

37. Országos Tudományos Diákköri Konferencia

Agrártudományi Szekció

**Élet a holtfában: kéreg alatt áttelelő ízeltlábú közösségek
szerkezetének a tanulmányozása természetes erdőben**

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

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	2
1. Bevezető.....	5
2. Célkitűzések	6
3. Irodalmi áttekintés.....	7
3.1 Az erdősült területek, globális kitekintés	7
3.2 Az erdősült területek, Romániai áttekintő.....	7
3.3 A természetes erdők fogalma	8
3.4 Holtfa az erdőben	9
3.5 A szaproxilofág rovarok általános jellemzése.....	11
3.6 A pókok általános jellemzése.....	12
3.7 A vizsgált terület klimatikus viszonyai	13
3.7.1 Sokéves átlaghőmérséklet	13
3.7.2 Csapadékviszonyok.....	13
3.7.3 A csapadék és a potenciális evapotranspiráció összehasonlítása	14
3.7.4 Klimatikus szintézis	14
3.8 Hidrológiai jellemzők.....	15
4. Anyag és módszerek.....	16
4.1 A vizsgált terület jellemzése	16
4.1.1 Általános adatok (Köppen szerinti besorolás, rövid leírással)	16
4.1.2 A vizsgált erdőrészlet jellemzése	17
4.2 A kutatás módszere	18

5. Eredmények.....	20
5.1 Az ízeltlábúak rendszertani megoszlása.....	20
5.2 A rovarokra vonatkozó eredmények	21
5.2.1 Skarlátbogár (<i>Cucujus cinnaberinus</i>).....	21
5.2.2 Tülkös szarvasbogár (<i>Sinodendron cylindricum</i>).....	23
5.3 A pókokra vonatkozó eredmények.....	24
5.3.1 A pókok családok szerinti megoszlása.....	24
5.3.2 A pókok biogeográfiai spektruma	25
5.3.3 A pókok nedvességigényük szerinti megoszlása	26
5.3.4 A pókok borítottság-igényük szerinti megoszlása	27
5.3.5 A pókok gyakoriság szerinti megoszlása	28
6. Összefoglalás.....	29
7. Köszönetnyilvánítás	31
8. Irodalomjegyzék.....	32

Élet a holtfában: kéreg alatt áttelelő ízeltlábú közösségek szerkezetének a tanulmányozása természetes erdőben

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 nagyon összetett ökológiai rendszerek, melyek az általuk nyújtott ökoszisztéma szolgáltatások miatt nélkülözhetetlenek az emberiség számára. Az őserdők és természetes erdők tanulmányozása már nagyon régen zajlik, de még mindig számos új felfedezés eredményei kerülnek publikálásra. Jelen tanulmány is egy természetes erdőről készült, melynek során az álló holtfák kéreg alatt áttelelő ízeltlábú közösségeket vizsgáltuk Erdélyben, a Málnásfürdő IV. termelési egységhez tartozó 89-es erdőrészletben, mely Románia természetes erdőalapjában is nyilván van tartva a 3397/2012 és a 2525/2016 kormányrendeletek által, mint természetes erdő.

A mintavételezés a szintgörbékre merőlegesen zajlott, miközben álló holtfák 40x40 cm kéregfelülete alól kerültek begyűjtésre az ízeltlábúak. A 21. minta után leálltunk a mintavétellel a nagyszámú skarlátbogár (*Cucujus cinnaberinus*) lárvá és imágó jelenléte miatt. Mivel ez egy védett, Natura 2000-es jelölő faj, nem akartuk károsítani a populációt. A mintaszám így is elegendő ahhoz, hogy a vizsgált erdőt javasolni tudjuk, hogy része legyen a Natura 2000 hálózathoz, mint különleges természetmegőrzési terület.

A 13 jegenyefenyő (*Abies alba*) és 8 bükk (*Fagus sylvatica*) kéreg alól összesen 218 ízeltlábút gyűjtöttünk, ami több mint 10 egyedet jelent mintánként. Ezek közül 35 pók volt, melyeket faji szintig meghatározva, nyolc faj jelenlétét mutattuk ki hat családból. Mivel ezek élőhelyigénye ismert, ennek alapján jellemeztük a vizsgált erdőt.

Összegzésként megállapítható, hogy a vizsgált terület nemcsak erdészeti szempontból érdekes és értékes terület, hanem ökológiai szempontból is. Sok ritka, élőhely specialista rovar és pókfajnak biztosít megfelelő élőhelyet. Ezek a fajok nem tudnának megélni a holtfa jelenléte nélkül, számukra ezek az erdők az utolsó és egyetlen élőhely-szigetek, ahol még előfordulnak. A jövőben a kezelési tervek elkészítésénél erre is oda kell figyelni.

Kulcsszavak: természetes erdő, ízeltlábúak, skarlátbogár, pókok, élőhely

1. Bevezető

Az erdők összetett szolgáltatásaik révén nélkülözhetetlenek az társadalom számára. Ezek a legösszetettebb ökoszisztémák közé tartoznak, és a biológiai sokféleség megőrzésének kulcsfontosságú helyszínei. Azáltal, hogy képesek megkötni a szén-dioxidot és hosszú távon tárolják a fában, hozzájárulnak az üvegházhatás csökkentéséhez. Hólavínvédelmi, talajvédelmi, vízminőségbiztosítási képességük által helyenként elősegítik az élőlények megtelepedésének feltételeit, túlélésük fontos szereplői. Melléktermékei széleskörű felhasználása alátámasztja a társadalom magas igényét ezen termékekkel szemben.

Az erdők, mint ökoszisztémák, a szárazföldi biológiai sokféleség (biodiverzitás) kincses tárházai, amelyek változatos élőhely struktúrát biztosítanak az élőlények számára, növényeknek, állatoknak, gombáknak és mikroorganizmusoknak egyaránt. Az élőlények több mint felének a létezése és fennmaradása az erdőkhöz köthető, ahogyan sok emberi közösségnek is (Lindquist et al., 2012).

Az erdők, mint rendszerek meghatározására az irodalomban több nézőpont szerinti megközelítés is létezik. Egyesek az ökológia alapokon keresztül megközelítve, mások inkább a gazdasági értékeit előre helyezve. Egy korai, magyarországi meghatározás azt mondja, hogy az erdő a Föld felszínének fás szárú növényekkel borított része. Egy olyan nyitott, természetesen önszabályozó rendszer, amelyben a fák, cserjék és más növények együttese tartósan hatást gyakorolnak egymásra, egy sajátos állatvilággal társulva, amely kölcsönhatásban van élőhelyével és közvetlen környezetével (Majer, 1977). Egy dinamikus, állandó tevékenység összessége, amelyet létrejötte és fejlődésének körülményeiből adódóan emberi vagy természetes befolyások alakítanak.

Európa mérsékelt égövi erdős területei bonyolult történelmi múlttal rendelkeznek. Amióta az ember felfedezte az erdőben rejlő értékek kihasználásának lehetőségét különböző célokra használta fel, jellemzően az adott kor társadalmi elvárásainak, igényeinek eleget téve. A középkor kiterjedt erdőpusztítás, majd az intenzív gazdasági célú erdőgazdálkodás ellenére, egyes európai országokban megmaradtak az őserdők maradványai. Ezek tanulmányozása során sok olyan fontos információt nyerhetünk, melyeket felhasználva egy természetközeli, hosszú távon is fenntartható erdőgazdálkodás valósítható meg. Ebben pedig óriási szerep jut a holtfáknak és a hozzáuk kötődő életközösségeknek, melyek tanulmányozása jelen dolgozat témája.

2. Célkitűzések

Korunk aktuális és egyre nagyobb mértéket öltő problémája a klímaváltozás, melynek kapcsán sokszor elhangzik a biodiverzitás fogalma is. Bizonyították, hogy az éghajlatváltozás elősegítheti a rovarközösségek populációinak robbanásszerű gyarapodását és azok gyakoriságát, ugyanakkor meggátolhatja és szabályozhatja e közösségekben jelen lévő instabilitást. A kéregbogarak és a lombtalanító bogarak néhány közelmúltbeli kitörése befolyásolta az éghajlatváltozást, mindezek nagy hatást gyakorolva az ökoszisztémákra, valamint az erdei rovarok közösségeire (Pureswaran et al., 2018).

Az elvárásolt erdő a szépirodalomban gyakran használt metaforája a kihívásokra. A mitológiában az erdő az a hely, ahol a hősök megmutatják képességeiket. A folklórban az emberi eredet kezdetétől jelen van, gyakran a népmesék helyszíne. Egy hely, tele rejtélyes változásokkal. Ezeknek a titokzatos átalakulásoknak a megismerése és jobb megértése indítványozta ezen dolgozat elkészítését. Célul tűztük ki az álló holtfák kérge alatt áttelelő ízeltlábú közösségek tanulmányozását és a vizsgált erdő jellemzését az azonosított pókok élőhelyigénye alapján.

A vizsgálat tárgyát képező erdőrészlet bejárása után, figyelembe véve a terület írott jellemzőit és múltját, azt a hipotézist fogalmaztuk meg, hogy egy ilyen erdő, ahol az antropogén tényezők hiánya teret biztosít a szukcessziós folyamatoknak, amelyek diverz élőhelystruktúrákat hoztak létre, érdekes és természetvédelmi szempontból értékes fajokat tartalmazó ízeltlábú közösségeknek ad otthont. A kezelt erdőhöz képest egy természetes erdőben a hektárra számított holtfa mennyiség nagyobb értéket mutat, ami arra enged következtetni, hogy az ezeket a mikroélőhelyeket, használó élőlények csoportjaiban is nagyobb diverzitás figyelhető meg. Az erdő elsődleges nyersanyag termékéhez, a faanyaghoz kötődő szaproxilofág rovarok és a kéreg alatt élő/áttelelő pókok között nagyszámban vannak védett fajok, ami azt bizonyítja, hogy sok közülük a veszélyeztetett, melyek populációinak a felmérése és monitorizálása fontos feladat. A megmaradt természetes ökoszisztémák vizsgálatával, azoknak a fenntartásával, és esetleges bővítésével képezhetjük az erdők fennmaradásának az alapjait. Bármilyen is legyen az adott kor elvárása az erdővel szemben, ezeknek a teljesülése az erdei ökoszisztémákban jelenlévő szervezetek életben maradásán és ezek közti kölcsönhatások fennmaradásán áll vagy bukik. A természetes erdők az erdőgazdálkodás számára inspirációs forrás, lehetőség a megfigyeléseken alapuló tanulásra és a tanultak implementálására új, erdészeti stratégiák kidolgozásához.

3. Irodalmi áttekintés

3.1 Az erdősült területek, globális kitekintés

Az Egyesült Nemzetek Szervezetének Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (Food and Agriculture Organization of the United Nations, rövidítve FAO), ötévente elvégzi az erdőterületek központi értékelését. Az utolsó felmérés 2020-ban azt mutatja, hogy a világ teljes erdőterülete 4,06 milliárd hektár (ha), ami 31 százalékát képezi a teljes szárazföldi területnek. A trópusi és szubtrópusi erdők a világ erdeinek 56%-át borítják, a mérsékelt égövi és boreális erdők 44%-ot tesznek ki. Az erdők nemzeti és regionális egyenlőtlen eloszlást mutatnak. A klímaregiók szerinti egyenlőtlen eloszlást bizonyítja az a tény, hogy a világ erdőterületének kétharmada 10 országban koncentrálódik: Orosz Föderáció, Brazília, Kanada, USA, Kína, Ausztrália, Kongói Demokratikus Köztársaság, Indonézia, Angola és Peru. A világátlag azt mutatja, hogy 0,52 ha erdő jut egy főre. Mindössze 22 országban magasabb ez az érték, ahol több mint 3 hektár az egy főre eső erdőterület. Gazdasági fejlettséghez viszonyítva is egy szembetűnő aránytalan eloszlást mutatnak a számok, hiszen az erdők mintegy 48%-át az iparosodott országok, 52%-át pedig a fejlődő országok birtokolják. Emellett a fejlett országokban az erdősítések hatására növekszik az erdők aránya, míg a fejlődő országokat leginkább az erdőirtási folyamatok érintik. Az erdőterületek 1990 és 2020 időszakban 178 millió hektárral csökkentek, hozzávetőlegesen ez 7,5 x Románia területének felel meg. Ezt követően az erdőterületek csökkenése jelentősen lelassult az erdőtelepítéseknek, az erdőirtások csökkenésének és az erdők természetes terjeszkedésének következtében. A Globális Erdőleltár (Global Forest Resources Assessment, rövidítve FRA) adatai alapján az erdőterületek csökkenésének mértéke az 1990 és 2000 közötti évtizedben évi 7,8 millió hektárra volt tehető. A következő évtizedben, 2000 és 2010 között ez évi 5,2 millió hektárra esett vissza, míg a 2010-2020 közötti időszakban évi 4,7 millió hektárra (FRA, 2020).

3.2 Az erdősült területek, Romániai áttekintő

A múltban Románia területének több mint 79%-át erdőterületek képezték. Ma az ország területének mindössze 27 százalékát borítja erdők. Az 1800-as évek adataihoz képest, hozzávetőlegesen 5 millió hektár erdő hiánya mutatható ki, ami az erdőirtás számlájára írható. 1829 és 1922 között 3 millió hektár, 1920 és 1929 között pedig 1,2 millió hektár erdő tűnt el. A legsúlyosabb erdőcsökkenés az alföldi és a dombvidéki térségekben következett be, ahol az erdőterületek aránya 7%, illetve 27% körül tehető. Ez a hatalmas csökkenés leginkább a

mezőgazdasági területekkel való átalakítás következménye, ami a társadalom növekedésének így annak nagyobb élelemmel való eltartásának a hozadéka (FRA, 2020).

Románia erdősült területének nagyságáról több vitatott forrás is létezik. Az ezek közti eltérést több tényező is okozhatja, többek közt a romániai és nemzetközi erdő fogalom eltérhet, például a záródás tekintetében, vagy azok a fás területek kiterjedése, amelyek nem szerepelnek az erdőalapban. Ezeknek a tényeknek a függvényében nem egészen pontosan 6.900.962 ha erdőterülettel rendelkezik Románia (Marin et al., 2019).

3.3 A természetes erdők fogalma

A történelmi erdészeti beavatkozások nagyban befolyásolják a mai erdőgazdálkodást és nem utolsó sorban a természetvédelmet (Munteanu et al., 2016). A közép- és délkelet-európai, köztük a romániai őserdőkben terepi felvételezésen alapuló munkák már a század első évtizedeiben megjelentek. Európában még megmaradt őserdőkre vonatkozó kutatásokat az Erdészeti Kutatóintézetek Nemzetközi Szövetségének (International Union on Forestry. Reserarch Organization, rövidítve IUFRO) munkacsoportja végezte el (Biriş, 2017).

Szervezési és működési módja révén a természetes erdőkben folyamatos szerkezeti átalakulás megy végbe, amelyek célja a stabilitás megtartása, ezáltal létrehozva egy faj gazdag élőhelyet, amely saját ellen állóképességét is növelve elősegíti a különböző abiotikus és biotikus károsítókkal szembeni védekezési mechanizmusának az erősödését. A folyamatos átalakulás a természetes erdőkben a szukcesszió révén megy végbe, míg egy kezelt erdőállományban antropogén, tehát emberi hatásra történik a szerkezeti átalakulás.

Az igény az őserdő fogalmának a meghatározására onnan ered, hogy az emberi beavatkozásoktól érintetlen erdő folyamatában és szerkezetében rejlő kulcsfontosságú mozzanatokot értsük meg és implementáljuk az erdőgazdálkodási intézkedésként. E fogalom iránti érdeklődés Európában az erdészeti tudományok megjelenését követően keltette fel elsősorban a szakavatottak figyelmét, amely felszólít a természet törvényeinek tiszteletben tartására és azok beépítésére az erdőgazdálkodási intézkedésekbe (Biriş, 2017).

A szakirodalomban több kifejezést használnak a beavatkozás nélküli erdőterületek sajátos jellemzéséhez (Parviainen, 2005). A kifejezések a természet közeli, természetes, háborítatlan erdőtől az érintetlen, szűz és őserdőig terjednek, főként, hogy kiemeljék azokat a természetes állapotokat, amelyek az antropogén tényezők teljes vagy részleges hiányából adódnak (Peterken, 1996). A természetes erdő eredetétől függetlenül emberi beavatkozások és használati intézkedések nélkül létezik és fejlődik (Mergner, 2021). A természetes erdő az erdészeti gyakorlat nyitott tankönyve és inspirációs forrása.

Az őserdők kutatása még mindig folyamatban van, hiszen még rengeteg információ nem áll a rendelkezésünkre ezekről a szerkezetéről. A kutatások fő pontját a bükkösök képezik, Romániában de Európában is például a legnagyobb bükkösökben Ukrajnában (Mergner, 2021). Románia természetes erdőalapjában összesen 71.077,44 ha őserdő és természetes erdő van nyilvántartva, ez az ország erdőalapjának 1%-nak felel meg (1. ábra).



1. ábra: Az őserdők és természetes erdők kiterjedése (Forrás: Catalogul pădurilor virgine și cvasivirgine din România)

3.4 Holtfa az erdőben

Holtfának értendő minden olyan fa, vagy fának egy bizonyos része, amely teljesen elhalt. Megkülönböztethetünk fekvő és álló holtfát és ezeknek a különböző lebomlási fázisait (Mergner, 2021). A fák pusztulását kiváltó okok intervalluma, erőteljessége a közeli illetve a távoli jövőre is jelentős hatást gyakorolhat. Ezek a hatások eltérő módon nyilvánulhatnak meg egyes erdei ökoszisztéma működésében (Barta Dénes & Puskás Lajos, 2014).

Az erdőkben található holtfával kapcsolatos ökológiai kutatások egyik legfőbb célja, hogy magyarázatot adjanak arra, hogy milyen hatással van a biodiverzitásra és az ökoszisztémákon belül zajló folyamatokra, olyan működési jellemzőkön keresztül, amelyek a környezet és az egyéni szervezetek összhangjából erednek (Wieczynski et al., 2019). Egyes felmérések szerint a holtfában megkötött szén mennyisége globálisan az erdők szénkészletének csaknem 8%-nak felel meg (Seibold et al., 2021).

A faanyag lebomlását több tényező befolyásolja, a folyamatban résztvevő fajok palettája változatos. A szakirodalom a faanyag lebomlásának intervallumát három fő szakaszra bontja. A szakaszok közti határok meghúzásának fő szempontja a fa fizikai sajátosságainak az időbeli változásai. Az első szakaszt kolonizációs szakasznak nevezzük, ahol a fa fizikai aprózódása elkezdődik az első üregek, kisebb-nagyobb járatok megjelenésével út nyílik a következő szakaszban megtelepedő fajoknak. Ezt az időszakot dekompozíciós szakasznak nevezzük, többek közt ebben a szakaszban kedveli a skarlátbogár (*Cucujus cinnaberinus*) is a holtfát. A dekompozíciós szakasz Európában a zonális erdőtársulásokban hozzávetőlegesen tíz évet ölel fel. Ez az idő rovarok jelenléte nélkül a kétszeresére lenne. Az utolsó szakasz a humifikációs szakasz. Ekkor az elhalt fa fizikailag egyre felismerhetetlenebb, kézzel elmorzsolhatóvá válik. Az eddig a fa anyagából táplálkozó és benne élő szaproxilofág rovarok átadják a helyüket a végső lebontó mikroszkopikus gombáknak és baktériumoknak (Korda, 2016). Mint már tudjuk a holtfából a meghatározott szakaszok végén korhadék lesz. A korhadék mindazon mellett hogy gazdag humusz utánpótlás biztosít az erdő talajnak, mohák jelenlétében vizet tárol ami a talajban elszivárogná vagy gyorsan lefolyna a felszínen, így nem kötődne meg és nem hasznosulhatna az erdei rendszerben (Mergner, 2021).

Több évtizede nem kezelt erdőterületeken, európai viszonylatban az átlagos holtfa mennyiség 30-70 köbméter egy hektáron, ez az arány az összes faanyag 10%-a körül mozog (Barta Dénes & Puskás Lajos, 2014). A holtfa jelentőségét és pozitív hatását az erdei ökoszisztémák biodiverzitásában több európai országban, köztük Magyarországon is felismerték, minek köszönhetően egyre részletesebb és összefüggéseket kereső publikációk kerülnek megosztásra. Magyarországon olyan részletes tanulmányok is készültek, melyek a holtfa készlet paramétereit külön vizsgálja, majd ezek közti átfedésekre is rávilágít. Ily módon a holtfák felosztásra kerülnek álló és fekvő holtfa minőségükben, a társulás tekintetében, illetve átmérő kategóriában is (Szmorad et al., 2021). A Keleti-Kárpátokban zajló kutatások is az álló és fekvő holtfa arányainak területi megoszlását, és azok hatásait írják le (Vlad et al., 2021). Talán az egyre több kutatásnak köszönhetően az erdészi szakszemélyzet is egyre inkább tér el a régi dogmáktól, miszerint a holtfa jelenléte a kezelt erdőkben fertőzésveszély, pazarlás, illetve a rekreációs élvezetek csökkenéséhez vezet. Mindezek mellett az állományok nem megfelelő kezelésének a mutatója.

Az erdőtípusokat, azok elegyfajait figyelembe véve az adatok azt bizonyítják, hogy a bükk állományban jelenlévő holtfák aránya alacsonyabb az elegyes illetve lucfenyő állományokhoz képest (Florescu et al., 2002).

3.5 A szaproxilofág rovarok általános jellemzése

A szaproxil rovarok életciklusának legalább egy része holt és korhadó fához kötődik, ezzel fontos ökológiai szerepet játszanak elsősorban a mikroélőhelyek kialakításában (Stokland et al., 2012). A holtfát közvetlenül fogyasztó állatokat szaproxilofágoknak, illetve gombákat, mikroorganizmusokat szaprotrófoknak nevezik. Fontos, hogy a szaproxilofágnak nevezett rovarok nagy része közvetlenül nem képes a fában lévő cellulózt lebontani, így nem is a fa anyagát, hanem annak a gombák által előkészített részeit, vagy ténylegesen a gombafonalakat esetleg azok spóráit fogyasztja. Tehát a szaproxilofág bogáregyüttesek létezéséhez nélkülözhetetlen a gombák jelenléte. Ezen információk alapján e csoport leghelyesebb megnevezése holtfa-gomba fogyasztók vagyis szaproxilomicetofágok. Azokat a szervezeteket, amelyek gombákat fogyasztanak micetofágnak vagy mikofágnak nevezzük. Meg kell említeni, hogy az egyes táplálkozási kategóriák között gyakoriak az átfedések. Több olyan rovar ismert, ami nem specializálódott egy konkrét élelem forrásra. Az evolúciós stratégiák hozadéka, hogy egyes fajok a sikeresebb fennmaradás érdekében, ha lehetőség nyílik rá képesek ragadozó életmódba átváltani annak ellenére, hogy többségben gombafonalakat fogyasztanak (Barta & Puskás, 2014).

A szaproxil rovarok fontos ökoszisztémán belüli funkciókat látnak el, segítik a holtfa lebomlását hozzájárulva a tápanyagok újrahasznosításához. Aktivitásuknak a mérésével meghatározható a természetes folyamatok mértéke, esetleg ezek helyreállításának üteme (Speight, 1989).

A Kárpátok a biológiai sokféleség szempontjából egyik legfontosabb helyszín Európában. A korábbi erdészeti intézkedések nem mindig tartották szem előtt a holtfa jelenlétének fontosságát. A sérült, száraz és korhadt faegyedeket szelektív módon eltávolították, ami heterogén erdőszerkezeteket eredményezett. Ezzel az erdészeti gyakorlatban bevált szokással úgy vélték, hogy egy higiénikus erdőállományt hoznak létre, megakadályozva az abiotikus kártevők megtelepedését. Az így kezelt állományokban a ritka és védett a szaproxil bogarak jelenléte minimálisra csökkent vagy teljesen eltűntek (Mirea et al., 2021). Románia egyes területein az emberi beavatkozások következményeinek terepi felmérésen alapuló eredmények azt mutatják, hogy az erdészeti üzemformák nem minden esetben gyakorolnak negatív hatást az erdők, az adott felmérés esetében bükkösök biodiverzitásában. A vizsgált területeken az előírt és alkalmazott üzemformák megvalósítása magasabb biodiverzitást eredményezett megfelelő holtfa jelenlétében (Ammer et al., 2017).

3.6 A pókok általános jellemzése

A pókok rendszertanilag a pókok (Araneae) rendjébe, az ízeltlábúak (Arthropoda) törzsébe, a csápágósok (Chelicerata) altörzsébe, ezen belül a póksabásúak (Arachnida) osztályába tartoznak (Foelix, 2011).

A pókokra jellemző, hogy testük két fő részből áll (előtest és utótest), amelyeket egy vékony nyél köt össze. Az előtesten helyezkednek el a járólábak, tapogatólábak, szájszervek (felső és alsó ajak, csápágók, állkapcsok), illetve az egyszerű szemek. Néhány család kivételével a pókok rendelkeznek méregmirigyekkel, de a nálunk előforduló fajok közül csak nagyon kevés jelent veszélyt az emberre, mivel csípőkarmaik nem képesek az emberi bőr áthatolására és általában a méreganyaguk mennyisége sem elegendő, hogy veszélyt jelentsen az emberi szervezetre (Szinetár, 2006).

A pókok utóteste a nálunk előforduló fajoknál kivétel nélkül egységes és szelvényezetlen. Hasi oldalán helyezkedik el az ivarnyílás, a légzőszervek nyílásai és a pókok sajátos fonószemölcsői. A pókok sajátos szervei a fonószemölcsők leggyakrabban három párban helyezkednek el. A szilárd állapotú fonal a levegővel érintkezve jön létre, ennek előzménye egy folyékony állagú anyag, ami az úgynevezett csévéken vagy fonócsöveken préselődik ki. A fonal segítség lehet az ugrásnál, járásnál, leereszkedésnél, lakáskészítésnél, mindezek mellett fogóháló készítésére, repítő fonalcsomóra, peték védelmére alkalmas anyag (Loksa, 1969).

A pókokat általában generalista ragadozókként tartják számon, melyek többnyire testméretüknél kisebb rovarokat zsákmányolnak. Ennek ellenére vannak fajok, melyek bizonyos rovarcsoportokra specializálódtak, vagy nagyobb méretű trópusi fajok (pl. madárpókok), melyek gerinceseket is zsákmányolnak. A legváltozatosabb szárazföldi élőhelyeket is benépesítik, de egyes fajok a vizes élőhelyekhez is alkalmazkodtak, sőt olyan fajok is vannak, melyek a víz alatt is zsákmányolnak (pl. búvárpók, vidrapókok). Ennek ellenére, a közösségek szerkezetét vizsgáló kutatások egyértelműen kimutatták, hogy az egyes fajok nagyon érzékenyek az élőhelyek minőségére (természetesség, nedvesség, borítás, tengerszint feletti magasság, hőmérséklet stb.), ezért az egyes élőhelyek fajösszetétele különböző, a közösségek szerkezete sokszor nagymértékben eltér kis környezeti változások hatására is. Ezért a pókok nagyon jó indikátor és monitoring szervezetek, melyek használhatók az élőhelyek minősítésére. Egyetlen hátrányuk, hogy a fajok meghatározása komolyabb szakértelmet igényel. A fajok pontos azonosítása csak az ivarszervek szerkezete alapján lehetséges, sok esetben ivarszervi preparátumok elkészítése is szükséges (Urak et al., 2010, 2023; Gallé et al., 2019; 2021).

3.7 A vizsgált terület klimatikus viszonyai

3.7.1 Sokéves átlaghőmérséklet

1. Táblázat: Az átlaghőmérséklet eloszlása, minimum, és maximum értékek havi bontása

(Forrás: saját szerkesztés, Stoenescu (1966) adatainak alapján)

Az átlaghőmérséklet eloszlása, minimum, és maximum értékek havi bontása (C°)													
	Havi átlagok												Éves
tszf. m. 640-1370	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Átlag	-6	-5	-4	0	4	12	14	14	10	6	2	-2	7
Maximum átlagok	0	-2	0	8	16	20	20	18	16	10	10	0	10
Minimum átlagok	-18	-10	-4	-2	2	6	10	8	6	2	-2	-8	1

Az éves átlaghőmérséklet 7°C. A legmelegebb hónapokban a hőmérséklet átlagértéke 18°C, a leghidegebb hónapokban a hőmérséklet átlagértéke -4°C. Az első fagy általánosan október elsején jelentkezik, az utolsó fagy pedig általában április 24-én (Stoenescu, 1966) (1. Táblázat).

3.7.2 Csapadékviszonyok

2. Táblázat: A csapadék eloszlásának, havi bontása

(Forrás: saját szerkesztés, Stoenescu (1966) adatainak alapján)

A csapadék eloszlása, havi bontásban													
Hely: Sepsibüksád (tszf. m. 640-1370)	Havi átlagok												Éves
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Átlag csapadék (mm)	60	50	30	50	80	120	100	100	60	50	40	30	700

A csapadékos napok száma egy évben 140 nap, a havas napok száma 80 nap. A legnagyobb mennyiségű csapadék június, július és augusztus hónapokra jellemző (Stoenescu, 1966) (2. Táblázat).

3.7.3 A csapadék és a potenciális evapotranspiráció összehasonlítása

3. Táblázat: A csapadék és a potenciális evapotranspiráció összehasonlítása, havi bontásban
(Forrás: saját szerkesztés, Stoenescu (1966) adatainak alapján)

A csapadék és a potenciális evapotranspiráció összehasonlítása, havi bontásban													
tszf. m. 640-1370	Havi átlagok												Éves átlag
Hónapok	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Csapadék (mm)	60	50	30	50	80	120	100	100	60	50	40	30	700
Evapotranspiráció (mm)	0	0	0	0	26,6	83,8	96,6	88,10	56	29,4	8,4	0	389
Többlet (excedens)	60	50	30	50	53,3	36,2	3,43	11,89	4	20,5	31,6	30	311
Hőmérséklet (C°)	-6	-5	-4	0	4	12	14	14	10	6	2	-2	7

A legcsapadékosabb hónapokban a legmagasabb az átlaghőmérséklet (június, július és augusztus) és szintén ezekben a hónapokban a legnagyobb az evapotranspiráció is, míg a téli hónapokban, melyekben az átlaghőmérséklet nulla fok alatt van (decembertől májusig) az evapotranspiráció értéke nulla (3. Táblázat, 2.ábra).

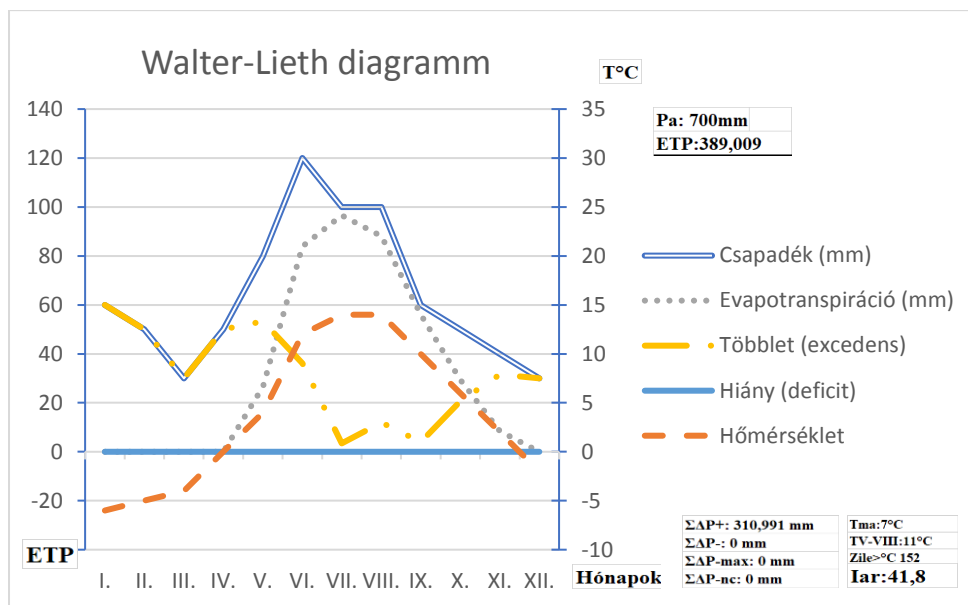
3.7.4 Klimatikus szintézis

4.Táblázat: Ariditási index

(Forrás: saját szerkesztés, Stoenescu (1966) adatainak alapján)

Ariditási index számítás éves és havi bontásban												
Hónapok	Jan.	Feb.	Már.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Szep.	Okt.	Nov.	Dec.
Havi bontás	15	10	5	5	5,71	5,45	4,17	4,17	3	3,13	3,33	3,75
Éves átlag	41,8											

Az ariditási index éves átlaga 41,8. Havi bontásban a legmagasabb érték januárban mérhető, ami decemberig csökkenő tendenciát mutat (4. Táblázat).



2. ábra: Walter-Lieth diagramm

(Forrás: saját szerkesztés, Stoenescu (1966) adatainak alapján)

3.8 Hidrológiai jellemzők

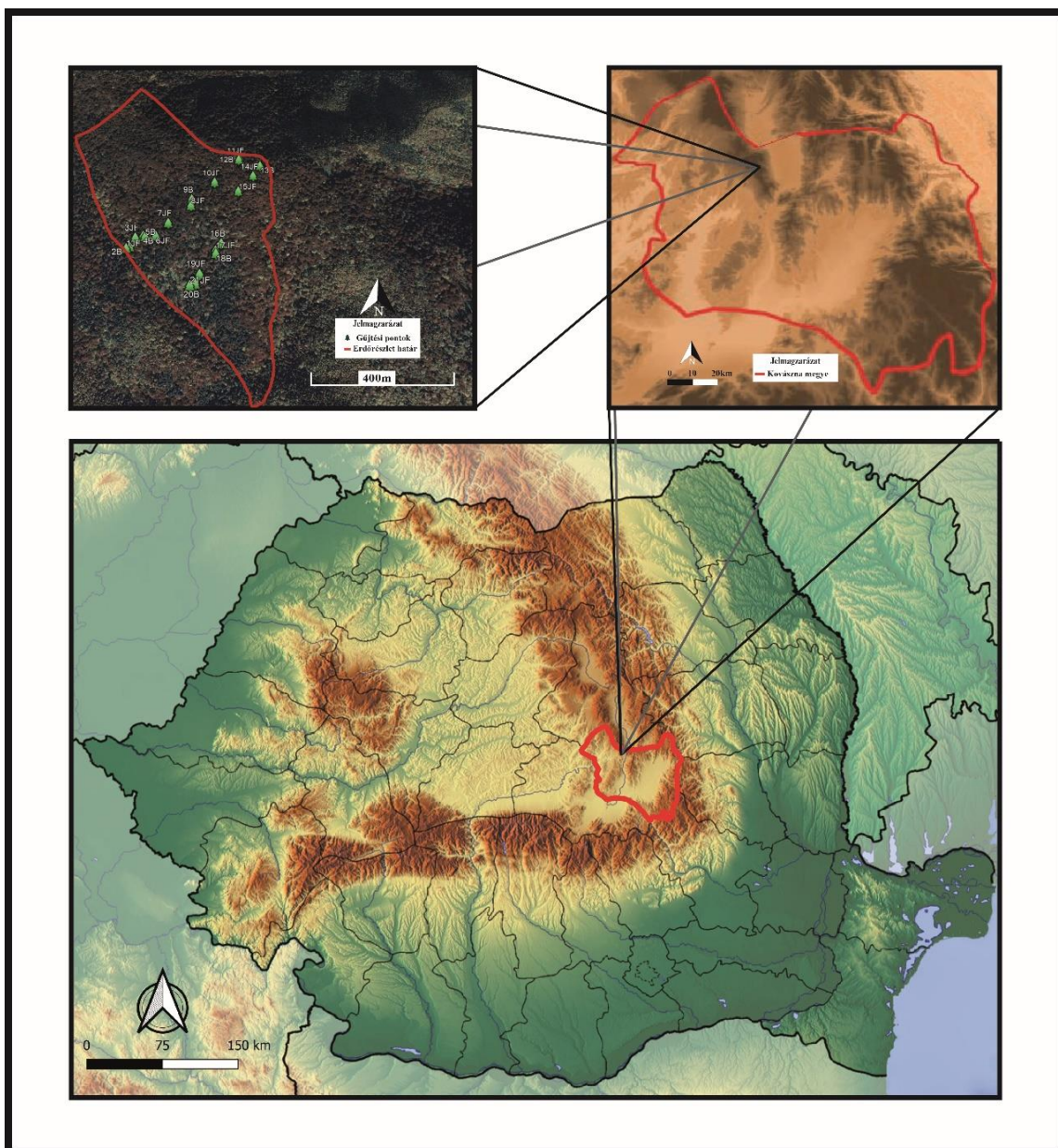
A termelőegység az Olt folyó vízrajzi medencéjében található. A termelőegység területét átszelő fő völgyek és patakok a következők: Șoimului patak és Coada Bradului patak. E patakok vízhozama az évszaktól függően ingadozik. A talajok hidrikus állapota többnyire perkolatív jellegű. A vizsgált egység, vulkáni eredetű területen található, pontosabban a Hargita-hegység Déli részén. A felületen mofetikus kiáramlások és ásványvízforrások találhatók (Cocian et al., 2011).

4. Anyag és módszerek

4.1 A vizsgált terület jellemzése

4.1.1 Általános adatok (Köppen szerinti besorolás, rövid leírással)

A vizsgálat tárgyát képező terület Kovászna megyében, a Kárpátkanyarban helyezkedik el, a Hargita-hegység déli részén (3. ábra). Az SFRJ földrajzi monográfiája szerint a vizsgált terület a IV.C jelű éghajlati szektorba tartozik, ami az erdei vegetáció számára kedvező középhegységi éghajlatot jelent. Köppen alapján, ez a régió a Df éghajlati tartományba (boreális éghajlat) tartozik, hideg és csapadékos telekkel (Cocian et al., 2011).



3. ábra: Elhelyezkedés a térképen (Forrás: saját szerkesztés)

4.1.2 A vizsgált erdőrészlet jellemzése

Az erdőrészlet teljes területe 38,2 hektár. A vizsgált 89-es erdőrészlet 920-1100 méter tengerszint feletti magasságok közt helyezkedik el, DNY kitettségű, vagyis hosszabb ideig éri a napsugár, mint egy Északi oldalt. Ebből adódóan a széndioxid asszimiláció hosszabb ideig tarthat, aminek az eredménye több szerves anyag előállítás, ami egy egészségesebb, gyorsabban gyarapodó erdőterület létrejöttéhez vezethet. Átlagosan 25°-os lejtési szöggel számolhatunk, ami az alapkőzet jelenlétével a felszínen, egyes részeken közepes termelékenységi osztályba engedi besorolni a területet. A hasonló jellemzőkkel rendelkező területeken a faállomány folytonosságának elengedhetetlen szerepe van a talajerózió mérséklésében. Ezek a tényezők annak ellenére, hogy a talaj és klimatikus viszonyok megfelelőek, mérséklik a biomassza felhalmozódást, hiszen a környezet befolyásoló tényezői nem mutatnak maximális értékeket.

Mint említésre került a talaj az állományalkotó fajoknak mondhatni ideális. Az erdőrészletben a leggyakoribb talajtípus a barna savas talaj. Ez a talaj savas alapkőzeteken képződik: kovás homokkő, szericit-klorit pala, kvarcit, kispala, változatos kitettségű és lejtős lejtőkön. A humusz tartalma 3,8, 13,5 % a felső 5-10 cm vastagságban. Homokos vályogtól a vályogig terjedő textúra. Termőképessége közepes és magas a bükknek, ez a vizsgált erdőrészletek faj összetételében és növedékében is látható. Lucfenyő és jegenyefenyő jóllétét ezen a talajtípuson befolyásolja a talajréteg vastagsága is. Az erdőrészlet természetes felújításból származik. Több korú, elegyes állomány, a bükk dominanciájával (5B 4JF 1LF), aminek jelentése az állomány 50%-a bükk (*Fagus sylvatica*), 40%-a jegenyefenyő (*Abies alba*) és 10% lucfenyő (*Picea abies*). Az átlag magasság 29 m, átlag átmérő 45 cm, az állomány záródása 0,80-as, vagyis 80 százalékos (Cocian et al., 2011).



4. ábra: Terepi munka, segítővel (Fotó: szerző)

4.2 A kutatás módszere

A terepi mintavételezés 2022.04.03-án történt (4. ábra), összesen 21 mintavételi ponttal. Mivel az erdőrészlet tengerszint feletti magasságának minimum és maximum értékei nagy különbséget mutatnak (900 méter) ezért a mintavételezést a rétegvonalakkal merőlegesen végeztük, két egymáshoz hozzávetőlegesen párhuzamos vonalban. Elsőként a völgyből gerinc irányba 12 mintavétel történt, majd a gerinc-völgy irányba 9 mintavételre került sor. Azok az álló holtfák kerültek be a vizsgálatba, amelyek a meghatározott haladási irányon helyezkedtek el, fekvő holtfák felvételezése ezen tanulmányban nem történt. Az álló holtfák mellmagasságának 40x40 cm-es kérge alól gyűjtöttük be az ízeltlábúakat (5. és 6. ábra).



5. ábra: Mintavételezősi eljárás
(Fotó: szerző)



6. ábra: Fenyves-tövisescincér lárvá
(*Rhagium inquisitor*) (Fotó: szerző)

A begyűjtött biológiai anyagot 70°-os etanol oldatban tartósítottuk, zárható üvegcsékben. Minden mintát egyedi sorszámmal láttunk el, így megkönnyítve a munkafolyamatot. A begyűjtött anyag laboratóriumban került megvizsgálásra, binokuláris sztereomikroszkóp segítségével (7. ábra), ahol elsősorban a főbb taxonok lettek szétválogatva, majd a kifejlett (adult/imágó) egyedek többsége esetében a faji azonosítás is megtörtént, változatos határozókulcsok segítségével (Lakatos & Szabó, 2012).

A pókok esetében Heimer & Nentwig (1991), valamint Nentwig és munkatársai (2022) munkáit használtuk. A skarlátbogár és bíborbogár imágók és lárvák azonosításában nagy segítségünkre volt az Észak-Belgiumi kutatások Bonacci et al., 2012). Mindezek mellett használtuk néhány erdei rovarokkal foglalkozó határozót is (Csóka et al., 1999).



7. ábra: Fajok azonosítása, laboratóriumi körülmények közt (Fotó: szerző)

Az adatok számítógépes feldolgozása érdekében Microsoft Excel adatbázis készítettünk. Ebből az adatbázisból generáltunk táblázatokat és végeztük el a statisztikai elemzéseket. Mivel a mintaszám eltérő volt, ahhoz hogy összehasonlíthassuk a két élőhelytípust, az abszolút abundancia értékekkel dolgoztunk, amely az egy fajhoz tartozó egyedszám törve a minták számával, a következő képlet alapján:

$$Aa = N / np$$

ahol: Aa = abszolút abundancia;

N = egy fajoz tartozó összegyedszám;

np = minták száma.

A pókok élőhely igényeire vonatkozó adatok (Buchar & Ruzicka, 2003) katalógusból származnak. A meghatározott, felcímkezett anyagot a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Sepsiszentgyörgyi Tanulmányi Központjában működő Erdőmérnöki szak állatani gyűjteményében tároljuk.

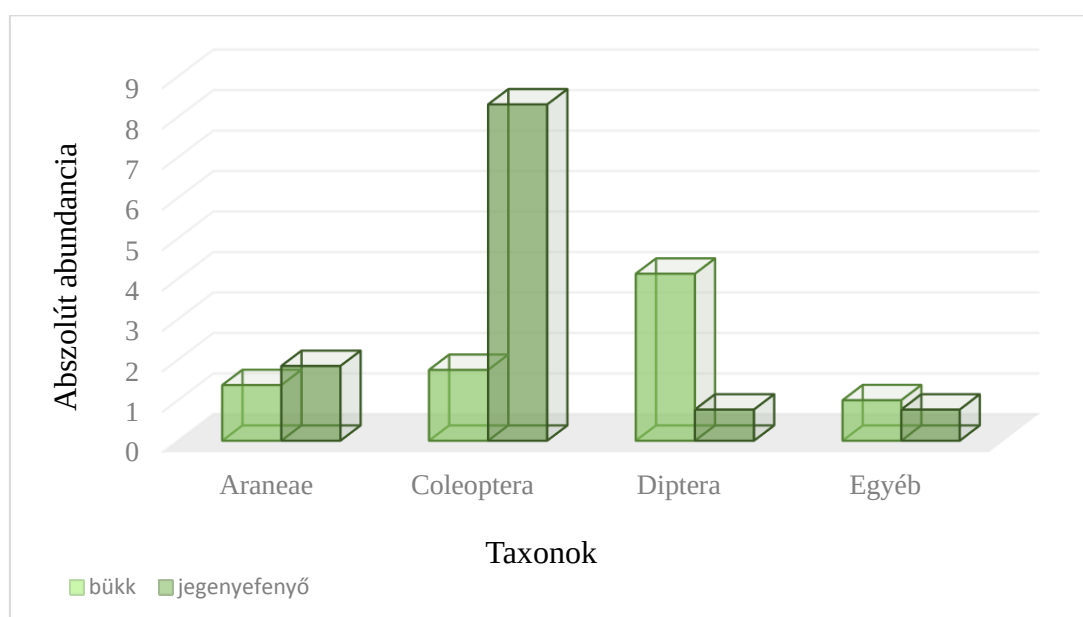
5. Eredmények és ezek tárgyalása

5.1 Az ízeltlábúak rendszertani megoszlása

Összesen 218 ízeltlábút (Arthropoda) gyűjtöttünk a 13 jegenyefenyőről és 8 bükkfáról. Az eltérő mintaszám tükrözi a két faj megoszlásának arányát: a jegenyefenyő, mint holtfa nagyobb számban van jelen, mint a bükkből származó holtfa. Ez az eltérés a két fásszárú faj fiziológiai és morfológiai különbségeiből adódhat: a bükk hosszabb életkort képes elérni megfelelő környezeti feltételek mellett, mint a jegenyefenyő.

5. Táblázat: A kéreg alatt gyűjtött ízeltlábúak fontosabb taxonok és mikroélőhelyek szerint (Forrás: saját szerkesztés)

Élőhely	Bükk		Jegenyefenyő		Össz
Taxon	egyed	Aa	egyed	Aa	egyed
Araneae	11	1,38	24	1,85	35
Archaeognatha	1	0,13	7	0,54	8
Coleoptera	14	1,75	108	8,31	122
Diptera	33	4,13	10	0,77	43
Heteroptera	0	0,00	1	0,08	1
Hymenoptera	4	0,50	0	0,00	4
Myriapoda	2	0,25	2	0,15	4
Neuroptera	1	0,13	0	0,00	1
Összesen	66	8,25	152	11,69	218



8. ábra: A taxonok megoszlása (Forrás: saját szerkesztés)

A begyűjtött ízeltlábúakat szétválogatva a fontosabb rendszertani csoportokra nyolc nagyobb taxonba soroltuk be őket (5. Táblázat). Egyedszám és abszolút abundancia alapján is három taxon jelentősebb, melyek a minták 92%-át teszik ki. A legnagyobb számban voltak képviselve a mintákban a bogarak (Coleoptera), 122 egyeddel, ami a minták 56%-át jelenti. Meg kell itt azonban jegyezni, hogy ezek nagy része lárva volt. A második legnagyobb csoportot a kétszárnyúak (Diptera) képviselték, 43 egyed által, melyek szintén lárva állapotban voltak jelen. A harmadik legnagyobb számú csoport a pókok (Araneae) voltak, 35 egyed által képviselve (5. Táblázat, 8. ábra).

5.2 A rovarokra vonatkozó eredmények

Összesen hat rovarot sikerült faji szintig azonosítani, melyek közül öt bogár (Coleoptera) és egy kétszárnyú (Diptera) (6. Táblázat).

6. Táblázat: A kéreg alatt gyűjtött, faji szintig azonosított rovarok mikroélőhelyek szerint (Forrás: saját szerkesztés)

Szám	TAXON	Bükk	Jegenyefenyő
1	<i>Pyrochroa coccinea</i> (Linnaeus, 1761)	0	4
2	<i>Grynocharis oblonga</i> (Linnaeus, 1758)	0	1
3	<i>Rhagium inquisitor</i> (Linnaeus, 1758)	0	22
4	<i>Sinodendron cylindricum</i> (Linnaeus, 1758)	1	0
5	<i>Cucujus cinnaberinus</i> (Scopoli, 1763)	1	32
6	<i>Xylophagus ater</i> (Meigen, 1804)	0	5

Az azonosított rovarfajok közül kettő védett: a skarlátbogár (*Cucujus cinnaberinus*) és a tülkös szarvasbogár (*Sinodendron cylindricum*).

5.2.1 Skarlátbogár (*Cucujus cinnaberinus*)

A skarlátbogár európai elterjedésű, Natura 2000-es faj. Az imágó 11-15 cm hosszú, párhuzamos oldal vonalú, nagyon lapos. Háti része fénytelen, vörös színű. A tor és potroh hasi része, előtorának oldalrészei, lábai, csápjai illetve rágói feketék. Csápjai gyöngysor szerűen ízesülnek és némileg hosszabbak, mint a fej és az előtor egybevéve. Rágói nagyon erősek. Halántéka duzzadt hatású, kissé hátrafelé irányulva. Az előtor oldalszegélyén néhány durva fog figyelhető meg (9. ábra). Ivari dimorfizmus nem jellemző. A Kárpátokban honos, de ott is egyre ritkébbnek számító faj.

A skarlátbogár lárvái holtfák nyirkos és laza de még nem teljesen leváló kérge alatt fejlődik, tűlevelű és lombos fajokat egyaránt kedvel (Haraszthy, 2014). Lárvái 20-26 mm hosszúak, 3-3,25 mm szélesek és lapítottak (Thomaes et al., 2021). A lárvák fejlődési ideje egy vagy két évre tehető. A gombák által „előemésztett” korhadékkal és a már nem élő kambiummal táplálkozik, néha előfordul, hogy élő vagy már elpusztult rovarlárvékat is fogyaszt. A nőstény a kéreg alá helyezi a petéit általánosan késő tavasz és kora nyári időszakban. A lárvák ősziig igyekeznek minél nagyobb fejlődősen végigmenni, hogy képesek legyenek áttelelni. Augusztusban bábozódnak be egy gyűrű alakú bábkamrába, ami a korhadékba van kialakítva. A bábállapot nagyjából 10 napig tart. A kifejlett imágók kora tavasszal eltávolodnak a telelőhelyüktől, hogy a reprodukciós kötelezettségeiknek eleget tehessenek. A kéreg alatt történik a párosodás, a vegetációs időszak kezdetétől, kora nyárig. A hímek a párosodást követően, a nőstények a peterakás befejezése után rövid időn belül elpusztulnak. Így május és augusztus között kevés az esély imágót látni (Haraszthy., 2014). Magyarországon természetvédelmi értéke 2000 Ft (<https://enfo.hu/node/7898>).



9. ábra: Skarlátbogár (*Cucujus cinnaberinus*) (Fotó: szerző)

5.2.2 Tülkös szarvasbogár (*Sinodendron cylindricum*)

A tülkös szarvasbogár palearktikus elterjedésű faj. Az erdős területek csökkenésével párhuzamosan csökkent az elmúlt évtizedekben a faj elterjedési területe és előfordulásának gyakorisága. A tülkös szarvasbogár mára néhány országban kipusztult, máshol pedig védetté vált. A faj nappal és éjszaka is aktív, a fénnyel történő keresés során gyakran rálehet találni, leggyakrabban hímeket, kidőlt faanyagokon és törzseken. Mivel a nemek együttműködnek a szaporodásban, a hímek általában a költőalagút bejáratát őrzik, míg a nőstény ás, ha megtaláljuk, a hímeket gondosan meg kell figyelni, mert a nőstény is a közelben kell, hogy legyen. Az alagút szokás szerint elágazó, több tojásrakó kamrával, amelyek felaprózott fával van tele. A párzás ebben az alagútban történik. A lárvák olykor három évig is élhetnek, a felszín közelében építenek bábkamrákat (Mpamnaras & Eliopoulos, 2017).

A teste hossza hozzávetőlegesen 15-18 mm. Egy elhegyesedő nyúlvány található a hímek fején, amely orrszarvúszerű megjelenést kölcsönöz nekik, innen ered a faj megnevezése. A test fekete, fényes, kékes-zöldes csillogással, pöttyözött bemélyedésekkel (10. ábra). Polifág szaproxilikus faj, így az, hogy milyen fajhoz tartozó korhadt faanyag található a területen nem számít korlátozó tényezőnek. A kifejlett egyedek aktív időszaka májustól, augusztusig tartó időszakra tehető. Szivárgó nedvekkel táplálkoznak. Az ivari dimorfizmus eredményeként létrejött szarvat a hímek gyakran használják harcra egymás közt, leginkább a párzási periódusban (Chinery, 2012). Magyarországon természetvédelmi értéke: 10.000 Ft (<https://enfo.hu/node/7958>).



10. ábra: Tülkös szarvasbogár (*Sinodendron cylindricum*) (Fotó: szerző)

5.3 A pókokra vonatkozó eredmények

5.3.1 A pókok családok szerinti megoszlása

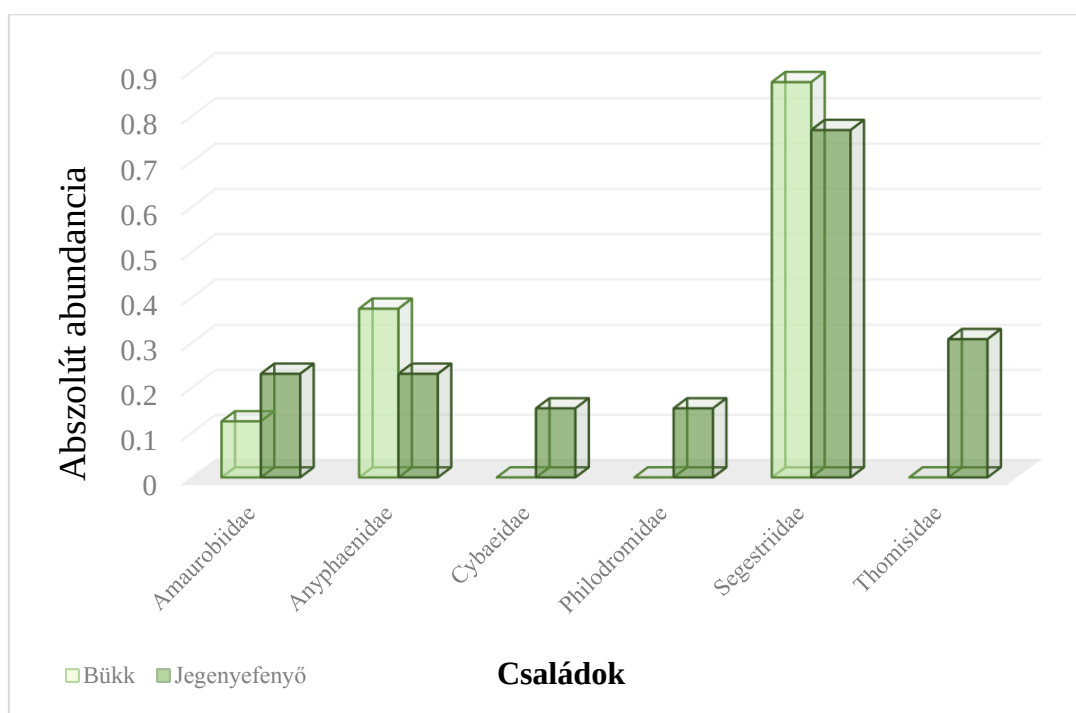
Összesen 35 darab pókot gyűjtöttünk, ami a teljes vizsgált anyag 16%-nak felel meg. Mind a 35 póknak sikeresen elvégeztük a faj szintű meghatározását, melynek eredményeként nyolc fajt azonosítottunk hat családból. Ahhoz viszonyítva, hogy az adathalmaz nem túl nagy, ez az eredmény arra enged következtetni, hogy a kéreg alatt áttelelő pókközösségekben változatos faji sokszínűség feltételezhető. A családokban való részvétel arányát, illetve az ehhez tartozó abundancia értékeket és az egyedek leőhelyét a 7. Táblázat és 11. ábra szemlélteti.

7. Táblázat: A kéreg alatt gyűjtött pókok fajlistája

(Forrás: saját szerkesztés)

Szám	Családok	Bükk		Jegenyefenyő		Összes
		egyed	Aa	egyed	Aa	
I.	Amaurobiidae	1	0,13	3	0,23	4
1	<i>Amaurobius fenestralis</i> (Ström, 1768)	1	0,13	3	0,23	4
II.	Anyphaenidae	3	0,38	3	0,23	6
2	<i>Anyphaena accentuata</i> (Walckenaer, 1802)	3	0,38	3	0,23	6
III.	Cybaeidae	0	0,00	2	0,15	2
3	<i>Cryphoeca silvicola</i> (C. L. Koch, 1834)	0	0,00	2	0,15	2
IV.	Philodromidae	0	0,00	2	0,15	2
4	<i>Philodromus margaritatus</i> (Clerck, 1757)	0	0,00	1	0,08	1
5	<i>Philodromus poecilus</i> (Thorell, 1872)	0	0,00	1	0,08	1
V.	Segestriidae	7	0,88	10	0,77	17
6	<i>Segestria senoculata</i> (Linnaeus, 1758)	7	0,88	10	0,77	17
VI.	Thomisidae	0	0,00	4	0,31	4
7	<i>Diaea dorsata</i> (Fabricius, 1777)	0	0,00	3	0,23	3
8	<i>Ebrechtella tricuspidata</i> (Fabricius, 1775)	0	0,00	1	0,08	1
Összesen		11	-	24	-	35

A pókok közül a hatszemű darócpók (*Segestria senoculata*) volt jelen legnagyobb egyedszámban a mintákban mindkét mikroőhelyen. Egész Európában jelenlévő faj, mely többnyire fakéreg alatt fordul elő. Könnyedén alkalmazkodik, így fali lyukakban, kövek alatt és gerendákban is előfordul, viszont a leggyakoribb az erdőkben. Általánosa 2020 m magasságig jelezték. Könnyedén felismerhető a jellegzetes karéjos sötétszínű sávról az utótest hátoldalán (Nentwig et al., 2022).

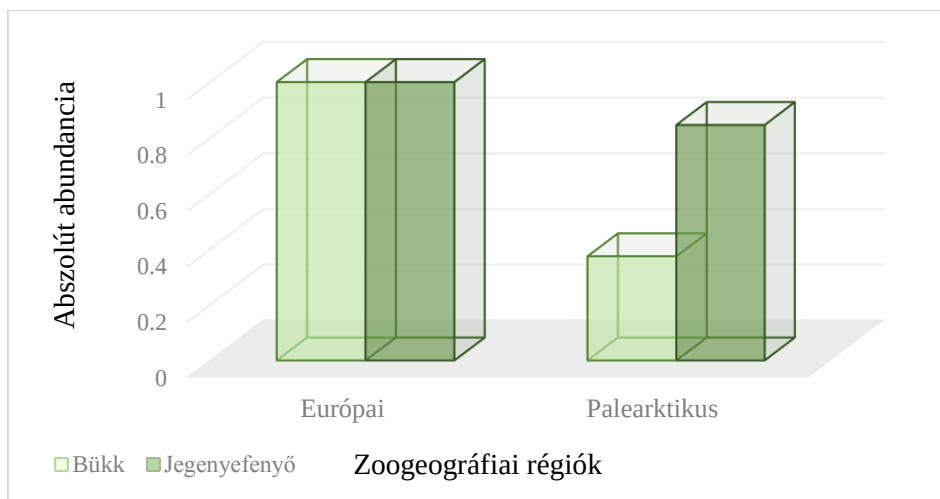


11. ábra: Családok megoszlása (Forrás: saját szerkesztés)

Az egyes fajok családok szerinti megoszlása jelentős eltérést mutat. Mindkét mikroélőhelyen a darócpókok (Segestriidae) vannak a legtöbb egyed által képviselve, ami a tipikus kéregalatt élő hatszemű darócpóknak köszönhető. A következő két család, melyek még mindkét mikroélőhelyen képviselve vannak az eretnekpók (Amaurobiidae) és a jegyespók (Anyphaenidae). Ezek képviselői az ablakos eretnekpók (*Amaurobius fenestralis*) és a jegyespók (*Anyphaena accentuata*), melyek szintén gyakran fordulnak elő kéreg alatt. A másik három családból csak a jegenyefenyő kéreg alatt találtunk fajokat (11. ábra).

5.3.2 A pókok biogeográfiai spektruma

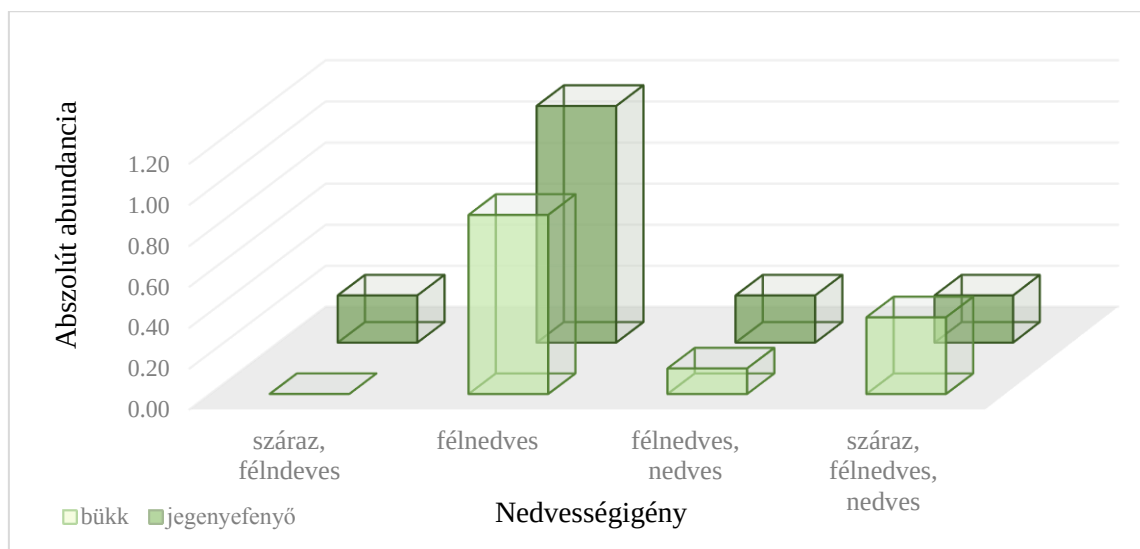
A 12. ábrából egyértelműen kiolvashatjuk az európai pókfajok nagyobb arányú jelenlétét. A számok bizonyítják, hogy az erdőrésztben élő pókfajok és a környezetük kölcsönhatásának az eredménye a stabil jelenlétük. Bár a nem őshonos fajok is fellelhetőek, melyek általánosan nagyobb diszperziós képességgel rendelkeznek, ökológiai tűrőképességük sokkal szélesebb skálán mozog mégis egyelőre az egyedsűrűségük kisebb mértéket mutat, mint a klimax fajoknak. Ennek értelmében még egy bizonyíték az erdőrésztben uralkodó stabilitásra, ami a természetesnek mondható feltételeknek és körülményeknek köszönhetően az őshonos elterjedésű fajainknak életfeltételt és reprodukciós körülményt biztosít.



12. ábra: Zeogeográfiai régió megoszlás (Forrás: saját szerkesztés)

5.3.3 A pókok nedvességigényük szerinti megoszlása

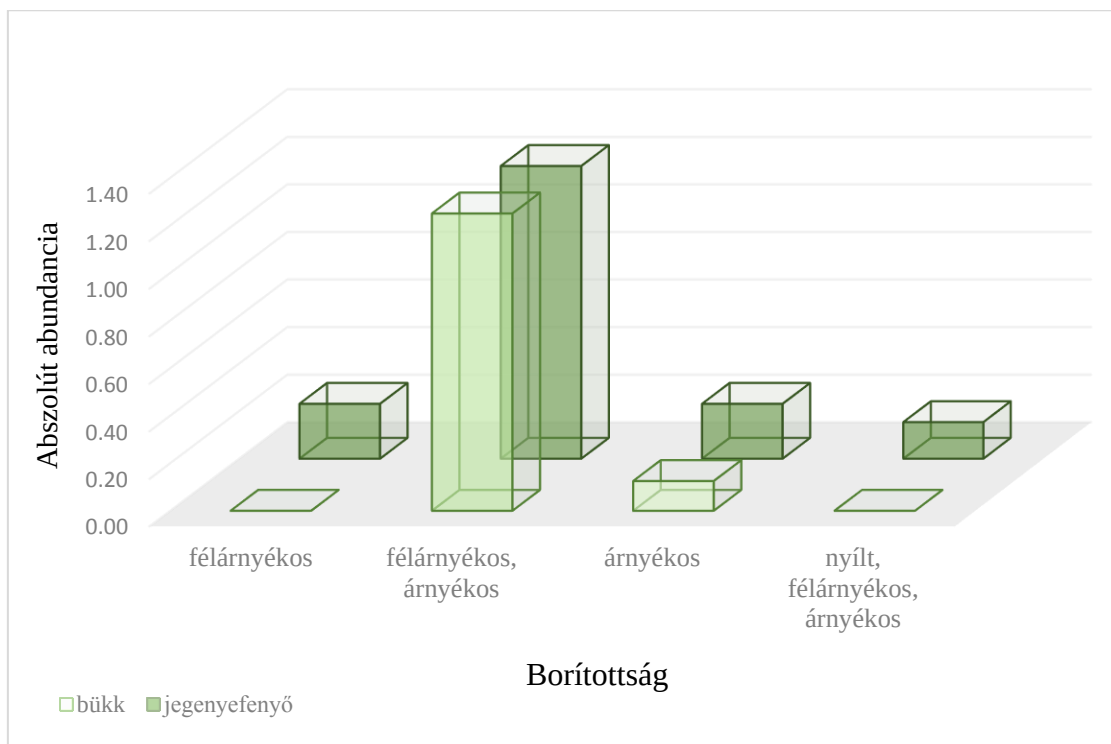
A talált pókfajok túlnyomó része, humiditás-preferencia szerint a félnedves területeket kedveli (13. ábra). Hasonló eredményre számítottunk a terület klimatikus viszonyait elemezve és figyelembe véve a faállomány jellemzőit. A csapadékmennyiség és a potenciális evapotranspiráció havi bontásából egyértelműen látszik a többlet (excedens) csapadék jelenléte. Hosszú évek alatt az állomány egy sajátos mikroklimát hozott létre, amely kedvező feltételeket biztosít az itt élő organizmusoknak. A csapadék megtartásához a fafaj összetétel nagyban hozzájárul, nem csak a fajok földfeletti fiziológiai változatosságai fontos tényezők, hanem azok gyökérstruktúrája, mely a meredek lejtők sziklakibúvásain hozzájárul a talajerózió megakadályozásához, elősegítve más lágyszárú és fásszárú növények megtelepedését.



13. ábra: Nedvességigény szerinti megoszlás (Forrás: saját szerkesztés)

5.3.4 A pókok borítottság-igényük szerinti megoszlása

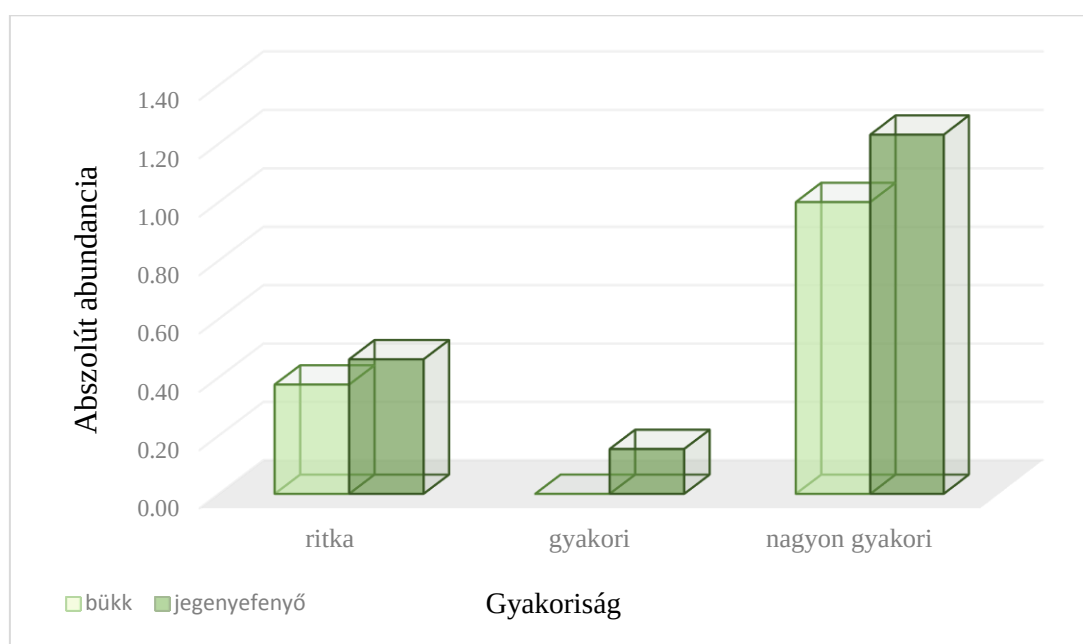
A terület fényháztatásával szemben támasztott igények szerint a félárnyékos, árnyékos élőhelyeket jobban kedvelő pók közösségek vannak a legnagyobb mértékben jelen. Az üzemterv jellemzőkben leírt, jelen esetben 0,80-es (80%) állomány záródás értéke megfelel a félárnyékos, árnyékos borításnak. Az erdőrészletben nincsen semmilyen erdészeti beavatkozás, vagyis semmilyen formában nem történik faanyag kihozatal a területről. Ez a tény arra enged következtetni, hogy a természetes folyamatok révén az életciklusukat befejező leginkább idős, matuzsálem fák átadják a helyüket az új kor egyedeinek azáltal, hogy a korona területük kiesik a lombkorona szintből így részesedést biztosítva a napfényenergiából, Kraft osztályzás szerint, mely a fa szociális helyzetét írja le az állományban túlszárnnyalt és alászorultként élő közösségeknek. Az elmúlás és az új élet ciklikusságának körforgása és abban létrejött dinamikájában stabilizálódott egy mondhatni köztes állapot, amely mint látható minden borítottság kategóriát kedvelő pókfajnak otthont képest adni, de legfőképpen az átmenetet kedvelő pók fajoknak (14. ábra). Úgy a bükk, mint a jegenyefenyő kéreg alatt a félárnyékos-árnyékos élőhelyeket kedvelő fajok vannak többségben, majd következnek az árnyékos élőhelyeket kedvelő fajok. A nyílt, félárnyékos és árnyékos élőhelyeken egyaránt előforduló fajok aránya a legalacsonyabb, míg a kimondottan nyílt élőhelyeket kedvelő fajok teljesen hiányoztak a mintákból.



14. ábra: Borítottság igény (Forrás: saját szerkesztés)

5.3.5 A pókok gyakoriság szerinti megoszlása

A dolgozatban már többször is hangsúlyt kapott a vizsgálat erdőrészlet jelentősége, mint a laikusok, mint a szakavatott szemek részéről. Ezek a jelentőségek az emberi közösségben jelenlévő kérdések megválaszolásával illetve a szociális rekreációkkal kapcsolatosak. A legjelentősebb szolgáltatása ezen erdei ökoszisztémának mégis az, hogy élőhelyt biztosít olyan fajok számára, amelyek máshol a környezet korlátozó tényezőinek következtében nem képesek vagy csak ritkán tudnak megmaradni. A talált pókokat az alapján kategorizáltuk, hogy milyen gyakran voltak ezek feljegyezve, észrevételezve. A 15. ábra szemlélteti a ritka fajok viszonylag magas arányát a területen.



15. ábra: A pókok gyakoriságának szemléltetése (Jelmagyarázat: B – Bükk, JF – Jegenyefenyő; Forrás: saját szerkesztés)

Ki kell emelni azt a tényt, hogy az összes pókfaj természetes és természet-közel, klimax stádiumban lévő élőhelyeken fordul elő (Buchar & Ruzicka, 2003) Mindez jelzi az általunk vizsgált erdő természetvédelmi értékét. Továbbá az azonosított nyolc fajtól négy ritkának van nyilvánítva. Ezek a következők: *Anyphaena accentuata* (Walckenaer, 1802), *Ebrechtella tricuspidata* (Fabricius, 1775), *Philodromus margaritatus* (Clerck, 1757) és *Philodromus poecilus* (Thorell, 1872), melyek a ritka, védett rovarfajok mellett tovább emelik az általunk vizsgált erdő természetvédelmi értékét.

6. Összefoglalás

Az Málnásfürdő IV. termelési egységhez tartozó 89-es természetes erdőrészletről elmondható, hogy egy fajgazdag élőhely, amely nemcsak a fásszárú növényeknek ad teret életciklusuk természetes betöltésére, hanem egy fajokban gazdag ízeltlábú közösségnek is. Összesen 21 mintában 218 ízeltlábú volt, ami több mint 10 egyedet jelent mintánként (40x40 cm-es felületen). Ez elsősorban az életciklusukat befejező fák után maradt korhadó faanyag magas jelenlétével magyarázható. Ennek köszönhető, hogy a kis mintavételi ráfordítással ellenére két védett szaproxil rovar jelenlétét sikerült kimutatni. Újabb mintavételre éppen ezért nem is került sor, hogy ne károsodjanak a védett fajok populációi.

A két védett rovarfaj a skarlátbogár (*Cucujus cinnaberinus*) és a tülkös szarvasbogár (*Sinodendron cylindricum*). A skarlátbogár 21 mintából összesen ötben volt jelen kifejlett imágó vagy lárvá formájában. Ez az arány nagyon magasnak mondható és indokolja a vizsgált erdőt javasolni, hogy része legyen a Natura 2000 hálózatnak, mint különleges természetmegőrzési terület.

A kéreg alatt áttelelő pókok esetében is igen fajgazdag közösséggel találkoztunk. Összesen 35 egyedet gyűjtöttünk, melyek nyolc fajt képviseltek hat családból. Legnagyobb egyedszámban egy tipikus kéreg alatt élő faj, a hatszemű darócpók (*Segestria senoculata*) volt jelen a bükk és jegenyefenyő kérgek alatt egyaránt. A legtöbb egyed által képviselt családok a darócpók (Segestriidae), az eretnekpók (Amaurobiidae) és a jegyespók (Anyphaenidae) voltak. A fajok élőhely preferenciája tükrözi az vizsgált erdőrészlet fizikai környezeti jellemzőit és annak természetességét, ami megfelel az erdőrészlet leírásában fellelhető adatoknak és klimatikus jellemzőknek:

- az európai elterjedésű élőhely specialista pókfajok voltak nagyobb egyedszám által képviselve, a szélesebb körű elterjedéssel rendelkező generalista fajokkal szemben;
- a félnedves élőhelyeket kedvelő fajok nagyobb arányban voltak jelen a mintákban, mint a többi csoport, míg a kimondottan száraz élőhelyeket kedvelő fajok teljesen hiányoztak a mintákból;
- a félárnyékos és árnyékos élőhelyeket kedvelő pókok nagyobb arányban voltak jelent, mint a többi csoport képviselői, míg a kimondottan csak nyílt élőhelyeket kedvelő fajok teljesen hiányoztak a mintákból;
- az összes azonosított faj a természetes és természet-közel, klimax stádiumban lévő élőhelyeken fordul elő, közülük négy ritka fajnak számít.

Összegzésként megállapítható, hogy a vizsgált természetes erdő nemcsak erdészeti szempontból érdekes és értékes terület, hanem ökológiai szempontból is. Sok ritka, élőhely specialista rovar és pókfajnak biztosít megfelelő élőhelyet. Ezek a fajok nem tudnának megélni a holtfa jelenléte nélkül, számukra ezek az erdők az utolsó és egyetlen élőhely-szigetek, ahol még előfordulnak. A jövőben a kezelési tervek elkészítésénél erre a szempontra is oda kell figyelni.

Jelen dolgozat eredményei tovább emelik a vizsgált erdő természetvédelmi értékét. Mivel Románia ellen jelenleg büntető eljárást indított az Európai Unió a Natura 2000-es területek nem megfelelő kezelése miatt és kötelezi az országot a jelenlévő védett területek bővítésére és újak kijelölésére, tervezzük jelen kutatás eredményeinek publikálását a Székely Nemzeti Múzeum folyóiratában, az Acta Siculica-ban, hogy lehessen rá hivatkozva javasolni az általunk vizsgált erdőt is, hogy felkerüljön a Natura 2000-es területek listájára, mint különleges természetmegőrzési terület.

7. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a terület tulajdonosának Roy Chowdhury Katalin Zsuzsannának, hogy engedélyezte a kutatás lebonyolítását, illetve a Kézdivásárhelyi magánerdészetnek az együttműködésért és segítségért.

Köszönjük Dr. Farkas Attilának a hasznos észrevételeket, tanácsokat és információkat.

8. Irodalomjegyzék

- Ammer, C., Schall, P., Gossner, M. M., Boch, S., Prati, D., Blaser, S. & Fischer, M. (2017). *Waldbewirtschaftung und Biodiversität: Vielfalt ist gefragt* [Application/pdf]. <https://doi.org/10.7892/BORIS.106387>
- Barta, D. & Puskás, L. (2014). *A holtfa*. Silva naturalis Vol. 5., Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron.
- Biriş, I.A. (2017). *Situația pădurilor virgine din România*. Greenpeace Romania, București.
- Bonacci, T., Mazzei, A., Horak, J. & Brandmayr, P. (2012). *Cucujus tulliae* sp. n. – An endemic Mediterranean saproxylic beetle from genus *Cucujus* Fabricius, 1775 (Coleoptera, Cucujidae), and keys for identification of adults and larvae native to Europe. *ZooKeys*, 212, 63–79. <https://doi.org/10.3897/zookeys.212.3254>
- Buchar, J. & Ruzicka, V. (2003). Catalogue of Spiders of the Czech Republic. *European Journal of Entomology*, 100(1), 122–122. <https://doi.org/10.14411/eje.2003.021>
- Chinery, M. (2012). *Insects of Britain and Western Europe* (Rev. 3rd ed). Bloomsbury UK.
- 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.
- Csóka, G. & Kovács, T. (1999). *Xilofág rovarok: Xylophagous insects*. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Budapest.
- Florescu, I., Chițea, G., Spârchez, S., Simon, S., Petrițan, I., & Filipescu, C. (2002). Particularități privind modul de structurare și funcționare a unor ecosisteme forestiere montane cvasivirgine din zona Brașov. *Annals of Forest Research*, 45, 21-30.
- Foelix, R. F. (2011). *Biology of spiders* (3rd ed). Oxford University Press, New York.
- FRA. (2020). *Global Forest Resources Assessment*. <https://doi.org/10.4060/ca8753en>
- 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>
- Haraszthy L. (2014). *Natura 2000 fajok és élőhelyek Magyarországon*. Pro Vértes Közalapítvány, Csákvár.
- Korda, M. (2016). *Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére*. Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Primerate Kft., Budapest.
- 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: Evolutionary Relationships Within European *Monochamus*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 109(2), 354–376. <https://doi.org/10.1111/bij.12042>
- Lakatos F. & Szabó I. (2012). *Növényvédelem az erdőgazdálkodásban*. Magyar Agrárkamara, Szaktudás Kiadó, Budapest.
- Lindquist, E. J. 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations, & European Commission (Eds.). (2012). *Global forest land-use change, 1990-2005*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Loksa, I. (1969). *Pókok I.-Araneae I. Fauna Hungariae* 97. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Majer, A. (1977). A faállomány rendszertani jellemzői. *Az erdő*, 12, 549-557.
- Marin, G., Calota, C.-I., Bouriaud, O., & Nitu, D. M. (2019). *Inventarul forestier national din Romania: Ciclul 1 (2008-2012)*. Editura Silvica, Voluntari, Ilfov.
- Mergner, U. (2021). *A lépőkő-elmélet*. Pro Silva Hungaria, Budapest.
- Mirea, M., Manolache, S., Pioarca-Ciocanea, C., Nita, A., Miu, I., Popescu, V., Brodie, B., Dragomir, M., Militaru, I., Chiriac, S. & Rozyłowicz, L. (2021). Conservation of saproxylic beetles in the Carpathians. *Research Ideas and Outcomes*, 7, e63874. <https://doi.org/10.3897/rio.7.e63874>
- Mpamnaras, A. G. & Eliopoulos, P. A. (2017). First record of the wood-boring beetles *Oxymirus cursor* and *Sinodendron cylindricum* in Greece. *Entomologia Hellenica*, 26(1), 1. <https://doi.org/10.12681/eh.14823>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.11.023>
- Nentwig, W., Blick, T., Bosmans, R., Gloor, D., Hanggi, A. & Kropf, C. (2022). *Spider of Europe*. Online: www.araneae.unibe.ch
- 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.
- Pureswaran, D. S., Roques, A., & Battisti, A. (2018). Forest Insects and Climate Change. *Current Forestry Reports*, 4(2), 35–50. <https://doi.org/10.1007/s40725-018-0075-6>
- Speight, M. C. D. (1989). Life in Dead Trees: A Neglected Part of Europe's Wildlife Heritage. *Environmental Conservation*, 16(4), 354–356.

- Stoenescu, Ș. M. (1966). *Atlasul Climatologic Al Republicii Socialiste Romania*. Comitetul de Stat al Apelor, Institutul Meteorologic, București.
- Stokland, J. N., Siitonen, J. & Jonsson, B. G. (2012). *Biodiversity in Dead Wood* (1st ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139025843>
- Szinetár, C. (2006). *Pókok: Keresztespókok, farkaspókok, ugrópókok és rokonaik a Kárpát-medencében*. Kossuth Kiadó, Budapest.
- Szmorad, F., Kelemen, K., Kenderes, K. & Standovár, T. (2021). Északi-középhegységi erdők összetételének, szerkezetének és holtfa-viszonyainak összehasonlító elemzése. *Erdészettudományi Közlemények*, 11(1–2), 5–25.
- Thomaes, A., Crèvecoeur, L., Daka, G., De Block, M., Fievet, V., Heyndrickx, R., Kariuki, K., Lammerant, R., Marchand, S., Scheers, K., Smeekens, V. & Van De Kerckhove, P. (2021). *Cucujus cinnaberinus* (Cucujidae) is rapidly colonising Northern Belgium. *Bulletin de la Société Royale Belge d'Entomologie*, 156(3): 162-172.
- 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>
- Vlad, R., Rogojan, C.C., Sidor, C. G., Ștefan, G., Cuciurean, C., Curcă, M. & Ștefan I.A. (2021). *Cercetări privind evaluarea stării de conservare în unele habitate forestiere de interes comunitar din Parcul Național Călimani*. *Arii Protejate*, 48: 109-118.
- Wieczynski, D. J., Boyle, B., Buzzard, V., Duran, S. M., Henderson, A. N., Hulshof, C. M., Kerkhoff, A. J., McCarthy, M. C., Michaletz, S. T., Swenson, N. G., Asner, G. P., Bentley, L. P., Enquist, B. J., & Savage, V. M. (2019). Climate shapes and shifts functional biodiversity in forests worldwide. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(2), 587–592. <https://doi.org/10.1073/pnas.1813723116>