

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Csamangó Dávid Antal**

**2024**



**MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM  
KAPOSVÁRI CAMPUS**

Osztatlan agrármérnök szak

**ONE HEALTH AZ ÁLLATTUDOMÁNYBAN: A LOVAKAT  
FERTŐZŐ KULLANCSFAUNA ÖSSZETÉTELÉNEK  
VIZSGÁLATA A KLÍMAVÁLTOZÁS TÜKRÉBEN**

Konzulensek:

DR. CSIVINCSIK ÁGNES

egyetemi tanár

Élettani és Takarmányozástani Intézet

Intézetigazgató:

Dr. Kovács Melinda

Készítette:

Csamangó Dávid Antal

# 1. Tartalomjegyzék

## Tartalom

|   |    |
|---|----|
| 1. Tartalomjegyzék.....                                 | 1  |
| 2. Bevezetés és célkitűzések .....                      | 2  |
| 3. Szakirodalmi áttekintés .....                        | 4  |
| 4. Alkalmazott módszerek .....                          | 11 |
| 4.1. A vizsgálat helyszíne .....                        | 11 |
| 4.1. A vizsgálatba bevont állatok és elhelyezésük ..... | 11 |
| 4.3. Kullancsok gyűjtése és meghatározása .....         | 12 |
| 4.4. Statisztikai módszerek .....                       | 14 |
| 5. Eredmények és értékelésük .....                      | 15 |
| 6. Következtetések és javaslatok.....                   | 22 |
| 7. Összefoglalás.....                                   | 24 |
| 8. Irodalomjegyzék .....                                | 26 |
| 9. Táblázatok és ábrák jegyzéke .....                   | 33 |

## 2. Bevezetés és célkitűzések

A klímaváltozás ténye napjainkban minden embert érint. A bolygónkon tapasztalható átlaghőmérséklet-emelkedés, a hőségperiódusok számának és hosszának növekedése, az extrém időjárási események, az aszályokból fakadó élelmiszerválságok alapvetően az üvegházhatású gázok koncentrációjának nagymértékű megemelkedésére vezethetők vissza (Hitz és Smith, 2004).

Az időjárási anomáliák az ökoszisztémák működésének megváltozását okozhatják, amelyek néha új fajok megjelenését is jelentik, amelyek között megbetegedéseket okozók is előfordulnak. A klímaváltozás másik kedvezőtlen következménye, hogy a mérsékelt égövön folyamatosan növekszik annak az időszaknak a hossza, amikor az adott ökoszisztémában előforduló ízeltlábú vektorok szaporodni képesek, illetve a táplálkozásuk révén egyéb, egysejtű kórokozók terjesztését is végezhetik (Nuttall, 2021).

A kullancsok által közvetített humán megbetegedések közül leggyakrabban a Lyme borreliosis fordul elő. Európában a fertőzött emberek száma évente meghaladhatja a 200 000 főt (Marques és mtsai, 2021). A központi idegrendszer gyulladása miatt az egyik legsúlyosabb következménye a kullancs encephalitisnek van. Kettőezer-húszban az Európai Unió területén összesen 3734 esetet igazoltak. A betegség incidenciája 2016. óta folyamatosan emelkedik (ECDC, 2022). A krími-kongói vérzéses láz monitorozása kontinensünkön 2013 óta folyamatos. Bár a megbetegedés előfordulása évente egy-két beteget jelent, a vírust terjesztő kullancsok (*Hyalomma* spp.) a melegedő klíma következtében Európa számos országában, köztük Magyarországon is, stabil populációval rendelkeznek (ECDC és EFSA, 2023). Ezek a példák felhívják a figyelmet arra, hogy a melegedő klíma következtében egyre nagyobb humán-egészségügyi gondot fognak jelenteni mind a kullancsok, mind az általuk közvetített kórokozók.

A betegségek monitorozásában fontos szerepet játszik az egyes kórokozók vektorainak megfigyelése. Erre az egyik leghatékonyabb megoldás a legelőn tartott állatokról történő kullancsgyűjtés (Johnson és mtsai, 2022). A vizsgálat során egyrészt arra szeretnénk volna választ kapni, hogy egy nyugat-dunántúli, folyamatosan legelőn tartott lóállományban milyen

kullancsok fordulnak elő. Másodlagos célunk pedig az volt, hogy meghatározzuk azokat a tulajdonságokat, amelyek az egyes gazdaegyedekre jellemzők és összefüggést mutathatnak a paraziták számával. Harmadrészt meg akartuk ismerni, hogy a téli időszakban milyen előfordulás jellemzi az egyes élősködő fajokat, melyek azok az időjárási tényezők, amelyek a paraziták előfordulását előmozdítják.

### 3. Szakirodalmi áttekintés

A kullancsok az Ixodia rendbe tartozó külső élősködők, amelyek tagjai az Ixodidae (kb. 714 faj), az Argasidae (kb. 190 faj) és a Nuttalliellidae (1 faj) családokba tartoznak. A kullancsfajok életciklusa alapvetően hasonló. Ami mindegyik fajra igaz, hogy a ciklusuk négy stádiumból áll: pete, lárva, nimfa és adult állapot. Néhány kivételtől eltekintve ezekben a stádiumokban a paraziták táplálkozásuk során a különböző gerincesek (hüllő, madár, emlős) vérével táplálkoznak. A paraziták élettartama viszonylag hosszú. Sok faj esetében ez több évig is tarthat, ezzel szemben a táplálkozási időszakok hossza nagyon rövid (maximum 15-20 nap). Ebből fakadóan az élősködők nagyon hosszú időszakot töltenek távol a gazdafajok egyedeitől. Ezekben az időszakokban a kullancsok rejtőzködve élnek olyan, számukra védelmet biztosító helyeken (pl. avar, repedések stb.), amelyek megóvják őket a kedvezőtlen időjárási körülményektől (pl. magas hőmérséklet) (Beati és Klompen, 2019).

Európa mérsékelt klímájú zónájában, így Magyarországon is a leggyakrabban előforduló kullancsfaj az *Ixodes ricinus* és a *Dermacentor reticulatus*. Előfordulásuk hazánk teljes területén általánosnak mondható (Nuttall, 2022). Az *I. ricinus* - amely többek között a *Babesia caballi*, a *Theileria equi* és a kullancsencephalitis okozó vírust is terjesztheti - életciklusa három szakaszra bontható. A faj három gazdaság parasitának mondható, mivel az egyes életszakaszokban más-más gazda egyeden élősködnek. A petékből kikelő élősködők a lárva állapot után nimfává, majd később adulttá fejlődnek. A lárvák és nimfák gazdaspektruma nagyon széles. A vérszívásra alkalmas gazdafajok száma meghaladja a 300 fajt, amelyekben elsősorban hüllők, madarak és apró emlősök képviseltetik magukat (Gern és Humair, 2002). A kifejlett egyedek ezzel szemben inkább a közepes és nagyobb testű gazdákon (pl. sünök, szarvasfélék) fordulnak elő (Jaenson és Lindgren, 2011).

Az egyes stádiumok között a parazitának mindenféleképp vért kell szívnia, hogy elérhessék a következő fejlődési állapotot. Bár a fajt - a vérszívás miatt - parazitának tekintjük, a táplálkozással töltött időszak hossza csak a teljes élettartam (4-6 év) kb. 1%-a (kb. 2-3 hét). A fennmaradó időszakban a gazdaszervezeten kívül, túlnyomóan olyan élőhelyeken található meg (pl. avar), ahol a direkt napfény által okozott kiszáradás nem veszélyezteti (Kahl és Gray, 2023). Az egyes fejlődési stádiumok megjelenése más-más időszakokban figyelhető

meg. Egyes szerzők szerint a három stádium két jellegzetes csúccsal jellemezhető (Egyed és mtsai, 2012), míg az újabb megfigyelések szerint az egyes stádiumok előfordulása eltolódva jelentkeznek (Keve és mtsai, 2024.)

Az *I. ricinus* európai elterjedési területén alapvetően az erdővel borított területeken található meg. A lombhullató erdők jelenléte, szerepe fontosabbnak mondható, mint a tűlevelűeké. Ennek oka, hogy az előbbi erdőkben, illetve közvetlen közelében az avartakarás megfelelő élőhelyet biztosít a faj gazdaszervezeten kívül élő egyedeinek (Gray, 1998). Az avar borítottság révén ugyanis olyan mikroklimatikus viszonyok jönnek létre, amelyek biztosítják a faj egyedeinek az életben maradáshoz az optimális (kb. 85%) páratartalmat (Kahl, 1989).

A *D. reiculatus* az *I. ricinus*-hoz hasonlóan szintén három gazdaszervezeten terjesztett kórokozók száma jelentős, amelyek közül lófélékre leginkább a *Babesia caballi*, a *Theileria equi* és a kullancsencephalitis vírusa jelent veszélyt.

A faj egyedfejlődése az előzőekben bemutatott módon megy végbe. Azonban az egyes stádiumok előfordulása jelentősen eltér egymástól. A *D. reticulatus* lárvák és nimfák jellemzően kistrágyaszálakon élősöknek. Eltérően azonban az *I. ricinus*-tól a vért szívott egyedek a gazdaszervezethez rögzülve maradnak, azt csak a vedlés előtt hagyják el. Az adultok ettől eltérően csak a táplálkozás idejére keresik fel a gazdaszervezetet. A kifejlett egyedek gazdaspektrumát közepes és nagyméretű emlősök adják (Földvári és mtsai, 2016).

A faj lárváinak tömeges megjelenése június és július hónapokban van. Ezt követően nimfákká alakulnak, amelyek legnagyobb aktivitása a júliusi és augusztusi időszakban megfigyelhető. A kifejlett kullancsok jellegzetes két csúcsos előfordulást mutatnak. A kifejezettebb tavaszi (március-április) aktivitás után az élősök a nyári hónapokban kevésbé észlelhetők. A második aktivitási csúcs jellemzően ősz elejére (szeptember-október) tehető (Földvári és Farkas, 2005; Pfäffle és mtsai, 2015).

A *D. reticulatus* rendkívül változatos élőhelyeken előforduló faj. Európában a nedves gyepen ugyanúgy megtalálható, mint a tölgyerdőkben, ártéri területeken, vizes élőhelyeken, fás legelőkön vagy akár a városi zöldövezetekben (Földvári és mtsai, 2016). A kullancsfajok ökológiai igényeit vizsgáló kutatások igazolták, hogy az *I. ricinus* és a *D. reticulatus* elterjedésében elsősorban az abiotikus környezeti tényezőknek van szerepe. A *D. reticulatus* a másik fajhoz képest inkább a magasabb hőmérsékletű nedvesebb élőhelyeken jellemző (Kubelová, 2015).

A *Hyalomma* nemzetségbe tartozó kullancsfajokat, mint a krími-kongói vérzések láz legfontosabb vektorait ismerjük (Hornok és Horváth, 2012; Capek és mtsai., 2014; Földvári és mtsai, 2022). A *Hyalomma* kullancsok a száraz, meleg éghajlatú területeken elterjedtek. A szélsőséges szárazságot is jól elviselik, ez teszi számukra lehetővé, hogy az egyéb kullancsfajok számára nehezen tolerálható klimatikus viszonyok között is sikeresen szaporodjanak. Nagyon hosszú, akár a két évet is meghaladó táplálkozás mentes időszakot követően is életképesek maradnak és szaporodási képességüket is megőrzik (EFSA, 2010).

A hyalommmák elterjedési területének valószínűsíthető centruma Irán és Oroszország déli része (EFSA, 2010), de jelenleg elterjedtek Afrika északi és a Szaharától délre eső területein és a Közel Keleten (Hornok és Horvát, 2012; Capek és mtsai, 2014). Az ideális ökológiai niche-ük jellemzője a 3.000 - 4.000 °C közötti hőösszeg, illetve a nagyon alacsony páratartalom. Ezek a körülmények a 47° északi szélességi körtől északra nem találhatóak meg (Capek és mtsai, 2014), így a kullancs jövőbeni megtelepedésére elsősorban Dél-Európában, illetve hazánk szubmediterrán klímahatásnak kitett területein, így a Dél-Dunántúlon, illetve az Alföld déli területein lehet számítani (Hornok és Horváth, 2012).

A kullancs európai megjelenését és északi terjedését elősegíti az a tulajdonsága, hogy fejlődési ciklusa legalább két gazdán zajlik, a lárvák és nimfák nagyon gyakran madarakon táplálkoznak (EFSA, 2010). A trópusi területeken telelő költöző madarakkal többnyire a tavaszi madárvonulások alkalmával jutnak az európai kontinensre (Capek és mtsai, 2014; Grandi és mtsai, 2020; Földvári és mtsai., 2022; Johnson és mtsai, 2022; Lesiczka és mtsai, 2022). Ennek köszönhetően már több alkalommal sikerült a *Hyalomma*-kullancsokat Európa több országában is azonosítani: hazánkban 2011-ben (Hornok és Horváth, 2012) és 2021-ben (Földvári és mtsai, 2022), Szlovákiában 2008-2012. között több alkalommal (Capek és mtsai, 2014), Csehországban először 2019-ben (Hubálek és mtsai, 2020), majd 2021-ben (Lesiczka és mtsai, 2022). De a 2018-as szokatlanul meleg nyarat követő ősszel Svédország több pontjáról is előkerültek a *Hyalomma*-kullancsok (Grandi és mtsai, 2020).

A hyalommmák közegészségügyi jelentőségét az adja, hogy elterjedési területe egybeesik a krími-kongói vérzések láz endémiás területeivel (Capek és mtsai, 2014). A betegség északibb, sporadikus megjelenésére is lehet azonban számítani, mert a krími-kongói vérzések lázat okozó vírus a kullancsok fejlődési ciklusa során transzovariálisan átadódik az utódokra, így a még soha vért nem szívott lárvákban is előfordulhat. Ezáltal a vándorló madarakkal Európába érkező lárvák és nimfák is hordozhatják ennek a nagyon súlyos, akár 30%-os elhalálozással



járó, fertőző betegségnek kórokozóját (EFSA, 2010; Hornok és Horváth, 2012; Capek és mtsai, 2014).

A saját vizsgálataim szempontjából azért jelentős ez a kullancsnemzetség, mert a vizsgálati terület, Zalakomár a Hyalomma kullancsok várható hazai elterjedése szempontjából veszélyeztetett régióban fekszik, a hyalommak nem csupán a krími-kongói vérzéses láz, hanem számos, lovakat is megbetegítő kórokozó, így a lovak piroplazmózisa kórokozóinak, a *Babesia caballi* és a *Theileria equi* egysejtű parazitáknak a vektora is (EFSA, 2010). További fontos tulajdonságuk, hogy az európai felmérő vizsgálatok során nagy számban kerültek elő legelőn tartott lovokról (Hubálek és mtsai, 2020; Grandi és mtsai, 2020; Lesiczka és mtsai, 2022).

Földünk átlaghőmérséklete az ipari forradalom előtti időszakokhoz képest 1,5°C-kal emelkedett (Masson-Delmotte és mtsai, 2019). A jelenség háttérében döntően az emberi tevékenység által nagy mennyiségben kibocsátott üvegházhatású gázok légköri koncentráció-emelkedése áll (Myhre és mtsai, 2014). Sajnálatos tény, hogy ezeknek a gázoknak a további, nagy mértékű koncentrációemelkedése folyamatosan előfordul, a klímaváltozás egyre komolyabb következményei folytatódni fognak. Ezek a folyamatok hatással vannak Földünk bioszférájának minden elemére, beleértve a kullancsokat is (Nuttall, 2021).

Az emelkedő átlaghőmérséklet hatása több olyan ökológiai tényezőt változtat meg, amelyek mind kedvezően hathatnak a kullancsok és az általuk terjesztett betegségek elterjedésére. Az egyre melegebb klíma következtében megrövidülnek a hideg (<0°C) periódusok, a vegetációs időszak meghosszabbodik, illetve a hóborított időszakok terjedelme is rövidebbé válik. Mindezek a hatások jelentősen növelik a kullancsok fejlődésére alkalmas periódus hosszát, megnövelve ezáltal a paraziták abundanciáját is (Bush és Lemmen, 2019). Az emelkedő átlaghőmérséklet hatásai nem csak fejlődésre alkalmas periódus hosszabbodását eredményezheti. A klímaváltozás egyik legszembetűnőbb hatása a melegebb élőhelyeken előforduló fajok megjelenése új élőhelyeken. Svéd és norvég vizsgálatok igazolták, hogy az *I. ricinus* faj elterjedési területének északi határa elérte a sarkkörüli területeket (Jaenson et al. 2012; Hvidsten et al. 2020).

A melegebb éghajlat nem csak a földrajzi szélességi körök mentén okozhat változást a kullancsok terjedésében. Az magasabban fekvő területek irányába történő expanzió egyértelmű bizonyítékát igazolták cseh vizsgálatok. A 2006-2008. között elvégzett kutatás

eredményei alapján megállapítható volt, hogy az *I. ricinus* faj egyedei jelentősen magasabban fekvő élőhelyeken is előfordulnak. Míg a vizsgálat első évében a parazitát és az általa hordozott kórokozókat a 750 m-es tengerszint feletti magasság felett nem lehetett észlelni, addig ez az észlelési határ kitolódott 1100 m fölé (Danielová et al. 2010).

Az extrém időjárási körülmények bekövetkezése is hatással lehet a kullancsok előfordulására. A hirtelen, nagy mennyiségben lehulló csapadék villámárvizeket okozhat, amely akár a populációk előfordulását is szabályozó tényezővé is válhat (Sabater és mtsai, 2023). A villámárvizek egyik jelentős hatása, hogy az érintett élőhelyek víz alá kerülve alkalmatlanná válnak sok faj számára. Ugyanez a hatás azonban hosszabb távon azonban elősegítheti bizonyos fajok dominanciáját. A *D. reticulatus* petéi és adultjai képesek megőrizni életképességüket olyan élőhelyeken, amelyek hosszabb-rövidebb ideig víz alatt vannak (Cerny és mtsai, 1982).

A klímaváltozás hatása indirekt módon is befolyásolhatja a kullancsfajok földrajzi elterjedését és abundanciáját. Ennek oka, hogy az adott élőhelyen előforduló alkalmas gazdafajok számára és azok sűrűségére szintén befolyást gyakorolnak különböző klimatikus faktorok (Simon és mtsai, 2014; Dawe és Boutin, 2016). A generalista paraziták esetében a gazdafajok populációiban bekövetkező változások kevésbé veszélyesek, mivel számukra több más alternatíva áll rendelkezésre a vérszíváshoz (Ogden és Tsao, 2009). Azonban a specialista fajok esetében a gazdafaj létszámának csökkenése akár az adott élőhelyről történő kipusztulást is eredményezheti (Gilbert, 2021).

A kullancsok terjesztette fertőző betegségek vizsgálatához, illetve az ellenük való védekezéshez elengedhetetlenül szükséges annak a komplex rendszernek a megértése, amelyben ezek a paraziták élnek. Ehhez olyan multidiszciplináris megközelítés szükséges, amelynek alkalmazásával egy adott egészségtudományi probléma különböző vetületeivel foglalkozó tudományterületek szakemberei működnek együtt. Az ilyen, az embert, a vadon élő és háziállatokat érintő fertőző betegségek tanulmányozására jött létre a One Health (Egy Egészség) szemléletmód (Dantas-Torres és mtsai, 2012; Johnson és mtsai, 2022).

A One Health megközelítés alap gondolata már a XX. század közepén megfogalmazódott, amikor Calvin Schwabe, amerikai állatorvos epidemiológus felismerte, hogy az embereket és az állatokat egyaránt sújtó fertőző betegségek elleni védekezés akkor lehet igazán hatékony,

ha abban a humán orvosok és az állatorvosok szorosan együttműködnek, megosztva egymással a betegség leküzdéséhez szükséges információkat (Dantas-Torres és mtsai, 2012; Rüegg és mtsai, 2017).

A One Health születése azonban a XXI. század elejére tehető. Arra az időszakra, amikor a súlyos akut légzőszervi tünetegyüttes (SARS) és a magas patogenitású madárinfluenza megjelenése ráébresztette az egészségtudományi és járványvédelmi szakembereket, hogy a természeti környezetből felbukkanó, az emberiséget veszélyeztető fertőző betegségek leküzdése lehetetlen az érintett szakterületek (közegészségügy, állategészségügy, természetvédelem) kölcsönös együttműködése nélkül (Gibbs, 2014; Mackenzie és Jeggo, 2019).

A One Health szemléletmód alapelveit a Wildlife Conservation Society (Vadvédelmi Társaság) által szervezett találkozón fektették le a résztvevő szervezetek szakemberei és tették közzé Manhattan Alapelvek címmel (Mackenzie és Jeggo, 2019). Az új megközelítés azonban csak akkor vált széles körben elfogadottá, amikor az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (FAO: Food and Agriculture Organization), az ENSZ Egészségügyi Világszervezete (WHO: World Health Organization), valamint az Állategészségügyi Világszervezet (WOAH: World Organisation for Animal Health) háromoldalú megállapodást kötött a multidiszciplináris alapelvek alkalmazásáról az emberiséget és az állatvilágot, valamint a természeti környezetet egyaránt sújtó egészségügyi problémák mérséklése érdekében (Gibbs, 2014).

A One Health megközelítés azon a felismerésen alapul, hogy az emberiség, az állatvilág és a természeti környezet egészségi állapota nem választható el egymástól (Rüegg és mtsai., 2017). A kullancsok által terjesztett fertőző betegségek One Health szemléletű tanulmányozása kézenfekvő, tekintettel arra, hogy azok mind az ember, mind az állatok egészségét veszélyeztetik, gyakoriságuk változásának hátterében pedig jól megfigyelhetők az egész ökoszisztémát érintő változások (Dantas-Torres és mtsai., 2012; Banović és mtsai., 2021; Johnson és mtsai., 2022).

A kullancsok terjesztette fertőző betegségek incidenciájának jelentős emelkedése a mérsékelt égvön az 1980-as évektől figyelhető meg (Banović és mtsai., 2021). A jelenség hátterében a globális klíma megváltozása bizonyítható. Ennek felismerése vezetett arra, hogy pl. Európában az EU közegészségügyi hatósága, az Európai Betegségmegelőzési Központ

(ECDC, European Centre for Disease Prevention and Control) és az EU állategészségügyi hatósága, az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA, European Food Safety Authority) közös programot indított az ízeltlábú vektorok terjesztette fertőző betegségek kutatására, illetve a védekezési programok kidolgozására (Garcia-Vozmediano és mtsai., 2022).

A kullancsok és az általuk terjesztett fertőző betegségek elleni küzdelem egyik fontos eleme a hatékony információgyűjtés, illetve az érintettek, így a védekezésben résztvevő közegészségügyi és állategészségügyi szervezetek, valamint a veszélyeztetett lakosság, minél szélesebb körű informálása. Mind az adatgyűjtés, mind az ismeretterjesztés fontos eleme az ún. Citizen Science, amelynek során az endémiás területen élő és dolgozó személyeket vonják be a kullancsfauna tanulmányozásába. A Citizen Science keretében a kirándulók, erdei munkások, állattartók lefényképezhetik és/vagy összegyűjthetik a talált kullancsokat és a fotót, vagy a kullancsmintát olyan laboratóriumba küldhetik, amely fajszintű meghatározást végez és adatbázist képez a lakosság által szolgáltatott adatokból (Johnson és mtsai., 2022).

A Citizen Science járványtani hasznosságát a hazai Kullancsfigyelő Projekt is bizonyítja. A laikus személyek által gyűjtött kullancsok között megfigyelhető volt a *Hyalomma nemzetségbe* tartozó, a krími-kongói vérzéscsillós láz vektoraként számontartott két faj, a *Hyalomma marginatum* és a *Hyalomma rufipes* hazai előfordulása is (Földvári és mtsai., 2022).

Vizsgálatom legelőn tartott lóállományról gyűjtött kullancsok fajának, a gazdaegyedeken megfigyelhető abundanciának és a kullancsfauna fajösszetételének meghatározásával olyan adatok összegyűjtését tette lehetővé, amely hozzájárulhat a hazai kullancs adatbázis gyarapításához, illetve a Citizen Science egy lehetséges alkalmazási területét modellezi. A kézhez szokott, legelőn tartott sportlovak viszonylag nagy létszámot képviselnek hazánkban. A lovak gazdaszerepe a kullancsok, azon belül is az egzotikus fajok fejlődési ciklusában bizonyítottan jelentős (Hubálek és mtsai, 2020; Grandi és mtsai, 2020; Lesiczka és mtsai, 2022), ezért rendszeres ellenőrzésük, az őket fertőző kullancsok összegyűjtése és meghatározása átfogó képet adhat a hazai kullancsfauna összetételéről, az egzotikus fajok megjelenéséről.

## 4. Alkalmazott módszerek

### 4.1. A vizsgálat helyszíne

A vizsgálatot Zalakomár település külterületén található lovardában végeztük el, amely a működését 2023. augusztusában kezdte meg (1. Ábra). A 13 hektárnyi legelőterületen 2023. májusáig húsmarhákat tartottak. A május és augusztus közötti időszakban a terület parlagon állt. A legelő nyugati oldalán nagyobb, déli oldalán egy keskenyebb kiterjedésű erdősáv határolja a területet. A legelő keleti szélén egy mesterséges csatorna működik, amely a Kis-Balatonba vezeti el a környező területekről a felszíni vizeket.



1. Ábra. A vizsgálati terület elhelyezkedése.

### 4.1. A vizsgálatba bevont állatok és elhelyezésük

A vizsgálatba összesen 10, sportcélra tartott lovat vontunk be (1. Táblázat), amelyek átlagos életkora 7,4 év volt. Az állatok elhelyezése napközben a szakaszokra osztott legelőterületen történt. A lovarda munkavégzéssel jelentkező igényei miatt a legelő területét három, körülbelül azonos nagyságú területre osztották fel, ahol az egyes egységekben az állatok életkor és ivar szerint kerültek elhelyezésre (kancák, csikók, heréltek). Az egyes csoportok a

vizsgálat alatt ugyanazt a szakaszt használták. Intenzív esőzések idején a lovakat nem legeltették.

Éjszakára boxokban, vagy kiscsoportosan, fedett beállókkal ellátott karámokban helyezték el a lovakat. Éjszakára az állatok kiegészítésként ad libitum kaptak szénát. Az ad libitum ivóvízhez történő hozzáférést napközben a legelőn kialakított itatóhelyeken biztosították.

#### 1. Táblázat. A vizsgálatba bevont állatok adatai.

| azonosító | ivar   | életkor | szín         |
|-----------|--------|---------|--------------|
| L1        | kanca  | 5       | fakó         |
| L2        | kanca  | 5       | szürke       |
| L3        | kanca  | 20      | szürke       |
| L4        | kanca  | 19      | fekete       |
| L5        | kanca  | 1,5     | sötét pej    |
| L6        | csődör | 1       | pej          |
| L7        | kanca  | 1       | tűzött sárga |
| L8        | herélt | 8       | pej          |
| L9        | herélt | 8       | pej          |
| L10       | herélt | 5       | pej          |

#### 4.3. Kullancsok gyűjtése és meghatározása

A paraziták gyűjtését hetente egyszer végeztük a 2023. szeptember 25. és 2024. január 12. közötti időszakban. A december második felében a gyűjtés szünetelt két hétig, mivel a legelő berendezéseinek felújítása történt. Ebben az időszakban az állatok napközben csak kifutókban lettek elhelyezve. Az egyes ellenőrzések között  $7\pm 1$  nap időszakot hagyunk. A gyűjtéseket minden állat esetében azonos napon végeztük. A lovakat kötőfékkal rögzítettük, majd a fej felől a far irányába haladva alaposan átvizsgáltuk. Gyűjtés során minden kullancsot összegyűjtöttünk és 96%-os etanolba helyeztünk. Az élősködőket leggyakrabban a toroktájékon, az üstöknél, a sörényélen, a könyökön és a comb belső oldalán találtuk (2. Ábra)



**2. Ábra.** Kullancsok összegyűjtés előtt.

A gyűjtések után minden kullancsot megszámláltam és az adott egyed eredményeihez rögzítettem. A kullancsok nemzetség-szintű meghatározását Levenhuk Zeno Vizor H4 nagyítórendszerrel végeztem 8-40× nagyításon. Az identifikálás során az utótest mintázatát, a szájszervek, a pajzs és a szegély morfológiai bélyegeit értékeltem. Az azonosítás során Estrada-Peña és mtsai (2017) munkáját használtam. A kullancsok fajszintű meghatározásához Dr. Földvári Gábor, az Ökológiai Kutatóközpont munkacsoport vezetője nyújtott szakmai segítséget.

#### 4.4. Statisztikai módszerek

A vizsgálat során az egyes lovakra vetítve meghatároztam az összegyűjtött élősködők abundanciáját. Ennek meghatározásához a Quantitative Parasitology (<https://www2.univet.hu/qpweb/qp10/index.php>) statisztikai szoftver online verzióját használtam (Reiczigel és mtsai, 2019).

A kullancsok számát befolyásoló esetleges tényezők vizsgálatát lineáris regressziós egyenletekkel végeztük. Az egyik esetben az állatok jellemzőivel próbáltuk a paraziták számát magyarázni (életkor, ivar, szín). Ekkor a függő változó az állatokról a vizsgálat alatt összegyűjtött élősködők száma volt. A másik megközelítésben a heti mintagyűjtés során az állatokról összeszedett kullancs számot (függő változó) hasonlítottuk össze az egyes gyűjtések közötti időszak átlaghőmérsékletével és az időszakban lehullott csapadék mennyiségével (magyarázó változók). Az időjárási adatok gyűjtéséhez az Országos Meteorológiai Szolgálat Napijelentés kiadványát ([https://www.met.hu/idojaras/aktualis\\_idojaras/napijelentes/](https://www.met.hu/idojaras/aktualis_idojaras/napijelentes/)) használtuk. Mivel a településen nincs adatszolgáltató meteorológiai állomás, ezért a legközelebbi (Keszthely) állomás adatait rögzítettük. A statisztikai számításokat az SPSS szoftver 29.0 verziójával végeztük (IBM, 2023).



## 5. Eredmények és értékelésük

A vizsgálatba összesen 10 állatot vontunk be, amelyekről összesen 18 alkalommal gyűjtöttünk kullancsokat. Az állatok mindegyike fertőzöttnek bizonyult legalább egy mintagyűjtési alkalommal. A legkisebb összesített parazita szám 11 volt, míg a legfertőzöttebb egyedről összesen 243 kullancsot sikerült izolálni (átlagos abundancia: 4,2 parazita/egyed).

A gyűjtés során három kullancsfaj egyedeit találtuk meg: *Dermacentor reticulatus*, *Dermacentor marginatus* és *Ixodes ricinus*. A legnagyobb gyakorisággal a *D. reticulatus* fordult elő (3. Ábra).

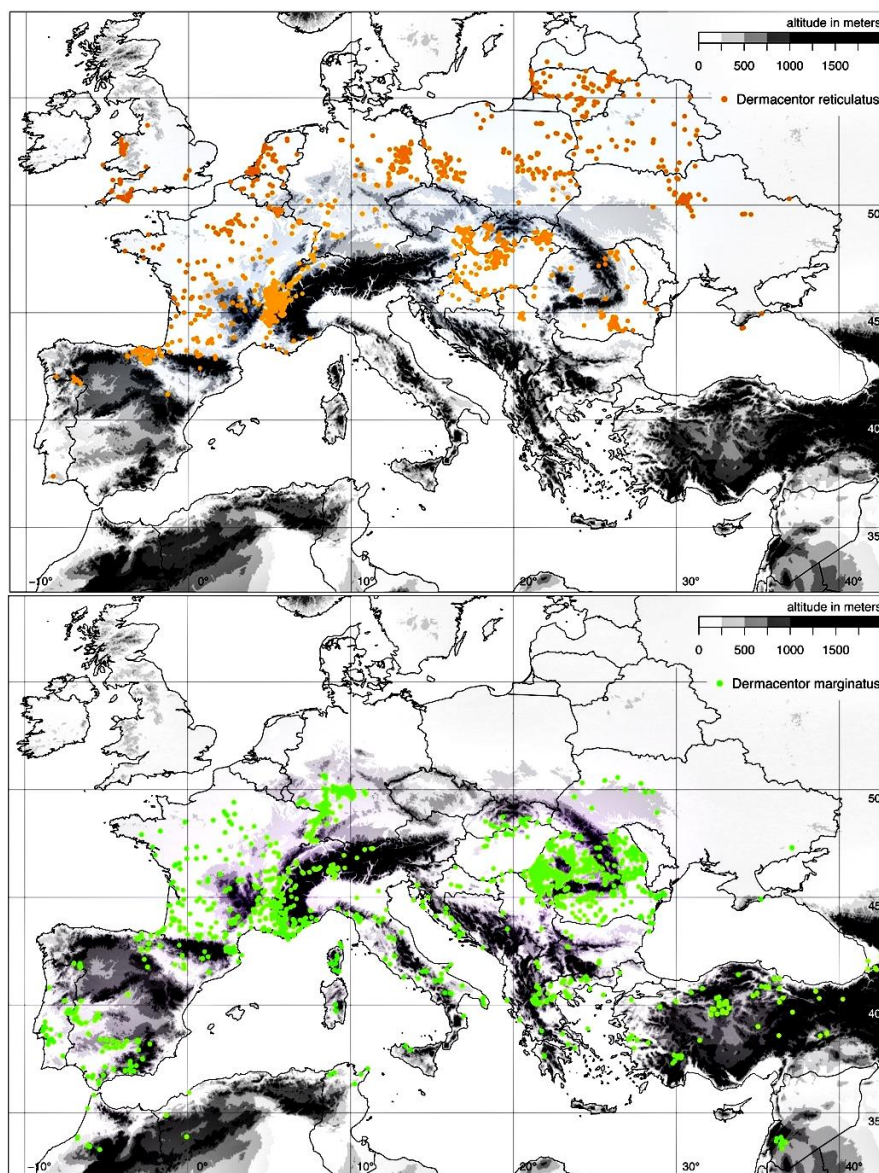
**3. Ábra.** Összegyűjtött *Dermacentor reticulatus* hímek (♂) és nőstény (♀) kullancsok.



Ezt a fajt minden gyűjtési alkalommal sikerült észlelünk. A vizsgálat során izolált paraziták száma 652 egyed volt (nőstény n=369, hím n=275). A másik két faj mind egyedszámban,

mind pedig a fellelés gyakoriságában jelentősen különbözött. A *D. marginatus* esetében csak egy esetben sikerült a jelenlétét igazolni egy nőstény egyeddel a vizsgálat 3. hetén. Az *I. ricinus* faj egyedeit az 1., 3. és 4. héten sikerült megfigyelni. Összesen 7 nőstény parazitát és egy lárvát sikerült gyűjteni 5 lóról.

A *Dermacentor* genusba tartozó fajok európai elterjedése mérsékelt átfedést mutat (Rubel és mtsai, 2016). A *D. reticulatus* faj Európában alapvetően a mérsékelt égövi területekhez köthető (Sirokó és mtsai, 2011). Törökország, a Balkán, Olaszország és az Ibériai-félsziget, valamint a hideg égövi (Skandinávia) területeken jelenléte nem igazolt (Sirokó és mtsai, 2011; Földvári és mtsai, 2016) (4. Ábra).



**4. Ábra.** A *Dermacentor reticulatus* és a *Dermacentor marginatus* európai elterjedési területe (Forrás: Rubel és mtsai, 2016).

A széleskörű elterjedésében a klímaváltozással kapcsolatos jelenségek (pl. rövidebb téli periódusok, a hőmérsékleti minimum emelkedése) jelentősen hozzájárulnak (Beugnet and Marié, 2009). Bár a faj alapvetően a hűvösebb és csapadékosabb klímával jellemezhető élőhelyeken fordul elő nagyon gyakran, foltszerűen szárazabb és melegebb területeken is megjelenhet. Az adultok gazdaspektruma igen széles, magába foglal számtalan háziállott és vadonéló emlős fajt (Rubel, és mtsai, 2016).

A *D. marginatus* szintén széles elterjedésű, de alapvetően az európai kontinens melegebb területein fordul elő. A faj rendszeresen megtalálható a kevesebb csapadékkal és magasabb átlaghőmérséklettel jellemezhető élőhelyeken. Elterjedésében további jelentős szerepe van a juhtartásnak. Bár más gazdasági haszonállatok és vadfajok parazitájaként is leírták, Európában a jelenléte jellemzően a juhokhoz köthető (Rubel és mtsai, 2016).

Bár az *I. ricinus* alapvetően az alacsonyabb hőmérséklettel rendelkező élőhelyeket kedveli, Európa teljes területén megtalálható kullancsfaj. A fennmaradása szempontjából kevésbé fontos számára a magas páratartalom, mint a *D. reticulatus* esetében (Bowman és Nuttall 2008). Az adultok potenciális gazdafaj repertoárja széles. A kifejlett egyedek leggyakrabban nagytestű gerinceseken élősködnek. A vadonéló fajok közül elsősorban az őz, a gímszarvas a dámszarvas, de egyes élőhelyeken a vaddisznó akár ezek jelentőségét is meghaladhatja (Medlock és mtsai, 2013, Kahl és Gray, 2023).

A *D. reticulatus* dominanciáját valószínűsíthetően a lovak legelőinek földrajzi elhelyezkedése befolyásolhatta. A használt területek alapvetően üde, nedves gyepek borítják, amelyek a jelentős szárazságok idején is elegendő vizet biztosítanak a földfelszín felső rétegeiben is. Ennek köszönhetően a terület felszínén jellemző a magas páratartalom, amely a három megfigyelt faj esetében leginkább a *D. reticulatus*-nak kedvez (Rubel és mtsai, 2016). Egy másik magyarázó ok lehet a mintagyűjtés kezdete. Az őszi és téli hónapokban a három faj közül a legaktívabban a *D. reticulatus* mozog. Az adultok még az igen alacsony hőmérséklet mellett is folytatják keresési tevékenységüket. Egy angol tanulmány szerint a késő őszi időszakban (max. hőmérséklet 3,3°C, min hőmérséklet -5,4°C) a paraziták még aktív

táplálékszerzést folytattak. A keresés leállítását az *I. ricinus* esetében 5-7°C körül tapasztalhatjuk, ami jelentősen hatással lehetett az egyes fajok előfordulási gyakoriságára (Gilbert és mtsai, 2014, Sands és mtsai, 2021). A két Dermacentor közötti hatalmas számbeli különbség szintén a gyűjtés időpontjával magyarázható. A *D. reticulatus* fajról elmondható, hogy Közép-Európában két aktivitási csúcsa van, egy kisebb kora tavasszal (február-március) és egy sokkal jelentősebb ősz elején (szeptember-október). A *D. marginatus* aktivitásának esetében az időpontok hasonlóan alakulnak, de az intenzívebb előfordulást tavasszal lehet tapasztalni, míg a kisebb aktivitást ősszel (Estrada-Peña és mtsai, 2017; Drehmann és mtsai, 2020).

Mivel a *D. marginatus* és *I. ricinus* fajokból összesen 9 egyedet gyűjtöttünk, a kullancsok számával összefüggő lineáris regressziók számításakor nem fajonként végeztük el a statisztikai számításokat. A kullancsok száma és a lovak kora, színe, ivara közötti összefüggés során kapott lineáris logisztikus regressziós egyenlet fittsége minimális értékű volt ( $R^2=-0,03$ ), amely szignifikancia szintje alapján sem mutatott hatást ( $p=0,489$ ). A választott magyarázó változók közül egyiknek sem volt statisztikailag igazolható hatása ( $p>0,05$ ) (2. Táblázat).

**2. Táblázat.** A kullancsok számának és az állatok egyes paramétereinek összefüggése.

| <b>változó</b> | <b>koefficiens (B)</b> | <b>p-érték</b> | <b>B alsó határa (CI95%)*</b> | <b>B felső határa (95%)</b> |
|----------------|------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------------------|
| konstans       | -21,24                 | 0,827          | -249,1                        | 206,6                       |
| kor            | -0,455                 | 0,912          | -10,12                        | 9,2                         |
| szín           | -13,87                 | 0,673          | -90,5                         | 62,8                        |
| ivar           | 76,5                   | 0,188          | -49,4                         | 202,4                       |

\*CI95%: 95 %-os konfidencia intervallum mellett.

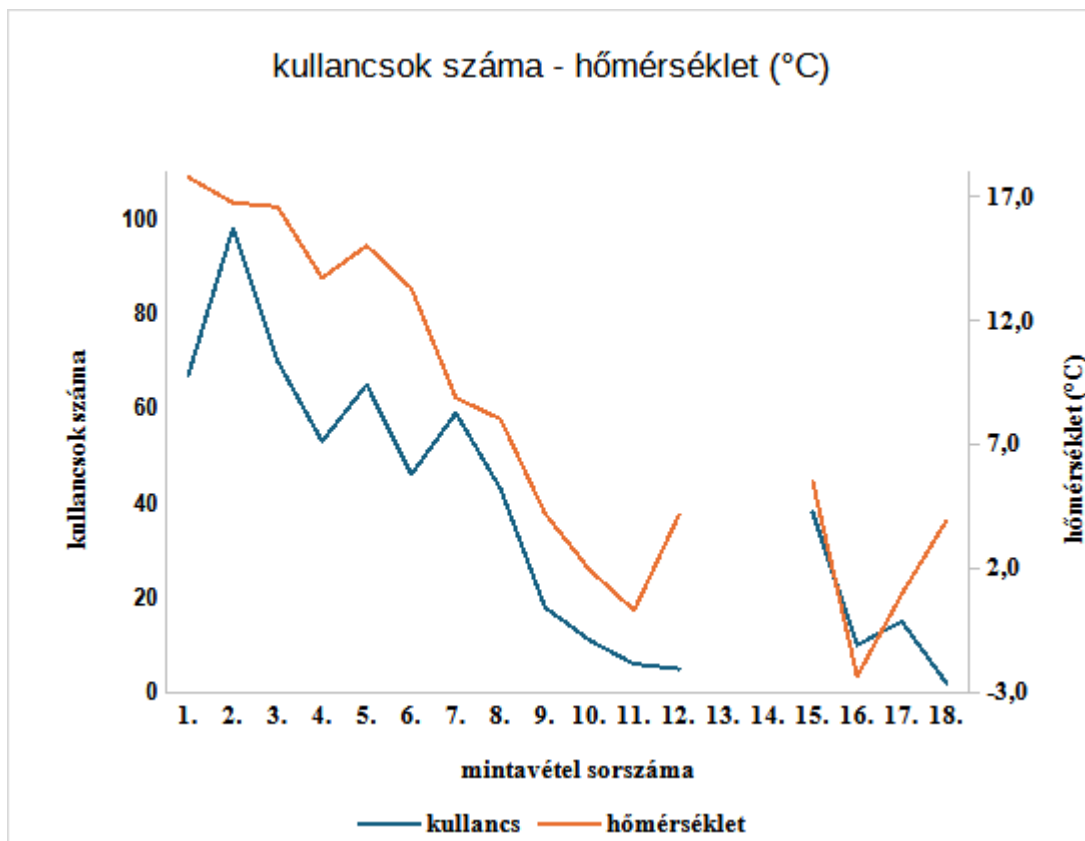
Az időjárási tényezők (heti átlaghőmérséklet, heti csapadékmennyiség) hatását becslő lineáris logisztikus regressziós egyenlet fittsége erős, és statisztikailag szignifikáns volt ( $R^2=0,788$ ;

$p < 0,0001$ ). A két változó közül a hőmérséklet és a kullancsok előfordulása között erős pozitív összefüggés volt megfigyelhető (3. Táblázat, 5. és 6. Ábra).

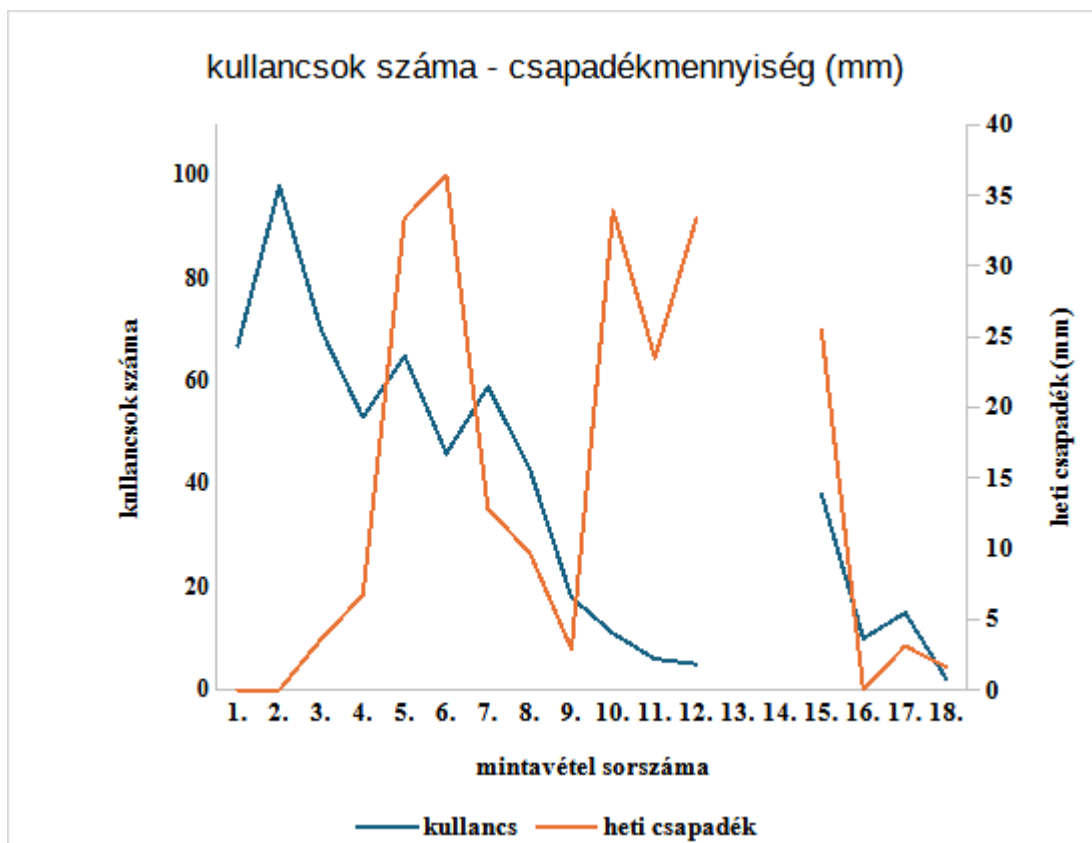
**3. Táblázat.** A kullancsok számának és az időjárási tényezők közötti összefüggés.

| változó     | koefficiens (B) | p-érték | B alsó határa<br>(CI95%)* | B felső határa<br>(95%) |
|-------------|-----------------|---------|---------------------------|-------------------------|
| konstans    | 9,93            | 0,111   | -2,55                     | 22,4                    |
| hőmérséklet | 3,88            | <0,0001 | 2,84                      | 4,93                    |
| csapadék    | -0,31           | 0,178   | -0,779                    | 0,158                   |

\*CI95%: 95 %-os konfidencia intervallum mellett.



**5. Ábra.** A kullancsok számának és a heti átlaghőmérséklet alakulása a mintavételi időpontokban.



**6. Ábra.** A kullancsok számának és az átlagos napi csapadékmennyiség alakulása a mintavételi időpontokban.

Eredményeink esetében a *D. reticulatus* aktivitása teljesen megegyező képet mutatott a fajjal kapcsolatos megfigyelésekkel. Ez a kullancs alapvetően az év hűvösebb periódusaiban aktív (Drehmann és mtsai, 2020). Az adultok táplálék-kereséssel kapcsolatos mozgásai összhangban vannak a környezet hőmérsékletével. Több tanulmány igazolta, hogy a *D. reticulatus* a mérsékelt égvön 4-24°C közötti hőmérsékleti tartományban fordul elő, 32.4–90.6% relatív páratartalom mellett (Zajác és mtsai, 2021). Terepi kutatások igazolták, hogy az élősködő aktivitása és abundanciája valamint az átlaghőmérséklet között erős negatív korreláció áll fenn (Zajác és mtsai, 2020; Zajác és mtsai, 2021, Bona és mtsai, 2022). Eredményeink az előző tapasztalatokkal ellentétben a vizsgálati időszakban az előfordulás és az átlaghőmérséklet között erős pozitív korrelációt tártak fel. Ennek a látszólagos ellentmondásnak az alapja a mintavételi protokoll eltérése áll. A lengyel és szlovák vizsgálatokban a *D. reticulatus* aktivitását és előfordulási gyakoriságát hosszabb, több éven át tartó vizsgálattal elemezték (Zajác és mtsai, 2020; Zajác és mtsai, 2021, Bona és mtsai, 2022). Egy ilyen megközelítéssel az összefüggés negatív, mivel a havi átlaghőmérsékletek a

parazita aktív időszakában (kora tavasz és ősz) alacsonyabbak, mint a késő tavasszal. Esetünkben azonban az őszi csúcson és télen történt a mintavételezés. Természetesen ebben az időszakban is van a hőmérsékletnek hatása, azonban - mivel az év leghűvösebb időszakáról van szó - ebben az esetben a korreláció pozitív, mert a túlságosan hideg idő az élősködők nyugalmi állapotát eredményezi, amely során aktivitásuk számottevő mértékben csökken.

A páratartalom és aktivitás esetében a megfigyelések nem mutatnak egységes összefüggést. Általánosságban elmondható, hogy a szárazság negatívan hat mind a kullancsok előfordulására, mind azok aktivitására (Zajac és mtsai, 2021). A csapadék mennyiségével kapcsolatban azonban sok esetben eltérőek a tapasztalatok. Míg a *D. reticulatus* esetében a napi csapadékmennyiség nem mutat statisztikai összefüggést a faj aktivitásával, a *D. marginatus* és az *I. ricinus* esetében az előfordulás és aktivitás is akkor magasabb, amennyiben a csapadék mennyisége is több (Bona és mtsai, 2022). Több szerző szerint is a levegő víztartalom telítettségének (szaturáció) van nagyobb jelentősége az aktivitásban. Általánosan megfogalmazható, hogy a magasabb szaturáció pozitívan korrelál mind az aktivitással, mind pedig az előfordulási gyakorisággal (Zajac és mtsai, 2021, Bona és mtsai, 2022).

A vizsgálat eredményeként megállapítható volt, hogy a heti csapadékmennyiség nem mutatott összefüggést a kullancsok számával. Érdekes azonban megjegyezni, hogy mintavételi területet jellemző szaturációt nem csak a csapadék mennyisége befolyásolhatta, hanem a talajvíz földfelszínhez való közelsége is, illetve a területen átfolyó felszíni vízfolyások. A párolgás során mindkét tényező hozzájárulhatott a legelő mikroklímájának alakításához. Az a vízmennyiség, ami a talajból, illetve a vízfolyásokból eltávozott, a földfelszín közelében egy vízpárával jóval telítettebb, folyamatosan jelen lévő levegőréteget eredményezhetett. Ez az állandóan jelen lévő vízpára pedig jótékonyan hathatott a kullancsok előfordulására és aktivitására, következtetésképp a csapadék mennyisége nem tudott érdemben megmutatkozni.

## 6. Következtetések és javaslatok

A vizsgálattal igazolni tudtam, hogy a kullancsok számának változása nem függött össze az állatok egyedi tulajdonságaival. Sem az életkor, sem az ivar, sem pedig a szőrszín nem befolyásolta azok mennyiségét. Az élősködő jelenlétét minden gyűjtés során tapasztaltam. Megállapítható, hogy a kullancsok aktivitására a tél leghidegebb időszakában is számítani lehet. Ez az aktivitás a téli időszakokban megfigyelhető magasabb átlaghőmérsékletű időszakokban intenzívebb volt, mivel ezekben az időszakokban több parazitát sikerült a lovakról gyűjtenem. Feltételezhető, hogy a klímaváltozás következtében, ősszel és télen tapasztalható magasabb hőmérséklet lehetővé teszi, hogy az élősködők egész évben aktívan fertőzzék a legeltetett állatállományokat. Ebből fakadóan a kullancsok által közvetített megbetegedésekre a tél folyamán is számítani lehet.

A vizsgált lóállományban a leggyakrabban előforduló faj a *Dermacentor reticulatus* volt. Ennek oka valószínűleg a legelő adottságaiból fakadt, ugyanis ez a kullancs jellemzően az üde, jó vízellátású élőhelyeken fordul elő leginkább. A faj domináns jelenlétét az is magyarázhatja, hogy a lovak megjelenése előtt a területen húsmarhát tartottak. Ezen a gazdafajon szintén nagyon gyakran lehet ezt az ektoparazitát megtalálni. Ezt bizonyítja, hogy a parazita egyik angol neve ornate cow tick (díszes marha kullancs).

Megállapítható továbbá, hogy a legeltetett lovak az egész év során lehetőséget biztosíthatnak a kullancsok monitorozásában. A rajtuk előforduló fajok jelenléte és abundanciája folyamatosan ellenőrizhető. A legelőn tartott sportlovak folyamatos monitorozásával fontos információk szerezhetők a hazánkban előforduló kullancsfajok összetételéről és elterjedéséről. Ezért javasolt a lovas közösségekben, a különböző állatokat legeltető gazdák körében, illetve a közösségi médiában jelen lévő szakmai csoportokban népszerűsíteni, hogy az állataikon előforduló parazitákat jelenlétét dokumentálják. Az így szem elé került élősködők meghatározásában sokat segíthet az Ökológiai Kutatóközpont Kullancsfigyelő Projektje (<https://kullancsfigyelo.hu>), amelynek célja a hazai kullancsfauna folyamatos vizsgálata. Ennek köszönhetően naprakész információk érhetők el a projekt honlapján azzal kapcsolatban, hogy az ország mely régióiban milyen fajok észlelhetők. Ezek a civil



megfigyelések nagyon sokat segíthetnek a kullancsok által terjesztett humán és állatokat érintő megbetegedések monitorozásában is.

Az egyes lovakról nagyon változatos számban lehetett a parazitákat összegyűjteni. Bár statisztikailag nem vizsgáltuk, feltűnő volt, hogy bizonyos egyedek a többinél jóval több kullancsot hordoztak. Ezt a jelenséget a kiválasztott magyarázó változókkal nem tudtuk igazolni. Feltételezhető, hogy a megfigyelt jelenség háttérében más, az egyed immunválaszkészségével összefüggő tulajdonságok állhatnak. A szervezet kórokozók elleni védelmében nagy szerepe van a fő hisztokompatibilitási komplexnek (major histocompatibility complex – MHC). Ezt a rendszert több kromozómán előforduló számtalan gén alkotja, amelyek feladata olyan, az immunrendszer működésében résztvevő molekulák előállításának biztosítása, amelyek a szervezetbe kerülő patogének elleni küzdelemben vesznek részt. Az egyes lovak MHC komplexe eltérhet egymástól, így azok hatékonysága is különbözhet a parazitózisok elleni védelemben. Ezt a jelenséget molekuláris genetikai vizsgálatokkal lehet feltárni. Javasolt olyan analízisek elvégzése, amelyekkel összefüggést lehet kimutatni az egyes egyedek fertőzöttsége és genetikai sajátosságaik (MHC) között. Az eredmények segíthetnek abban is, hogy ezt az előnyös tulajdonságot (kullancsok elleni rezisztencia) genetikailag rögzítsük. Ennek következtében olyan lóállományok is kialakíthatók lesznek, amelyek immunrendszerük révén hatékonyabb ellenállóképeséggel rendelkeznek a kullancsok elleni védelemben.

## 7. Összefoglalás

A vizsgálatot Zalakomár település külterületén található lovardában végeztük el 2023. szeptember 25. és 2024. január 12. közötti időszakban. Összesen 10 állatot vontunk be a folyamatos monitoringba, amely során az említett időszakban heti rendszerességgel ellenőriztük az élősködők jelenlétét az állatokon. Az állatok átlagos életkora 7,4 év volt.

Napközben a lovak egy 12 hektáros legelőterületen voltak elhelyezve. Éjszakára egyedi boxokban, vagy kiscsoportosan fedett beállókkal ellátott karámokban történt tartásuk. A legeltetés mellett ad libitum széna-kiegészítést és ivóvízellátást is biztosítottunk számukra. A nappali legelés során a lovak elhelyezése csoportosan történt három, körülbelül egyforma nagyságú legelőszakaszon. A csoportok kialakítása az állatok ivara és életkora szerint történt (kancák, csikók, herélték). Az egyes csoportok a vizsgálat alatt ugyanazt a szakaszt használták.

A heti ellenőrzések között  $7\pm 1$  nap időszakot hagytunk. A gyűjtéseket minden állat esetében azonos napon végeztük. A lovakat kötőfékkal rögzítettük, majd a fej felől a far irányába haladva alaposan átvizsgáltuk. Gyűjtés során minden kullancsot összegyűjtöttünk és a morfológiai vizsgálatokig 96%-os etanolba helyzetünk. Az identifikálás során az utótest mintázatát, a szájszervek, a pajzs és a szegély morfológiai bélyegeit értékeltem. Az azonosítás során Estrada-Peña és mtsai (2017) munkáját használtam.

Az adatok kiértékelése során az egyes gyűjtések adatait alapul véve lovanként meghatároztuk a paraziták abundanciáját. A kullancsok számát befolyásoló tényezők vizsgálatát lineáris regressziós egyenletekkel végeztük. Az egyik esetben az állatokat jellemző tulajdonságokkal (életkor, ivar, szín) próbáltuk a paraziták számát magyarázni. A másik megközelítésben a heti ellenőrzések során az állatokról összeszedett kullancsszámot hasonlítottuk össze az egyes gyűjtések közötti időszak átlaghőmérsékletével és az időszakban lehullott csapadék mennyiségével.

Az összesen 18 alkalommal összegyűjtött kullancsok száma 661 egyed volt. A vizsgálat során három faj egyedeit észleltük: *Dermacentor reticulatus* (n=652), *Dermacentor marginatus* (n=1), *Ixodes ricinus* (n=8). lovokról. A élősködők átlagos abundanciája 4,2 parazita/gazdaegyed volt. A kullancsok száma és a lovak kora, színe, ivara közötti összefüggés vizsgálata során kapott lineáris logisztikus regressziós egyenlet megfelelése

minimális értékű volt ( $R^2=-0,03$ ), amely szignifikancia szintje alapján sem mutatott hatást ( $p=0,489$ ). A választott magyarázó változók közül egyiknek sem volt statisztikailag igazolható hatása ( $p>0,05$ ).

Az időjárási tényezők (heti átlaghőmérséklet, heti csapadékmennyiség) hatását becsülő lineáris logisztikus regressziós egyenlet fittsége erős volt, és statisztikailag igazolta a változók közötti összefüggéseket ( $R^2=0,788$ ;  $p<0,0001$ ). A két változó közül a hőmérséklet és a kullancsok előfordulása között erős pozitív összefüggés volt megfigyelhető ( $p<0,0001$ ).

Az eredmények alapján feltételezhető, hogy a klímaváltozás következtében, ősszel és télen tapasztalható magasabb hőmérséklet lehetővé teszi, hogy az élőködők egész évben aktívan fertőzzék a legeltetett állatállományokat. Ebből fakadóan a kullancsok által közvetített megbetegedésekre a tél folyamán is számítani lehet.

Megállapítható volt, hogy a legeltetett lovak egész év során lehetőséget biztosíthatnak a kullancsok monitorozásában. A rajtuk előforduló fajok jelenléte és abundanciája folyamatosan ellenőrizhető. A legelőn tartott sportlovak folyamatos monitorozásával fontos információk szerezhetők a hazánkban előforduló kullancsfajok összetételéről és elterjedéséről. Ezek a megfigyelések nagyon sokkal járulhatnak hozzá a kullancsok által terjesztett humán és állatokat érintő megbetegedések monitorozásában is.

## 8. Irodalomjegyzék

Banović P, Díaz-Sánchez AA, Galon C, Foucault-Simonin A, Simin V, Mijatović D, Cabezas-Cruz A, 2021. A One Health approach to study the circulation of tick-borne pathogens: A preliminary study. *One Health*, 13, 100270.

Beati L, Klompen H, 2019. Phylogeography of Ticks (Acari: Ixodida). *Annu Rev Entomol.* 64, 379-397.

Beugnet F, Marié JL, 2009. Emerging arthropod-borne diseases of companion animals in Europe. *Vet Parasitol.* 163(4), 298-305.

Bona M., Blaňárová L, Stanko M, Mošanský L, Čepčková E, Víchová B, 2022. Impact of climate factors on the seasonal activity of ticks and temporal dynamics of tick-borne pathogens in an area with a large tick species diversity in Slovakia, Central Europe. *Biologia* 77, 1619–1631.

Bowman A, Nuttall P, 2008. Ticks: biology, disease and control. Cambridge University Press, Cambridge.

Bush E, Lemmen DS, (szerk.) (2019) Canada's changing climate report. Government of Canada, Ottawa, 444 pp. <https://changingclimate.ca/CCCR2019/>

Capek M, Literak I, Kocianova E, Sychra O, Najer T, Trnka A, Kverek P, 2014). Ticks of the *Hyalomma marginatum* complex transported by migratory birds into Central Europe. *Ticks Tick-borne Dis*, 5(5), 489-493.

Cerny V, Szymanski S, Dusbabek F, Daniel M, Honzakova E, 1982. Survival of unfed *Dermacentor reticulatus* (Fabr.) adults under natural conditions. *Wiad Parazytol.* 28, 27–31.

Danielová V, Daniel M, Schwarzová L, Materna J, Rudenko N, Golovchenko M, Holubová J, Grubhoffer L, Kilián P, 2010. Integration of a tick-borne encephalitis virus and *Borrelia*

burgdorferi sensu lato into mountain ecosystems, following a shift in the altitudinal limit of distribution of their vector, *Ixodes ricinus* (Krkonoše Mountains, Czech Republic). Vector Borne Zoonotic Dis 10, 223–230.

Dantas-Torres F, Chomel B B, Otranto D, 2012. Ticks and tick-borne diseases: a One Health perspective. Trends Parasitol, 28(10), 437-446.

Dawe KL, Boutin S, 2016. Climate change is the primary driver of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) range expansion at the northern extent of its range; land use is secondary. Ecol Evol. 6, 6435–6451.

Drehmann M, Springer A, Lindau A, Facht K, Mai S, Thoma D, Schneider CR, Chitimia-Dobler L, Bröker M, Dobler G, Mackenstedt U, Strube C, 2020. The Spatial Distribution of Dermacentor Ticks (Ixodidae) in Germany-Evidence of a Continuing Spread of *Dermacentor reticulatus*. Front Vet Sci. 7, 578220.

ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), 2022. Tick-borne encephalitis. In: ECDC. Annual epidemiological report for 2020. Stockholm. (<https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Tick-borne-encephalitis-annual-epidemiological-report-2022.pdf>)

ECDC, EFSA (European Centre for Disease Prevention and Control and European Food Safety Authority), 2023. Tick maps. Stockholm: ECDC; 2023. (<https://ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/surveillance-and-disease-data/tick-maps>)

EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW), 2010. Scientific Opinion on Geographic Distribution of Tick-borne Infections and their Vectors in Europe and the other Regions of the Mediterranean Basin. EFSA J, 8(9), 1723.

Egyed L, Elő P, Sréter-Lancz Z, Széll Z, balogh Z, Sréter T, 2012. Seasonal activity and tick-borne pathogen infection rates of *Ixodes ricinus* ticks in Hungary. Ticks Tick-borne Dis. 3(2), 90-94.

Estrada-Peña A, Mihalca A, Petney T (szerk.), 2017. Ticks of Europe and North Africa. Springer, Cham.

Földvári G, Farkas R, 2005. Ixodid tick species attaching to dogs in Hungary. *Vet Parasitol.* 129, 125–31.

Földvári G, Široký P, Szekeres S, Majoros G, Sprong H., 2016. *Dermacentor reticulatus*: a vector on the rise. *Parasit Vectors.* 9(1), 314.

Földvári G, Szabó É, Tóth G E, Lanszki Z, Zana, B, Varga Z, Kemenesi G, 2022. Emergence of *Hyalomma marginatum* and *Hyalomma rufipes* adults revealed by citizen science tick monitoring in Hungary. *Transbound Emerg Dis*, 69(5), e2240-e2248.

Garcia-Vozmediano A, De Meneghi D, Sprong H, Portillo A, Oteo J A, Tomassone L, 2022. A One Health evaluation of the surveillance systems on tick-borne diseases in the Netherlands, Spain and Italy. *Vet Sci*, 9(9), 504.

Gern L, Humair PF, 2002. Ecology of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in Europe. in Gray, O. Kahl, R.S. Lane, G. Stanek (szerk.), *Lyme Borreliosis: Biology, Epidemiology and Control*, CAB International, Wallingford, UK.

Gibbs E P J, 2014. The evolution of One Health: a decade of progress and challenges for the future. *Vet Rec*, 174(4), 85-91.

Gilbert L, 2021. The impacts of climate change on ticks and tick-borne disease risk. *Annu Rev Entomol.* 66, 373-388.

Gilbert L, Aungier J, Tomkins JL, 2014. Climate of origin affects tick (*Ixodes ricinus*) host-seeking behavior in response to temperature: implications for resilience to climate change? *Ecol Evol.* 4(7), 1186-1198.

Grandi G, Chitimia-Dobler L, Choklikitumnuey P, Strube C, Springer A, Albihn A, Omazic A, 2020. First records of adult *Hyalomma marginatum* and *H. rufipes* ticks (Acari: Ixodidae) in Sweden. *Ticks Tick-borne Dis*, 11(3), 101403.

Gray, JS, 1998. The ecology of Lyme borreliosis vectors. *Exp Appl Acarol.*, 22, 2495-2498.

Hitz S, Smith J, 2004. Estimating global impacts from climate change. *Glob Environ Change.* 14(3), 201-2018.

Hornok S, Horváth G, 2012. First report of adult *Hyalomma marginatum rufipes* (vector of Crimean-Congo haemorrhagic fever virus) on cattle under a continental climate in Hungary. *Parasit Vectors*, 5, 1-4.

Hubálek Z, Sedláček P, Estrada-Peña A, Vojtíšek J, Rudolf I, 2020. First record of *Hyalomma rufipes* in the Czech Republic, with a review of relevant cases in other parts of Europe. *Ticks Tick-borne Dis*, 11(4), 101421.

Hvidsten D, Frafjord K, Gray JS, Henningson AJ, Jenkins A, Kristiansen BE, Lager M, Rognerud B, Slåtve AM, Stordal F, Stuen S, Wilhelmsson P, 2020. The distribution limit of the common tick, *Ixodes ricinus*, and some associated pathogens in north-western Europe. *Ticks Tick Borne Dis.* 11, 101388.

Jaenson TG, Lindgren E, 2011. The range of *Ixodes ricinus* and the risk of contracting Lyme borreliosis will increase northwards when the vegetation period becomes longer. *Ticks Tick Borne Dis.*, 2, 44-49.

Jaenson TG, Jaenson DG, Eisen L, Petersson E, Lindgren E, 2012. Changes in the geographical distribution and abundance of the tick *Ixodes ricinus* during the past 30 years in Sweden. *Paras Vect.* 5, 1–15.

Johnson N, Phipps LP, Hansford KM, Folly AJ, Fooks AR, Medlock JM, Mansfield KL, 2022. One Health approach to tick and tick-borne disease surveillance in the United Kingdom. *Int J Environ Res Pub Health.* 19(10), 5833.

IBM Corporation, 2023. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 29.0.2.0 Armonk, NY: IBM Corporation.

Kahl, O. 1989. Investigations on the water balance of ticks (Acari, Ixodoidea) in the course of their postembryonic development with special reference to active water vapour uptake in the engorged phases. PhD Tézis, Free University of Berlin, Németország.

Kahl O, Gray JS, 2023. The biology of *Ixodes ricinus* with emphasis on its ecology. Ticks Tick Borne Dis. 14(2), 102114.

Keve G., Csörgő T., Kováts D. Hornok S, 2024.. Long term evaluation of factors influencing the association of ixodid ticks with birds in Central Europe, Hungary. Sci Rep. 14, 4958.

Kubelová M, 2015. Canine babesiosis at the door! spreading into the Czech Republic, PhD Tézis, University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences, Brno, Csehország

Lesiczka P M, Daněk O, Modrý D, Hrazdilová K, Votýpka J, Zurek L, 2022. A new report of adult *Hyalomma marginatum* and *Hyalomma rufipes* in the Czech Republic. Ticks Tick-borne Dis, 13(2), 101894.

Masson-Delmotte V, Pörtner H-O, Skea J, Zhai P, Roberts D, Shukla PR, 2019. Global warming of 1.5°C. : Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. (file:///C:/Users/Felhasználó/Downloads/SR15\_Full\_Report\_High\_Res.pdf)

Mackenzie J S, Jeggo M 2019. The one health approach—why is it so important?. Tropic Med Infectious Dis, 4(2), 88.

Medlock JM, Hansford KM, Bormane A, Derdakova M, Estrada-Peña A, George JC, Golovljova I, Jaenson TG, Jensen JK, Jensen PM, Kazimirova M, Oteo JA, Papa A, Pfister K, Plantard O, Randolph SE, Rizzoli A, Santos-Silva MM, Sprong H, Vial L, Hendrickx G, Zeller H, Van Bortel W, 2013. Driving forces for changes in geographical distribution of *Ixodes ricinus* ticks in Europe. Parasit Vectors. 6, 1. doi: 10.1186/1756-3305-6-1.



Myhre G, Shindell D, Pongratz J, 2014. Anthropogenic and natural radiative forcing. In: Intergovernmental Panel on Climate Change (ed.) Climate Change 2013 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

Nuttall, PA, 2021. Climate change impacts on ticks and tick-borne infections. *Biologia*. 77, 1503-1512.

Nuttall, PA, 2022. Climate, ticks, diseases. CABI International, Wallingford.

Ogden NH, Tsao JI, 2009. Biodiversity and Lyme disease: Dilution or amplification?. *Epidemics*. 1, 196–206.

Pfäffle M, Littwin N, Petney T, 2015. Host preferences of immature *Dermacentor reticulatus* (Acari: Ixodidae) in a forest habitat in Germany. *Ticks Tick-borne Dis*. 6(4), 508-515.

Reiczigel J, Marozzi M, Fabian I, Rozsa L, 2019. Biostatistics for parasitologists – a primer to Quantitative Parasitology, *Trends Parasitol*. 35(4), 277-281.

Rubel F, Brugger K, Pfeffer M, Chitimia-Dobler L, Didyk YM, Leverenz S, Dautel H, Kahl O, 2016. Geographical distribution of *Dermacentor marginatus* and *Dermacentor reticulatus* in Europe. *Ticks Tick Borne Dis*. 7(1), 224-233.

Rüegg S R, McMahon B J, Häsler B, Esposito R, Nielsen L R, Ifejika Speranza C, Lindberg A, 2017. A blueprint to evaluate One Health. *Frontiers Publ Health*, 5, 20.

Sabater S, Freixa A, Jiménez L, López-Doval J, Pace G, Pascoal C, Perujo N, Craven D, González-Trujillo JD, 2023. Extreme weather events threaten biodiversity and functions of river ecosystems: evidence from a meta-analysis. *Biol Rev Camb Philos Soc*. 98(2), 450-461.

Sands BO, Bryer KE, Wall R, 2021. Climate and the seasonal abundance of the tick *Dermacentor reticulatus*. *Med Vet Entomol*. 35(3), 434-441.

Simon JA, Marrotte RR, Desrosiers N, Fiset J, Gaitan J, Gonzalez A, Koffi JK, Lapointe FJ, Leighton PA, Lindsay LR, Logan T, Milord F, Ogden NH, Rogic A, Roy-Dufresne E, Suter D, Tessier N, Millien V, 2014. Climate change, habitat fragmentation, ticks and the white-footed mouse drive occurrence of *Borrelia burgdorferi*, the agent of Lyme disease, at the northern limit of its distribution. *Evol. Appl.* 7, 50–764.

Siroký P, Kubelová M, Bednář M, Modrý D, Hubálek Z, Tkadlec E, 2011. The distribution and spreading pattern of *Dermacentor reticulatus* over its threshold area in the Czech Republic--how much is range of this vector expanding? *Vet Parasitol.* 183(1-2), 130-135.

Zajac Z, Bartosik K, Kulisz J, Woźniak A, 2020. Ability of adult *Dermacentor reticulatus* ticks to overwinter in the temperate climate zone. *Biology (Basel).* 9(7), 145.

Zajac Z, Kulisz J, Woźniak A, Bartosik K, Khan A, 2021. Seasonal activity of *Dermacentor reticulatus* ticks in the era of progressive climate change in eastern Poland. *Sci Rep.* 11(1), 20382.

## 9. Táblázatok és ábrák jegyzéke

### Táblázatok

1. **Táblázat.** A vizsgálatba bevont állatok adatai.
2. **Táblázat.** A kullancsok számának és az állatok egyes paramétereinek összefüggése.
3. **Táblázat.** A kullancsok számának és az időjárási tényezők közötti összefüggés.

### Ábrák

1. **Ábra.** A vizsgálati terület elhelyezkedése.
2. **Ábra.** Kullancsok összegyűjtés előtt.
3. **Ábra.** Összegyűjtött *Dermacentor reticulatus* hímek (♂) és nőstény (♀) kullancsok.
4. **Ábra.** A *Dermacentor reticulatus* és a *Dermacentor marginatus* európai elterjedési területe (Forrás: Rubel és mtsai, 2016).
5. **Ábra.** A kullancsok számának és a heti átlaghőmérséklet alakulása a mintavételi időpontokban.
6. **Ábra.** A kullancsok számának és az átlagos napi csapadékmennyiség alakulása a mintavételi időpontokban.

## NYILATKOZAT

### a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Csamangó Dávid Antal  
A Hallgató Neptun kódja: A0ZHQV  
A dolgozat címe: One Health az állattudományban - A lovakat fertőző  
kullancs fauna összetételének vizsgálata a klímaváltozás tükrében  
A megjelenés éve: 2024.  
A konzulens intézetének neve: Élettani és Takarmányozástani Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Élettani és Állategészségügyi tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Ha a fenti nyilatkozattal valótlanul állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek. A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem. Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek. Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és - nem titkosított dolgozat a védést követően - titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Kaposvár, 2024. április 22.



Hallgató aláírása

<sup>1</sup>A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

<sup>2</sup>A megfelelő aláhúzendő.

## NYILATKOZAT

Csamangó Dávid Antal (Neptun azonosító: A0ZJQV) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*3</sup>

Kelt: Kaposvár, 2024. április 22.



belső konzulens

<sup>1</sup>A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

<sup>2</sup>A megfelelő aláhúzendő.

<sup>3</sup>A megfelelő aláhúzendő.