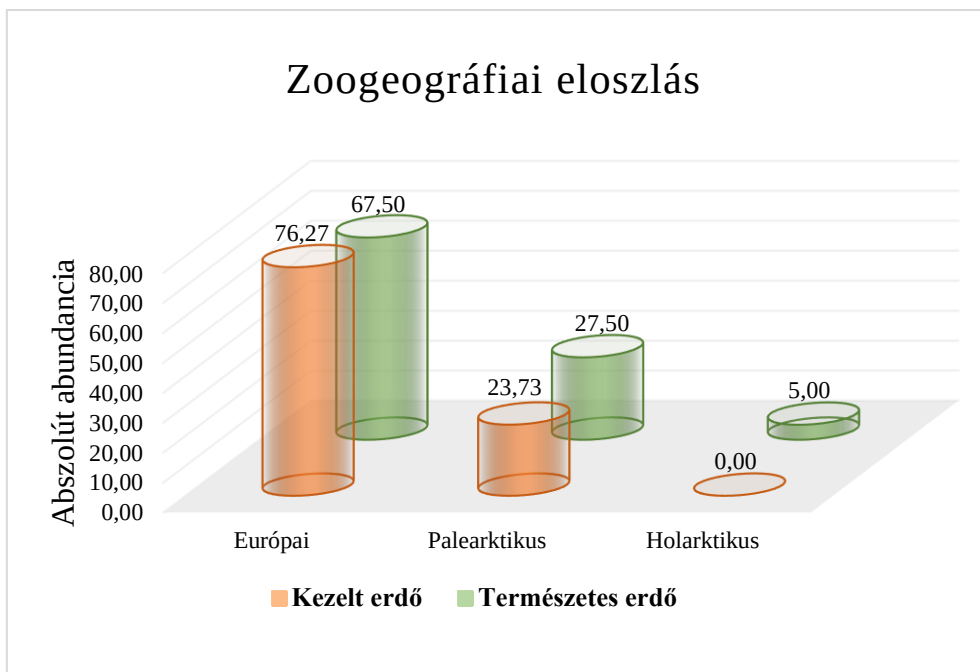
13. ábra. A két erdőrészletben gyűjtött pókok ivararány szerinti megoszlása (Forrás: szerző)

Mindkét élőhelyen a zugpókfélék (Agelenidae) voltak a legnagyobb számban jelen, valamint a vitorlaspókok (Linyphiidae). Az említett két család a teljes minták 62%-át képezi. Utánuk következnek az eretnekpókok (Amaurobiidae), melyek jellemzően idős és zárt erdőkben fordulnak elő, ahol rejtett életmódot folytatnak. Utóbbiak a természetes területen hét egyed, a kezelt területen 16 egyed által voltak képviselve (5. Táblázat).

5.2.1 A pókok biogeográfiai spektruma

Megvizsgáltuk mindkét területről a pókok állatföldrajzi elterjedés szerinti megoszlását. Összesen három elterjedési csoportot azonosítottunk: európai, palearktikus és holarktikus. A holarktikus és palearktikus elterjedési területek a nagyobbak, a mintáinkban mégis kevesebb arányban voltak jelen mindkét területen, helyette a szűkebb elterjedési területtel rendelkező fajok domináltak. Az európai fajok a kezelt területen több mint 76%-os dominanciát, a természetes területen 67%-os dominanciát mutattak. A palearktikus fajok megoszlása mindkét területen közel azonos (23-27%). A kezelt erdőterületről teljesen hiányoztak a mintákból a holarktikus elterjedésű fajok (14. ábra).

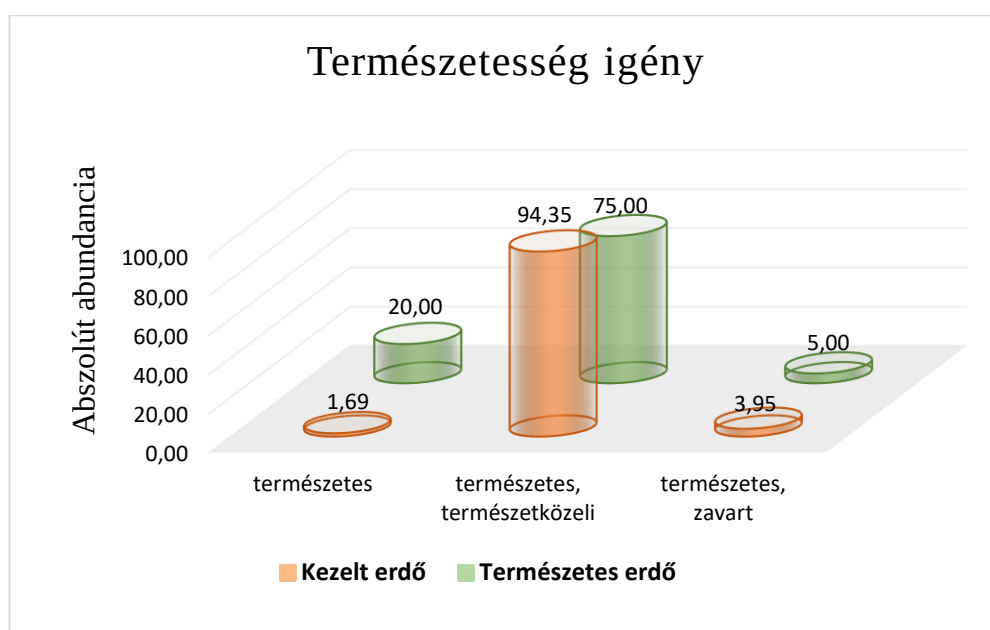
Az adatok további feldolgozásánál csak az ivarérett egyedeket vettük figyelembe.



14. ábra. A pókok zoogeográfiai spektruma (Forrás: szerző)

5.2.2 A pókok megoszlása az élőhely természetessége szerint

Egyes fajok csak természetes élőhelyeken, klimax társulásokban fordulnak elő, mások a természetes és természetközeli élőhelyeken egyaránt, ami azt jelenti, hogy kisebb mértékű zavarást még eltűrnek. Azonban vannak olyan fajok is, melyek természetes és zavart, sőt mesterséges élőhelyeken (szinantrop fajok) is előfordulnak.

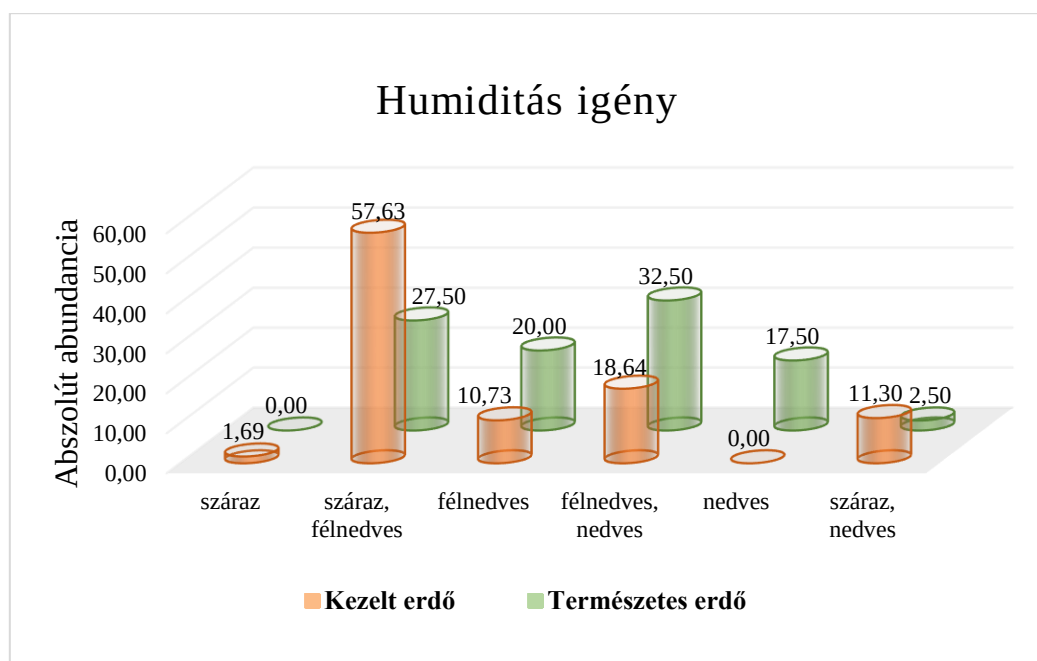


15. ábra: Természetesség szerinti megoszlás (Forrás: szerző)

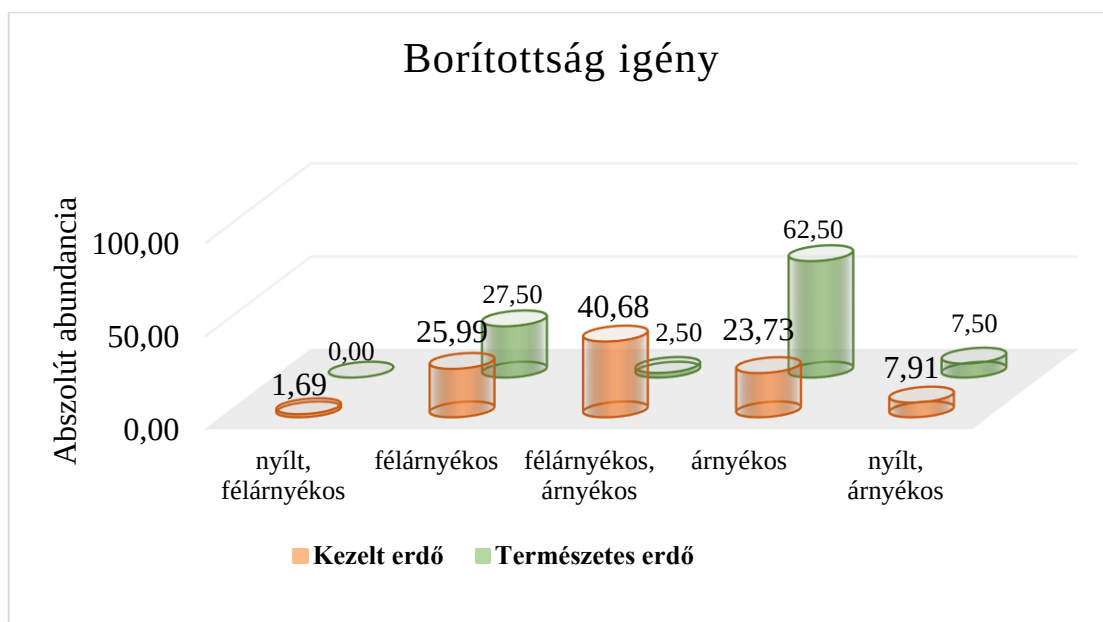
A mintákban azonosított pókokat három tűréstartományba soroltuk be. Azon erdőrészletben, ahol nincsen emberi beavatkozás (89-es erdőrészlet) a természetes élőhelyeket jobban kedvelő pókok száma jóval magasabb volt, mint a gazdasági erdőrészletben (83E erdőrészlet), a természetes élőhelyeket kedvelő pókok aránya a kezelt területen csekély. Ugyanakkor a szélesebb elterjedési skálával rendelkező fajok nagyobb arányban voltak jelen a természetes erdőrészletben, szemben a kezelt területtel (15. ábra).

5.2.3 A pókok megoszlása nedvesség és borítottság igényük szerint

A nedvességigényüket figyelembe véve, az azonosított pókfajok nagy változatosságot mutatnak, valamint szélsőségeket a két területről származó adatokat egyben elemezve. A természetes erdőterületen egyértelműen látszik a nedves és félnedves élőhelyeket kedvelő pókok magasabb százaléka, valamint a kimondottan száraz élőhelyeket kedvelő fajok teljes hiánya, ellenben a kezelt területtel, ahol ezek jelenlétét is kimutattuk (16. ábra). Ezen adatok indikátorként is szolgálhatnak a két erdőrészlet vízgazdálkodására nézve. Továbbá ezek az adatok szoros összefüggést mutatnak a borítottság igényvel, ahol a kimondottan árnyékos területeket kedvelő fajok kimagasló aránya és a nyílt, félárnnyékos kategória teljes hiánya szembevető a természetes területen. A gazdasági erdőrészletben a borítottság igény szerinti prezencia tartomány szélesebb skálán mozog, azonban itt is bejelölhető egy gyakoribb intervallum, mely a félárnnyékostól az árnyékos élőhelyekig terjed (17. ábra).



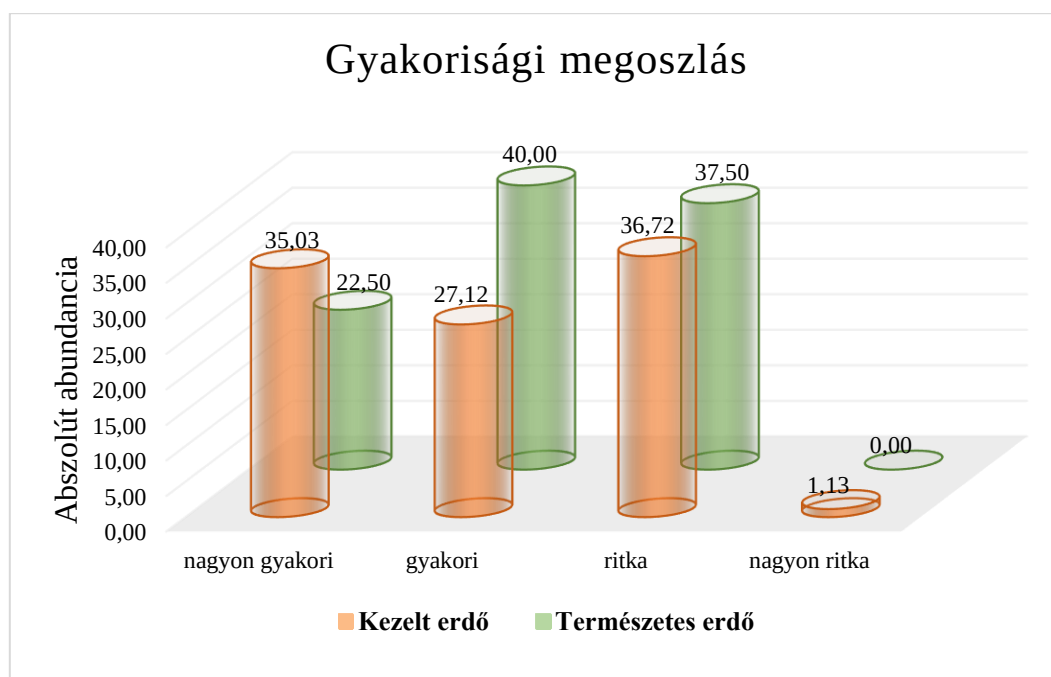
16. ábra. Nedvességigény szerinti megoszlás (Forrás: szerző)



17. ábra. Borítottsági igény szerinti megoszlás (Forrás: szerző)

5.2.4 A pókok gyakoriságára vonatkozó adatok

Utolsó paraméter, melyet vizsgáltunk a fajok feljegyzésének, észrevételezésének gyakoriságára irányult. Négy gyakorisági kategóriát sikerült beazonosítanunk, melyek a kimondottan gyakori és kimondottan ritka tartományok közt helyezkednek el. A kezelt területen a nagyon gyakori fajoktól egészen a nagyon ritka fajokig találtunk egyedeket (18. ábra).



18. ábra: Gyakoriság szerinti megoszlás (Forrás: szerző)

A kezelt erdőterületen azonosítottunk egy több európai országban is védett, ritka fajt (*Cetonana laticeps*) (19. ábra), melyből két egyedet gyűjtöttek a csapdák, valamint egy Romániára endemikus fajt (*Anguliphantes silli*) (20. ábra), melyet 1987-ben írtak le. Az azóta eltelt közel 40 év alatt nincsen több adat az irodalomban erről a fajról, ennek értelmében a leírása után most először sikerült begyűjteni. A határozás pontosságát maga a faj leírója is igazolta.

5.2.5 *Cetonana laticeps* (Canestrini, 1868)

A *Cetonana laticeps* (19.ábra) a *Cetonana* nemzetség tizenegy fajának az egyike. Érdekessége, hogy a tizenegy faj közül csak ez az egy faj fordul elő Európában, elsősorban a Földközi-tenger térségében. A nemzetség többi faja Dél-Afrikában, Madagaszkáron, Brazíliában, valamint Délkelet-Ázsiában lelhetőek fel.



19. ábra. Teljes kép a *Cetonana laticeps*-ről, részletképek a hím ivarszervről (Forrás: szerző)

Az ivarérett egyedek nagyjából 7,0 mm hosszúak. Ebből az előtest hossza 3,1 mm hosszú és 2,4 mm széles. Színe jellemzően gesztenyebarna (sötétbarna), domború felületű, kis ráncokkal tarkított. A perem mentén apró szőrszálak figyelhetők meg, amelyek az elülső rész felé mutatnak. Az első pár láb sötétbarna, a többi láb világosabb, a barnássárgától a sárgás-narancsosig. A combok egyértelműen sötétebbek, különösen az oldalsó felületen. A has ovális, lapított, sötétszürke-olíva színű, gyéren, apró és fényes szőrszálakkal borított.

Élőhely preferenciáját tekintve kedveli a melegebb élőhelyeket. Különböző vastagabb, repedezett kérgű fafajok törzsén, homokos területeken, valamint kövek alatt, repedésekben is előfordul (Rozwałka, 2012).

5.2.6 *Anguliphantes silli* (Weiss, 1987)

Az *Anguliphantes silli* (20. ábra) a vitorlás pókok (Linyphiidae) családjába tartozik, és különösen közel áll az *A. angulipalpis* fajhoz, habitusuk és színezetük megegyezik.



20. ábra: *Anguliphantes silli* teljes alak és hím ivarszerv részletkép (Forrás: szerző)

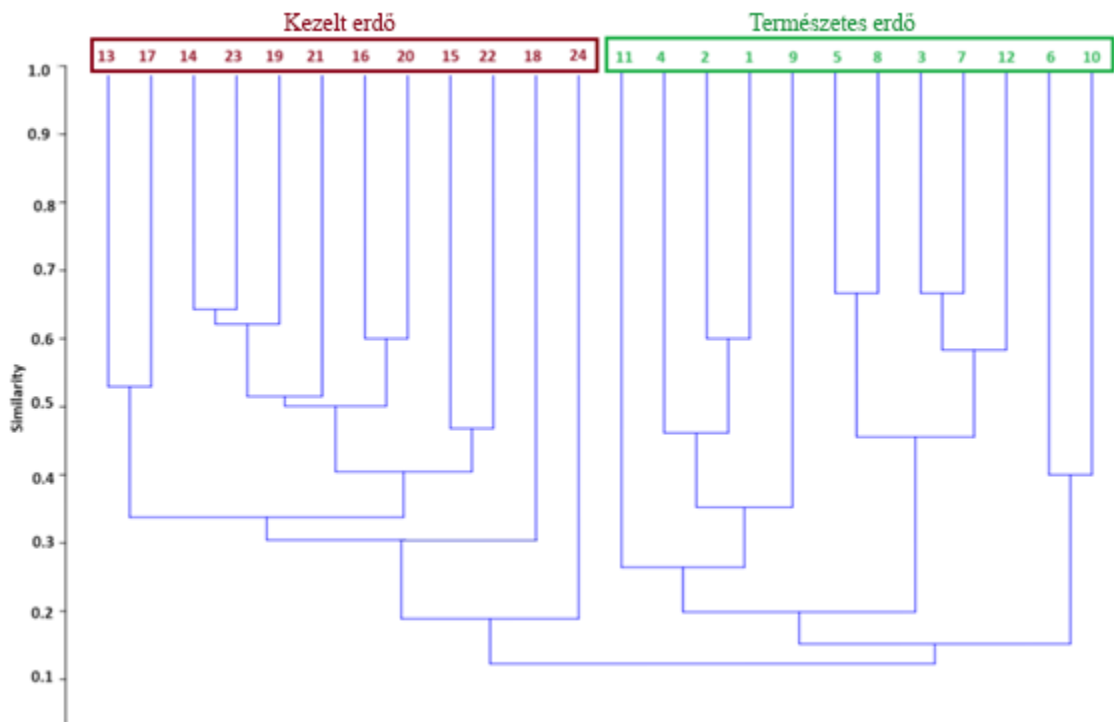
Eddig kizárólag az erdélyi dombvidék erdős területeiről, Nagyszeben környékéről jelezték, gyertyános-tölgy elegy erdőkben (*Quercus-Carpinetum*), valamint kocsányos és kocsánytalan tölgyesekben (*Quercetum robori - petraeae*) (Weiss, 1987).

Az előtest sárgásbarnától a vörösesbarnáig terjedő színű, mely a széleken sötétebb, halvány csikózású. A teljes testhossz mindkét nem esetében 2,17 mm, színezetük is megegyező. Az előtest hossza a hímeknél 1,03 mm, míg a nőstényeknél ez valamivel kisebb, 0,90 mm. Az előtest szélessége a hím egyedeknél 0,86 mm, a nőstényeknél 0,67 mm, tehát valamivel robusztusabb felépítésűek a hímek a nőstényekhez viszonyítva. A lábak sárgás színűek, az utótest szürke, az alsó része valamivel sötétebb, mintázat nélkül. A hímeknél aktivitási periódus figyelhető meg, mely novembertől márciusig terjed. Az aktivitási csúcs decemberre tehető (Weiss, 1987), ami magyarázza, azt a tényt, hogy az általunk talált hím egyed miért a téli időszakban kihelyezett csapdák által került begyűjtésre. Ezzel szemben a nőstényeknél nincs egyértelmű aktivitási periódus, így eurychronnak mondható (Keresztes, 2014). A szakirodalom szerint a csapdafogásokban egész évben szórványosan jelenhetnek meg. A faj a nevét Victor Sill kutatóról kapta, akit Erdély pókfaunájának első kutatójaként tartanak számon (Weiss, 1987). A fajt kizárólag a leírásakor jelezték, más adat nincs róla.

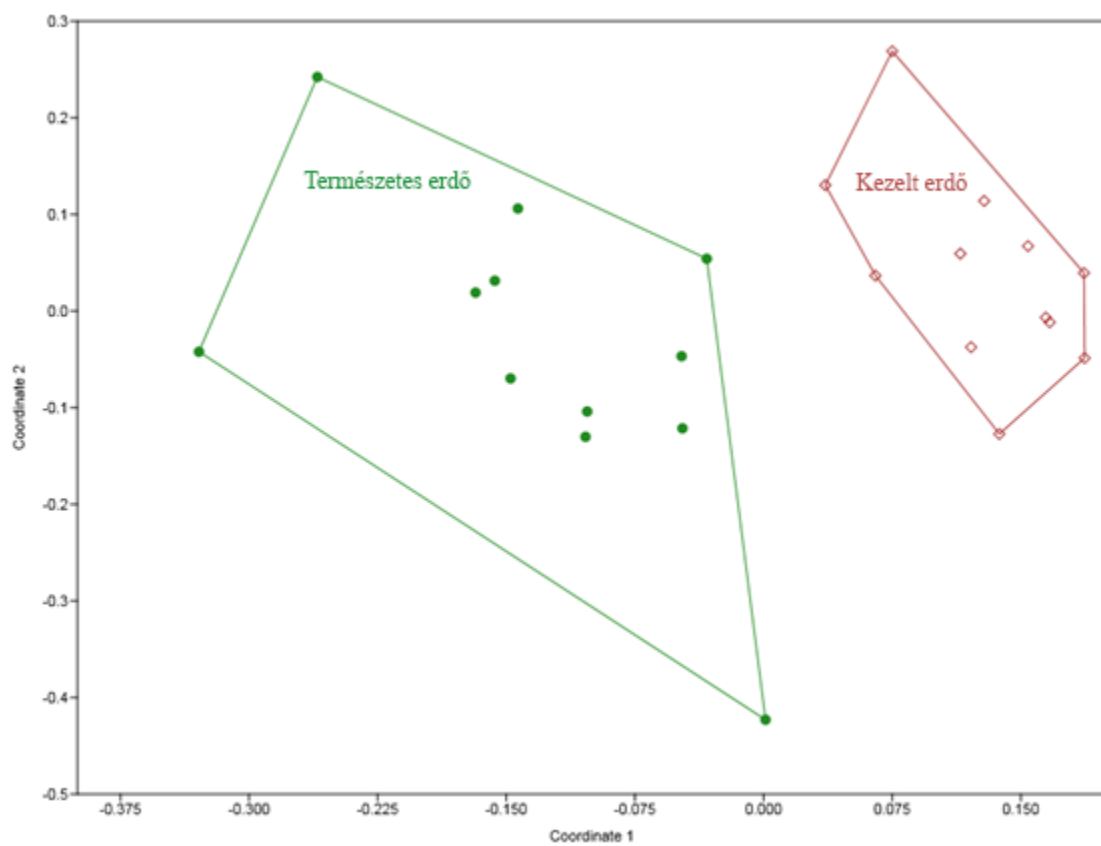
5.3 Statisztikai elemzés

Három többváltozós statisztikai eljárást alkalmaztunk a csapdaadatok vizsgálatára. Elsőként a klaszterelemzés segítségével (Bray–Curtis szimilitási-index) mindkét területről 12–12 csapda tartalmát hasonlítottuk össze. A fa–diagram (dendrogram) szemléletesen mutatja az egyes csoportok közti homogenitást és a klaszterek közti különbségeket, jelen esetben a két erdőrészlet közti különbségeket (21. ábra).

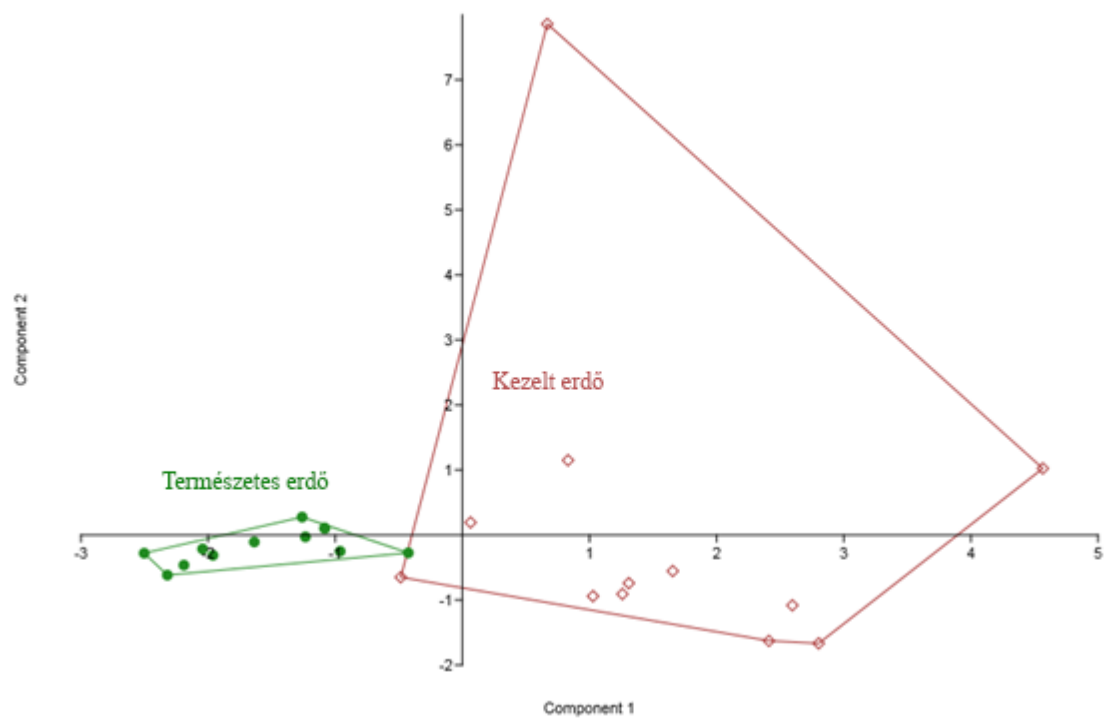
A két területről származó adathalmaz varianciáját, valamint csoporton belüli összefüggését a főkomponens elemzés (22. ábra) valamint a sokdimenziós skálázás (23. ábra) végrehajtásából származtatott ábrákkal szemléltetjük. Mind a három eljárás (Bray–Curtis-klaszterelemzés, főkomponens-elemzés, sokdimenziós skálázás) egyértelműen mutatja a két terület ízeltlábú közösségeiben jelen lévő különbségeket, valamint a mintaterületeken belül jelen lévő hasonlóságokat.



21. ábra. Az élőhelyek pókközösségeinek összehasonlítása klaszterelemzéssel (Forrás: szerző)



22. ábra. Az élőhelyek összehasonlítása főkomponens-elemzéssel (Forrás: szerző)



23. ábra. Az élőhelyek összehasonlítása sokdimenziós skálázással (Forrás: szerző)

6. Összegzés

A IV. Málnásfürdő termelési egységhez tartozó 89-es és 83E erdőrészek ízeltlábú közösségeiben végbemenő változásokról átfogó eredményeket nyertünk. Az adatok értelmében mindkét terület magas fajdiverzitással rendelkezik. A négy csapdázási periódusban összesen 7318 egyedet gyűjtöttünk: a természetes erdőben (89-es erdőrészlet) 2312 ízeltlábút, a kezelt erdőben (83E erdőrészlet) 5006 egyedet.

A kutatás során begyűjtött pókokat több élőhellyel szemben támasztott igény szerint csoportosítottuk, ezáltal információkat kapva a vizsgált erdőrészek paramétereiről:

- mindkét élőhelyen az európai elterjedésű pókfajok egyedszáma volt a legmagasabb, a szélesebb körű elterjedéssel (Holarktikus) rendelkező fajok a természetes erdőből teljesen hiányoztak;
- a zavarás mértékét figyelembe véve mindkét területen a természetes és természetközeli élőhelyeket kedvelő fajok magas aránya figyelhető meg, ugyanakkor a természetes erdőben a kimondottan természetes élőhelyeket kedvelő pókok aránya kiemelkedő;
- nedvesséгий igény szerint a két szélsőséges tartományban (száraz-nedves) lelhető fel a legnagyobb különbség: a természetes erdőterületen a nedves élőhelyeket kedvelő fajok aránya magasabb és hiányoznak a száraz élőhelyeket kedvelő fajok, míg a kezelt területen ennek az ellenkezőjét találtuk, előfordulnak száraz élőhelyeket kedvelő fajok és hiányoznak a nedves élőhelyeket kedvelő fajok;
- borítottság igény szerint, ami lényegében megegyezik az erdőterület záródásával, a természetes erdőterületen kiemelkedően magas százalékban (62,50%) voltak jelen az árnyékos élőhelyeket kedvelő pókok és teljesen hiányoztak a nyílt élőhelyeket kedvelő fajok, ezzel szemben a kezelt erdőterületen minden kategóriából találtunk fajokat valamivel kiegyenlítettebb eloszlásban;
- a fajok előfordulásának gyakorisága alapján a természetes erdőből hiányoznak a nagyon ritka fajok, ellenben a kezelt erdőterülettel, ahol egy több európai országban is védett fajt (*Cetonana laticeps*), valamint egy Romániára endemikus fajt (*Anguliphante silli*) azonosítottunk;

A két erdőrészlet adatainak számbeli különbségeit több tényező is okozhatja. Elsőként említenénk azt a tényt, hogy a természetes erdőrészletben az első csapdázási periódusban több csapda is a barnamedve (*Ursus arctos*) magas számú jelenléte miatt megsemmisült, ezért kevesebb biológiai anyagot sikerült gyűjteni az első periódusban.

Eredményeink magyarázhatók a jól ismert ökológiai jelenséggel is, mely szerint egy minimális zavarás növeli a mikroélőhelyek diverzitását, ami sok esetben eredményezhet faj és egyedszám növekedést.

Az üzemtervi térképet elemezve, kisebb kiterjedésű erdőrészeket reprezentálják a IV. Málnásfürdő termelési egységet, melyek fafaj összetétele, kora, záródása igen változatos. A terepi kiszállások alkalmával a fent említett változatosság jól megfigyelhető: a 83E erdőrészetet többkorú, elegyes állomány veszi körül. Az erdőrészlet méretéből adódóan (0,7 ha) szinte egészében megfigyelhető a szegélyterület effektus (ökoton). Ez azért érdekes, mert a 83E erdőrészlet nagy hányada tartalmazza azon területeken jelenlévő környezeti feltételeket is, melyekkel határos, ezáltal egy változatos élőhelyet létrehozva, ahol az egyedszám és fajdiverzitás is magas értékeket mutat.

A természetes erdőben a megsérült csapdák, a kezelt erdőterületen a nagyobb fajsza és egyedszám ellenére, a diverzitás-indexek, valamint ennek az értéknek a hitelesítésére szolgáló ekvitabilitási-index igazolja a feltevésünket, miszerint a természetes erdőterület diverzitása magasabb a kezelt területhez viszonyítva.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom a „Milvus Csoport” Madártani és Természetvédelmi Egyesületnek a felajánlott ösztöndíjért, a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Sepsiszentgyörgyi Tanulmányi Központnak a laboratórium és annak eszköztárának a használatért, dr. Urák Istvánnak, aki a teljes munkát koordinálta és felügyelte, dr. Tuba Katalinnak, dr. Bodor Katalinnak, dr. Csiszér Leventének és dr. Farkas Attilának, akik a kutatás folyamán több jó tanáccsal is segítettek a munka gördülékeny működését. Nem utolsó sorban a terület tulajdonosának Roy Chowdhury Katalin Zsuzsannának, hogy engedélyezte a kutatás lebonyolítását, illetve a Kézdivásárhelyi magánerdészetnek az együttműködésért és segítségért.

7. Irodalomjegyzék

- Andersson, M., Jia, Q., Abella, A., Lee, X.-Y., Landreh, M., Purhonen, P., Hebert, H., Tenje, M., Robinson, C. V., Meng, Q., Plaza, G. R., Johansson, J., & Rising, A. (2017). Biomimetic spinning of artificial spider silk from a chimeric minispidroin. *Nature Chemical Biology*, 13(3), 262–264. <https://doi.org/10.1038/nchembio.2269>
- Barber, H. S. (1931). Traps for cave-inhabiting insects. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, 46, 2, 259–266.
- Baust, J. G., & Lee, R. E. (1987). Multiple stress tolerance in an antarctic terrestrial arthropod: *Belgica antarctica*. *Cryobiology*, 24(2), 140–147.
- Buchar, J., & Růžicka, V. (2002). Catalogue of spiders of the Czech Republic. Peres, Praha.
- Bedő, A. (1874). A székelyföldi erdők ügyében. *Erdészeti Lapok*, 13, 8, 345–349.
- Benedek, K., Urák, I., Fazakas, C. (2023). Ökológia és környezetvédelem gyakorlati jegyzet. Scientia Kiadó, Kolozsvár.
- Biriş, I.A. (2017). *Situația pădurilor virgine din România*. Greenpeace România. București.
- Brues, C. T. (1924). Observations on Animal Life in the Thermal Waters of Yellowstone Park, with a Consideration of the Thermal Environment. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, 59(15), 371. <https://doi.org/10.2307/20026104>
- Cocian, E., Bar, S., & Kovács, A. (2011). *Amenajamentul fondului forestier al doamnei Roy Chowdhury Katalin Zsuzsanna, U.P.IV Malnas*. S.C Ecosilva S.R.L Oradea.
- Copeland, C. G., Bell, B. E., Christensen, C. D., & Lewis, R. V. (2015). Development of a Process for the Spinning of Synthetic Spider Silk. *ACS Biomaterials Science & Engineering*, 1(7), 577–584. <https://doi.org/10.1021/acsbiomaterials.5b00092>
- Csóka, G., Dudás, G., Földessy, M., Korompai, T., Kovács, T., George, M., Nagy, A., Nógrádi, S., Rácz, I. A., Szabóky, C., Szmátóna Túti, T., Tóth, S., Uherkovich, Á., & Varga, A. (2010). *Állatvilág – Gerinctelenek*. A természet világ, 180-210.
- Darwin, C., & Keynes, R. D. (1988). *Charles Darwin's Beagle diary*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J. B., & Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345(6195), 401–406.
- Drăcea, M. (1923). *Silvicultură. Curs litografiat*. Editura Politehnicii, București.
- FAO, (2004). *Summary of world food and agricultural statistics*.
- Florescu, I. I., & Nicolescu, N.-V. (1996). *Silvicultură*. Editura Lux Libris, Braşov.
- Foelix, R. F. (2011). *Biology of spiders* (3rd ed). Oxford University Press, Oxford.

- Footitt, R., & Adler, P. H. (Eds.). (2017). *Insect biodiversity: Science and society* (Second edition). John Wiley & Sons, Inc, Chichester.
- Gallé, R., Gallé-Szpisjak, N., Zsigmond, A.-R., Könczey, B., & Urák, I. (2021). Tree species and microhabitat affect forest bog spider fauna. *European Journal of Forest Research*, 140(3), 691–702. <https://doi.org/10.1007/s10342-021-01359-y>
- Gallé, R., Samu, F., Zsigmond, A.-R., Gallé-Szpisjak, N., & Urák, I. (2019). Even the smallest habitat patch matters: On the fauna of peat bogs. *Journal of Insect Conservation*, 23(4), 699–705. <https://doi.org/10.1007/s10841-019-00164-8>
- Gazi, U., Taylan-Ozkan, A., & Mumcuoglu, K. Y. (2021). The effect of *Lucilia sericata* larval excretion/secretion (ES) products on cellular responses in wound healing. *Medical and Veterinary Entomology*, 35(3), 257–266. <https://doi.org/10.1111/mve.12497>
- Gulyás, P. (1924). *A könyvek és könyvtárak hajdan és most. A „zászlónk” diákkönyvtára.* Magyar Jövő, Budapest.
- Honěk, A. (1997). The effect of temperature on the activity of Carabidae (Coleoptera) in a fallow field. *European Journal of Entomology* 94: 97-104.
- Ioras, F., & Abrudan, I. V. (2006). The Romanian forestry sector: Privatisation facts. *International Forestry Review*, 8(3), 361–367. <https://doi.org/10.1505/ifor.8.3.361>
- Ivănescu, D. (1972). *Din istoria silviculturii romanesti.* Editura Ceres, București.
- Kádár, F. & Samu, F. (2006). A duplaedényes talajcsapdák használata Magyarországon. *Növényvédelem* 42(6):. 305–312.
- Kádár, Z., & Pál-Antal, S. (2002). *A székelőföldi erdészeti és faipar: Történeti kronológia.* Mentor Kiadó, Marosvásárhely.
- Káldy, J. (2009). *Erdőrendtartás.* Mecseki Erdészeti Rt., Pécs.
- Kiss, O. (1984). A Trichoptera lárvák morfo-ökológiai vizsgálata. *Folia historico-naturalia Musei Matraensis*, 9, 55-68.
- Klein, B. A. (2022). Wax, Wings, and Swarms: Insects and Their Products as Art Media. *Annual Review of Entomology*, 67(1), 281–303.
- Koutroumpa, F.A., Rougon, D., Bertheau, C., Lieutier, F. & Roux-Morabito, G. (2013). Evolutionary relationships within European Monochamus (Coleoptera: Cerambycidae) highlight the role of altitude in species delineation. *Biological Journal of the Linnean Society*, 109:354–376.
- Loksa, I. (1969). *Pókok I.-Araneae I. Fauna Hungariae* 97. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Majer, A. (1977). A faállomány rendszertani jellemzői. *Az Erdő*, 26, 449-457,

- Mani, M. S. (1968). Distribution of High Altitude Insects. In M. S. Mani, *Ecology and Biogeography of High Altitude Insects* (pp. 130–142). Springer Netherlands.
- Marin, G., Calota, C.-I., Bouriaud, O., & Nitu, D. M. (2019). *INVENTARUL forestier national din Romania: Ciclul 1 (2008-2012)*. Editura Silvica. Voluntari, București.
- Mergner, U. (2021). *A lépőkő-elmélet*. Pro Silva Hungaria, Budapest.
- Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor (2022). *Catalogul pădurilor virgine și cvasivirgine din România*. <https://www.mmediu.ro/articol/catalogul-padurilor-virgine-si-cvasi-virgine-din-romania/5550>
- Munteanu, C., Nita, M. D., Abrudan, I. V., & Radeloff, V. C. (2016). Historical forest management in Romania is imposing strong legacies on contemporary forests and their management. *Forest Ecology and Management*, 361, 179–193.
- Negulescu, E. G., Stănescu, V., Florescu, I. I., & Tîrziu, D. (1973). *Silvicultura*. Editura Ceres, București.
- Nentwig, W., Blick, T., Bosmans, R., Gloor, D., Hänggi, A. & Kropf, C. (2022). Spiders of Europe. <https://www.araneae.nmbe.ch> <https://doi.org/10.24436/1>.
- Pápai G., Bach I., & Vaski L. (2013). *Erdőgazdálkodás: Kézikönyv erdőtulajdonosoknak*. Mezőgazda, Budapest.
- Parviainen, J. (2005). *Virgin and natural forests in the temperate zone of Europe*. *Forest Snow and Landscape Research* 79(1):9-18.
- Peterken, G. F. (1996). *Natural woodland: Ecology and conservation in northern temperate regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Popovici, P. (1922). *Silvicultura*. Școala Superioară de Silvicultură, București.
- Riechert, S. E., & Lockley, T. (1984). Spiders as Biological Control Agents. *Annual Review of Entomology*, 29(1), 299–320. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.29.010184.001503>
- Rozwałka, R. (2012). *Cetonana laticeps* (Canestrini, 1868) (Araneae: Corinnidae) – a new species of spider to the fauna of Poland. *Acta Biologica* 19, 77–82.
- Schmolz, E., Brüdern, N., Daum, R., & Lamprecht, I. (2000). Thermoanalytical investigations on paper covers of social wasps. *Thermochimica Acta*, 361(1–2), 121–129.
- Sheldrake, M. (2020). *Entangled life: How fungi make our worlds, change our minds & shape our futures* (Unabridged). Random House Audio.
- Simon, C., Cooley, J. R., Karban, R., & Sota, T. (2022). Advances in the Evolution and Ecology of 13- and 17-Year Periodical Cicadas. *Annual Review of Entomology*, 67(1), 457–482. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-072121-061108>
- Steinmann, H. (1970). *Rovarok- Insecta: Vol. V. Kötet*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

- Szinetár, C. (2006). *Pókok: Keresztespókok, farkaspókok, ugrópókok és rokonaik a Kárpát-medencében*. Kossuth Kiadó, Budapest.
- Urák, I., Gallé-Szpisjak, N., Szigyártó, I.-L., Zsigmond, A.-R., & Gallé, R. (2023). Heather (*Calluna vulgaris*) supports spider diversity of oligotrophic peat bogs. *Journal of Insect Conservation*. <https://doi.org/10.1007/s10841-023-00465-z>
- Urak, I., Hartel, T., & Balog, A. (2010). The influence of Carpathian landscape scale on spider communities. *Archives of Biological Sciences*, 62(4), 1231–1237.
- Vlad, I., Chiriță, C. D., Doniță, N., & Petrescu, L. (1997). *Silvicultura pe baze ecosistemice*. Editura Academiei Române, București.
- Walters, M. (2014). *The Illustrated World Encyclopedia of Insects: A Natural History and Identification Guide to Beetles, Flies, Bees, Wasps, Springtails, Mayflies, Stone*. Lorenz Books, London.
- Weiss, I. (1987). *Lepthyphantes silli* n. sp., eine neue Art der pallidus-Gruppe aus Siebenbürgen (Rumänien) (Arachnida, Araneae, Linyphiidae). *Reichenbachia* 24: 153-, 157.
- Werböczy, I. (1897). *Werböczy István Hármaskönyve* (1897th ed.). Franklin-Társulat Magyar Irod. Intézet és Könyvnyomda, Budapest.
- Ysnel, F., & Canard, A. (2000). Spider Biodiversity in connection with the vegetation structure and the foliage orientation of hedges. *Journal of Arachnology*, 28(1), 107–114.
- Zhong, Z., Nong, W., Xie, Y., Hui, J. H. L., & Chu, L. M. (2022). Long-term effect of plastic feeding on growth and transcriptomic response of mealworms (*Tenebrio molitor* L.). *Chemosphere*, 287, 132063. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132063>