

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Monitoring výskytu klíštěte obecného (*Ixodes ricinus*) na daných lokalitách

Bakalářská práce

Autor: Kamila Piroutková
Studijní program: B 1501 Biologie
Studijní obor: Biologie se zaměřením na vzdělávání – Český jazyk a literatura se zaměřením na vzdělávání (BBI-CJB)

Vedoucí práce: Mgr. Alena Astapenková, Ph.D.
Odborný konzultant: RNDr. Petr Heneberg, Ph.D.,
Mgr. Václav Hönig, Ph.D.
Oponent: doc. Mgr. Petr Bogusch, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, z kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne

Kamila Piroutková

Poděkování:

Ráda bych poděkovala Mgr. Aleně Astapenkové, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat panu Mgr. Václavu Hönigovi, Ph.D., za rady a pomoc při zpracování výzkumné činnosti a panu RNDr. Petru Henebergovi, Ph.D. za zpracování statistických dat.

OBSAH

ÚVOD.....	7
1 KMEN ARTHROPODA (ČLENOVCI).....	8
1.1 Parazitičtí členovci.....	9
2 KLÍŠŤATA (IXODIDA).....	10
3 ČELEĎ ARGASIDAE (KLÍŠŤÁKOVITÍ).....	11
3.1 Vybraní zástupci z čeledi Argasidae.....	11
3.1.1 <i>Argas reflexus</i> Fabricius, 1794 (klíšťák holubí).....	11
3.1.2 <i>Ornithodoros moubata</i> Murray, 1877 („klíšťák moubata“).....	12
4 ČELEĎ IXODIDAE (KLÍŠŤATOVITÍ).....	13
4.1 Morfologie.....	13
4.2 Vyhledávání hostitele a výskyt klíšťat.....	14
4.3 Rozmnožování, vývojový cyklus a jednotlivá stádia.....	16
4.3.1 Tříhostitelský cyklus.....	17
4.3.2 Jedno – a dvouhostitelský cyklus.....	18
4.4 <i>Ixodes ricinus</i> Linné, 1758 (klíšťe obecné).....	19
4.4.1 Rozšíření a výskyt.....	19
4.4.2 Popis.....	20
4.4.3 Životní cyklus a jednotlivá stádia.....	20
4.4.4 Klíšťata jako vektor.....	21
4.4.5 Příjem potravy, sliny.....	22
4.4.6 Trávení.....	23
4.4.7 Feromony.....	23
4.5 Další vybraní zástupci čeledi Ixodidae.....	24
4.5.1 Rod <i>Ixodes</i>	24
4.5.2 Rod <i>Haemaphysalis</i>	25
4.5.3 Rod <i>Dermacentor</i>	26
4.5.4 Rod <i>Hyalomma</i>	28
4.5.5 Rod <i>Rhipicephalus</i>	28
4.5.6 Rod <i>Amblyomma</i>	29
4.5.7 Rod <i>Boophilus</i>	30
5 NÁKAZY PŘENÁŠENÉ DRUHEM <i>IXODES RICINUS</i> V ČR.....	31
5.1 Lymeská borelióza.....	31
5.2 Klíšťová encefalitida.....	32
5.3 Lidská granulomatozní anaplazmóza (HGA).....	33
5.4 Bartonellóza.....	33
5.5 Babesióza.....	34
5.6 Rickettsióza.....	34
6 BOJ PROTI KLÍŠŤATŮM.....	36
7 MATERIÁL A METODY.....	37
7.1 Metody sběru klíšťat.....	37
7.2 Průběh vylajování.....	38

7.3	Vlajkování na jednotlivých lokalitách.....	39
7.4	Charakteristika jednotlivých monitorovacích ploch	39
7.4.1	Luční porost	41
7.4.2	Jehličnatý les	43
7.4.3	Listnatý les.....	44
8	VÝSLEDKY	46
8.1	Luční porost.....	46
8.2	Jehličnatý les	48
8.3	Listnatý les	50
8.4	Vztah klíšťat k prostředí.....	52
9	DISKUZE.....	54
10	ZÁVĚR.....	57
	LITERÁRNÍ ZDROJE.....	58

Anotace

Tato práce shrnuje informace o hematofágním členovci, klíštěti obecném (*Ixodes ricinus*). Jedná se o ektoparazita způsobující vážná onemocnění zvířat i člověka. Poslední dobou populace klíštěte obecného vysoce vzrostla, a proto se tato bakalářská práce bude věnovat jeho výskytu a zjišťování množství jednotlivých vývojových stádií na dané lokalitě. Další kapitoly mimo jiné popisují patogeny přenášené klíštětem, nasávání a trávení krve, receptory, feromony, popis slinných žláz, interakce na hostitele, jeho rozmnožování a odstranění z daného hostitele.

Klíčová slova

hematofágní členovci, klíště obecné (*Ixodes ricinus*), ektoparazit, výskyt, vývojová stádia

Annotation

This work summarizes information on hematophagous arthropod, wood tick (*Ixodes ricinus*). It is an ectoparasite causing serious animal and human diseases. Recently, the wood tick population has grown bigger, and this bachelor thesis will be devoted to its occurrence and the detection of the number of individual developmental stages in a given locality. Other chapters include tick-borne pathogens, blood aspiration and digestion, receptors, pheromones, salivary gland description, host interaction, reproduction and removal from the host.

Keywords

hematophagous arthropod, wood tick (*Ixodes ricinus*), ectoparasite, occurrence, developmental stages

ÚVOD

Klíšťata patří mezi nejrozšířenější krevsající členovce v přírodě. Jejich aktivita závisí na podmínkách prostředí a také na geografických rysech přírodního ohniska. Obecně lze říci, že nejplodnějším místem výskytu klíšťat jsou především listnaté a smíšené lesy, spolu s porosty křovin, a také jehličnaté lesy. Často se klíšťata drží také okrajů vodních toků, parků, zahrad a neudržovaných pastvin. Daří se jim hlavně v přiměřeně teplém a vlhkém prostředí. Na základě výzkumů z posledních let bylo zjištěno, že klíště již proniklo i do vyšších nadmořských výšek a není tedy nebezpečné jen pro nížinatý reliéf. Vhodné přírodní podmínky podporují výskyt jedinců, a tudíž zvyšují i míru rizika onemocnění, která klíšťata přenáší (HUBÁLEK 2000). Sezónní aktivitu klíšťat v různých oblastech České republiky lze sledovat na portálu Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ 2019).

CÍLE PRÁCE

Experimentální část mé bakalářské práce je zaměřena na nejběžnější druh klíštěte vyskytující se v České republice, a to na klíště obecné (*Ixodes ricinus*) a výskyt jeho vývojových stádií na lučném porostu, v jehličnatém i listnatém lese během jednoho roku v závislosti na teplotě a vlhkosti prostředí.

- 1) Pravidelný monitoring daných lokalit města Městec Králové (listnatý les, jehličnatý les, luční porost). Porovnání výskytu klíšťat v listnatém a jehličnatém lese;
- 2) Odchycení jednotlivých klíšťat a určení vývojových stádií a pohlaví;
- 3) Stanovení, jakou roli ve výskytu klíšťat během roku hraje teplota a vlhkost;
- 4) Potvrzení či vyvrácení nulové hypotézy (tvrzení o neznámých vlastnostech rozdělení pravděpodobnosti sledované náhodné veličiny).

1 KMEN ARTHROPODA (ČLENOVCI)

Kmen členovců je považován za největší systematickou skupinu v zoologické soustavě. Obsahuje více než 75 % všech živočišných druhů. První terestrické formy členovců se objevily v prvohorách na rozhraní siluru a devonu zhruba před 400 miliony let. Názory na systematiku kmene členovců nejsou zcela jednotné, ale základní rozdělení na 4 základní třídy je nověji doloženo také analýzami sekvencí nukleotidů DNA. Jedná se o třídy: klepítkatci (Chelicerata), korýši (Crustacea), hmyz (Insecta) a mnohonozí (Myriapoda) (HUBÁLEK 2000).

Členovci představují 2/3 všech živočišných druhů a díky velké druhové rozmanitosti je považujeme za nejúspěšnější živočišný kmen, který se vyskytuje téměř ve všech typech životního prostředí (ZAHRADNÍK 2004).

Můžeme je najít od horských ledovců, až po hlubiny moří. Jsou pojmenováni podle tělních článkovaných přívěsků. Jejich tělo má specifickou stavbu. Je složeno z tvarově i funkčně odlišných článků (heteronomních segmentů). Tělní dutina vznikla splynutím prvotní a druhotné tělní dutiny a dostala název nepravá tělní dutina. Tělo členovců se skládá z hlavy (*caput*), hrudi (*thorax*) a zadečku (*abdomen*), u některých druhů se vyskytuje hlavohrud' (*cephalothorax*) (HUBÁLEK & RUDOLF 2007).

Jejich článkované končetiny, které jsou spojené klouby, i jiné tělní části jsou přizpůsobeny různým životním strategiím. Kutikula tvoří vnější kostru. Dále se dělí na několik vrstev, obsahující bílkoviny a chitin. U některých skupin lze nalézt i vápenaté soli (SEDLÁK 2005).

Kutikula chrání členovce před nadměrným vypařováním a upíná se na ni příčně pruhoaná svalovina. Velkou nevýhodou kutikuly je její pevnost. Ta zabraňuje volnému růstu živočicha, ten je nucen ji během života několikrát svlékat a nahrazovat novou. Tento proces se nazývá ekdyze a je řízen hormony. Pro živočicha je velice energeticky náročný a živočich je během tvorby nové kutikuly velmi zranitelný (POKORNÝ 2004).

Pomocí očí, čichových receptorů a tykadel dokáží vnímat podněty z vnějšího prostředí. Členovci mají různé mechanismy dýchání. U suchozemských druhů se vyvinuly vzdušnice a řada vodních druhů dýchá pomocí žaber. Cévní soustavu mají otevřenou a hemolymfa proudí odzadu dopředu hřbetní cévou (ZAHRADNÍK 2004). Srdce je válcovité, či trubicovité a nalezneme ho na hřbetní straně. Trávicí soustavu tvoří tři části stomodeum, mezenteron a proctodeum. Hodně druhů, které se živí paraziticky, mají v přední části těla uloženy slinné žlázy (JÍROVEC 1977).

U členovců nervovou soustavu tvoří systém ganglií (uzlin), a protože se nachází na břišní straně tělní dutiny, nazývá se břišní nervová páska. Ta u některých druhů splývá a může tvořit jednu velkou uzlinu (POKORNÝ 2004).

Členovci jsou zpravidla odděleného pohlaví s výrazným sexuálním dimorfismem (LÝSEK 1969). Mají larvální období, které tvoří u většiny druhů nejdelší část života. Délka života jen výjimečně dosahuje několika let.

Hematofágní členovci patří do dvou živočišných tříd: mezi klepítkatce (Chelicerata) a hmyz (Insecta) (HUBÁLEK & RUDOLF 2007). Členovci, kteří sají krev, jsou paraziti a krev obratlovců je pro ně hlavním zdrojem potravy. Parazity dělíme na permanentní (trvalé) a temporární (dočasné). Mezi permanentní parazity, kteří sají krev, patří např. vši. Ty se nevzdalují od hostitele a opakovaně sají jejich krev v průběhu celého životního cyklu. Temporárními členovci jsou např. komáři, ovádi, plošnice a samozřejmě klíšťata. Sají krev poměrně krátce (několik minut) a poté hostitele opouští (VOLF & HORÁK 2007).

1.1 Parazitičtí členovci

Mnoho členovců se živí parazitickým způsobem života a způsobují různá onemocnění lidí i zvířat. Můžeme se u nich setkat s mnoha formami parazitizmu, ale pouze málo z nich se přizpůsobilo endodermálnímu způsobu života (uvnitř těla hostitele). Ve většině případů se jedná o ektoparazity. Příjem potravy hematofágních členovců má tři fáze. První fází je vyhledávání hostitele, která se u trvalých parazitů nevyskytuje. Tato fáze je velmi důležitá pro dočasné parazity. Hostitele vyhledávají pomocí infračerveného záření, které vyzařuje tělo hostitele a pomocí pachových a optických stimulů. Druhou fází je sání krve, kterým mohou vyvolat podráždění pokožky a poslední fází je zpracování potravy v trávicím traktu (VOLF & HORÁK 2007).

Ektoparaziti bodají svého hostitele a sají jeho krev. Prostřednictvím bodnutí mohou vyvolat různá kožní onemocnění, která doprovází svědění. Paraziti jsou vektoři, kteří přenášejí různá infekční onemocnění (FLEGR 2005).

2 KLÍŠŤATA (IXODIDA)

Ixodida (Metastigmata) jsou jedním z podřádů, kteří náleží do řádu Acari (roztoči). Ti představují druhotně nejpočetnější skupinu Chelicerata (klepítkačů). Acarina je velmi morfologicky rozmanitá skupina, na jejíž rozdělení se vedou nejednotné názory. Většinou se uvádí, že má 5-7 podřádů. Celkem je popsáno 35 000 druhů a na našem území je popsáno více než 1 000 druhů (SEDLÁK 2005). Jsou považováni za velmi staré živočichy naší planety a jejich vznik se odhaduje na rozmezí prvohor a druhohor (cca 225 milionů let před n. l.) (KLOMPEN *et al.* 1996).

Systematicky dělíme řád klíšťata na dvě čeledi: Ixodidae (klíšťatovití) a Argasidae (klíšťákovití) (LÝSEK 1969). Argasidae jsou často nazýváni jako měkká klíšťata, protože nemají tvrdé pancíře na těle. Ixodidae jsou naopak nazývána jako tvrdá klíšťata, která mají těla pokrytá tvrdými pancíři. Na světě je nejméně 866 druhů klíšťat (WALKER 2003).

Podřád Ixodida patří mezi ektoparazity. Na jejich přední části těla (gnathosoma) se nachází ústní ústrojí s chelicerami, které mají klíšťkovitý tvar, jsou zakrnělé a nachází se na spodní straně podélně děleného savého chobotku (hypostom). Povrch hypostomu je pokrytý zpětně zahnutými háčky, které vznikly přeměnou pedipalp. Ixodida mohou za svůj život využít až tři hostitele, ovšem některým druhům, jako *Hyalomma spp.*, stačí pouze dva hostitelé k dokončení jejich vývojového cyklu. Jiným dokonce stačí jen jeden hostitel, jako u zástupce *Boophilus spp.* (TOMAN 2009).

Kráčivé končetiny jsou napojené na zadní část těla a hřbetní část je kryta silným štítkem, který u samců pokrývá celou hřbetní část. U samic je štítek velmi malý a nachází se pouze v přední části hřbetu (FRANK *et al.* 2008). Tyto části jsou špatně zřetelně oddělené a celkový tvar těla je modifikovaný podle způsobu života parazitů. Jejich velikost se pohybuje v rámci několika milimetrů, hlava je krátká s klepítky (chelicery) a makadly (pedipalpy) (PAPÁČEK 2000). Jedním z typických znaků podřádu Ixodida jsou vzdušnice. Vzdušnice ústí na povrch těla stigmaty za 4. párem kráčivých končetin, z čehož je odvozeno pojmenování celého podřádu (FRANK *et al.* 2008).

3 ČELEĎ ARGASIDAE (KLÍŠŤÁKOVITÍ)

Čeď Argasidae se vyznačuje, umístěním bodavě sacího ústrojí u dospělých stádií na ventrální straně hlavičky a není při pohledu shora viditelné (LÝSEK 1969). Gnathosoma je zcela skryta pod idiosomou. Idiosoma má různé povrchové struktury, jako jsou například bradavky, ale na rozdíl od dalších skupin není opatřena žádným štítem. Je u nich velmi obtížné rozlišit pohlaví. Způsob jejich života je odlišný od běžné představy o klíšťatech. Na svých hostitelích se zdržují jen krátkou dobu, kdy sají. Po většinu času svého života žijí skrytě v jejich okolí (RYŠAVÝ 1989).

3.1 Vybraní zástupci z čeledi Argasidae

3.1.1 *Argas reflexus* Fabricius, 1794 (klíšťák holubí)

Jedná se o veliké klíště žijící i v České republice. Samci měří až 5 mm a samice dosahují až 10 mm (LÝSEK 1969). Výskyt klíšťáka holubího závisí na výskytu jeho hostitele. Můžeme ho najít na zanedbaných půdách, na nichž hnízdí zdivočelí holubi, a to i na půdách činžovních domů ve velkých městech. Po likvidaci holubů a jejich hnízd se může rozlézat do bytů v nižších patrech a bolestivě bodat lidi. Může se vyskytovat i v zanedbaných kurnících. Nejčastěji se přisávají na ptáky, a to hlavně na holuba domácího, na němž pouze saje, jinak se skrývá v místě hnízdišť. Je znám také jako přenašeč některých holubích onemocnění. Vývoj od vajíčka, přes larvu a až k nymfálnímu stádiu probíhá velmi pomalu. Trvá více než dva roky a všechna stadia sají. Mají zpravidla tmavě červenohnědé zbarvení. Na okraji zřetelně rozdělené idiosomy se vyskytuje úzký lem (jejich typický znak) (RYŠAVÝ 1989). Člověka využívají jako hostitele jen velmi zřídka, ale pokud se přeci jen přisají, po jejich bodnutí vznikají místní otoky a dalšími příznaky jsou i zvracení, zrychlení tepu a dušnost. (LÝSEK 1969)

U nás žije na holubech také podobný druh *A. polonicus*, který se vyskytuje na východní Moravě. Na domácí drůbeži cizopasí teplotněji klíšťák drůbeží (*A. percisus*), který se vyskytuje pouze na jižním Slovensku (RYŠAVÝ 1989).

3.1.2 *Ornithodoros moubata* Murray, 1877 („klíšťák moubata“)

V České republice se tento druh nevyskytuje. Jeho hlavním rozšířením je severní Afrika a Madagaskar, kde je hlavním přenašečem spirochety *Borellia duttoni*, což je původce africké návratné horečky. Samice může mít až 14 mm (LÝSEK 1969). Má šedohnědé zbarvení. Jeho idiosoma je celá pokryta různě velkými bradavičkami, ale nemá okrajový lem. Tento druh vydrží velmi dlouhou dobu bez potravy, a to až několik let (RYŠAVÝ 1989).

Mezi další druhy z čeledi Argasidae patří druh *Alveonassus lahorensis* parazitující u ovcí a *Otobius megnini* (RYŠAVÝ 1989).

4 ČELEĎ IXODIDAE (KLÍŠŤATOVITÍ)

Do čeledi Ixodidae řadíme výrazně zbarvené roztoče. Jejich velikost se pohybuje u samců v rozmezí 2,2 - 2,5 mm a u samic v rozmezí 3,5 - 4,5 mm (po nasátí může mít i přes 1 cm). Jsou to vysoce specializovaní parazitičtí členovci, živící se krví a tkáňovým mokem savců, ptáků, plazů a obojživelníků. Vyskytují se po celém světě (DILLINGER 2002).

4.1 Morfologie

Mezi hlavní znaky klíšťatovitých patří uložení bodacího a sacího ústrojí v prodloužené hlavičce, které je při pohledu shora zřetelně viditelné (LÝSEK 1969). Ústní ústrojí (gnathosoma) je tvořeno jednak nepárovým, zpola válcovitým, dopředu namířeným hypostomem („rypáček“), který je opatřený koncentrickými řadami (2 až 6) zpětných zubů (napomáhají klíšťeti se udržet během sání na hostiteli) (HUBÁLEK 2000). Tyto zuby netvoří žádné spirály, a je lhostejné, jakým směrem klíšťe z rány vytáčíme. Po přisátí setrvává klíšťe na svém hostiteli po řadu dní a jeho ukotvení prostřednictvím hypostomu v tkáni hostitele může být u některých druhů zviřat posíleno ještě vyloučením zvláštní bílkovinné hmoty zvané „cement“ (VOLF & HORÁK 2007). Dále je hypostom tvořen malými, párovými, zdvojenými ostrými nožíky se zoubky, zvanými chelicery, na jejichž koncích jsou dva zuby, kterými klíšťe natrhává kůži hostitele. V klidovém stádiu jsou chelicery i hypostom kryty mohutnými makadly (pedipalpy). Makadla plní důležitou funkci i při vyhledávání nejvhodnějšího místa pro přisání. Při vnikání chelicery a hypostomu do kůže se pedipalpy široce rozevírají do stran (JÍROVEC 1977). Dále jsou to palpy, které mají senzoričtí políčka na terminálním segmentu, jimiž vnímají netěkavé chemikálie (např. močovinu a kyselinu mléčnou) nacházející se na kůži hostitele (SONENSHINE & ROE 2014). Sliny klíšťete obsahují trávicí enzymy, které natráví a rozpustí tkáň hostitele. Vznikne tak kanál, jímž se dostávají sliny klíšťete do těla hostitele, a naopak hostitelova krev do těla klíšťete (ANDERSON & MAGNARELLI 2008). Ze smyslových orgánů mají někdy oči, které jsou umístěny na dorzální straně idiosomy na okraji štítu, jako například u rodů klíšťat *Dermacentor*, *Hyalomma* nebo *Rhipicephalus*. Rody *Ixodes* a *Haemaphysalis* oči nemají. Na ventrální straně těla je umístěn anální otvor a u dospělců i otvor genitální (HUBÁLEK 2000).

Umístění anální rýhy je důležitým diferenačním znakem např. u podčeledi Ixodinae, probíhá před řitním otvorem a u Amblyomminae za řitním otvorem (HUBÁLEK 2000).

Znaky hlavové části (gnathosoma) napomáhají rozeznat jednotlivé druhy klíšťat. Vlastní tělo (idiosoma) je z tohoto hlediska více uniformní. Pohlaví dospělého klíšťete lze určit pomocí štítu (scutum), který se nachází na hřbetní straně těla. U samečků pokrývá celý hřbet, u samic sahá štít pouze do třetiny zadečku a na jeho

konci můžeme vidět kožovitou část, kterou kryje zřasený integument (alloscutum). Alloscutum dokáže díky lamelární struktuře několikanásobně zvětšit svůj objem (DILLINGER 2002).

Dospělci klíšťat mají 4 páry nohou, skládajících se z 6 článků a připojují se k přední části těla. Články jsou opatřeny trny a ostny, díky kterým se klíšťata zachytávají na hostiteli. Dalšími částmi každé nohy jsou chodidla (tarsus) s přísavkou a dvěma drápkami (SMRŽ 2013). Všechna klíšťata mají na svém tarzálním článku prvního páru nohou jamku, která je vyplněná smyslovými sensilami, tzv. Hallerův orgán. Ten jim napomáhá při vyhledávání hostitele (RYŠAVÝ 1989). Pomocí Hallerova orgánu vnímají teplo, CO₂ a vibrace (VOLF & HORÁK 2007).

4.2 Vyhledávání hostitele a výskyt klíšťat

Hladová klíšťata čekají na svého hostitele na rostlinách do 1 m (podle stádia), na konci stébla trávy či v křoví, s doširoka rozevřeným předním párem nohou, aby Hallerův orgán směřoval ven a mohl tak co nejlépe pracovat (REICHHOLF & STOREY 2003). Takto připravené klíště čeká do té doby, než se k němu hostitel přiblíží. Poté se rostliny pustí a přeleze na hostitele. Klíště nezačne sát ihned po přenosu na hostitele, ale hledá nejvhodnější místo pro své přisátí. Toto hledání může trvat až 36 hodin (BLAGBURN & DRYDEN 2000). Tato vlastnost se využívá při „vlajkování“ (RYŠAVÝ 1989). Larvy a nymfy na hostitele čekají většinou v trávě nebo hrabance (HUBÁLEK 2000).

Klíšťata nacházejí své hostitele několika způsoby. Některá klíšťata žijí na otevřeném prostranství a vylézají na vegetaci, kde čekají na svého hostitele. Jedná se o typ „lovu ze zálohy“, kdy klíšťata čekají na vegetaci a svého hostitele aktivně nevyhledávají, který se nazývá questing. Nymfy a dospělci u rodů jako *Rhipicephalus*, *Haemaphysalis* a *Ixodes* vylézají na vegetaci a čekají. Zachytí se na svém hostiteli pomocí předních nohou a pak na kůži vyhledávají vhodné místo pro sání krve. Vhodnými místy pro připevnění samice *Ixodes ricinus* na skotu je perineum (hráz), slabina a axilla (podpaží). Dospělá stádia rodů *Amblyomma* a *Hyalomma* jsou aktivní lovci. Pokud je hostitel v jejich blízkosti, „běží“ za ním po zemi a pronásledují ho. Obecné chování při vyhledávání hostitelů v otevřeném prostředí je popsáno jako exofilní. Mnoho zástupců rodu *Ixodes* tráví celý svůj životní cyklus v hostitelském hnízdě a připojují se na svého hostitele přímo z něj. Toto chování se nazývá endofilní. Pár druhů klíšťat, jako například klíště druhu *Rhipicephalus sanguineus*, se přizpůsobilo životu v obydlí lidí a parazitují na domácích zvířatech. Toto chování se nazývá domestikované (WALKER 2003). Bylo prokázáno, že klíšťata bodají do všech objektů, které zapáchají kyselinou máselnou a zároveň nemají teplotu nižší než 17 °C (NOVÁČKÝ & CZAKO 1987). Pro nalezení svého hostitele používají kairomony, které slouží k rozpoznání hostitele a k nalezení nejvhodnějšího místa pro sání na jeho těle (OGDEN *et al.* 1998). Kairomony jsou vylučovány hostitelem. Může se například jednat

o CO₂, který je vylučován dechem hostitele, amoniak produkovaný kůží, nebo kyselinu mléčnou. Klíště obecné má více hostitelů a pomocí kairomonů si může vybírat ty, o které má zájem (SONENSHINE 2004). Klíšťata si vybírají hostitele i podle věku. Je prokázáno, že napadají častěji starší zvířata, protože mají slabší obranný systém. Dále podle pohlaví, jelikož u některých druhů jsou častěji napadáni samci než samice i zamořenosti jedince roztoči díky feromonům. Například u ptáků jsou více napadány druhy, které hnízdí na zemi než v korunách stromů (NORTE *et al.* 2012).

V našich podmínkách se klíšťata vyskytují v biotopech lesů, křovin, parků, zahrad a pastvin s křovinami. Výskyt je ovšem vázán na přítomnost vhodných hostitelů, zvláště větších savců nutných pro imaga našich epidemiologicky významných druhů. Stanoviště klíšťat a přírodní ohniska nákaz rozlišujeme podle hlavních hostitelů imag na divoká (teriodická), v nichž je hostitelem dospělých zvířat zvěř (srnčí, vysoká, zajíc, liška, jezevec, ježek), a pastvinná (boskematická), kde obdobnou úlohu plní pasená domácí zvířata (skot, ovce a kozy). Předchozím typem jsou smíšená místa zaklíštění. Tato ekologická klasifikace se uplatňuje v epidemiologii některých zoonóz (například klíšťové encefalitidy nebo nákazy virem Bhandža) (HUBÁLEK 2000).

Klíšťata číhají na hostitele na vegetaci v různé výšce, a to hlavně podle toho, v jakém vývojovém stádiu se zrovna nachází. Imaga se vyskytují hlavně na keřích, nebo v bylinných a travních porostech do 1 m, larvy a nymfy se naopak ukrývají spíše v trávě. Klíšťata celkově tráví více času na zemi, potřebují tudíž prostředí s vyšší vlhkostí (SUBAK 2003). Vlhkost je důležitá hlavně pro nymfy, protože dospělci jsou větší, odolnější, s dostatečnou zásobou vody a energie, kterou získávají z krve (NORTE *et al.* 2012).

První aktivitu klíšťat můžeme zaregistrovat začátkem jara, jakmile se začne oteplovat okolní prostředí. Čím vyšší je teplota, tím je vyšší počet aktivních klíšťat. Vrcholné období jejich aktivity je mezi květnem a červnem. Teplota je sice vysoká, ale kompenzuje se dostatečně vlhkým prostředím. Léto je většinou pro klíšťata nepříznivé, protože klima začíná být sušší a vzduch ztrácí vlhkost a je teplý (RANDOLPH & STOREY 1999). Klíšťatům v tomto období hrozí smrt dehydratací a ztrácí své energetické zásoby. Larvy upadají do stavu strnulosti a hostitele téměř nevyhledávají, skrývají se pod nízkou vegetací, která si udržuje vlhkost. Nejvíce náchylné na dehydrataci jsou nymfy (SUBAK 2003).

Habitat výskytu klíšťat se skládá z rozmanitosti živých a neživých objektů v prostoru, ve kterém žijí, a záleží na tom, zda jsou vhodné či nevhodné k jejich přežití na dané lokalitě. Klíšťata jsou přizpůsobena dvěma extrémně kontrastním složkám jejich prostředí, a to fyzickému prostředí a prostředí jejich hostitelů. Klíšťata opouštějí své stávající fyzické prostředí, pokud na něm hrozí vysušení, hladovění, mráz, nebo když hrozí nebezpečí ze strany dravců, jako jsou mravenci nebo patogenní

houby. Tyto nepříznivé faktory omezují typ stanovišť, kde se daný druh bude vyskytovat a znalost typického fyzického habitatu daného druhu je vhodnou pomůckou pro jejich identifikaci. Výskyt hostitelů na určitém stanovišti ovlivňuje výskyt určitých druhů klíšťat a jejich adaptace na toto prostředí (WALKER 2003).

Mnoho druhů klíšťat je přizpůsobeno sezónním změnám klimatu v jejich zeměpisném rozmezí. V tropech se musejí klíšťata vypořádat s překonáním nepříznivého účinku prodlouženého období sucha. Podmínky suchého prostředí jsou zvláště nebezpečné pro klíšťata a jejich larvy, které jsou velmi náchylné na fatální vysychání. Přežití mnoha druhů se zvýší, mají-li sezónní cyklus, který snižuje tato rizika. Například druh *Rhipicephalus appendiculatus* v jižní Africe má mechanismy, které snižují aktivitu některých částí životního cyklu, takže reprodukce dospělců je na začátku jediné mokré sezóny a larvy se líhnou ke konci období dešťů, kdy je vlhkost nejvyšší. Znalost doby roku, kdy se pravděpodobně objeví dospělci určitého druhu na svých hostitelích, může napomáhat při jejich identifikaci (WALKER 2003).

4.3 Rozmnožování, vývojový cyklus a jednotlivá stádia

Ačkoliv samci fylogeneticky odvozenějších klíšťat (např. rody *Ixodes*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis*) krev nesají, přesto se s nimi můžeme na hostiteli setkat, protože právě zde dochází k jejich kopulaci se samicemi. Hostitelské tělo je totiž tím nejpravděpodobnějším místem vzájemného setkání opačných pohlaví (VOLF & HORÁK 2007). Sameček předává samičce pohlavní buňky tím, že zanoří svůj hypostom, ve kterém má nasáté vlastní pohlavní buňky, do jejího pohlavního ústrojí, které je umístěno mezi zadním párem nohou. (RYŠAVÝ 1989). Oplozená samice po úplném nasycení z hostitele odpadá. Naklade velké množství vajíček do trávy, listů, či do půdy a následně umírá. Samec zůstane po oplození samice na hostiteli i několik měsíců (JONGEJAN & UILENBERG 2004). Cyklus tedy zahrnuje tři hostitele a trvá v rozmezí jednoho až pěti let. Člověk se může stát hostitelem jakéhokoliv vývojového stadia (KADLÍKOVÁ 2007).

U většiny klíšťat se uskutečňuje rozmnožování přímo na hostiteli. U rodu *Ixodes* může rozmnožování proběhnout jak na hostiteli, tak i na vegetaci. Samci na hostiteli vyhledávají samice a páří se s nimi, zatímco samice sají. Přenášejí sáček spermatu (= *spermateca*) do pohlavních orgánů samice. Po oplození se oddělí od hostitele s dostatečným množstvím spermií uložených k oplodnění všech vajíček. Samice „těžkých“ klíšťat nakladou mnoho vajíček v jedné dávce (2 000 až 20 000 vajíček). Samice čeledi Argasidae kladou opakovaně malé svazky vajíček. Vajíčka všech druhů klíšťat jsou položena ve fyzickém prostředí, nikdy na hostiteli (WALKER 2003).

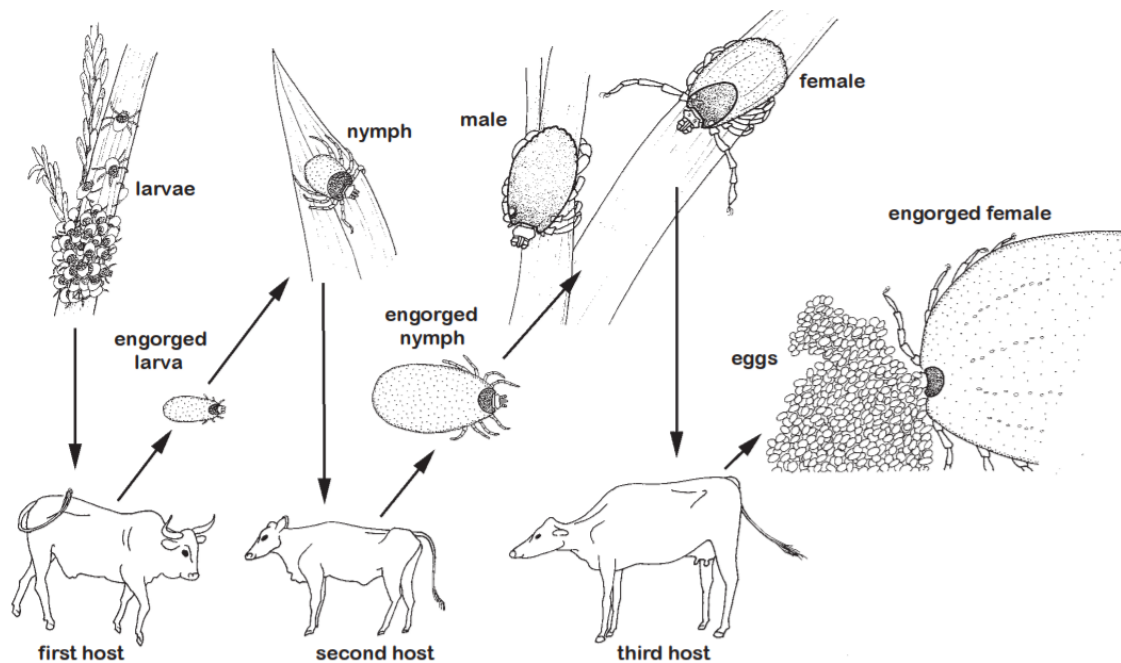
Malé šestinohé larvy číhají nejnižší při zemi a k dalšímu vývoji se musí nasát na drobných hlodavcích, ještěrkách, hmyzožravcích apod. Nymfy čekají na hostitele

výše na vegetaci a sají na větších hlodavcích, ptácích a dalších větších zvířatech. Nejvýše sedávají dospělci klíšťat, kteří sají na vysoké zvěři, domácích zvířatech a také lidech (LANGROVÁ 2007).

Všechna stádia sají krev, aby se mohla dál vyvíjet. Larvy sají 3 až 5 dní, dokud se ne naplní krví, nymfy 4 až 8 dní a samice 5 až 20 dní (WALKER 2003). K tomu potřebují různé druhy klíšťat různý počet hostitelů. Nejčastěji každé stádium po nasátí opouští hostitele a mimo něj se svléká do dalšího stádia. Potřebuje tak tři různé hostitele. Některé druhy však prodělávají svlékání při přechodu z larvy v nymfu, když jsou prisátí k hostiteli. Ojediněle některé druhy opouštějí hostitele v dospělosti a setrvávají tak na jediném hostiteli. Klíšťata se proto dělí na troj-, dvou-, či jednohostitelská (RYŠAVÝ 1989). Jednohostitelský cyklus je znám například u rodu *Boophilus*, jehož druhy žijí od larvy po imago trvale na skotu. Dvojhositelský cyklus je charakteristický například pro druhy *Rhipicephalus bursa* a *Hyalomma marginatum*. Nasáté larvy zůstávají na hostiteli a přeměňují se na něm v nymfy, ty po nasátí z hostitele odpadnou a po metamorfóze napadají jako imaga jiného hostitele. Trojhositelský cyklus je typický pro většinu našich klíšťat. Každé vývojové stadium při něm cizopasí na jiném hostiteli (HUBÁLEK 2000). Je to významný jev z hlediska přenosu nemocí (RYŠAVÝ 1989).

4.3.1 Tříhostitelský cyklus

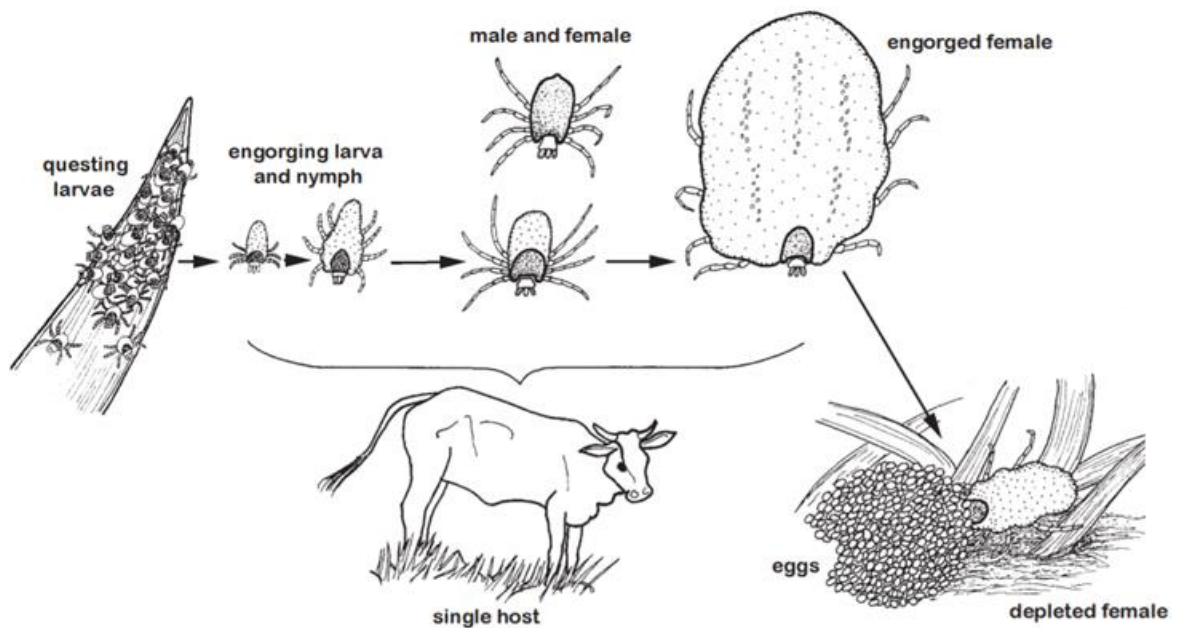
Nejčastějším typem životního cyklu je tříhostitelský cyklus (viz obrázek 1). Larvy se vyvíjejí ve vajíčkách, dokud nejsou připraveny k vylíhnutí, obvykle během několika týdnů. Larvy hledají hostitele, prisají se na něj a po nasátí dostatečného množství krve se odpojí a skryjí se v půdě nebo ve vegetaci. Metamorfují na nymfy. Nymfy mají stejný průběh svého cyklu jako larvy. Z nymfy se vyvine samec nebo samice. Samice se krmí jednou a po nasátí dostatečného množství krve a po oplození samcem naklade jednu obrovskou dávku vajíček. Vyčerpaná samice následně zahyne. Klíšťata, která se nedávno vylíhla z vajíček nebo se svlékla z larvy, mají měkké tělo a jsou neaktivní po celou dobu jednoho až dvou týdnů, dokud jejich vnější stěna těla neztuhne. Životní cyklus tříhostitelských klíšťat je pomalý a trvá od 6 měsíců do několika let (WALKER 2003).



Obrázek 1: Tříhostitelský cyklus (*Rhipicephalus*) (WALKER 2003)

4.3.2 Jedno - a dvouhostitelský cyklus

Jednohostitelský (viz obrázek 2) a dvouhostitelský cyklus je méně obvyklý. Těmito cykly prochází klíšťata z rodu *Rhipicephalus* a všechny podskupiny klíšťat druhu *Boophilus*. Vajíčka jsou uložena v půdě. Larvy se vylíhnou po několika týdnech vývoje a přelézají na vegetaci, aby hledaly hostitele. Po dokončení krmení zůstanou připojené k hostiteli a dochází k jejich metamorfózá. Nymfy se pak živí na stejném hostiteli a také zde zůstávají připojeny. Po dalším vývoji se z nymf stávají imaga a pak se živí na stejném hostiteli. Dospělci mění svou pozici výskytu na hostiteli, aby se mohli pářit. Všechna tři vývojová stádia se tedy krmí na jednom hostiteli. Životní cyklus klíšťat s jedním hostitelem je obvykle rychlý. Dvouhostitelský cyklus je podobný, ale pouze larvy a nymfy se živí na stejném hostiteli a dospělí sají na jiném hostiteli (WALKER 2003).



Obrázek 2: Jednohostitelský cyklus (*Rhipicephalus decoloratus*) (WALKER 2003)

4.4 *Ixodes ricinus* Linné, 1758 (klíště obecné)

Klíště obecné (*Ixodes ricinus*) dostalo své latinské druhové jméno na základě podobnosti nasáté samičky se semeny skočce obecného (*Ricinus communis*) (KAYSER 2005).

4.4.1 Rozšíření a výskyt

Jedná se o běžně se vyskytující druh, který zahrnuje téměř celou Evropu a je nejrozšířenějším klíštětem v České republice, která je svým geografickým charakterem velice příhodným biotopem pro výskyt nejčastějšího typu vektora v mírném pásu (BARTŮNEK 2013). Na východě a severovýchodě Evropy je vystřídáno příbuzným druhem *Ixodes persulcatus* (HUBÁLEK 2000). Malá populace se vyskytuje také v severní Africe, kde se krmí na ovcích a skotu. Tento druh byl jedním z prvních, který byl formálně popsán a byl intenzivně studován v Evropě kvůli své roli v přenosu široké škály patogenů pro domácí zvířata a lidi (WALKER 2003).

Můžeme ho najít hlavně ve smíšených lesích, travnatých plochách, ale i v listnatých a jehličnatých lesích, dokonce i na zahradách. Pro výskyt klíštěte obecného je nejdůležitější teplota, která má vliv hlavně na vývoj vajíček a rychlost metamorfóz, a vlhkost vzduchu, která se musí pohybovat delší dobu okolo 80 %. Pokud je nižší, klíštěti hrozí vyschnutí a následný úhyn, popřípadě narušení vývoje. Změny vlhkosti mají vliv také na chování klíštěte, když čeká na hostitele. Pokud nejsou příhodné podmínky, klíště se skrývá a na hostitele nad zemí nečíhá. Pokud je vlhkost vzduchu příliš nízká, klíšťata se zahrabávají do půdy. Klíšťata jsou také schopna upadat do stádia strnulosti, které se nazývá quiescence. Pomocí tohoto stádia přečkávají suchá letní období. Jak již bylo zmíněno, teplota ovlivňuje rychlost metamorfóz larev

a nymf. Vývoj je rychlejší, čím vyšší je teplota. Pokud je klíště vyvíjeno v laboratorních podmínkách, tak teplota pro vývoj larev je stanovena na 7 °C. Je prokázáno, že při 10 °C trvá vývoj larev 250 dní, jakmile se ale zvýší teplota na 25 °C, vývoj trvá pouze 36 dní. Dalším faktorem, který ovlivňuje výskyt klíštěte, je i nadmořská výška. S rostoucí nadmořskou výškou totiž klesá teplota. S každými 100 metry nadmořské výšky klesá teplota průměrně o 0,65 °C ve střední Evropě. Bylo prokázáno, že horní hranice výskytu druhu *Ixodes ricinus* se od 50. let 20. století posunula směrem nahoru. V 50. a 60. letech 20. století se horní hranice výskytu klíšťat pohybovala mezi 700 až 800 m. n. m. Koncem 90. let horní hranice výskytu stoupla až na výšku 1100 m. n. m. (MATERNA 2012).

První dospělá stádia klíšťat jsou aktivní v březnu a v dubnu (HUBÁLEK 2000), protože imaga začínají být aktivní při teplotě 3,5 °C. Největší výskyt se zaznamenává v květnu a v červnu. V letních měsících (v červenci a v srpnu) jejich počet dosti klesá z důvodu vysokých teplot a z nebezpečí dehydratace. Na podzim přichází jejich druhé početní maximum, kdy se jejich počty opět zvyšují (JÍROVEC 1977). Při zjišťování počtů klíšťat musíme vždy počítat s menšími odchylkami v závislosti na podobě krajiny, na aktuálních meteorologických podmínkách, nadmořské výšce. Početní maximum může být tedy i jednovrcholové s maximem na konci jara (ROSICKÝ *et al.* 1979). Za příznivých podmínek je možné klíšťata nalézt i v zimním období (RYŠAVÝ 1989).

4.4.2 Popis

Klíště obecné je středně velké klíště. Je ponejvíce červenavě zbarvené, jindy žlutavě a po nasátí šedavé, s tmavým až černým štítem. Samci měří kolem 2,2 mm až 2,5 mm a samice mají až 3,5 až 4,5 mm. Dospělci a nymfy, které jsou asi 1 mm dlouhé, mají čtyři páry končetin, zatímco larvy, asi 0,5 mm dlouhé, mají pouze tři páry končetin (KAYSER 2005). Zjevným unikátním rysem tohoto rodu je anální drážka, která prochází přední částí konečnicku. Tato charakteristika je nejjasnější u samic, u samců prochází anální drážka mezi velkými plochými ventrálními deskami (WALKER 2003). Rod *Ixodes* nemá oči (RYŠAVÝ 1989). Pokud samice dosáhne plného objemu při sání krve, její velikost může dosáhnout až 11 mm (LÝSEK 1969). Klíště obecné zvětší nasáním krve svou váhu až 223x (DOGEL 1961).

4.4.3 Životní cyklus a jednotlivá stádia

Životní cyklus klíštěte obecného je trojhostitelský. Jednotlivá stádia čekají na hostitele různě vysoko (nejníže larvy, nejvýše dospělci). Z toho také vyplývá, na jakých skupinách hostitelů stádia sají (RYŠAVÝ 1989). Nejniže při zemi čekají šestinohé larvy a k dalšímu vývoji se musí nasát například na drobných hlodavcích a hmyzožravcích, ale jsou případy, kdy byly přisáté i na ještěrkách či ptácích. Výše na vegetaci již na hostitele číhají nymfy a sají hlavně na větších hlodavcích, ptácích, dalších větších zvířatech a příležitostně se přisávají i na člověka. Nejvýše vylézají a číhají dospělci klíšťat, kteří sají (samice) na vysoké zvěři, domácích zvířatech a samozřejmě

také na lidech (LANGROVÁ 2007). Každé stádium se vyvíjí přibližně 1 rok. Celý vývoj klíštěte obecného tedy trvá tři roky (rozsah 2-6 let, v závislosti na klimatu, počasí a přítomnosti hostitelů) (RYŠAVÝ 1989). Všechna stádia jsou schopna v hladovém nebo nasátém stavu přezimovat (HUBÁLEK 2000).

4.4.4 Klíšťata jako vektor

Klíšťata jsou vektory různých patogenních onemocnění, ale samotné přisátí klíštěte není pro člověka patogenní. Jakmile se tedy klíště přisaje, mělo by být co nejrychleji odstraněno. Za nejvhodnější metodu odstranění klíštěte je považováno uchopení jeho hlavičky pinzetou, co nejbližše kůži a následné trhnutí. Není doporučováno klíštětem kroutit, protože by mohlo dojít k vyloučení obsahu střev s patogenními agens do těla hostitele. Za neúčinné je považováno i použití vazelíny, alkoholu, laku na nehty i jiných látek. Je doporučováno před odstraněním klíštěte okolí rány dezinfikovat. Pokud po vytrhnutí těla klíštěte zůstane v ráně hlavička, je nutné ránu často dezinfikovat a samotná hlavička po pár dnech sama vyhnisá a odpadne (BLAGBURN & DRYDEN 2000).

I když všechny druhy klíšťat sají krev, pouze 10 % z nich přenáší patogenní agens na člověka (MATĚJOVSKÁ 2007). Nejvýznamnějšími přenašeči jsou klíšťata dvojhostitelská a trojhostitelská, která nebývají původcem onemocnění nijak poškozena a mohou se dále vyvíjet a zůstat infikována. Onemocnění, která přenáší klíšťata, jsou onemocnění tzv. antropozoonotická (HUBÁLEK 2000). Z nakaženého hostitele se patogeny dostávají do klíštěte a při dalším sání tohoto nakaženého parazita se slinými žlázami, dostávají do nového hostitele (JONGEJAN & UILENBERG 2004). Látky obsažené ve slinách usnadňují přenos patogenů, tj. slinami aktivovaný přenos (transovariální infekce) (NUTTALL & LABUDA 2004). Tyto infekce se nachází asi jen u 1 procenta. Pokud by tomu tak nebylo, museli bychom počítat s promořeností klíšťat danými onemocněními (HUBÁLEK & RUDOLF 2007). Klíšťata přenáší různé druhy mikroorganismů, prvoků, rickettsií, spirochét i virů. V České republice je klíště vektorem lymfské boreliózy a klíšťové encefalitidy. Problémem je, že tyto patogeny jsou schopné vertikálního přenosu. To znamená, že infikovaná samice, předává své patogeny potomkům (VOLF & HORÁK 2007). Dalšími rozšířenými antropozoonózami jsou ehrlichioza, babezióza, bartonelóza či tularemie (KRAUS *et al.* 2003).

Původci těchto infekčních onemocnění se vyskytují pouze v endemických oblastech (= trvale se vyskytující jen na určitém místě). Tyto oblasti se zjišťují různými způsoby. Za nejjednodušší způsob můžeme považovat lokalizaci a registraci klinických případů onemocnění. Lze ale použít pouze při nízké míře očkovanosti obyvatelstva. Protože pokud je míra očkovanosti populace vysoká, klesá počet klinických případů onemocnění. Další metodou je vyšetření klíšťat, zda neobsahují určité původce. Tato metoda, kdy se zjišťuje procentuální množství infikovaných klíšťat, je jediná, která vypovídá o riziku nakažení člověka a výsledky nejsou ovlivněny nebo zkresleny očkovaním. Třetím postupem je zjišťování přítomnosti specifických protilátek proti

původcům infekce. Zjišťování prevalence protilátek se dělá u zvířecích hostitelů a člověka (KIMMIG 2000).

Přírodní ohniskovost nálezů má čtyři hlavní složky. Nejdůležitější složkou je samotný původce onemocnění, tzv. mikrobiální patogen. Další hlavní složkou je obratlovec – hostitel a hematofágní členovec (hmyz či roztoč) – přenašeč (neboli vektor). Důležitou složkou pro ohniskové šíření nákazy je i biotop a faktory vnějšího prostředí, které zprostředkovávají průběh koloběhu patogena (HUBÁLEK 2000).

4.4.5 Příjem potravy, sliny

Jako každý jiný živočich, potřebuje i klíště specifickou potravu (hlavně krev), která je důležitá pro růst, metamorfózu, rozmnožování a celkově k všeobecné existenci. Klíště přijímá potravu v několika krocích (WALADE & RICE 1982). Nejprve musí vyhledat hostitele. Tato fáze se nazývá apetence a nejvíce při něm klíště využívá pachy, otřesy i stíny. Jakmile hostitele najde, přichytí se na jeho srst či kůži (= adherence). Další fází je průzkum. Klíště hledá nejvhodnější místo na těle hostitele, kde by se nejlépe přisálo. Jakmile takové místo najde, zasune své ústní ústrojí do epidermis a dermis hostitele (= penetrace) a hypostom se zafixuje v ráně. Následuje samotné přijímání potravy (sání krve). Klíště ze začátku sají jen malé množství krve, a poté už ve velkém množství (= fáze hltání). Po nasátí dostatečného množství krve klíště uvolní ústní ústrojí z hostitelovy pokožky a následně odpadává (ANDERSON & MAGNARELLI 2008).

Klíšťata mají celkem pomalý proces krmení v porovnání s jinými hematofágními členovci (např. komáři). Tento pomalý proces je spojen s neustálou potřebou tvorby nových a nových kutikul, které musí pojmout neustále se zvyšující objem krve. Za prvních 24 hodin, po začátku krmení, klíště zvýší svou hmotnost jen nepatrně. V průběhu dalších dnů se příbytek jeho hmotnosti postupně zvyšuje, až dojde k rychlému nárůstu hmotnosti během posledního dne sání. Po nasátí dostatečného množství krve může plně nasátá samice vážit až 120 x více než byla její původní hmotnost. Celkový příjem krve může být ale ještě 2-3 x větší než hmotnost klíštěte po nakrmení, protože se stejné množství vody vylučuje při krmení zpět do hostitele (ANDERSON & MAGNARELLI 2008).

Během sání krve klíště produkuje sliny, které zabraňují srážení krve. Také potlačuje zánětlivé reakce hostitele. Sliny se skládají z velkého množství enzymů, jako jsou fosfatázy apyrázy, dále jsou ve slinách přítomné sloučeniny s imunomodulačním, vazodilatačním a antihemostatickým účinkem. Fosfatázy apyrázy ničí ADP. ADP se uvolňuje z degranulujících destiček nebo z poškozených buněk (VOLF & HORÁK 2007). Hostitelovou odpovědí na útok klíštěte je zejména produkce protilátek, komplementu, antigen prezentujících buněk a T lymfocytů (ANDERSON & MAGNARELLI 2008).

4.4.6 Trávení

Nejdůležitější část trávicí soustavy klíšťat tvoří střevo (= mesenteron), jehož epitel tvoří trávicí buňky, na kterých probíhá trávení. Do lumen střeva jsou vypuzovány staré trávicí buňky, které jsou zahlceny nestrávenými zbytky. Postupně jsou nahrazeny novými buňkami (VOLF & HORÁK 2007).

U většiny členovců je trávicí proces extracelulární, zatímco klíšťata mají trávení intracelulární. Trávicí procesy probíhají ve specializovaných trávicích vakuolách trávicích buněk (FRANK *et al.* 2010). Nejprve dochází k zahuštění krve a odstranění vody. Voda představuje pro nasátého parazita nepříjemnou a zbytečnou zátěž, která zabírá v trávicím traktu místo proteinům. Voda je proto rychle absorbována epitelem mesenteronu a přes hemolymfu a malpighické trubice vylučována z rekta ven (VOLF & HORÁK 2007). V nenasátém klíšťeti je mesenteronový epitel tvořen nediferenciovanými kmenovými buňkami a několika diferenciovanými trávicími buňkami, které zůstaly v těle jako pozůstatek z nymfálního stadia (FRANK *et al.* 2010). Jedná se o proces diureze. Díky tomuto procesu může parazit během několika minut snížit váhu a objem nasáté krve o více než jednu třetinu. Část vody může vyloučit již během sání a přijmout o to více krevních proteinů. Po zahuštění krevní potravy následuje v mesenteronu hemolýza erytrocytů a pak vlastní trávení hydrolytickými enzymy. Proteiny krve jsou nejprve štěpeny endopeptidázami. Hlavními enzymy jsou trypsin a chymotrypsin. Výsledkem jejich aktivity jsou peptidické štěpy a ty se dostávají přes peritrofickou matrix a jsou dále zpracovávány exopeptidázami. Ty štěpí peptidy. Krátké peptidy jsou pak vstřebávány do lysosomů epitelových buněk. Aktivita většiny proteáz narůstá po nasátí krve či roztoku proteinů. Regulace exprese může probíhat na úrovni translace či transkripce. Proteázy přenašečů hrají významnou úlohu při přenosu infekčních onemocnění. Mohou patogeny zabít nebo jsou naopak potřebné ke spuštění dějů, které umožní patogenu pokračovat v životním cyklu. Aminokyseliny získané z krve jsou použity pro vývoj oocytů. Proto je trávení krve spojené s vývojem ovaríí. Tento jev se nazývá gonotrofický cyklus (VOLF & HORÁK 2007).

4.4.7 Feromony

Pro ekologii a přežití klíštěte jsou důležité feromony. Jedná se o chemické látky, které ovlivňují chování jedince stejného druhu a klíšťata si je sami uvolňují. Existují tři hlavní kategorie feromonů: shromažďovací feromony, feromony vylučované samicí při sání a sexuální feromony (ANDERSON & MAGNARELLI 2008).

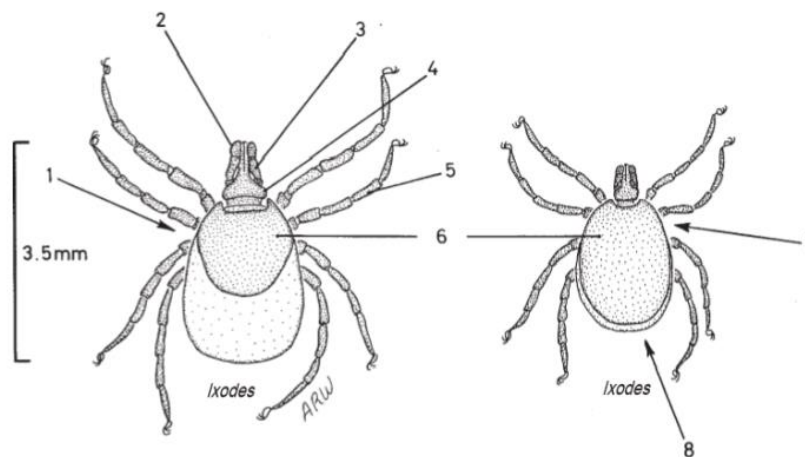
Shromažďovací feromony jsou vylučovány volně žijícími klíšťaty. Klíšťata jsou schopná díky nim se hromadit v jedné oblasti, hlavně v místech, kde se vyskytují hostitelé klíšťat, dále v trhlínách, štěrbinách, v jeskyních. Jejich hlavní funkcí je napomáhání vyhledávání hostitele, také napomáhají páření, a umožňují celkové přežití. Feromony, které vylučuje samice při sání krve, navádějí samce na určitá místa na hostiteli, aby se mohl následně spářit se sající samicí. Páření pak dále usnadňují

sexuální feromony (ANDERSON & MAGNARELLI 2008). Jako feromony mohou sloužit různé látky. Látky od vysoce těkavých molekul (např. methyl salicyl, o-nitrofenol, 2,6 - dichlorofenol), až po kontaktní netěkavé feromony (např. ekdysteroidy, cholesterylové estery). Největší vzdálenost působení feromonů klíšťat je 10 až 15 metrů, ale některé dokáží působit jen několik centimetrů. Nejdůležitějším orgánem pro rozpoznávání feromonů je Hallerův orgán, který svými čichovými senzily rozpoznává různé chemické podněty (např. NH₃, CO₂, H₂S) (SONENSHINE 2004).

4.5 Další vybraní zástupci čeledi Ixodidae

4.5.1 Rod *Ixodes*

Mezi vybrané zástupce rodu *Ixodes* (viz obrázek 3) patří druhy *Ixodes hexagonus* a *Ixodes scapularis*, *Ixodes persulcatus*.



Obrázek 3: Rod *Ixodes*; samice z dorzální strany (nalevo), samec z dorzální strany (napravo) (WALKER 2003)

4.5.1.1 *Ixodes hexagonus* Leach, 1815 (klíště ježčí)

Klíště ježčí je rozšířeno v Evropě, v části severní Afriky, a i v České republice. Výskyt těchto druhů klíšťat je vázán na nory a hnízda svých hostitelů. Mezi hlavní hostitele patří šelmy (kunovité a psovitě) a ježci. K masivnímu napadení všemi vývojovými stadii dochází nejčastěji u norníků, kteří se dostanou do nor jejich hostitelů (MACEK 2006). Klíště ježčí je přenašečem bakterie *Borrelia burgdorferi* v Německu (HUBÁLEK 2000).

4.5.1.2 *Ixodes scapularis* Say, 1821 (syn. *I. dammini*)

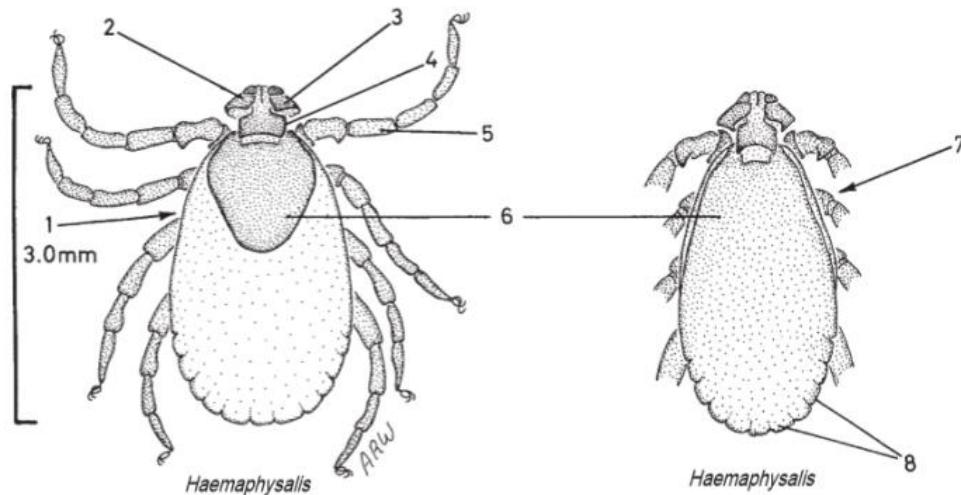
Je z komplexu *I. ricinus* známo jako přenašeč bakterie *Borrelia burgdorferi*, *Ehrlichia phagocytophila* s.l. a prvoka *Babesia microti* na východě USA (HUBÁLEK 2000).

4.5.1.3 *Ixodes persulcatus* Schulze, 1930

Nachází se východně od Uralu. Je zvláště hojný v tajze na Dálném Východě. Přenáší na člověka virus tzv. jarně letní encefalitidy. Virus se dostává do klíšťat při sání krve divoce žijících savců a ptáků (DOGEL 1961).

4.5.2 Rod *Haemaphysalis*

Mezi vybrané zástupce rodu *Haemaphysalis* (viz obrázek 4) patří druhy *Haemaphysalis concinna*, *Haemaphysalis punctata*, *Haemaphysalis inermis*, *Haemaphysalis spinigera*.



Obrázek 4: Rod *Haemaphysalis*; samice z dorzální strany (nalevo), samec z dorzální strany (napravo) (WALKER 2003)

4.5.2.1 *Haemaphysalis concinna* C. L. Koch, 1844 (klíšť lužní)

Klíšť lužní se vyskytuje i v České republice, a to zejména v povodí Moravy a Dunaje, v teplejších, vlhčích listnatých a smíšených lesích mírného pásu. V našich podmínkách nemá zřejmě význam pro přenos chorob. Na Dálném Východě přenáší jaroletní encefalitis a klíštěcí skvrnivku (LÝSEK 1969). Je to hnědý druh, o něco menší než klíště obecné. Má nápadně zkrácenou gnathosomu, která se do stran rozšiřuje. Nemá oči. Jedná se také o trojhostitelské klíště s podobným životem jako klíště obecné (RYŠAVÝ 1989). Dorůstá velikosti od 3,5 do 5 mm a samice mohou být po nasátí až 10 mm velké (DEPLAZES 2012). Dospělci jsou aktivní od dubna do srpna, larvy od května do října, nymfy od dubna do října. Celý cyklus trvá 3 roky. Larvy a nymfy parazitují na ptácích a drobných savcích, dospělci pak na velkých savcích (napadají jelenovité, zejména srnky, dále zajíce, skot, koně, psi a kočky). Člověk bývá napadán samicemi a nymfami, ale pouze zřídka (GODDARD 2012). Je znám jako přenašeč viru klíšťové encefalitidy a bakterie *Rickettsia sibirica* (HUBÁLEK 2000).

4.5.2.2 *Haemaphysalis punctata* G. Canestrini & Fanzago, 1877 (klíšť stepní)

Rozšířen v Evropě, severní Africe a Přední Asii. V České republice se nevyskytuje. Nejbliže k nám je na jižním a jihovýchodním Slovensku. Jeho stanoviště jsou podobná jako u pijáka stepního. Dospělci jsou aktivní od března do června a pak v říjnu, larvy od května do srpna, a nymfy od dubna do června a od srpna do října. Trojhostitelský cyklus na ptácích, drobných i velkých savcích trvá obvykle 3 roky. Člověk bývá napadán zřídka, a to nymfami a imagy. Klíšť stepní byl prokázán jako přenašeč virů klíšťové encefalitidy, Bhandža a Tribeč, bakterie *Coxiella burnetii*, a protozoárních patogenů zvířat (*Babesia*, *Theileria*) (HUBÁLEK 2000).

4.5.2.3 *Haemaphysalis inermis* Birula, 1895 (klíšť lesostepní)

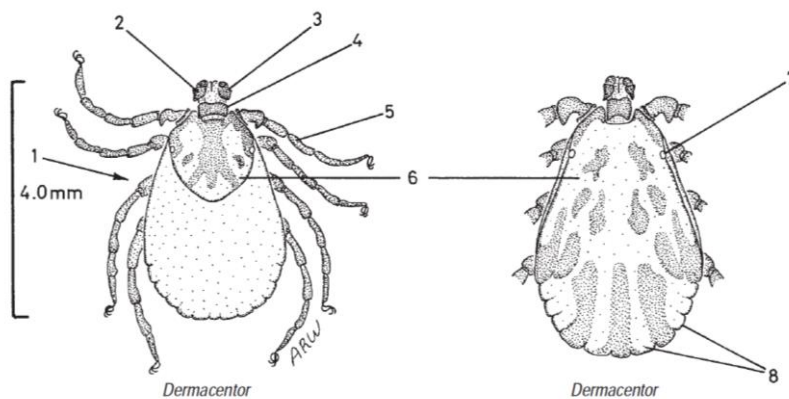
Nachází se v jihovýchodní Evropě. V České republice ho nenajdeme. Obývá biotopy lesostepního charakteru, pastviny a okraje lesů. Dospělci jsou aktivní od října do května (kromě zimy), larvy od konce května do srpna, a nymfy od dubna do června a pak od srpna do října. Celý jeho trojhostitelský vývoj trvá 2 až 3 roky. Larvy a nymfy klíšťe lesostepního sají na ještěrkách a drobných savcích. Imaga a nymfy na velkých domácích savcích. Člověka napadají vzácně jen samice. Může přenášet virus CEE (HUBÁLEK 2000).

4.5.2.4 *Haemaphysalis spinigera* Neuman, 1897

Můžeme ho najít v Indii v ekosystému tropického pralesa, kde parazituje na malých i velkých obratlovcích (opice i člověk). Jedná se o hlavního vektora viru KFD. Na cirkulaci v přírodním ohnisku nákazy se podílejí do značné míry i další druhy tohoto rodu, nenapadají však člověka (*H. turturis*, *H. wellingtoni*). Druh *H. intermedia* je vektorem viru Bhandža v Indii (HUBÁLEK 2000).

4.5.3 Rod *Dermacentor*

Mezi vybrané zástupce rodu *Dermacentor* (viz obrázek 5) patří druhy *Dermacentor reticulatus*, *Dermacentor andersoni*, *Dermacentor marginatus*.



Obrázek 5: Rod *Dermacentor*; samice z dorzální strany (nalevo), samec z dorzální strany (napravo) (WALKER 2003)

4.5.3.1 *Dermacentor reticulatus* Fabricius, 1794 (piják lužní)

Vyskytuje se v povodí Moravy a Dunaje. Jedná se o hlavního přenašeče původce tularémie (LÝSEK 1969). Je rozšířen hlavně v Eurasii, hlavně v teplejších a vlhčích oblastech. Upřednostňuje křovinaté biotopy, okraje lužních lesů a tzv. „hrúdy“ (vyvýšené polohy aluvia) (HUBÁLEK 2000). Piják lužní je o něco větší druh než klíště obecné. Samci dosahují velikosti okolo 4-5 mm, samičky mohou mít dokonce až 16 mm, když jsou plně nasáté. To činí z pijáků náš největší druh čeledi Ixodidae (VOLF & HORÁK 2007). Na jeho štítku se nachází bělavé skvrny připomínající smalt (křemičitá tavenina příbuzná sklu). Jiné rody našich klíšťat tento znak postrádají. Na bocích štítku mají oči (KRATOCHVÍL 1973). Jedná se o typické trojhostitelské klíště, podobně jako klíště obecné. Jeho vývoj trvá zpravidla jen jeden rok. V dospělosti napadá jen domácí či divoká zvířata (RYŠAVÝ 1989). Imaga se objevují od března do května a pak až v září a říjnu, zatímco larvy a nymfy jsou aktivní od června do srpna (HUBÁLEK & RUDOLF 2007). Člověka napadá vzácně. Je znám jako přenašeč virů CEE a OHF, bakterie *Rickettsia sibirica*, *R. conori*, *Francisella tularensis*. Také je vektorem piroplazmózy zvířat (*Babesia*, *Nuttallia*) (HUBÁLEK 2000).

4.5.3.2 *Dermacentor andersoni* Stiles, 1908

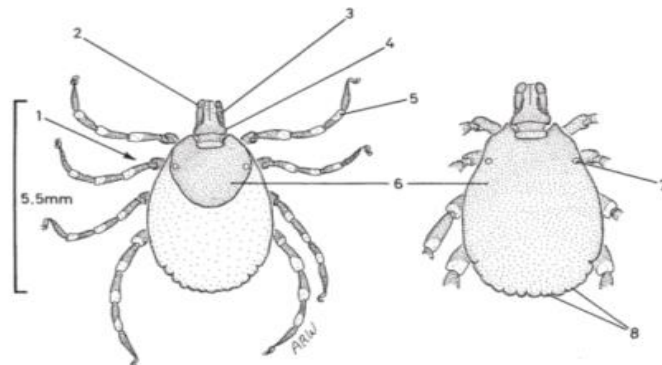
Rozšířen v Severní Americe. Cizopasí na syslech a dalších hlodavcích. Přenáší bakterii *Rickettsia rickettsii*, viry Powassan a CTF (HUBÁLEK 2000).

4.5.3.3 *Dermacentor marginatus* Sulzer, 1776 (piják stepní)

Piják stepní je rozšířen v Eurasii. U nás se nevyskytuje, ale nalezneme ho na jihovýchodním Slovensku. Pohybuje se na stepních a lesostepních biotopech, na nichž se objevují imaga od března do května a pak až v září a říjnu, zatímco larvy a nymfy od června do srpna. Jedná se o trojhostitelský druh (HUBÁLEK 2000). Z vajíčka se líhne larva, která saje na prvním hostiteli, kterým je většinou drobný hlodavec. Hostiteli dalšího stadia, nymfy, bývají pak již větší obratlovci, například zajíci, ježci, veverky, psi nebo kočky. Po metamorfóze z nymfy na imago dochází k sání na posledním hostiteli, kterým bývá již větší zvíře, jako jelen, srnec, liška, ale také pes či kočka (SONENSHINE 2014). Člověka napadá málokdy. Celý vývoj obvykle trvá 1 rok. Piják stepní je prokázán jako přenašeč virů CEE, CCHF, Bhandža, bakterie *Coxiella burnetii*, *Rickettsia sibirica*, *R. slovacae*, *R. conori*, *Francisella tularensis* a navíc krevních parazitů domácích zvířat (*Babesia*, *Nuttallia*, *Anaplasma*) (HUBÁLEK 2000).

4.5.4 Rod *Hyalomma*

Mezi vybrané zástupce rodu *Hyalomma* (viz obrázek 6) patří druh *Hyalomma marginatum*.



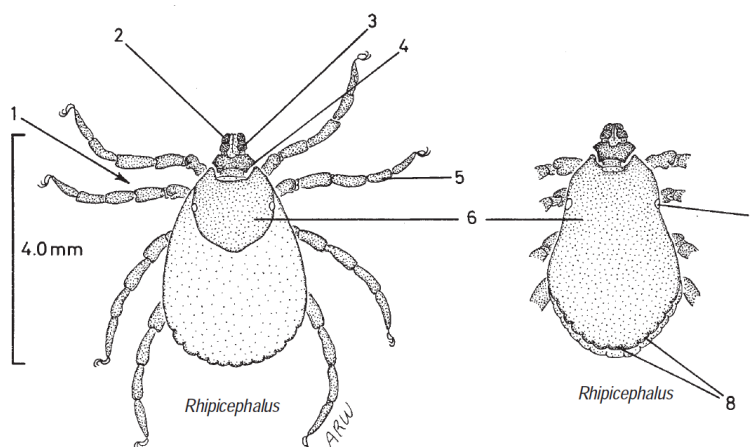
Obrázek 6: Rod *Hyalomma*; samice z dorzální strany (nalevo), samec z dorzální strany (napravo) (WALKER 2003)

4.5.4.1 *Hyalomma marginatum* Koch, 1844

Nachází se v jižní Eurasii. Do střední Evropy bývají občas zanášeny nymfy tažnými ptáky. Má trojhostitelský cyklus a napadá malé hlodavce a ptáky, dospělci se přisávají na domácí a divoké savce. Intenzivně napadá i člověka. Je důležitým přenašečem virů CCHF, Bhandža, WN a Dhori. Tyto a další arboviry Thogoto a Dugle přenášejí i jiní zástupci rodu *Hyalomma*: *H. truncatum* (v Africe), *H. anatolicum* (ve střední Asii a Africe), *H. dromedarii* (v jižní a Asii a Africe) a *H. impeltatum* (v Africe). Mnohé druhy rodu *Hyalomma* přenášejí navíc krevní parazity domácích zvířat (*Babesia*, *Nurrallia*) (HUBÁLEK 2000).

4.5.5 Rod *Rhipicephalus*

Mezi vybrané zástupce rodu *Rhipicephalus* (viz obrázek 7) patří druhy *Rhipicephalus sanguineus* a *Rhipicephalus bursa*.



Obrázek 7: Rod *Rhipicephalus*; samice z dorzální strany (nalevo), samec z dorzální strany (napravo) (WALKER 2003)

4.5.5.1 *Rhipicephalus sanguineus* Latreille, 1806

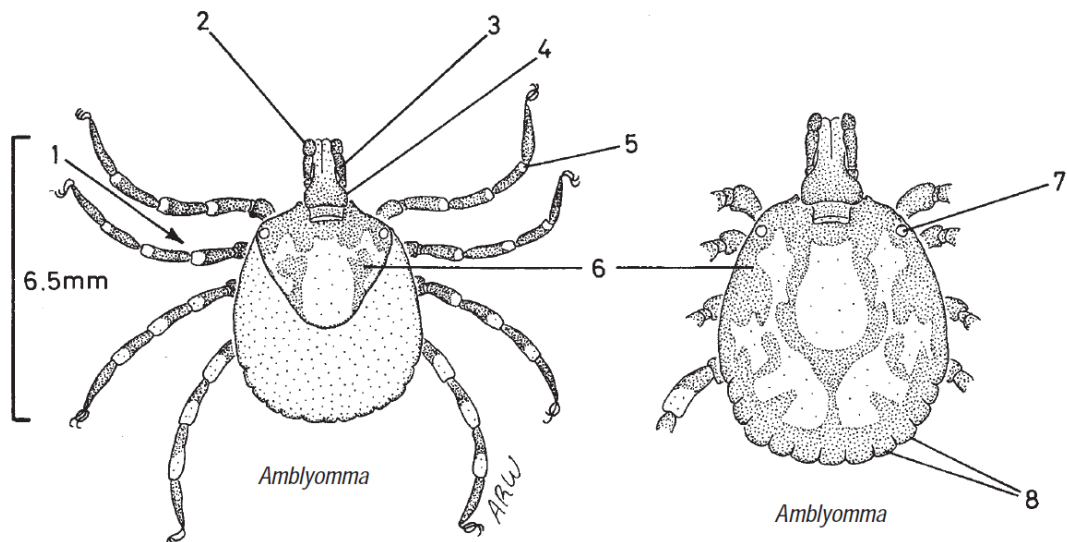
Tento druh je rozšířen v jižní Evropě. V České republice ho nenajdeme, ale může být příležitostně indukován na psech z Mediteránu. Má trojhostitelský cyklus a ve stadiu dospělce napadá hlavně domácí zvířata, ale může napadnout i člověka. Jedná se o vektor bakterie *Rickettsia conorii* a *Coxiella burnetii*. Na psy, koně a ovce přenáší některé protozoární parazity: prvoci *Babesia*, *Nuttalia* a *Theileria* (HUBÁLEK 2000).

4.5.5.2 *Rhipicephalus bursa* Canestrini & Fanzago, 1878

Jedná se o významného dvouhostitelského parazita, který se přisává na domácí zvířata v jižní Evropě a střední Asii. Přenáší viry Thogoto, Bhandža a prvoka *Babesia ovis* (HUBÁLEK 2000).

4.5.6 Rod *Amblyomma*

Mezi vybrané zástupce rodu *Amblyomma* (viz obrázek 8) patří druh *Amblyomma variegatum*.



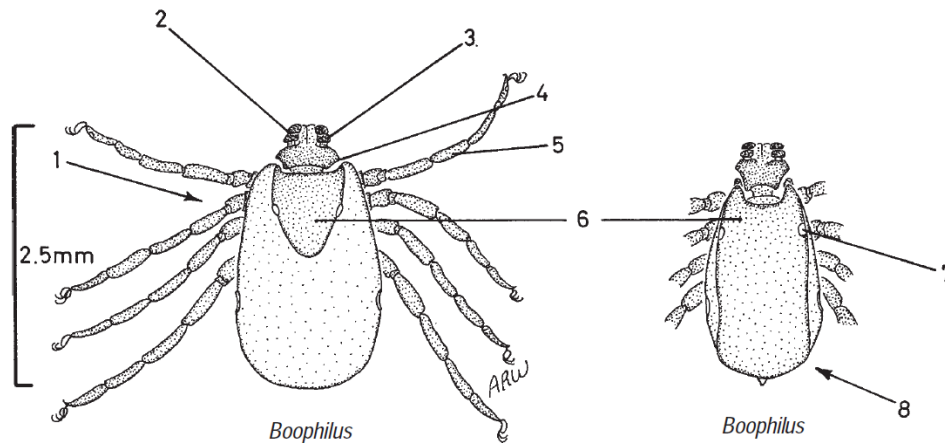
Obrázek 8: Rod *Amblyomma*; samice z dorzální strany (nalevo), samec z dorzální strany (napravo) (WALKER 2003)

4.5.6.1 *Amblyomma variegatum* Fabricius, 1794

Amblyomma variegatus je běžné africké jednohostitelské klíštatě parazitující na skotu. Přenáší viry CCHF, Bhandža, Dugbe, Thogoto a další patogeny člověka i zvířat (HUBÁLEK 2000).

4.5.7 Rod *Boophilus*

Mezi vybrané zástupce rodu *Boophilus* (viz obrázek 9) patří druhy *Boophilus annulatus* a *Boophilus decoloratus*.



Obrázek 9: Rod *Boophilus*; samice z dorzální strany (nalevo), samec z dorzální strany (napravo) (WALKER 2003)

4.5.7.1 *Boophilus annulatus* Say, 1821

Žije v Asii a v Americe na skotu. Přenáší viry CCHF a Bhandža, dále prvoka *Babesia bigemina* (jedná se o původce těžké piroplazmózy skotu – „texaská horečka“) (HUBÁLEK 2000).

4.5.7.2 *Boophilus decoloratus* Koch, 1844

Boophilus decoloratus je běžné africké jednohostitelské klíšťatě parazitující na skotu. Přenáší stejně jako *Amblyomma variegatus* viry CCHF, Bhandža, Dugbe, Thogoto a další patogeny člověka i zvířat (HUBÁLEK 2000). Za tři týdny, pokud žije na skotu od stadia larvy až po dospělou samici, zvětší svou váhu až deset tisíckrát (DOGEL 1961).

5 NÁKAZY PŘENÁŠENÉ DRUHEM *IXODES RICINUS* V ČR

5.1 Lymeská borelióza

Lymeská borelióza je považovaná za jedno z nejčastěji se vyskytujících onemocnění v mírném pásu severní polokoule, kterou přenáší členovci. Jedná se o onemocnění způsobené vláknitými bakteriemi *Borrelia burgdorferi* (spirochety), které pronikají přes kůži do krevního oběhu a odtud se dostávají do různých orgánů. Tato bakterie se přenáší na člověka i zvířata klíšťaty. V klíštěti se *Borrelia burgdorferi* pomnoží, a jakmile se klíště přichytí na hostiteli a začne sát krev, bakterie se ve velkém množství přenesou do těla hostitele přes poškozenou kůži. V těle hostitele můžeme tyto bakterie konkrétněji najít v kůži, v kloubech, srdci i v nervovém systému (BARTŮNEK 2013). U klíšťat se bakterie nachází v žaludku, ve slinách a v hemolymfě. Dalšími členovci, kteří přenáší toto onemocnění, jsou také mouchy, moskyti a další druhy hematofágního hmyzu (BEDNÁŘ *et al.* 1994). Mezi hlavní rezervoáry této bakterie v přírodě jsou různé druhy malých hlodavců a ptáků. Co se týče velkých zvířat, tak ta jsou ve velké míře proti samotné nemoci většinou málo citlivá. Velké množství larev klíšťat (až 75 %), sajících z nakaženého zvířete, se infikuje (SEDLÁK & TOMŠÍKOVÁ 2006). Velmi důležitá pro přenos bakterií *Borellia* je doba sání klíštěte na hostiteli. Čím delší je doba sání, tím je riziko onemocnění vyšší (HUGLI *et al.* 2009). Proto je důležité, zároveň i preventivní rychlé odstranění přisátého klíštěte, dále dezinfekce okolí rány, a i vyšetření živého klíštěte na přítomnost spirochét.

V letních měsících (hlavně v červnu a červenci) se objevují první stádia onemocnění (KRAUS *et al.* 2003), a to s velkou pravděpodobností souvisí i s životním cyklem klíštěte obecného. *Ixodes ricinus* začíná být totiž aktivní hlavně v březnu a jeho největší četnost výskytu je v dubnu a v květnu, proto v těchto měsících dochází nejčastěji k nálezům (JÍROVEC 1977).

Jedná se o celosvětově rozšířenou nákazu. V různých oblastech světa se bakterie *Borellia* mírně liší, a proto má choroba geograficky poněkud odlišný charakter (ADÁMKOVÁ & VELEMÍNSKÝ 2004). V Evropě se vyskytují ještě *Borrelia burgdorferi sensu stricto*, *Borrelia afzelii*, *Borrelia bavariensis*, *Borrelia bissetti*, *Borrelia garinii*, *Borrelia lusitaniae* a *Borrelia valaisiana*. V ČR byla diagnostikována onemocnění způsobená *Borrelia burgdorferi s.s.*, *Borrelia bissetti*, *Borrelia afzelii*, *Borrelia garinii* a *Borrelia valaisiana* (KŘÍŽ *et al.* 2015).

Pokud infikované klíště naruší kůži, dochází k infekci asi ve 30–40 % a k rozvoji onemocnění asi v 5 % případů. *Borrelia* mohou proniknout do krevního oběhu i rozetřením zbytků rozdrceného parazita (ADÁMKOVÁ & VELEMÍNSKÝ 2004).

Průběh onemocnění probíhá u zvířat a člověka podobně. První příznaky se objevují až po několika měsících od styku s nákazou. U lymeské boreliózy můžeme rozlišit

tři stádia průběhu. První stádium se vyznačuje lokální infekcí kůže, která se obvykle objevuje 5-7 dnů po přisátí klíštěte. Jedná se o růžově nahnědlé, ostře ohraničené skvrny s centrálním lymfocytárním uzlíkem, které se nazývají *Erythema migrans*. Toto stádium může být také podpořené dalšími příznaky, jako jsou horečka, malátnost, únava a bolesti hlavy. Ve druhé fázi nákaza způsobuje akutní postižení orgánů. Můžou se objevovat nervové poruchy, bolesti kloubů i postižení srdce. Jsou zaznamenány i případy, kdy toto stádium nastalo i bez předchozích kožních projevů. Poslední (3. stádium) je chronické. Může se projevit až po několika měsících i letech. Projevuje se neuroboreliózou, oční boreliózou, akrodermatitidami a boreliovou artritidou (SEDLÁK & TOMŠÍČKOVÁ 2006).

K léčbě se používají různé druhy antibiotik, podle toho, v jakém stádiu se onemocnění zrovna nachází a kde je lokalizováno. Používají se například tetracyklin, penicilin, erytromycin. U prvního stádia nemoci lze Lymeskou boreliózu léčit orálním podáním doxycyclinu nebo ampicilinu. U pozdějších stádií se používají na neurologické potíže ceftriaxon, doxycyclin nebo penicilin. Vakcína proti Lymeské borelióze byla jednu dobu používána, ale záhy byla stáhnuta kvůli nízké poptávce (KRAUS *et al.* 2003).

5.2 Klíšťová encefalitida

Původcem tohoto onemocnění je RNA virus ze skupin klíšťových encefalitid, konkrétně způsobený arbovirem rodu Flavivirus. Jedná se o lokální sezónní infekci, která se projevuje hlavně od května do října a postihuje především nervový systém (SEIDL 2015).

Nákaza byla prokázána jak u savců, tak i u ptáků. Mezi hlavní rezervoáry patří drobní hlodavci, dále pasoucí se kozy, ovce, krávy i psi. Pasoucí se zvířata, která produkují mléko, hrají minoritní roli v šíření klíšťové encefalitidy. Z nakaženého klíštěte se vir dostává do hostitele a následně do mléka. Pokud člověk zkonsumuje tepelně nezpracované mléko, či jiné mléčné výrobky, vir se dostává do jeho těla. Jedná se o infekci alimentární cestou. Dále se samozřejmě člověk může nakazit i kousnutím od infikovaného klíštěte (HULÍNSKÁ 2008). Inkubační doba této nákazy je obvykle 7-14 dní. Klíšťová encefalitida může mít v několika procentech skrytý průběh bez klinických příznaků. V takovém případě se vytváří ochranná hladina protilátek, stejně jako u dalších klinických forem. Další forma se již projevuje chřipkovým onemocněním, které je často doprovázené horečkou, bolestmi hlavy a svalů, artralgiemi a celkovou nevolností (HAVLÍK 2002).

Dále může mít toto onemocnění dvě cesty dalšího průběhu. Buď se stav po týdnu zlepší a onemocnění se již nerozvíjí, nebo přechází do další fáze. V takovém případě je zasažena CNS. Může dojít k zánětu mozkových blan, k postižení šedé a bílé hmoty mozkové a předních míšních rohů. V nejhorším případě jsou zasaženy segmenty

krční páteře a prodloužené míchy, což vede k celkové paralýze a bez intenzivní terapie i k smrti jedince (KŘÍŽ *et al.* 2015).

Klíšťovou encefalitidou je nakaženo každý rok v České republice několik set pacientů. Jako prevenci proti ní lze využít očkování (výhoda oproti Lymeské borelióze, na kterou vakcína neexistuje). Vakcína je plně dostupná široké veřejnosti. Případy klíšťové encefalitidy u zvířat byly hlášeny z různých zemí (např. Rakousko, Česká republika, Švédsko, Švýcarsko, aj.), avšak vakcína pro veterinární účely neexistuje (SEIDL 2015).

5.3 Lidská granulomatozní anaplazmóza (HGA)

Jedná se o onemocnění vyvolané bakteriemi z čeledi Anaplasmataceae, konkrétně druhem *Anaplasma phagocytophilum* (GRIFFITHS *et al.* 2010). Tyto bakterie představují značné nebezpečí pro pacienty se sníženou imunitou (imunodeficitní pacienti), jelikož napadají granulární leukocyty pacienta. HGA se projevuje, podobně jako lymeská borelióza, změnami na kůži. V místě vpichu vznikají zarudlé skvrny (*Erythema migrans*), které jsou doprovázené vyrážkou a hemoragiemi (kožní krvácení). Jedná se o onemocnění spíše akutního rázu, ale pokud není včas léčeno, přechází do chronického stavu. Tento stav ohrožuje život pacienta (HULÍNSKÁ 2008). Týden po nakažení dochází ke zvětšení uzlin, jater a sleziny, doprovázené bolestmi hlavy, břicha, horečkou, nechutenstvím a zvracením (LONG *et al.* 2012). V případě nakažení se léčí pomocí antibiotik.

5.4 Bartonelóza

Bartonelóza je onemocnění, způsobené aerobní gram negativní bakterií *Bartonella henselae*, která pomalu roste. Tato bakterie způsobuje u oslabených, imunodeficitních pacientů (osoby s jiným vážným onemocněním, osoby žijící ve špatných hygienických podmínkách, bezdomovci, alkoholici atd.) a často i u chovatelů koček proliferaci endotelových buněk. Na člověka se *Bartonella* přenáší klíšťaty či blechami. *Bartonella henselae* se množí v trávicím traktu kočičích blech a přežívá v bleším trusu několik dní (HULÍNSKÁ 2008).

Po uplynutí inkubační doby (3–10 dní) se v místě poranění objevuje jedna nebo více hnisavých ragád (příškvary) a po 1–7 týdnech dochází ke zduření regionální lymfatické uzliny. Zduření může trvat až 2 měsíce. K systémovým příznakům patří bolesti hlavy, subfebrilie, slabost, malátnost, závratě, únava, bolest kloubů, svalů, zad a očí. Vzácně může mít toto onemocnění méně typické příznaky – tonzilitidu, granulomatozní konjunktivitidu. U dětí je popisována hepatosplenomegalie s horečkou a bolestmi břicha. Zejména u imunodeficitních jedinců může dojít k hematogennímu šíření infekce a rozvoji bacilární angiomatózy, peliózy jater a sleziny, endokarditidy, infekce oka či encefalitidy. Celkově při tomto onemocnění dochází ke změně počtu

krvinek, kdy se zvyšuje hladina bílýchrvinek a hladina trombocytů v krvi se snižuje. Aby byla tato nemoc přesně diagnostikována, musí být provedeno laboratorní vyšetření periferní krve. K léčbě bartonellových infekcí jsou nutná antibiotika s dobrým intracelulárním průnikem. Nejčastěji se využívá kombinace doxycyklinu a aminoglykosidových antibiotik. Další možnosti jsou makrolidy, rifampicin nebo chinolová antibiotika. Monoterapie betalaktamovými antibiotiky obvykle selhává (MÁŠLOVÁ *et al.* 2014).

5.5 Babesióza

Původcem babesiózy jsou prvoci rodu *Babesia*, většinou druhy *B. divergens* nebo *B. microti*. Napadají červené krvinky pacienta, ve kterých přežívají a množí se. Toto onemocnění často doprovází Lymeskou borreliózu. Postihuje většinou pacienty starší 50 let. U neléčených pacientů bez sleziny, se špatnou obranyschopností, může být úmrtnost až 50 %. Babesióza může probíhat asymptomaticky (bez vážnějších projevů), jako mírné onemocnění nebo jako závažné onemocnění s malarickými příznaky: únavou, nechutenstvím, bolestmi kloubů a svalů, depresemi, kašlem a dušností. Pravidlem je horečka, zvětšení jater, bolesti svalů, třesavka a žloutenka. Poměrně časté jsou případy vícenásobné infekce s některým dalším onemocněním, hlavně s Lymeskou boreliózou. Průběh nemoci bývá pak mnohem závažnější. Onemocnění je dobře léčitelné. Léky první volby jsou klindamycin plus chinin, případně azithromycin společně s atovaquone (ANONYMUS 2019a).

První zaznamenaný případ nemoci je zaznamenán u člověka v roce 1957 v Evropě druhem *Babesia divergens* (GODDARD 2000).

5.6 Rickettsióza

Toto onemocnění je způsobené gram negativními pleomorfními bakteriemi. Tyto malé bakterie mají tvar krátkých tyčinek až kokobacilů a můžeme je pozorovat pod elektronovým mikroskopem. Jedná se o obligátní intracelulární parazity až na *Coxiella burnetii* (tento druh je extracelulární). Rickettsie se vyznačují rezistencí na vysušení, teplotu a sluneční záření (HULÍNSKÁ 2008). Tento parazit má několik druhů mezipřehostitelů jako například ptáky a hlodavce. Definitivním hostitelem jsou klíšťata, vši nebo blechy. V organismu napadají buňky cév, makrofágy, granulocyty či lymfocyty (ILENČÍKOVÁ 2013). Jakmile parazit naruší kůži hostitele a bakterie se dostane do těla, dochází k diseminaci krví. V oblasti kousnutí se objevuje zarudlá vyrážka s hemoragiemi a tvoří se strupy. V průběhu několika týdnů dochází k lokální obstrukci cév. Rickettsióza se dále projevuje horečkou, kašlem, zápallem plic, deliriem, šokovými stavy. V nejhorších případech může způsobit i smrt (HULÍNSKÁ 2008). Včasná diagnostika je vzhledem k možným komplikacím velmi důležitá. Nemocný by měl proto bedlivě sledovat místo, odkud vyndal klíště a při sebemenším

podezření na neadekvátní kožní reakci by měl vyhledat lékaře. Ten podle charakteru vyrážky a dalších příznaků diagnostikuje rickettsiózu. Léčí se pomocí antibiotik tetracyklinové řady (ILENČÍKOVÁ 2013).

6 BOJ PROTI KLÍŠŤATŮM

Boj proti klíšťatům všech druhů je velmi náročný. Jakýkoliv zásah chemickými prostředky v místech, kde se klíšťata vyskytují, je velmi nákladný a také způsobuje velké škody na ostatních zástupcích živočišného společenstva. Nejlepším způsobem, jak se chránit před klíšťaty, je osobní ochrana. Pokud víme, že vstoupíme do míst, kde jsou přemnožená, používáme různé ochranné kombinézy. Také lze použít repelentní přípravky odpuzující klíšťata. Po návratu z lokalit, kde se klíšťata vyskytují, je důležité se důkladně prohlédnout (LÝSEK 1969).

Základem je odhalit ho a odstranit včas, abychom co nejvíce snížili riziko přenosu infekce (nejobávanějšími jsou nákazy klíšťovou encefalitou a lymeskou boreliózou). Při odstraňování klíštěte je vhodné si nasadit gumové rukavice a připravit si pinzetu nebo kleštičky. V poslední době se doporučuje spíše plastová pinzeta. Zakousnuté klíště a okolní pokožka by se měla důkladně ošetřit dezinfekčním prostředkem. Dnes se již v žádném případě nedoporučuje používat olej, tuk či masti na odstranění klíšťat. Podle posledních výzkumů se klíště kvůli tuku začne dusit a vyvrhne do rány veškerý svůj obsah, tedy potenciálně také viry encefalitidy nebo bakterie, které způsobují onemocnění boreliózou. Tím se zvýší pravděpodobnost nákazy člověka (PROCHÁZKOVÁ 2018).

Podle lékařů a hygieniků se již upustilo od metody „vytočení“ klíštěte proti směru hodinových ručiček, což často způsobuje přetržení parazita a následně je třeba navštívit lékaře k jeho úplnému odstranění (DANIEL 2007). Při vytahování klíštěte použijeme pinzetu nebo kleštičky tak, že jemně uchopíme klíště a kýváme s ním ze strany na stranu. Po chvíli se pustí. Na trhu se objevily také speciální karty se zářezy pro bezpečné odstranění klíštěte. Pomocí této karty ho pevně podebereme těsně u kůže a snadno vytáhneme ven. Po vyjmutí postižené místo na kůži znovu pečlivě potřeme nebo postříkáme dezinfekcí. Pokud v ráně zůstala kusadla, nemusíme se bát, z nich už se nenakazíme. Tělo si s nimi samo poradí, časem se vydrolí nebo vyhnisají. Místo na kůži ale musíme sledovat, zda nedochází k zanícení. Vytažené klíště nerozmačkáváme ani nedrtíme. Nejlepším a nejbezpečnějším způsobem, jak se zbavit klíštěte je zabalit ho do kapesníku a spláchnout do záchodové mísy. Během následujících tří týdnů sledujeme pravidelně místo, kde bylo klíště přisáté. Může se objevit menší červený flíček nebo zarudlá boulička, která svědí. To je normální reakce. Pokud se ale skvrna začne zvětšovat nebo uprostřed vybledne, je nutné navštívit lékaře. Pokud chceme vědět, zda klíště bylo nakaženo, vložíme ho do igelitového pytlíku a odešleme do specializované laboratoře k rozboru. Existují i domácí testy na boreliózu, které seženeme v lékárně (PROCHÁZKOVÁ 2018).

7 MATERIÁL A METODY

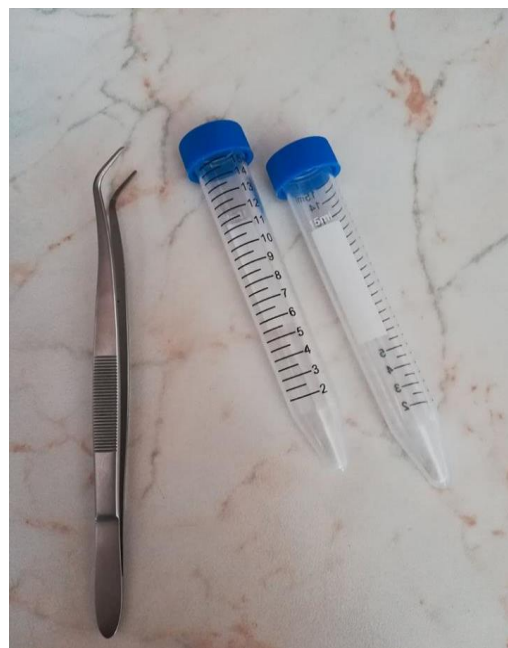
7.1 Metody sběru klíšťat

Sběr klíšťat byl prováděn metodou vlajkování (viz obrázek 10). Jedná se o nejstarší a nejpoužívanější metodu sběru klíšťat (GUILFOILE 2004). K vlajkování se nejčastěji používá bílé plátno (tzv. vlajka) o velikosti jednoho metru čtverečního, jako je například utěrka z bavlny. Vlajka by měla být světlá, nejlépe bílá, protože roztoč je na světlém pozadí dobře rozeznatelný. Tuto látku připevníme na tyč či kabel, aby se s ní lépe smýkalo po vegetaci. Látku pravidelně kontrolujeme a vysbíráváme z ní zachycená klíšťata, a to přibližně po každých 30 vteřinách či ujití několika desítek metrů. Larvy, nymfy i dospělci se dočasně uchopí na taženou látku a lze je následně vysbírávat pomocí pinzety. Tato metoda dobře funguje na všechna stadia klíšťat vyčkávajících druhů, ale je méně účinná na klíšťata loveckých druhů. Endofilní klíšťata lze shromažďovat přímo z hnízd nebo obydlí jejich hostitelů. Klíšťata by měla být sbírána do plastových či skleněných zkumavek o objemu 15-25 ml (viz obrázek 11) s uzavíratelným víčkem. Je vhodné mít na zkumavkách i štítek, kam se dá následně zapisovat datum či místo sběru, sběratel, hostitelský druh a další informace relevantní pro studii. Do zkumavky je vloženo stéblo trávy, aby klíšťata měla dostatek kyslíku i vlhkosti. Klíšťata jsou auto-fluorescenční v ultrafialovém světle. To z nich činí viditelné, pokud jsou osvětlena přenosnou ultrafialovou lampou. Pokud chceme uchovat klíšťata pro dlouhodobé pozorování, ukládáme je přímo do 70% alkoholu (8 dílů laboratorního alkoholu = 90% ethanol + 2 díly vody) nebo do 5% formalinu (5 dílů koncentrovaného roztoku formaldehydu 95% díl vody) (WALKER 2003). Dospělá klíšťata mohou být vybírána také ručně ze stébel trávy. Často je efektivní použití pastí, které napodobují hostitele (GUILFOILE 2004).

V průběhu vlajkování, ale jistě i v průběhu sběru za použití jiných metod, je důležité preventivní opatření, protože hrozí riziko přisátí roztoče. Nejdůležitější je použití repelentního přípravku, ale je také vhodné nosit do terénu světlé oblečení, aby na něm přichycená klíšťata byla dobře viditelná.



Obrázek 10: Vlajkování



Obrázek 11: Plastové zkumavky (15 ml)

7.2 Průběh vlajkování

Metoda vlajkování byla prováděna na 3 lokalitách spadající pod správu města Městec Králové. Jedná se o ekosystémy listnatého, jehličnatého lesa a lučního porostu. Sběr byl prováděn v týdenních intervalech od 29. 3. 2018 do 6. 12. 2018 na lučním porostu a od 10. 5. 2018 do 6. 12. 2018 na lokalitách jehličnatého a listnatého lesa ve stejný čas. Na každém sběrném místě byla barevnými značkami vyhraničena oblast o velikosti 25 x 25 m, ve které bylo smýkáno vlajkou po zemi a po vegetaci. Přibližně po každých 30 vteřinách bylo plátno zkontrolováno a případná přichycená klíšťata byla přemístěna pinzetou do zkumavky se stéblem trávy (viz obrázek 12). Po ukončení vlajkování byla následně nasbíraná klíšťata roztríděna na jednotlivá stádia. U imag i podle pohlaví. Zároveň byla zaznamenána teplota a vlhkost vzduchu pomocí teploměru s vlhkoměrem k pozdějšímu vyhodnocení.



Obrázek 12: Zkumavka s klíšťaty

Klíšťata mohou být identifikována do rodů pouhým okem nebo pomocí jednoduché ruční lupy se zvětšením 10x. Identifikovat klíšťata do druhů je již složitější a provádí se pomocí mikroskopu se zvětšením od 10x do 40x a je vhodné i zvětšení 80x nebo stereoskopického mikroskopu (stereolupa). Dobré osvětlení je nezbytné (WALKER 2003). Pro účely této bakalářské práce byla klíšťata determinována pomocí digitálního mikroskopu AM3113T. Klíšťata byla determinována pomocí digitální mikroskopie a dostupné literatury (NOSEK & SIXL 1973, WALKER 2003, CHITIMIA-DOBLER *et al.* 2018).

7.3 Vlajkování na jednotlivých lokalitách

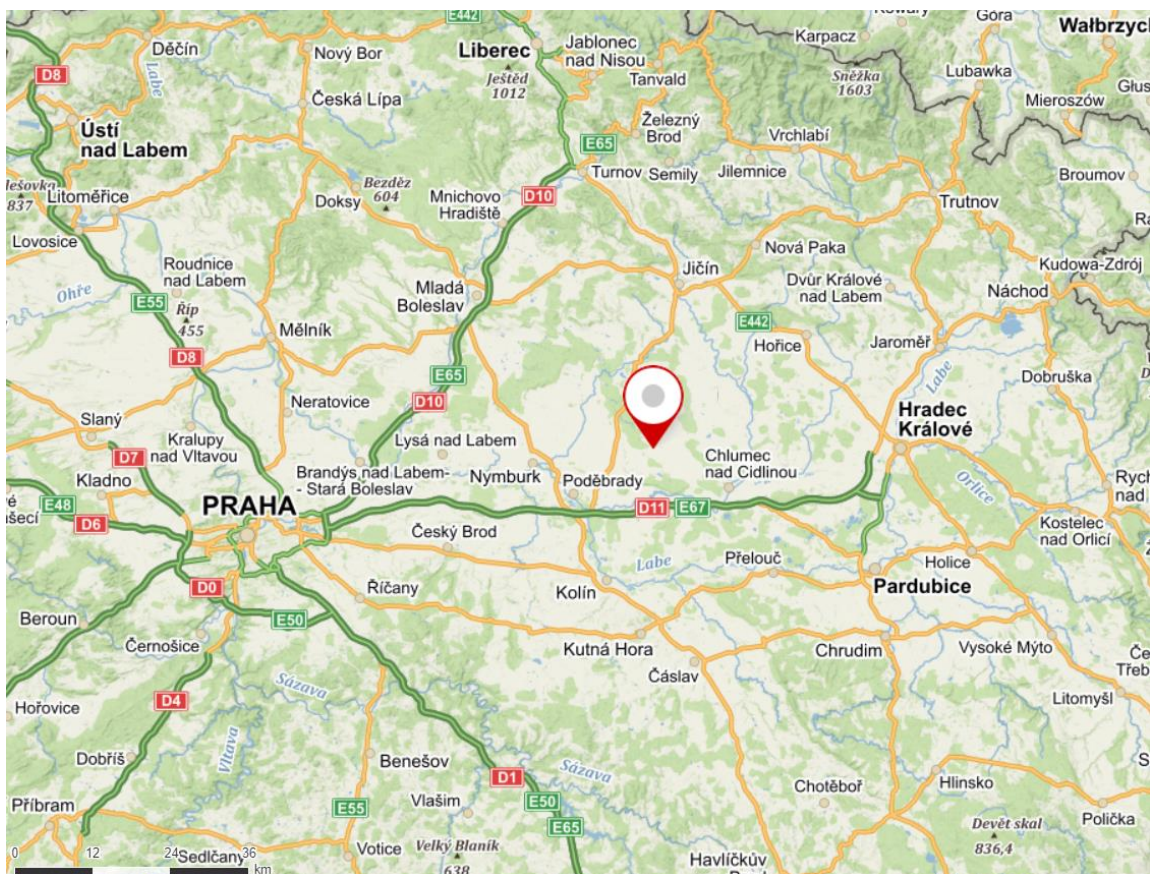
Sběr klíšťat na lučním porostu probíhal od 29. 3. 2018 do 6. 12. 2018 pravidelně každý týden a vždy přibližně ve stejný čas (16:00). Velikost monitorované oblasti byla 25 x 25 m. V průběhu sběru byla vždy zaznamenávána teplota, vlhkost a výška porostu.

Sběr v jehličnatém lese také probíhal na vyhraničeném prostoru o velikosti 25 x 25 m. První vlajkování proběhlo 10. 5. 2018, kdy bylo nalezeno 6 nymf. Poslední sběr proběhl stejně jako na louce 6. 12. 2018, kdy se již po 6 týdnech nenašlo ani jedno vývojové stádium klíštěte obecného. Každý sběr vždy trval přibližně půl hodiny a byl prováděn každý týden po 16. hodině.

Sběr v listnatém lese také probíhal na vyhraničeném prostoru o velikosti 25 x 25 m. První vlajkování proběhlo dne 10. 5. 2018, kdy zde byla nalezena jen adultní stádia (7 samic a 2 samci). Poslední sběr proběhl stejně jako na lučním porostu a v jehličnatém lese 6. 12. 2018, kdy se již po 4 týdnech nenašlo ani jedno vývojové stádium klíštěte obecného. Každý sběr vždy trval přibližně půl hodiny a byl prováděn pravidelně každý týden po 16. hodině.

7.4 Charakteristika jednotlivých monitorovacích ploch

Sběr klíšťat byl prováděn nedaleko města Městec Králové (viz obrázek 13). Jedná se o město ležící v nadmořské výšce 212 metrů nad mořem na rozhraní Středočeského a Královéhradeckého kraje (viz obrázek 14). Celková katastrální plocha obce je 1988 ha (ANONYMUS 2019b). Lokalita jehličnatého, listnatého lesa a lučního porostu leží nedaleko od sebe za zahrádkářskou kolonií.



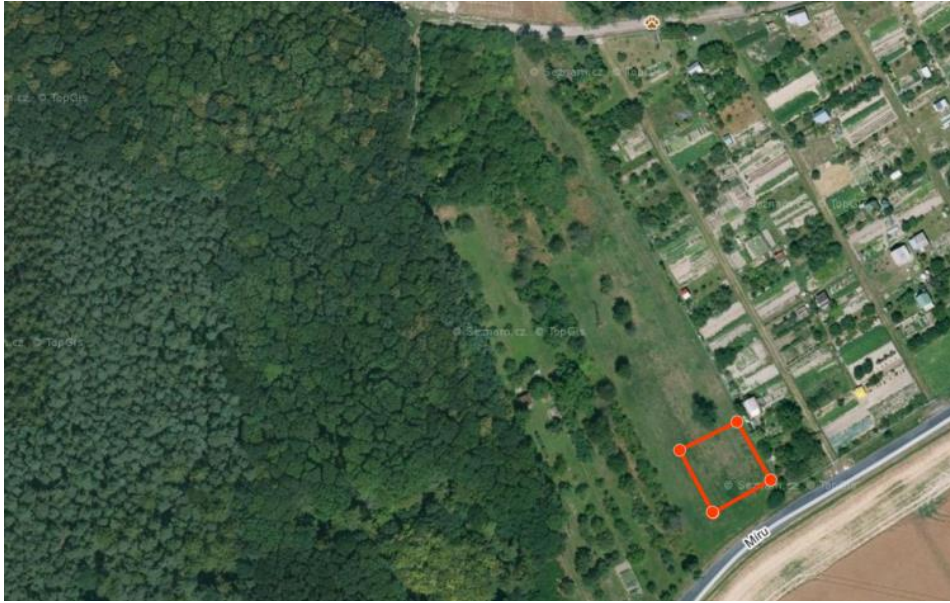
Obrázek 13: Poloha města Mětec Králové (Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.2968070&y=50.2083936&z=9&source=muni&id=4107>)



Obrázek 14: Mětec Králové (Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.2968070&y=50.2083936&z=13&source=muni&id=4107>)

7.4.1 Luční porost

Luční porost (viz obrázek 15), na kterém byl prováděn sběr klíšťat, patří mezi kulturní louky, tedy louky uměle vytvořené člověkem. Kulturní (umělé) louky se využívají v zemědělství na sklizeň sena nebo jako pastviny. Tato konkrétní louka byla během roku jednou sečena, a tudíž se zde měnila výška porostu. Louka se nachází na souřadnicích 50.1989919N, 15.2795594E. Luční porost celkově zaujímá přibližně 6 257 m², z toho monitorovací plocha se rozprostírá na 625 m² (ANONYMUS 2019c). Během roku zde běžně roste mnoho druhů trav, jetelovin a bylin (viz obrázek 16). Nejčastěji zde můžeme nalézt různé druhy trav, jako například kostřava luční (*Festuca pratensis*), smilka tuhá (*Nardus stricta*), metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa*), jílek vytrvalý (*Lolium perenne*), bojínek luční (*Phleum pratense*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), dále trojštět žlutavý (*Trisetum flavescens*), srhalaločnatá (*Dactylis glomerata*), psárka luční (*Alopecurus pratensis*), lipnice luční (*Poa pratensis*). Z jetelovin zde například roste tolíce vojtěška (*Medicago sativa*), jetel luční (*Trifolium pratense*), jetel plazivý (*Trifolium repens*) a štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus*). Z ostatních bylin zde roste například jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), kontryhel obecný (*Alchemilla vulgaris*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale*), krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*), kohoutek luční (*Lychnis flos-cuculi*), kopretina bílá (*Chrysanthemum leucanthemum*), svízel povázka (*Galium mollugo*), svízel syřišťový (*Galium verum*), jitrocel větší (*Plantago major*), sedmikráska chudobka (*Bellis perennis*) a kostival lékařský (*Symphytum officinale*) (KUBÁT 2002). Tento luční porost je vhodný pro klíšťata především v jarních měsících. Udržuje se zde dostatečná vlhkost, kterou klíšťata potřebují a pohybuje se zde i dostatek potencionálních hostitelů. Zvrat přichází hlavně v letních měsících (viz obrázek 17), kdy se rapidně zvyšuje teplota. Luční porost není nijak zastíněn a vlhkost se snižuje, čímž klíšťatům hrozí vyschnutí. Množství klíšťat tedy klesá.



Obrázek 15: Vymezení monitorovací plochy v lučném porostu (Dostupné z: <https://mapy.cz/le-tecka?mereni-vzdalenosti&x=15.2783874&y=50.1994758&z=18&rm=9iYdCxYdwY6GK6LJ-LqLJOIOD6K>)



Obrázek 16: Luční porost v průběhu vegetační sezóny



Obrázek 17: Luční porost v průběhu letního období

7.4.2 Jehličnatý les

Sběr klíšťat probíhal v jehličnatém lese (viz obrázek 18) s dominancí smrku ztepilého (*Picea abies*) (KUBÁT 2002) (viz obrázek 19, 20). Les se rozprostírá na rozloze 48 456 m² a monitorovaná plocha zaujímá 625 m². Tento konkrétní les se nachází na souřadnicích 50.1992886N, 15.2763278E. V podrostu roste ostružník křovitý (*Rubus fruticosus*). V mechovém patře roste bělomech sivý (*Leucobryum glaucum*) (KUBÁT 2002). Klíšťata se zde stejně jako v listnatém lese mohou ukrývat před vysokými teplotami a udržuje se zde i dostatečná vlhkost. Klíšťata (hlavně nymfy) se často nacházela ve spadaném jehličí.



Obrázek 18: Vymezení monitorovací plochy v jehličnatém lese (Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka?mereni-vzdalenosti&x=15.2771732&y=50.1990406&z=17&rm=9iXkixY30NNI-FoSnN0M9UG40Mr>)



Obrázek 19: Jehličnatý les v jarním období



Obrázek 20: Jehličnatý les v letním období

7.4.3 Listnatý les

Listnatý les (viz obrázek 21) se rozprostírá na ploše o velikosti 47 844 m², z toho monitorovací plocha zaujímá 625 m². Nachází se na souřadnicích 50.1991897N, 15.2777139E (ANONYMUS 2019c). Ve stromovém patře studovaného listnatého lesa dominují javor mlč (*Acer platanoides*), dub letní (*Quercus robur*), habr obecný (*Carpinus betulus*) a roztroušeně po okrajích lesa i bříza bělokora (*Betula pendula*) (viz obrázek 22, 23). V podrostu byl hojně zastoupen bez černý (*Sambucus nigra*), ostružiník křovitý (*Rubus fruticosus*) a klasické bylinné patro skládající se například z metličky křivolaké (*Deschampsia flexuosa*), sasanky hajní (*Anemone nemorosa*), jestřábníku zedního (*Hieracium murorum*), jahodníku obecného (*Fragaria vesca*), dále zde roste kaprad' samec (*Dryopteris filix-mas*), šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*). V mechovém patře roste bělomech sivý (*Leucobryum glaucum*) nebo i dvouhroteček různotvárný (*Dicranella heteromalla*) (KUBÁT 2002). Pro klíšťata tvoří ideální úkryt před vysokými teplotami a mají zde i dostatečnou vlhkost.



Obrázek 21: Vymezení monitorovací plochy v listnatém lese (Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka?mereni-vzdaleni&x=15.2771732&y=50.1990406&z=17&rm=9iYHzxYd.DNgGzQgN4M9TsH9N0>)



Obrázek 22: Podrost listnatého lesa na začátku vegetační sezóny



Obrázek 23: Podrost listnatého lesa na konci vegetační sezóny

8 VÝSLEDKY

8.1 Luční porost

Údaje z jednotlivých sběrů na lučním porostu v průběhu roku 2018 jsou zaznamenány v tabulce č. 1.

datum	klíšťat celkem	larva	nymfa	samice	samec	teplota (°C)	vlhkost (%)	výška porostu (cm)
29. 3.	0	0	0	0	0	9	40	10
5. 4.	0	0	0	0	0	11	35	14,8
12. 4.	27	0	0	15	12	23	33,4	26
19. 4.	17	0	0	10	7	26	41	30
26. 4.	12	0	0	7	5	18,2	35	54
3. 5.	14	0	0	9	5	20	49,5	67
10. 5.	2	0	0	1	1	13	54,3	116
17. 5.	7	0	0	2	5	21	55	123,4
24. 5.	4	0	1	1	2	27	30,4	154,6
31. 5.	5	0	3	1	1	28,5	50	8 (po posekání)
7. 6.	5	0	3	1	1	29,2	42	16
14. 6.	1	0	1	0	0	28	30,6	30
21. 6.	0	0	0	0	0	31	46,2	46
28. 6.	0	0	0	0	0	21,8	62	54,5
5. 7.	0	0	0	0	0	31,5	25,2	55,9
12. 7.	0	0	0	0	0	28,9	35,6	56,8
19. 7.	0	0	0	0	0	32	40,5	58
26. 7.	0	0	0	0	0	30,7	30,4	58,6
2. 8.	0	0	0	0	0	33	32,1	59
9. 8.	0	0	0	0	0	34,6	30	37,2
16. 8.	0	0	0	0	0	29,9	37,2	35
23. 8.	0	0	0	0	0	22	40	32
30. 8.	0	0	0	0	0	23,5	75,2 (déšť)	39
6. 9.	0	0	0	0	0	23,1	37,5	42
13. 9.	0	0	0	0	0	23,7	67 (déšť)	8,5
20. 9.	0	0	0	0	0	27	59,5 (déšť)	15
27. 9.	0	0	0	0	0	18,9	40	24
4. 10.	0	0	0	0	0	14	46	27,5
11. 10.	0	0	0	0	0	22,5	50,7	29,7
18. 10.	0	0	0	0	0	17,3	38	30,5
25. 10.	0	0	0	0	0	14	42,3	31
1. 11.	0	0	0	0	0	16	60	31,3
8. 11.	0	0	0	0	0	13,4	47,5	32
15. 11.	0	0	0	0	0	8,5	35,2	28,8
22. 11.	0	0	0	0	0	3,3	30,5	28,4
29. 11.	0	0	0	0	0	-1	42	27,9
6. 12.	0	0	0	0	0	0	75 (déšť)	27,5
celkem	94	0	8	47	39	Ø 20,9 °C	Ø 43,8 %	Ø 43,2 cm

Tabulka 1: Data získaná na lučním porostu v roce 2018

Sběr na louce ve vyhrazeném prostoru 25 x 25 m začal v březnu, ale první klíšťata se objevila až 12. 4. 2018 a poslední byla na louce sebrán již 14. 6. 2018. Z grafu vyplívá (viz obrázek 24), že největší množství klíšťat se vyskytovalo na jaře. Nejvíce jich bylo nalezeno dne 12. 4. 2018 (27 klíšťat) a celkově za sběrné období bylo sebráno 94 klíšťat všech vývojových stádií. Posečení lučního porostu mělo na výskyt klíšťat překvapivě jen nepatrný vliv. Klíšťata díky vysokým teplotám buď vyschla a uhynula, nebo se přemístila do zastíněnějších lokalit s vyšší vlhkostí. S tím mohou být spojovány i negativní nálezy larev na tomto stanovišti. Můžeme se domnívat, že díky nepřítomnosti dospělých stádií, se zde nevyskytovaly ani larvy, které jsou mnohem více náchylné na vyschnutí. Průměrná teplota během roku byla 20,9 °C a průměrná vlhkost se pohybovala kolem 43,8 %. Výška porostu během měsíce srpna se z důvodu vysokých teplot spíše snižovala, i bez pravidelného sečení. Luční rostliny dosti uvadaly a jejich výška se průměrně pohybovala okolo 43,2 cm. Oproti jehličnatému lesu je zde vyšší bylinné patro, a z toho důvodu zde byla odchyťována hlavně dospělá imaga. Dospělci vyhledávají hlavně větší hostitele, a proto vylézají vysoko na stébla trav. Menší stádia se pohybují spíše u země a nezachytávala se na plátno.



Obrázek 24: Sezónní aktivita klíšťat na lučním porostu 2018

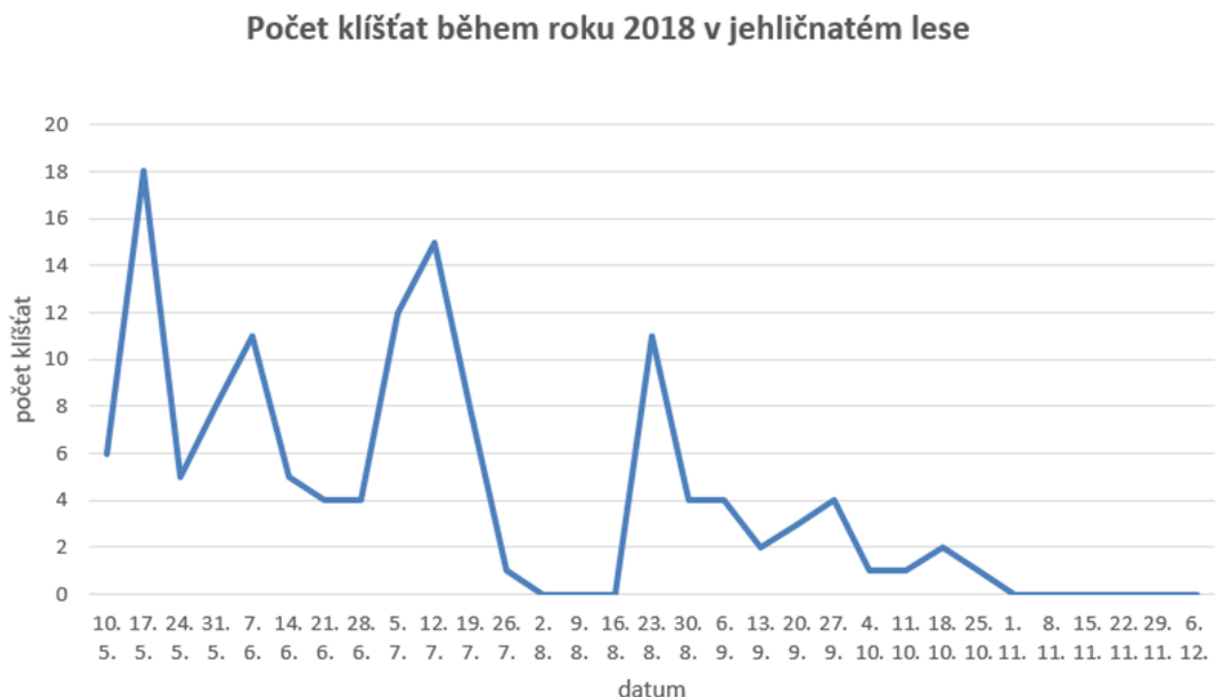
8.2 Jehličnatý les

Údaje z jednotlivých sběrů v jehličnatém lese v průběhu roku 2018 jsou zaznamenány v tabulce č. 2.

datum	klíšťat celkem	larva	nymfa	samice	samec	teplota (°C)	vlhkost (%)
10. 5.	6	0	6	0	0	13	54,3
17. 5.	18	0	15	2	1	21	55
24. 5.	5	0	2	1	2	27	30,4
31. 5.	8	0	6	1	1	28,5	50
7. 6.	11	0	9	2	0	29,2	42
14. 6.	5	0	5	0	0	28	30,6
21. 6.	4	0	3	0	1	31	46,2
28. 6.	4	0	3	0	1	21,8	62
5. 7.	12	6	4	0	2	31,5	25,2
12. 7.	15	4	9	0	2	28,9	35,6
19. 7.	8	4	4	0	0	32	40,5
26. 7.	1	0	1	0	0	30,7	30,4
2. 8.	0	0	0	0	0	33	32,1
9. 8.	0	0	0	0	0	34,6	30
16. 8.	0	0	0	0	0	29,9	37,2
23. 8.	11	7	4	0	0	22	40
30. 8.	4	3	1	0	0	23,5	75,2
6. 9.	4	1	3	0	0	23,1	37,5
13. 9.	2	0	2	0	0	23,7	67
20. 9.	3	1	2	0	0	27	59,5
27. 9.	4	0	4	0	0	18,9	40
4. 10.	1	0	1	0	0	14	46
11. 10.	1	0	1	0	0	22,5	50,7
18. 10.	2	0	2	0	0	17,3	38
25. 10.	1	0	1	0	0	14	42,3
1. 11.	0	0	0	0	0	16	60
8. 11.	0	0	0	0	0	13,4	47,5
15. 11.	0	0	0	0	0	8,5	35,2
22. 11.	0	0	0	0	0	3,3	30,5
29. 11.	0	0	0	0	0	-1	42
6. 12.	0	0	0	0	0	0	75
celkem	130	26	88	6	10	Ø 20,9 °C	Ø 43,8 %

Tabulka 2: Data získaná z jehličnatého lesa v roce 2018

Na základě získaných dat, zobrazených v grafu (viz obrázek 25), můžeme vyvodit, že nejvyšší početnost klíšťat (ve sběrném období) byla na počátku května. Nejvíce klíšťat bylo zaznamenáno dne 17. 5. 2018 (18 klíšťat). Během následujících dvou týdnů jejich počet mírně poklesl a začátkem července opět vzrostl. Druhý největší nárůst byl zaznamenán 12. 7. 2018, kdy bylo nalezeno 15 klíšťat. V srpnu během tří týdnů od 2. 8. 2018 do 16. 8. 2018 byl výskyt klíšťat nulový. Koncem srpna se teplota snížila na 22 °C, díky tomu početnost klíšťat opět vzrostla (bylo nalezeno 11 klíšťat). Náhlé změny výskytu klíšťat můžeme přisoudit jak změnám klimatických podmínek, tak i tzv. druhému početnímu maximu (viz kapitola 4.4.1.). Druhé početní maximum nastává na podzim (v tomto případě již dne 28. 8. 2018), kdy se jejich počty opět zvyšují. Následoval pozvolný pokles až úplný útlum jejich výskytu v zimních měsících při postupném snižování teploty. Celkem zde bylo nasbíráno za sběrné období 130 klíšťat všech vývojových stádií (nalezeno 26 larev, 88 nymf, 6 samic a 10 samců) (viz tabulka č. 2). Ze všech tří stanovišť bylo v jehličnatém lese nalezeno nejvíce larev i nymf. Velký vliv na jejich počet měl charakter lesa. Samci a samice vyhledávají vyšší místa, na která si mohou vylézt a číhat na větší hostitele, naopak larvy a nymfy vyhledávají menší živočichy, a proto se pohybují spíše u země a nepotřebují vysoký porost. V jehličnatém lese byly nalézány hlavně ve spadaném jehličí. Opad jehličí může sloužit i jako vhodné místo k naklazení vajíček. Zároveň jim les poskytuje vhodné podmínky a chrání je před vyschnutím.



Obrázek 25: Sezónní aktivita klíšťat v jehličnatém lese v roce 2018

8.3 Listnatý les

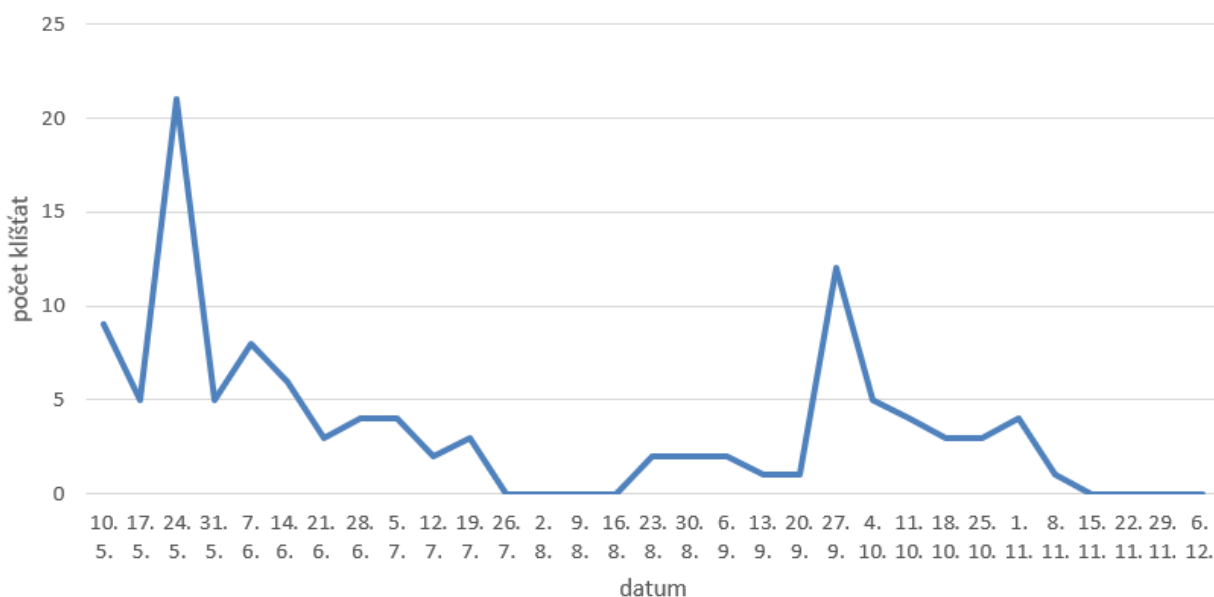
Údaje z jednotlivých sběrů v listnatém lese v průběhu roku 2018 jsou zaznamenány v tabulce č. 3.

datum	klíšťat celkem	larva	nymfa	samice	samec	teplota (°C)	vlhkost (%)
10. 5.	9	0	0	7	2	13	54,3
17. 5.	5	0	0	2	3	21	55
24. 5.	21	0	13	2	6	27	30,4
31. 5.	5	0	3	1	1	28,5	50
7. 6.	8	0	5	3	0	29,2	42
14. 6.	6	0	4	1	1	28	30,6
21. 6.	3	0	3	0	0	31	46,2
28. 6.	4	0	3	1	0	21,8	62
5. 7.	4	1	2	0	1	31,5	25,2
12. 7.	2	2	0	0	0	28,9	35,6
19. 7.	3	1	2	0	0	32	40,5
26. 7.	0	0	0	0	0	30,7	30,4
2. 8.	0	0	0	0	0	33	32,1
9. 8.	0	0	0	0	0	34,6	30
16. 8.	0	0	0	0	0	29,9	37,2
23. 8.	2	0	2	0	0	22	40
30. 8.	2	0	2	0	0	23,5	75,2
6. 9.	2	0	2	0	0	23,1	37,5
13. 9.	1	0	1	0	0	23,7	67
20. 9.	1	0	1	0	0	27	59,5
27. 9.	12	0	11	1	0	18,9	40
4. 10.	5	0	5	0	0	14	46
11. 10.	4	0	4	0	0	22,5	50,7
18. 10.	3	0	3	0	0	17,3	38
25. 10.	3	0	3	0	0	14	42,3
1. 11.	4	0	4	0	0	16	60
8. 11.	1	0	1	0	0	13,4	47,5
15. 11.	0	0	0	0	0	8,5	35,2
22. 11.	0	0	0	0	0	3,3	30,5
29. 11.	0	0	0	0	0	-1	42
6. 12.	0	0	0	0	0	0	75
celkem	110	4	74	18	14	Průměr: 20,9 °C	Průměr: 43,8 %

Tabulka 3: Data získaná z listnatého lesa v roce 2018

Na základě získaných dat, zobrazených v grafu 3 (viz obrázek 26), můžeme vyvodit, že nejvyšší početnost klíšťat (ve sběrném období) byla koncem května. Konkrétně jejich největší počet byl zaznamenán dne 24. 5. 2018 (21 klíšťat). V letních měsících (v červenci a v srpnu) jejich počet dosti klesá z důvodu vysokých teplot a z nebezpečí dehydratace, během července a srpna se dokonce nenašlo ani jedno vývojové stádium klíštěte. Na podzim přichází jejich druhé početní maximum (viz kapitola 4.4.1.), kdy se jejich počty opět zvyšují (dne 27. 9. 2018 nalezeno 12 klíšťat). Po druhém početním maximu začaly jejich počty postupně klesat. Poslední klíště bylo nalezeno 8. 11. 2018 při teplotě 13,4 °C a vlhkosti 47,5 %. Celkem se v monitorovaném prostoru listnatého lesa od 10. 5. 2018 do 6. 12. 2018 nasbíralo 110 klíšťat všech stádií, z toho byli 4 larvy, 74 nymf, 18 samic a 14 samců (viz tabulka č. 3). Zatímco v jehličnatém lese počet jednotlivých stádií klíšťat postupně několikrát klesal a zase stoupal, v listnatém lese byl hlavní nárůst v květnu, a následně jejich počet spíše jen klesal (až na druhé početní maximum v září). Listnatý les představuje vhodné prostředí jak pro imaga, tak i pro nymfy. Imaga mohou vylézat na menší keře, kapradiny i vyšší bylinný porost. Nymfy se mohou pohybovat při zemi, kde se pohybují jejich potencionální hostitelé. Schovávají se na nižších porostech před přímým slunečním zářením a vyschnutím.

Počet klíšťat během roku 2018 v listnatém lese



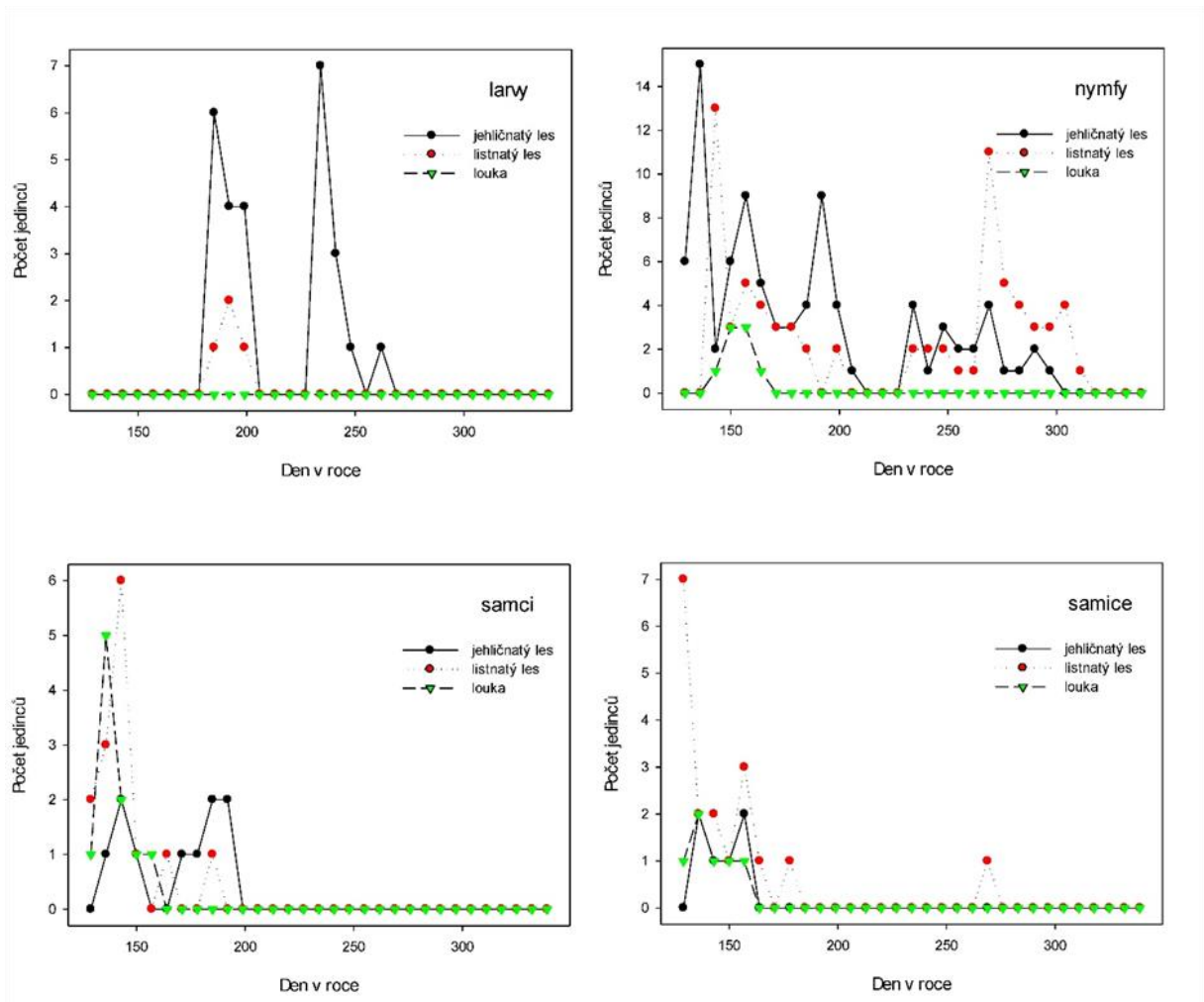
Obrázek 26: Sezónní výskyt klíšťat v listnatém lese v roce 2018

8.4 Vztah klíšťat k prostředí

Rozdíly mezi početností larev, nymf, samců a samic na lučním porostu, v listnatém a jehličnatém lese byly analyzovány pro každý typ životního stádia klíštěte obecného (*Ixodes ricinus*) zvlášť (viz obrázek 27). Nejdříve byla data testována na normalitu pomocí Shapiro - Wilk testu, který testuje nulovou hypotézu. Pro všechna čtyři stádia klíštěte vyšel stejný $p < 0.05$ (p -hodnota se používá při rozhodování o platnosti či neplatnosti nulové hypotézy), tedy nebylo možné použít jednocestnou analýzu variance (ANOVA) pro opakovaná měření. Jelikož hodnoty vyšly $p < 0.05$, zamítáme tím pádem nulovou hypotézu, čili nějaká závislost mezi veličinami zde je.

Jednostranná analýza variace vyžaduje normální rozložení dat. Proto byl tedy použit Friedmanův test ANOVA pro opakovaná měření. Jednotlivé výsledky při dvou stupních volnosti byly $\chi^2=13.000$, $p = 0.002$ pro larvy, $\chi^2=29.678$, $p < 0.001$ pro nymfy, dále $\chi^2=0.467$, $p = 0.79$ pro samce a $\chi^2=10.800$, $p = 0.005$ pro samice. Tam, kde byly rozdíly výrazné (signifikantní), jsme provedli post-testy pomocí Tukeyho testu (metoda vícenásobného porovnávání). U larev nebyl v post-testech žádný z rozdílů příznačný (max. $q = 2.155$), u nymf byly výrazné rozdíly mezi jehličnatým lesem a loukou ($q = 6.017$, $p < 0.05$). Dále byly signifikantní rozdíly také mezi listnatým lesem a loukou ($q = 5.029$, $p < 0.05$). U samců jsme post-testy neprovedli a u samic nebyly značné, a to z toho důvodu, že počet nalezených jedinců všech vývojových stádií byl nižší, než jsme očekávali, až na nymfy. Nebylo tak možné analyzovat dostatečné množství jedinců v jednotlivých kategoriích.

Dále jsme testovali korelace výskytu larev, nymf, samců a samic na lučním porostu, v listnatém a jehličnatém lese s kalendářním dnem (byl vyjádřen pořadovým číslem dne počítaným od začátku roku), výškou travního porostu na lučním porostu (v cm), s vlhkostí (%) a teplotou (°C). Korelace jsme hodnotili pomocí Pearsonova korelačního koeficientu, který měří sílu lineární závislosti mezi dvěma veličinami. Významné vzájemné vztahy, kdy $p < 0.05$, jsme zjistili jen v případě korelací s kalendářním dnem, vliv ostatních faktorů nebylo možné stoprocentně prokázat. Vliv kalendářního dne byl průkazný pro samce ($r = -0.54$, $p < 0.05$) a samice ($r = -0.51$, $p < 0.05$) na lučním porostu, samce ($r = -0.53$, $p < 0.05$) a samice ($r = -0.57$, $p < 0.05$) v listnatém lese a pro nymfy ($r = -0.68$, $p < 0.05$), samce ($r = -0.53$, $p < 0.05$) a samice ($r = -0.51$, $p < 0.05$) v jehličnatém lese. Ostatní korelace nebyly signifikantní. Důvodem mohl být nižší než očekávaný počet nalezených jedinců všech kategorií, který neumožnil analyzovat dostatečné množství jedinců v jednotlivých kategoriích. Na výsledky byl použit software SigmaPlot v 12.0.



Obrázek 27: Změny v početnosti životních stádií klíštět zjištěných ve třech zkoumaných biotopech. Data jsou zobrazena odděleně pro larvy, nymfy, dospělé samce a dospělé samice.

9 DISKUZE

Cílem mé bakalářské práce byl pravidelný monitoring výskytu klíštěte obecného (*Ixodes ricinus*), který probíhal v týdenních intervalech na třech rozdílných biotopech, pomocí metody vlajkování. Na každé monitorovací ploše (25 x 25 m) probíhal sběr přibližně 20 minut. Na všech zkoumaných oblastech byl tento výzkum prováděn poprvé.

Jedním z monitorovaných biotopů byl luční porost, na kterém probíhal sběr od 29. 3. 2018 do 6. 12. 2018. Během tohoto časového rozmezí bylo celkem nalezeno 94 jedinců. Zajímavé bylo, že na lučním porostu nebyla zaznamenána všechna vývojová stádia klíštěte obecného. Nebyly zde nalezeny žádné larvy a výskyt nymf byl minimální. Podle Subaka (2003) má na aktivitu klíšťat různých stádií vliv kolísání teploty a vlhkosti okolního prostředí. To vše je spojené i s výškou porostu. Luční porost byl během roku kosen, a tudíž se výška travního porostu v průběhu vegetačního období měnila. Výška porostu se měnila také z důvodu letních vysokých teplot, kdy rostliny neměly dostatečnou vláhu a nerostly do dostatečné výše. Dle Subaka (2003) klíšťata číhají na hostitele na vegetaci v různé výšce, a to hlavně podle toho, v jakém vývojovém stádiu se zrovna nachází. Imaga se vyskytují hlavně na keřích, nebo v bylinných a travních porostech do 1 metru, larvy a nymfy se naopak ukrývají spíše v trávě (REICHHOLF & STOREY 2003). Z toho by se dalo usuzovat, že bychom na lučním porostu měli nalézt všechna vývojová stádia, protože louka splňuje všechna kritéria pro jejich výskyt. Nepřítomnost larev a neočekávaný minimální počet nymf je přisuzována nedostatku vlhkosti, která na tomto biotopu během roku panovala. Vlhkost je důležitým faktorem hlavně pro vývojové stádium nymfy, protože dospělci jsou větší, odolnější, s dostatečnou zásobou vody a energie, kterou získávají z krve (NORTE *et al.* 2012). Dle Volfa a Horáka (2007) se klíšťata nejčastěji vyskytují na velmi vysokých travních porostech, na kterých číhají na hostitele. Při číhání mají roztažený přední pár nohou k lepšímu uchycení na hostiteli. Tato vlastnost se využívá právě při metodě vlajkování (RYŠAVÝ 1989). Z výsledků práce vyplývá, že klíšťata byla sbírána spíše při střední výšce porostu (průměrně okolo 50 cm). Jakmile byl porost velmi vysoký, klíšťata nebyla nacházena. Samozřejmě to může korespondovat s vlhkostí a teplotou v průběhu roku. Klíšťata celkově tráví více času na zemi, potřebují prostředí s vyšší vlhkostí (SUBAK 2003). Jak již bylo zmíněno, během roku 2018 bylo na lučním porostu nalezeno 94 klíšťat, z toho bylo 8 nymf, 47 samic a 39 samců. Přítomnost určitého typu a množství hostitelů, může také ovlivňovat výskyt klíšťat na dané lokalitě během roku. Touto problematikou se zabývá Langrová (2007). První dospělá stádia klíšťat jsou aktivní v březnu a v dubnu (HUBÁLEK 2000). Na lučním porostu bylo největší množství klíšťat zaznamenáno dne 12. 4. 2018 (15 samic, 12 samců) při teplotě 23 °C a vlhkosti 33,4 %. Výška porostu byla průměrně 26 cm. Během měsíce května a června jejich počet neustále klesal, až došlo dne 21. 6. 2018 k úplnému útlumu výskytu klíšťat na lučním porostu. Letní mě-

síce byly velice teplé, kdy teplota sahala někdy téměř až k 40 °C a vlhkost byla minimální. Z důvodu nebezpečí dehydratace a následné smrti z nedostatku energetických zásob (RANDOLPH & STOREY 1999), která klíšťatům hrozila, byl výskyt klíšťat během dalších měsíců negativní. Sezónní aktivita klíšťat na lučním porostu tvořila tedy pouze jednovrcholová křivka s maximem v polovině dubna. Toto tvrzení je ve shodě s výsledky, které publikuje ve své práci Rosický (1979).

V biotopu jehličnatého lesa probíhal výzkum od 10. 5. 2018 do 6. 12. 2018. Během tohoto časového rozmezí bylo nalezeno 130 jedinců. Byla zde zaznamenána všechna stádia klíštěte obecného (*Ixodes ricinus*), na rozdíl od lučního porostu. Největší počet klíšťat byl zaznamenán dne 17. 5. 2018, kdy bylo nalezeno 18 klíšťat na ploše 25 x 25 m. V jehličnatém lese viditelně převažovalo stádium nymfy. Tuto informaci, že v lesích jsou nalézána hlavně neadultní stádia, potvrzuje i literatura Hubálka (2003), nebo i společná práce Hubálka a Rudolfa (2007). Za monitorovací období jich bylo nalezeno 88. Dále na monitorované ploše bylo zaznamenáno 26 larev, 6 samic a 10 samců. Dominance nymf může být také spojená s nedostatkem vhodných hostitelů, kteří se v lese pohybují (SIŇSKI *et al.* 2006, LANGROVÁ 2007). Nymfy se tak nemohou vyvinout v imaga. U klíšťat také rozhoduje výběr hostitele podle jeho stáří či pohlaví (SIŇSKI *et al.* 2006). Množství a typ vývojového stádia může také ovlivňovat typ vegetace. Jehličnatý les tvoří ideální prostředí pro nymfy a larvy, jelikož se mohou ukrývat před nepříznivými vlivy ve spadaném jehličí (v lesní hrabance). Tato informace se vyskytuje i v literaturách Hubálka a Rudolfa (2007) či Dobsona (2011), kteří uvádějí, že většina klíšťat se nachází spíše v oblastech se stromovým porostem než na pastvinách, polních cestách, loukách, příkopech, na zahradách atd. V jehličnatém lese bylo nalezeno nejvíce larev na rozdíl od ostatních dvou sběrných lokalit. Vhodná teplota a vlhkost půdy v jehličnatém lese tvoří vhodné podmínky pro kladení vajíček, a proto se zde líhne více larev než v ostatních biotopech (HUBÁLEK & RUDOLF 2007). V jehličnatém lese bylo nalezeno nejvíce klíšťat dne 17. 5. 2018 (15 nymf, 2 samice a 1 samec), při teplotě 21 °C a vlhkosti 55 %. Výšku porostu zde nebylo možné měřit, protože zde rostou jen statné smrky a na zemi je lesní hrabanka. Na rozdíl od lučního porostu jejich výskyt neustále stoupal a klesal. Jejich sezónní aktivita tvořila čtyřvrcholovou křivku s maximem v polovině května (17. 5. 2018). Dne 24. 5. 2018 jejich počet klesl na pouhých 5 klíšťat. Zřejmě z důvodu náhlého vzrůstu teploty na 27 °C a snížení vlhkosti na 30,4 %. Druhý největší nárůst byl zaznamenán dne 12. 7. 2018, kdy bylo nalezeno 15 klíšťat. V srpnu byl naopak velký pokles jejich výskytu, kdy nebylo nalezeno ani jedno vývojové stádium. Toto období trvalo od 2. 8. 2018 do 16. 8. 2018. Teplota se pohybovala nad 30 °C a vlhkost dosahovala průměrně pouze 30 %, což jsou méně příznivé podmínky pro výskyt klíšťat. Po poklesu následoval mírný nárůst koncem srpna. Od září jejich počty neustále klesaly, až došlo k úplnému útlumu výskytu klíšťat v jehličnatém lese v roce 2018.

Posledním z monitorovaných biotopů je listnatý les, ve kterém probíhal výzkum od 10. 5. 2018 do 6. 12. 2018 na ploše o velikosti 25 x 25 m. Celkem bylo nasbíráno 110 klíšťat. Na této lokalitě byla zaznamenána všechna vývojová stadia klíštěte obecného (*Ixodes ricinus*). Největší počet klíšťat byl zaznamenán dne 24. 5. 2018, kdy bylo sebráno 21 klíšťat (13 nymf, 2 samice, 6 samců), při teplotě 27 °C a vlhkosti 30,4 %. Stejně jako v listnatém lese zde převažoval výskyt nymf (74 nálezů nymf během roku 2018) (HUBÁLEK 2003), ale samců a samic zde bylo nalezeno více (18 samic, 14 samců). To může mít za důsledek větší patrovitost porostu. V listnatém lese mohou imaga vyšplhat na vyšší vegetaci, na které mohou číhat na případného vhodného hostitele. Jehličnatý les jim tuto možnost neposkytuje. Celkovou vhodností biotopu pro klíšťata se zabývá Walker (2003). Ve své literatuře uvádí, že klíšťata jsou přizpůsobena dvěma extrémně kontrastním složkám jejich prostředí, a to fyzickému prostředí a prostředí jejich hostitelů. Klíšťata opouštějí své stávající fyzické prostředí, pokud na něm hrozí vysušení, hladovění, mráz, nebo když hrozí nebezpečí ze strany dravců, jako jsou mravenci nebo patogenní houby. Tyto nepříznivé faktory omezují typ stanovišť, kde se daný druh bude vyskytovat. Na rozdíl od lučního porostu a jehličnatého lesa, zde můžeme vidět dvě početní maxima, která jsou pro vývoj klíšťat nejčastější. Což potvrzují i studia Jírovce (1977) a Rosického (1979). První početní maximum nastalo dne 24. 5. 2018. Následoval pozvolný pokles výskytu až úplný útlum koncem července a začátkem srpna. Druhé početní stádium nastalo dne 27. 9. 2018 při teplotě 18,9 °C a vlhkosti 40 %, kdy bylo nalezeno 12 klíšťat. Po druhém početním maximu počet klíšťat s postupně se snižující teplotou v jednotlivých sběrech klesal. Poslední úspěšný sběr byl dne 8. 11. 2018 při teplotě 13,4 °C a vlhkosti 47,5 %.

10 ZÁVĚR

V roce 2018 byl sledován výskyt klíšťat (*Ixodes ricinus*) na lokalitách jehličnatého lesa, listnatého lesa a na lučním porostu. Sezónní aktivita klíšťat byla zkoumána také v závislosti na změny klimatických podmínek, proto byla zaznamenávána hlavně teplota a vlhkost prostředí během roku. Celkově bylo během ročního vlnování nalezeno 334 klíšťat. Jelikož se počet týdenních sběrů v jehličnatém a listnatém lese liší od sběrů na lučním porostu, z důvodu organizačních změn bakalářské práce, není možné tyto oblasti porovnávat dohromady. Na lučním porostu byl prováděn výzkum od 29. 3. 2018 do 6. 12. 2018 a celkem zde bylo nasbíráno 94 klíšťat, z toho bylo 8 nymf, 47 samic a 39 samců. Výskyt larev zde nebyl prokázán. Sezónní aktivita klíšťat na lučním porostu tvořila pouze jednovrcholovou křivku s maximem v polovině dubna. V biotopu jehličnatého a listnatého lesa byl prováděn výzkum od 10. 5. 2018 do 6. 12. 2018. V jehličnatém lese bylo celkem nasbíráno 130 klíšťat, která byla následně roztríděna na 26 larev, 88 nymf, 6 samic a 10 samců. Jejich sezónní aktivita tvořila čtyřvrcholovou křivku s maximem v polovině května. 110 klíšťat bylo celkově nalezeno v listnatém lese, která byla následně roztríděna na 4 larvy, 74 nymf, 18 samic a 14 samců. Sezónní aktivita v listnatém lese tvořila dvouvrcholovou křivku. První početní maximum se projevilo koncem května a druhé početní maximum nastoupilo koncem září. Závislost aktivity klíšťat na klimatických podmínkách se nepodařilo stoprocentně prokázat z důvodu jednosezónního výzkumu.

Pro další studie by bylo určitě vhodné měřit teplotní a vlhkostní poměry na jednotlivých monitorovacích oblastech zvlášť. Dále by se mohla zaznamenávat například i teplota půdy, které může mít také vliv na výskyt klíšťat na daných lokalitách.

Svou prací bych chtěla upozornit na sezónní aktivitu klíštěte obecného v souvislosti s neustále se měnícími klimatickými podmínkami v průběhu roku a na různý výskyt jednotlivých vývojových stádií v odlišných biotopech.

LITERÁRNÍ ZDROJE

- ADÁMKOVÁ V. & VELEMÍNSKÝ M. 2004: *Nejčastější choroby přenosné ze zvíře na člověka*. VEGA, Praha, 32 pp.
- ANDERSON J. F. & MAGNARELLI L. A. 2008: Biology of Ticks. *Infectious Disease Clinics of North America* **22**(2): 195-215.
- ANDERSON J. F. & MAGNARELLI L. A. 1992: Prevention of Lyme disease. Web sites: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1595748>. ISSN 1164-73
- ANONYMUS. [2019a]: Babesioza. Web sites: <https://www.kliste.cz/cz/vse-o-klistatech/clanek/babesioza>
- ANONYMUS. [2019b]: Městec Králové. Web sites: <http://www.mesteckralove.cz/>
- ANONYMUS. [2019c]: Mapy.cz . Web sites: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.2891000&y=50.2026000&z=11>
- BARTŮŇEK, P. 2013: *Lymeská borelióza*. 4. přeprac. a dopl. vyd. Grada, Praha, 157 pp.
- BEDNÁŘ M., SOUČEK A., VÁVRA J. 1994: *Lékařská speciální mikrobiologie a parazitologie*. Trilon, Praha, 226 pp.
- BLAGBURN B. L. & DRYDEN M. W. 2000: Biology, Treatment, and Control of Flea and Tick Infestations. *Vet Clin Nort Am Small Anim Pract.* **39**(6): 1173-1200.
- ČHMÚ. 2019: Předpověď aktivity klíšťat. Web sites: <http://portal.chmi.cz/>
- DANIEL M. 2007: Jak se chránit před napadením klíšťaty. Web sites: <http://www.szu.cz/tema/prevence/jak-se-chranit-pred-napadenim-klistaty-1?red=1>
- DEPLAZES P., ECKERT J., HIMMELSTJERNA G. S., ZAHNER H. 2012: *Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin*. Enke, Stuttgart, 656 pp.
- DILLINGER S. C. & KESEL A. B. 2002: Changes in the structure of the cuticle of *Ixodes ricinus* L. 1758 (Acari, Ixodidae) during feeding. *Arthropod Structure* **31**(2): 95-101.
- DOBSON A. D., TAYLOR J. L., RANDOLPH, S. E. 2011: Tick (*Ixodes ricinus*) abundance and seasonality at recreational sites in the UK: Hazards in relation to fine-scale habitat types revealed by complementary sampling methods. *Ticks and Tick-Borne Diseases* **2**(2): 67-74.
- DOGEL' V. A. 1961: *Zoologie bezobratlých: [celostátní vysokoškolská učebnice]*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 168 pp.
- FLEGR J. 2005: *Evoluční biologie*. Academia, Praha, 559 pp.
- FRANK B., LUCIUS R., LOOS-FRANK B. 2008: *Biologie von Parasiten*. Springer, Berlin, 552 pp.

- FRANTA Z., FRANTOVÁ H., KONVIČKOVÁ J., HORN M., SOJKA D., MAREŠ M., KOPÁČEK P. 2010: Dynamics of digestive proteolytic system during blood feeding of the hard tick *Ixodes ricinus*. *Parasit. Vectors* 2010 Dec 14; 3: 119.
- GODDARD J. 2000: *Infectious diseases and arthropods*. Humana press, Praha, 240 pp.
- GODDARD J. 2010: *Physician's Guide to Arthropods of Medical Importance*. Taylor & Francis, Abingdon, 515 pp.
- GRIFFITHS J., MAGUIRE J. H., HEGGENHOUGEN K., QUAH S. R. 2010: *Public Health and Infectious Diseases*. Elsevier, Amsterdam, 512 pp.
- GUILFOILE P. 2004: *Ticks off! Controlling ticks that transmit lyme disease on your property*. ForSte Press, WA, 80 pp.
- HAVLÍK J. 2002: *Infekční nemoci*. Galén, Praha, 186 pp.
- HUBÁLEK Z. 2000: *Mikrobiální zoonózy a sapronózy*. Masarykova univerzita, Brno, 153 pp.
- HUBÁLEK Z., HALOUZKA J., JUŘICOVÁ Z. 2003. Host-seeking activity of ixodid ticks in relation to weather variables. *Journal of Vectors Ecology* **28**(2): 159-165.
- HUBÁLEK Z., RUDOLF I. 2007: *Mikrobiální zoonózy a sapronózy*. Masarykova univerzita, Brno, 176 pp.
- HUGLI D., MORET J., RAIS O., MOOSMANN Y., ERARD P., MALINVERNI R., GERN L. 2009: Tick bites in a Lyme borreliosis highly endemic area in Switzerland. *International Journal of Medical Microbiology* **299**(2): 155-160.
- HULÍNSKÁ D. 2008: Onemocnění přenášená klíšťaty v České republice. Web sites: <http://www.szu.cz/tema/prevence/onemocneni-prenasena-klisaty-v-ceske-republice>
- CHITIMIA-DOBLER L., RIEß R., KAHL O., WÖLFE S., DOBLER G., NAVA S., ESTRADA-PEÑA A. 2018: *Ixodes inopinatus* – Occurring also outside the Mediterranean region. *Ticks and Tick-borne Diseases*. **18**(9): 196-200.
- ILENČÍKOVÁ T. 2013: Rickettsiόza: příčiny, příznaky, diagnostika a léčba. Web sites: <https://cs.medlicker.com/163-rickettsioza-priciny-priznaky-diagnostika-a-lecba>
- JÍROVEC O. 1977: *Parasitologie pro lékaře*. Avicenum, Praha, 475 pp.
- JONGEJAN F. & UILENBERG G. 2004: The global importance of ticks. *Cambridge journals* 129: 3-14.
- KADLÍKOVÁ L. 2007: *Ixodes ricinus*. Web sites: <https://www.priroda.cz/lexikon.php?detail=873,%208.3.2012>
- KAYSER F. H., BIENZ K. A., ECKERT J., ZINKERNAGEL R. M. 2005: *Medical Microbiology*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 698 pp.
- KIMMG P. 2000: *Klíšťata: Nepatrné kousnutí s neblahými následky*. Pragma, Praha, 114 pp.

- KLOMPEN J. S. H., BLACK W. C. 1996: Evolution of ticks. *Annual Review Entomology* IV(41): 141–161.
- KRATOCHVÍL J. 1973: *Použitá zoologie*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 410 pp.
- KRAUS H., WEBER A., APPEL M., ENDERS B., ISENBERG H. D., SCHIEFER H. G., SLENCZKA W., VON GRAEVENITZ A., ZAHNER H. 2003: *Zoonoses: Infectious Diseases Transmissible from Animals to Humans*. ASM Press, Washington DC, 474 pp.
- KŘÍŽ B., DANIEL M., BENEŠ Č., MALÝ M., KOLÁŘ J., POTŮČKOVÁ M., ŠTEFANOVÁ E. 2015: Mapování přírodních ohnisek zoonóz přenosných na člověka v ČR a jejich změny ovlivněné modifikacemi klimatu. Web sites: <http://www.szu.cz/tema/prevence/projekt-mapovani-prirodnich-ohnisek-zoonoz-prenosnychna-cloveka>
- KŘÍŽ B., BENEŠ Č. 2014: Situace ve výskytu klíšťové encefalitidy do roku 2013 v České republice. Web sites: http://www.szu.cz/uploads/Epidemiologie/Klistova_encefalitida_do_roku_2013_CR.pdf
- KUBÁT K., SKOUMALOVÁ-HADAČOVÁ A. 2002: *Klíč ke květeně České republiky*. Academia, Praha, 928 pp.
- LANGROVÁ I. 2007: *Zoologie*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 272 pp.
- LONG S. S., PICKERING L. K., PROBER CH. G. 2012: *Principles and Practice of Pediatric Infectious Disease*. Elsevier Health Sciences, London, 1712 pp.
- LÝSEK H. 1969: *Základy biologie parazitů: Obecná a speciální parazitologie*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
- MACEK R. 2006: Klíšťata a onemocnění přenosná z klíšťat na psy. Web sites: <http://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Lovecky-pes/2006/03---2006/Klistata-a-onemocneni-prenosna-z-klistat-na-psy>
- MATĚJOVSKÁ T. 2007: Interakce klíště – hostitel I. Sání krve a přenos patogenu. Web sites: <http://ziva.avcr.cz/2007-6/interakce-kliste-hostitel-i-sani-krve-a-prenos-patogenu.html>
- MATERNA J. 2012: Výškové rozšíření klíštěte obecného (*Ixodes ricinus*) v Krkonoších. Web sites: http://opera.krnapp.cz/apex/apex_util.get_blob?s=11360123343606&a=103&c=6251526924540477&p=8&k1=980&k2=&ck=LtHNcUWeLSCQ8DKbpPSvLp4-cP4pfdSjPHUDhBEk-ZfVe5l9E8iWjeGTtAo9FQ1kBWQJzPODap82w9U8_HGaJdG&rt=CR
- MÁSLOVÁ L., MARTINKOVÁ I., VAŠUTOVÁ M. 2014: Bartonelóza – nemoc z kočičího škrábnutí. *Interní medicína pro praxi* (16): 167-168.
- NORTE A. C., DE CARVALHO I. L., RAMOS J. A., GONCALVES M., GERN L., NÚNCIO M. S. 2012: Diversity and seasonal patterns of ticks parasitizing wild birds in western Portugal. *Experimental & Applied Acarology* (58): 327-339.

- NOSEK J., SIXL W. 1973: *Central-European Ticks (Ixodoidea): Key for determination*. Landesmuseum Joanneum Graz, Graz.
- NOVACKÝ M., CZAKO M. 1987: *Základy etologie*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava, 178 pp.
- NUTTALL P. A., LABUDA M. 2004: Tick-host interactions: saliva-activated transmission. *Parasitology* **129**: 177-189.
- OGDEN N. H., HAILES R. S., NUTTALL P. A. 1998: Interstadial variation in the attachment sites of Ixodes ricinus ticks on sheep. *Experimental & Applied Acarology*. **22**: 227-232.
- PAPÁČEK M. 2000: *Zoologie*. Scientia, Praha, 286 pp.
- POKORNÝ V. 2004: *Atlas hmyzu*. Paseka, Praha, 71 pp.
- PROCHÁZKOVÁ S. 2018: Jak vyndat klíště? Vytočit, nebo vykývat? Podrobný návod krok za krokem. Web sites: <https://www.mojezdravi.cz/zdravy-zivotni-styl/jak-vyndat-kliste-vytocit-nebo-vykyvat-podrobny-navod-krok-za-krokem-4147.html>
- RANDOLPH S. E., STOREY K. 1999: Impact of microclimate on immature tick-rodent host interactions (Acari:Ixodidae): implications for parasite transmission. *J. Med. Entomol* **36**(6): 741-748.
- REICHHOLF J., STEINBACH G. 2003: *Zoologická encyklopedie: Pavoukovci a další bezobratlí*. Knižní klub, Praha, 152 pp.
- ROSICKÝ B., ČERNÝ V., DANIEL M., DUSBÁBEK F., PALIČKA P., SAMŠIŇÁK K. 1979. *Roztoči a klíšťata škodící zdraví člověka*. Academia, Praha, 212 pp.
- RYŠAVÝ B. 1989: *Základy parazitologie: vysokoškolská učebnice pro studenty přírodovědecké fakulty*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
- SEDLÁK E. 2005: *Zoologie bezobratlých*. Masarykova univerzita, Brno, 336 pp.
- SEDLÁK K., TOMŠÍČKOVÁ M. 2006: *Nebezpečné infekce zvířat a člověka*. Scientia, Praha, 266 pp.
- SEIDL Z. 2015: *Neurologie pro studium i praxi*. Grada, Praha, 383 pp.
- SIŇSKI E., PAWELCZYK A., BAJER A., BEHNKE J. M. 2006. Abundance of wild rodents, ticks and environmental risk of Lyme borreliosis: A longitudinal study in an area of Mazury Lakes district of Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* **13**(2): 295-300.
- SMRŽ J. 2013: *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů*. Karolinum, Praha, 192 pp.
- SONENSHINE D. E. 2004: Pheromones and other semiochemicals of ticks and their use in tick control. *Parasitology* **129**: 405-425.
- SONENSHINE D. E., ROE R. M. 2014: *Biology of ticks*. Oxford University Press, Oxford, 560 pp.

- SUBAK S. 2003: Effects of climate on variability in Lyme disease incidence in the Northeastern United States. *American Journal of Epidemiology* **157**: 531–538.
- TOMAN M. 2009: *Veterinární imunologie*. Grada, Praha, 392 pp.
- VOLF P., HORÁK P. 2007: *Paraziti a jejich biologie*. Triton, Pardubice, 318 pp.
- WALADE S. M., RICE M. J. 1982: Biology of ticks. *Infectious Disease Clinics Of North America* **22**(2): 195-215.
- WALKER A. R., BOUATTOUR A., CAMICAS J.-L., ESTRADA PEÑA A., HORAK I. G., LATIF A. A., PEGRAM R. G., PRESTON P. M. 2003: *Ticks of Domestic Animals in Africa: a Guide to Identification of Species*. The University of Edinburgh, Edinburgh.
- ZAHRADNÍK J. 2004: *Hmyz*. Aventinum, Praha, s. 326 pp.