

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Vliv diverzity lesa a výškového gradientu na
abundanci klíšťat v jižních Čechách**

Bakalářská práce

Autor práce: Jiří Pavelka

Vedoucí práce: Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jiří Pavelka

Lesnictví
Ochrana a pěstování lesních ekosystémů

Název práce

Vliv diverzity lesa a výškové gradientu na abundanci klíšťat v jižních Čechách

Název anglicky

Effect of Forest Diversity and Altitude Gradient on Abundance of Ticks in South Bohemia

Cíle práce

Získat poznatky o vlivu diverzity, struktury, druhového složení stromového patra lesních porostů a výškového gradientu na abundanci klíštěte obecného v měnících se podmínkách prostředí.

Metodika

- Rozbor problematiky se zaměřením na podmínky ovlivňující vývojový cyklus, aktivitu a početnost klíšťat, vliv struktury a skladby lesních porostů na abundanci klíšťat, výskyt klíšťat ve výškovém gradientu, vztah klíšťat a člověka, zejména se zaměřením na klíště obecné a probíhající změnu klimatu v kontextu managementu a pěstování lesů (termín říjen 2023).
- Charakteristika zájmového území jižních Čech a zejména pak klimatických, stanovištních a porostních poměrů v dané oblasti (termín listopad 2023).
- Charakteristika vybraných trvalých výzkumných ploch se zaměřením na základní stanovištní a produkční parametry (termín listopad 2023).
- Vlajkování klíšťat a biometrická měření stromového patra minimálně na 12 trvalých výzkumných plochách plochách o velikosti 20×20 m, hodnocení pobytových znaků zvěře, vegetačního pokryvu a základních krajinných parametrů (termín prosinec 2023).
- Aplikace standardních matematicko-statistických metod v programech Excel, Statistica a CANOCO (termín leden 2024).
- Vyhodnocení biotopu, vertikální a horizontální struktury, druhové diverzity, produkčního potenciálu porostů a výskytu zvěře na jednotlivých trvalých výzkumných plochách v oblasti jižních Čech v kontextu abundance klíštěte obecného (termín únor 2024).
- Aplikace získaných poznatků abundance klíštěte obecného do praxe ve vztahu ke krajinným a zejména porostním ukazatelům stromového patra se zaměřením na pěstování lesů, minimalizace výskytu klíšťat a následně prevalence chorobami jimi přenášenými (termín březen 2024).

Doporučený rozsah práce

Minimálně 30 stran textu.

Klíčová slova

Struktura lesa, druhová skladba, změna klimatu, biotop, Ixodes ricinus

Doporučené zdroje informací

- Daniel, M., Zitek, K., Danielová, V., Kříž, B., Valter, J., & Kott, I. (2006). Risk assessment and prediction of Ixodes ricinus tick questing activity and human tick-borne encephalitis infection in space and time in the Czech Republic. *International Journal of Medical Microbiology*, 296, 41-47.
- Danielová, V., Rudenko, N., Daniel, M., Holubová, J., Materna, J., Golovchenko, M., & Schwarzová, L. (2006). Extension of Ixodes ricinus ticks and agents of tick-borne diseases to mountain areas in the Czech Republic. *International Journal of Medical Microbiology*, 296, 48-53.
- Estrada-Peña, A. (2001). Distribution, Abundance, and Habitat Preferences of Ixodes ricinus (Acari: Ixodidae) in Northern Spain. *Journal of Medical Entomology*, 38, 361–370.
- Gray, J.S. (1998). Review The ecology of ticks transmitting Lyme borreliosis. *Experimental and Applied Acarology*, 22, 249–258.
- Materna, J., Daniel, M., Metelka, L., & Harčarik, J. (2008). The vertical distribution, density and the development of the tick Ixodes ricinus in mountain areas influenced by climate changes (The Krkonoše Mts., Czech Republic). *International Journal of Medical Microbiology*, 298, 25-37.
- Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G., ... & Reyer, C. P. (2017). Forest disturbances under climate change. *Nature climate change*, 7(6), 395-402.
- Tkadlec, E., Václavík, T., Kubelová, M., & Šíroky, P. (2018). Negative spatial covariation in abundance of two European ticks: diverging niche preferences or biotic interaction?. *Ecological Entomology*, 43(6), 804-812.
- Vacek, Z., Cukor, J., Vacek, S., Václavík, T., Kybicová, K., Bartoška, J., ... & Molina, S. M. (2023). Effect of forest structures and tree species composition on common tick (Ixodes ricinus) abundance—Case study from Czechia. *Forest Ecology and Management*, 529, 120676.
- Vacek, Z., Prokúpková, A., Vacek, S., Cukor, J., Bílek, L., Gallo, J., Bulušek, D. (2020). Silviculture as a tool to support stability and diversity of forests under climate change: Study from Krkonoše Mountains. *Central European Forestry Journal*, 66, 116–129.
- Volf, P. (2007). *Paraziti a jejich biologie*. Triton, Praha.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 1. 2. 2023

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 1. 2024

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 12. 02. 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Vliv diverzity lesa a výškového gradientu na abundanci klíšťat v jižních Čechách vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 4.4.2024

Pavelka

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu práce panu Ing. Zdeňkovi Vackovi, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky, vstřícnost při konzultacích a odborný dohled nad mojí bakalářskou prací. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, přítelkyni a přátelům, za veškerou podporu při vysokoškolském studiu a zpracování mé bakalářské práce.

Vliv diverzity lesa a výškového gradientu na abundanci klíšťat v jižních Čechách

Abstrakt

Klíště obecné (*Ixodes ricinus*), patřící do kmene *Arthropoda*, je roztoč přenášející řadu nákaz. Jeho abundanci ovlivňuje mnoho faktorů např. druhová struktura lesa, druh biotopu, množství vhodných hostitelů (drobní savci, lesní zvěř), výškový gradient, klimatická změna a její ovlivňování teploty či vlhkosti prostředí. Druhová struktura v České republice se pomalu, ale jistě přeměňuje. Lesníci se snaží zlepšovat dynamiku lesa a např. jehličnaté monokultury přetvářejí na smíšené, druhově bohatší lesy, které jsou schopné lépe dynamicky fungovat a odolávat biotickým či abiotickým vlivům. Při srovnání biotopových prostředích lesního porostu, okraje lesa a holiny je danými stanovištními podmínkami (teplota, vlhkost, pokryvnost vegetace) abundance velice ovlivněna, kdy vyhovující podmínky hrají ve prospěch lesního porostu a okraje lesa. Množství vhodných hostitelů je pro výskyt klíštěte obecného také klíčové. Klimatická změna přináší řadu změn a je příčinou rozšiřování tohoto členovce do vyšších poloh, s čímž je spojeno i rozšíření nemocí, které klíště obecné přenáší. K nejznámějším patří lymeská borelióza či klíšťová encefalitida, ale nelze opomenout nemoci jako jsou tularemie, lidská granulocytární anaplasmoza či bartonellóza. Výzkum probíhal v Jihočeském kraji na 13 určených plochách. Během let 2021, 2022, 2023 bylo celkově zmonitorováno 2240 jedinců klíštěte obecného. V roce 2023 bylo zastoupeno z celkového počtu 716 ks dospělé stádium (samci a samice) z 25 %, stádium nymfy ze 48 % a stádium larvy z 27 %. Největší počet klíšťat byl navlajkován v lokalitě Temelín (ID 128). Jednalo se o smíšený les a celkově zde bylo zmonitorováno 125 jedinců. Nejmenší počet byl navlajkován na lokalitě Bukovsko (ID 126) v listnatém lese, kde byla zmonitorována pouze 3 klíšťata. Signifikantnost ukazuje i nadmořská výška, s jejímž stoupáním se abundance klíšťat snižuje. Naopak s průměrnou výškou porostu se abundance klíšťat zvyšuje. S migrující zvěří a globálním oteplováním se hranice vhodných stanovišť posouvá ve vertikálním směru vzhůru. Proto je dobré dbát na ochranu proti klíšťatům v jakýchkoliv prostředích, která se z důvodu dobrých podmínek pro život klíštěte stávají vůči lidem rizikovými.

Klíčová slova: struktura lesa, druhová skladba, změna klimatu, biotop, *Ixodes ricinus*

Effect of Forest Diversity and Altitude Gradient on Abundance of Ticks in South Bohemia

Summary

The common tick (*Ixodes ricinus*), belonging to the phylum *Arthropoda*, is a mite that transmits a number of diseases. Its abundance is influenced by many factors, such as the species structure of the forest, the type of habitat, the abundance of suitable hosts (small mammals, forest animals), the altitudinal gradient, climate change and its influence on the temperature or humidity of the environment. The tree species structure in the Czech Republic is slowly but surely transforming. Foresters are trying to improve forest dynamics and, for example, are transforming coniferous monocultures into mixed, more species-rich forests that are better able to function dynamically and resist biotic or abiotic influences. When comparing the habitat environments of forest stand, forest edge and clear cut, abundance is strongly influenced by the given habitat conditions (temperature, moisture, vegetation cover), with suitable conditions playing in favour of forest stand and forest edge. The abundance of suitable hosts is also crucial for the abundance of the common tick. Climate change is bringing about a number of changes and is causing the spread of this arthropod to higher altitudes, which is associated with the spread of the diseases that the common tick transmits. The most well-known are Lyme disease and tick-borne encephalitis, but diseases such as tularemia, human granulocytic anaplasmosis and bartonellosis, should not be forgotten. The research was carried out in the South Bohemia Region on 13 designated areas. During the years 2021, 2022, 2023 a total of 2240 individuals of the common tick were monitored. In 2023, the adult stage (males and females) represented 25 %, the nymph stage 48 % and the larval stage 27 % of the total 716 individuals. The largest number of ticks was baited at the Temelín site (ID 128). This was a mixed forest and a total of 125 individuals were monitored. The lowest number was recorded at the Bukovsko site (ID 126) in deciduous forest, where only 3 ticks were monitored. Significance is also shown by the altitude, with which the abundance of ticks decreases with increasing altitude. On the other hand, the abundance of ticks increases with average stand height with migratory wildlife and global warming, the boundary of suitable habitat is shifting upwards in a vertical direction. It is therefore a good idea to take care to protect against ticks in any environment that becomes risky to humans because of the tick's habitat.

Keywords: forest structure, species composition, climate change, habitat, *Ixodes Ricinus*

Obsah

1 Úvod.....	11
2 Cíl práce	12
3 Literární rešerše	13
3.1 Lesní ekosystém	13
3.1.1 Struktura lesních ekosystémů	13
3.1.1.1 Druhová struktura lesních ekosystémů	13
3.1.1.2 Věková struktura lesních ekosystémů	15
3.1.2 Výškový gradient a jeho vliv na lesní ekosystém	16
3.1.3 Spárkatá zvěř ovlivňující lesní ekosystém	18
3.2 Klimatická změna a její vliv na lesní ekosystém	21
3.3 Druhy klíšťat v České republice	24
3.3.1 Klíště obecné (<i>Ixodes ricinus</i>)	24
3.3.1.1 Výskyt klíštěte obecného.....	24
3.3.1.2 Anatomie a vývoj klíštěte obecného	26
3.3.1.3 Klíště jako parazit	28
3.3.2 Klíšť lužní (<i>Haemaphysalis concinna</i>).....	29
3.3.3 Píják lužní (<i>Dermacentor reticulatus</i>).....	30
3.4 Výskyt klíšťat.....	31
3.4.1 Vliv struktury lesa na výskyt klíšťat	31
3.4.2 Vliv výškového gradientu na výskyt klíšťat.....	33
3.4.3 Vliv klimatu na výskyt a aktivitu klíšťat.....	34
3.4.4 Vliv lesních živočichů na výskyt klíšťat	35
3.5 Klíště obecné jako přenašeč nemocí	35
3.5.1 Klíště a člověk	35
3.5.2 Lymeská borelióza	36
3.5.2.1 Průběh onemocnění	37
3.5.2.2 Přenos onemocnění	38
3.5.2.3 Prevence LB	39
3.5.2.4 Léčba LB	40
3.5.3 Klíšťová encefalitida	40
3.5.3.1 Průběh onemocnění	41
3.5.3.2 Přenos klíšťové encefalitidy	42
3.5.3.3 Prevence proti onemocnění KE	42
3.5.4 Lidská granulocytární anaplazmóza.....	43

3.5.5	Babesióza.....	43
3.5.6	Bartonellóza.....	44
3.5.7	Rickettsióza.....	45
3.5.8	Tularemie.....	46
3.5.9	Prevence a ochrana proti klíšťatům.....	46
3.5.10	Jak odstranit klíště.....	47
4	Metodika	48
4.1	Charakteristika zájmového území – Jihočeský kraj	48
4.1.1	Charakteristika území.....	48
4.1.2	Lesnictví v Jihočeském kraji	51
4.1.2.1	Struktura lesů Jihočeského kraje.....	51
4.1.2.2	Obnova lesa v Jihočeském kraji.....	52
4.1.2.3	Těžba dřeva v Jihočeském kraji.....	53
4.1.3	Trvalé výzkumné plochy	53
4.2	Sběr dat.....	55
4.2.1	Metoda sběru dat klíšťat.....	56
4.2.2	Uchování a transport klíšťat	58
4.2.3	Sběr stanovištních a porostních dat.....	58
4.3	Analýza dat	59
4.3.1	Statistické analýzy.....	59
4.3.2	Parametry prostředí	60
5	Výsledky	63
5.1	Struktura a produkce lesních porostů	63
5.2	Abundance klíšťat	65
5.3	Interakce mezi abundancí klíšťat, diverzitou porostu a krajinnými parametry	67
5.4	Vliv stanovištních a porostních parametrů na výskyt klíšťat	69
6	Diskuze.....	76
7	Závěr	78
8	Literatura.....	79
9	Seznam obrázků, tabulek a příloh.....	102
9.1	Seznam obrázků	102
9.2	Seznam tabulek	103
9.3	Seznam příloh	104
10	Přílohy.....	105

Seznam použitých zkratek

ATB	– antibiotika
Bbsl	– <i>Borrelia burgdorferi</i> sensu lato
CNS	– centrální nervová soustava
CO ₂	– oxid uhličitý
ČR	– Česká republika
DBH	– výčetní tloušťka
KE	– klíšťová encefalitida
LB	– lymeská borelióza
LČR	– Lesy České republiky, s. p.
LHP	– lesní hospodářský plán
LVS	– lesní vegetační stupeň
NIL	– Národní inventarizace lesů
OspA	– outer surface protein A (vnější povrchový protein A)
OspC	– outer surface protein C (vnější povrchový protein C)
ÚHUL	– Ústav pro hospodářskou úpravu lesů

1 Úvod

Klíšťata jsou obligátní parazité, kteří přenášejí množství patogenů na zvířata a lidi. Zájem o lidské patogeny přenášené klíšťaty zaznamenal v posledních několika desetiletích vzestup (Estrada-Peña, 2014). Mezi závažná onemocnění přenášená klíšťaty patří klíšťová encefalitida, lymeská borelióza, anaplazmóza, babesiόza a řada dalších (Gray et al., 2021).

Klíště obecné (*Ixodes ricinus*) je nejrozšířenější klíště v České republice. Jeho areál výskytu zahrnuje celou západní, střední a jižní Evropu. Jižní hranice areálu sahá k severu Afriky (Tunis, Alžírsko), severní hranici tvoří jižní oblast Skandinávského poloostrova. Na východ se jeho areál táhne ke střednímu Povolží a jižněji přes Gruzii a Ázerbajdžán až na sever Íránu a Turecka (Volf, 2007). Faktickými podmínkami pro výskyt klíšťat jsou stanoviště s vysokou vlhkostí a přítomnost hostitelů (Tkadlec et al., 2018).

Na přítomnost klíšťat má vliv struktura porostů, a to hlavně druhová, věková, či prostorová (Tack et al., 2012). Za ideální stanoviště jsou považovány listnaté lesy s vysokou početností jelenovité zvěře (Gray, 1998). Jelenovití, stejně tak jako hlodavci, totiž mnohdy obývají biotopy na okraji lesa s bohatou vegetací (Boyard et al., 2008). V posledních desetiletích dochází k posunu výskytu klíšťat do vyšších nadmořských výšek v důsledku probíhajících změn klimatu, zejména oteplování (Lingren et al., 2000). Rozdíly v početnosti klíšťat na odlišných stanovištích nemusí záviset na rozdílech ve vegetaci či mikroklimatu, ale mohou být spíše způsobeny zvýšeným výskytem hostitelských druhů (Lindström a Jaenson, 2003). V souhrnu je tedy vyšší výskyt klíšťat přivlastňován různým faktorům, zejména zásahům člověka do zalesněných oblastí a úpravám stanovišť, což vedlo k většímu kontaktu člověka s klíšťaty a ke zvýšení množství a rozsahu populací klíšťat. V mozaikovitě krajině byla v porovnání s homogenní zalesněnou krajinou jasně potvrzena vyšší početnost klíšťat z důvodu vyššího počtu hostitelů pro larvy, nymfy a dospělce. Fragmentace krajiny ovlivňuje početnost klíšťat i nepřímo, pomocí zvýšené rozmanitosti a hojnosti hostitelských druhů (Ostfeld a Keesing, 2000).

Tato bakalářská práce navazuje na předešlé výzkumy ohledně výskytu klíštěte obecného, které zkoumají vliv klimatických, lesních, biotických či abiotických faktorů na abundanci tohoto členovce. Nemoci, které klíšťata mohou přenášet, se čím dál více dostávají do podvědomí obyvatel a jejich šíření vysoce souvisí s expanzí vhodných podmínek k životu klíšťat a jejich reprodukci.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bylo získat poznatky o vlivu diverzity, struktury, druhového složení stromového patra lesních porostů, biotopu a výškového gradientu na abundanci klíštěte obecného v měnicích se podmínkách prostředí na určených plochách metodou vlajkování v jižních Čechách na 13 trvalých výzkumných plochách, na kterých se hodnotila abundance klíšťat či porostní, stanovištní a krajinné parametry.

Pro zjištění abundance klíšťat bylo zapotřebí provést vlajkování na dané výzkumné ploše. Tato metoda se provádí tažením bílé vlajky (rozměr 1×1 m, simulující srst hostitele) po povrchu vegetace, následným sesbíráním klíšťat z vlajky do zkumavky, jejich počítáním v laboratoři a určením vývojových stádií, pohlaví či případně druhu klíšťat.

Aby byl cíl splněn, je potřeba změřit a následně vypočítat základní porostní charakteristiky lesních porostů, především produkční ukazatele, mezi které patří výčetní tloušťka, výška, výtvarnice, objem kmene, počet stromů, kruhová základna, zásoba porostu, štíhlostní kvocient, zakmenění či stupeň zápoje.

Dalšími parametry, které se podílejí na hodnocení diverzity porostu, a které je potřeba spočítat, jsou druhová bohatost, druhová různorodost, druhová vyrovnanost, vertikální struktura, horizontální struktura a celková diverzita podle. V rámci strukturální diference porostu je potřeba vypočítat index tloušťkové a výškové diference a index korunové diference.

Krajinné metriky, které jsou součástí testování vlivu krajinné struktury na výskyt klíštěte obecného na daných zájmových plochách, zahrnují průměrnou rozlohu krajinného prvku, hustotu ekotonů, index shlukovitosti, hustotu ploch, složitost tvarů, index diverzity, index největší plochy, index tvaru ploch, index soudržnosti ploch, efektivní velikost oka a agregační index.

3 Literární rešerše

3.1 Lesní ekosystém

Ekosystém podle současného poznání považujeme za dynamický cirkulační systém živých organismů a jejich neživého prostředí, který vyžaduje vnímat jeho jednotlivé složky jako nedílnou součást celku, která by neměla ohrožovat nebo významně narušovat ostatní složky ekosystému (Sloup, 2007).

Funkce lesního ekosystému v krajině je nezastupitelná, zpomaluje odtok povrchových vod, zabraňuje erozi, snižuje vysychání půdy či rychlost větru, ovlivňuje klima ve svém okolí a v neposlední řadě pohlcuje CO₂ a produkuje kyslík (VLS, 2016). Kromě produkční funkce, tedy jako zdroj obnovitelné, ekologicky šetrné suroviny – dřeva, musí lesy uspokojovat stále rostoucí nároky na mimoprodukční, tzv. veřejné funkce, tzn. na funkci vodohospodářskou, půdoochrannou, krajnotvornou, klimatickou či rekreační (Felton et al., 2010).

To vše vedlo už v minulosti k diferenciaci hospodaření v lesích a jejich členění na kategorie. V současné době se lesy v České republice člení na kategorii lesů hospodářských (77,7 %), ochranných (3,6 %) a zvláštního určení (18,7 %). Lesy hospodářské však plní všechny funkce, kdežto v dalších dvou kategoriích je hospodaření upraveno s ohledem na jejich speciální poslání (VLS, 2016).

Lesní ekosystémy prošly za poslední staletí velkými změnami, činitelem těchto změn byl převážně člověk, ale dosud není k dispozici žádná evropská kompilace historických údajů o věkové struktuře lesů (Vilén et al., 2012). Od doby, kdy les začal člověku sloužit, plocha lesů v průběhu doby silně kolísala, od základů se měnila jejich struktura, jejich dřevinná skladba a věkové složení. To vše dle požadavků společnosti v příslušném místě a čase (AOPK ČR, 2024).

3.1.1 Struktura lesních ekosystémů

3.1.1.1 Druhá struktura lesních ekosystémů

Česká republika je tvořena lesy s dřevinami, které by se zde za normálních okolností vůbec nevyskytovaly. Při jejich zakládání nebyly respektovány přírodní poměry. Porosty dřevin rostoucích v podmínkách, na které nejsou adaptovány, se stávají náchylné na choroby a poškození (AOPK ČR, 2024). Klimaxový, přírodní les = konečné stadium

sukcese lesa (ve kterém se ustaluje struktura) se skladbou dřevin i doprovodných druhů rostlin a živočichů, odpovídající klimatickým i půdním podmínkám na daném stanovišti (v dané oblasti představuje poslední článek fylogenetického vývoje). Označuje se též jako les původní; v ČR pouze zbytky v rezervacích (např. Boubínský prales). Přirozený les je fytoecologicky podobný původnímu lesu klimaxovému na daném stanovišti, se změněnou strukturou. Většina našich přirozených lesů se klimaxovému lesu blíží, avšak v důsledku těžby tohoto stavu nedosahuje (Mendelu, 2023).

Přitom řada studií ukazuje vyšší úroveň produktivity a rezistence vůči klimatické změně v druhově bohatých ekosystémech než v monokulturách (Vacek et al., 2021; Bohn, 2017). Dnes je tak většina našich lesů ohrožena nebo poškozována hmyzem, větrem, zvěří, suchem, či dřevokaznými houbami. V takových porostech se lesnická praxe především snaží tyto jevy omezovat (AOPK ČR, 2024).

Lesníci by však neměli opomínat na historický podklad vývoje a struktury daných lesních porostů v průběhu času, jelikož spousta změn v průběhu času může ukázat, jak se porosty mohou vyvíjet do budoucna a jaké postupy pro založení a pěstování nových porostů využít či vynechat (Noss, 1999).

Jako základ fungování ekosystémů a udržováním toků ekosystémových služeb považujeme biodiverzitu, která hraje důležitou roli při udržování odolnosti ekosystému vůči exogenním otřesům, jako jsou např. extrémní jevy počasí (Hooper et al., 2005). Biodiverzita je obecně definována jako variabilita mezi živými organismy a ekologickými komplexy, jejichž jsou součástí. To zahrnuje rozmanitost v rámci druhů, mezi druhy, mezi ekosystémy a v rámci nich (CBD, 1992). Diverzita na úrovni druhů neboli druhová bohatost je pro praktické účely nejčastěji používaným indikátorem. Druhová diverzita a skladba lesů hraje klíčovou roli v produkčním potenciálu a trvalé udržitelnosti. V různých výzkumech jsou druhová bohatost a počet dřevin vyskytujících se v porostu používány k vysvětlení vztahu mezi diverzitou a produkčním potenciálem, avšak druhová vyrovnanost a různorodost by neměly být opomíjeny (Vacek et al., 2023; Gillman et al., 2015). Biologická rozmanitost je však celosvětově ohrožena a existují přesvědčivé důkazy, že se dramaticky mění. Ztráta biodiverzity je charakterizována snížením početnosti a rozšíření druhů, fragmentací stanovišť a také snížením kvality stanovišť (Czajkowski et al., 2009).

Během 2. světové války a zejména po ní byly v západní Evropě i ve střední a východní Evropě vykáceny velké plochy lesních porostů, takže průměrná pěstební zásoba na hektar

byla v 50. letech v těchto oblastech relativně nízká. Také rozvoj inovovaných pěstebních metod zlepšil kvalitu stávajících lesů pro produkci dřeva (Gold, 2003). Rozvoj průmyslu přinesl prudký nárůst potřeby dřeva na palivo, výstavbu i technický materiál a tu mohl zajistit jen radikální zásah do tehdejšího lesnictví holosečemi a umělým zalesňováním. Smrk ztepilý (*Picea abies*) byl zvýhodněn snadným získáváním semene i rychlým vývojem na holosečích jakožto světlomilné dřeviny, nenáročnosti z hlediska klimatických podmínek a odolnosti vůči okusu způsobeného zvěří. Jednoduchost pěstební organizace s sebou nesly čisté a věkově homogenní porosty s vysokým finančním výnosem (Mohelský, 2019).

Celková plocha jehličnatých dřevin se však nadále snižuje. Naproti tomu se pozvolna zvyšuje podíl listnatých dřevin. Stále se snižuje zastoupení smrku, částečně také borovice lesní (*Pinus sylvestris*), a naopak roste zastoupení buku lesního (*Fagus sylvatica*) a dubu (*Quercus spp.*). Vedle celkového zastoupení jednotlivých druhů dřevin je, z hlediska posuzování druhové biodiverzity našich lesů, významným ukazatelem také výskyt porostních směsí v rámci jednotek prostorového rozdělení lesů (MZe, 2022).

Poměr smíšení jednotlivých druhů dřevin v rámci těchto jednotek trvale narůstá ve prospěch smíšených porostů a porostů s převahou listnáčů, které jsou odolnější vůči klimatické změně (Vacek et al., 2023). Tento stoupající trend byl zaznamenán i v roce 2022. Je to výsledek trvalého úsilí lesníků o dosažení optimální druhové skladby lesů, které je dlouhodobě podporováno cílenou dotační politikou státu (MZe, 2022).

3.1.1.2 Věková struktura lesních ekosystémů

Věková struktura lesů je důležitým faktorem pro pochopení historie lesů, jejich současného fungování a budoucího vývoje. Je to například zásadní informace pro posouzení potenciálu udržitelné těžby (Vilén et al., 2012). Vývoj rostoucí zásoby a přírůst, a tím i čistá výměna uhlíku, jsou silně ovlivněny stářím lesa. Právě informace o věkové struktuře jsou velice potřebné k pochopení variability skleníkových plynů v desetiletém měřítku (Ciais et al., 2008; Kohlmaier et al., 1995). Lesní porost může být úložištěm uhlíku až 200 let, přičemž vrcholem množství uložení je stáří stromu 30-40 let. Staré porosty jsou z dlouhodobého hlediska atmosféry uhlíkově neutrální (Song, 2003). Výměra porostů I. až III. věkové třídy (1-60 let) je dlouhodobě (od 80. let) výrazně podprůměrná, což nepředstavuje dobré vize pro vyrovnanost produkce v budoucnu. Naopak výměra porostů starších než 100 let je silně nadprůměrná (a jejich

podíl se stále zvyšuje), což vzhledem k jejich horšímu zdravotnímu stavu ohrožuje bezpečnost produkce a snižuje její kvalitu. Znepokojující je především to, že přestože byly nejvyšší plochy lesních i nelesních půd zalesněny v 50. letech, a jsou tedy v současnosti ve III. a IV. věkové třídě, je nynější podíl III. věkové třídy o 3,4 % podnormální. Dosud nadnormální podíl porostů středního věku (61-100 let) se za posledních 30 let podstatně snížil a přiblížil se normalitě (nadnormální je jen o 0,4 %) (Simanov, 2013).

V posledních letech narůstá výměra přestárých porostů (porosty výrazně přesahující svou dobu obmýti), což může znamenat ekonomické ztráty, ale také zvýšené riziko vzniku abiotických a biotických škod. Vyšší podíl přestárých porostů může být způsoben režimem obhospodařování lesů ve zvláště chráněných územích a lesů ochranných, ale také oddalováním obnovy ekonomicky neatraktivních méně přístupných nebo méně kvalitních porostů v hospodářských lesích. Rozloha porostů mladších 60 let je nadále značně podnormální. Pozvolný růst průměrného věku dřevin v posledních letech pokračuje a souvisí s nárůstem plochy přestárých porostů a průměrného obmýti (MZe, 2022).

Průměrná doba obmýti je průměrem dob obmýti ve všech kategoriích lesů, a tak vzbuzuje důvodnou pochybnost, zda jsou ještě ochranné lesy a lesy zvláštního určení vůbec schopny vzhledem ke svému průměrnému věku plnit požadované funkce. Nynější průměrná doba obmýti lesů ochranných je 148,4 roku, lesů zvláštního určení 124,6 roku a lesů hospodářských 110,9 roku. Za 31 let se prodloužilo obmýti ochranných lesů o 33,8 roku (o 29,5 %), lesů zvláštního určení o 16,7 roku (15,5 %) a lesů hospodářských o 4,6 roku (o 4,3 %). Lze předpokládat, že zdravotní stav a stabilita lesů ochranných a zvláštního určení je tak horší než lesů hospodářských, což dokládá, že rozumné využívání lesů není v protikladu s jejich ochrannou funkcí, a že pasivní ochrana lesa, spočívající v omezení těžeb a zvýšení věku porostu, vede téměř k jistotě, že les bude kalamitou zničen dříve, než bude obnoven (Simanov, 2013).

3.1.2 Výškový gradient a jeho vliv na lesní ekosystém

Vertikální členitost reliéfu území České republiky není až tak rozmanitá, ale působením různorodých činitelů vznikla řada specifických typů reliéfu. Podle relativní výškové členitosti lze reliéf rozdělit na reliéf rovin, pahorkatin, vrchovin a hornatin. Nejvyšším vrcholem České republiky je Sněžka (1 602 m n.m.) v Krkonoších, která je zároveň

nejvyšším vrcholem hercynských pohoří v Evropě. Celkem je na našem území 391 hlavních vrcholů vyšších než 1000 metrů. Na území České republiky zasahují 4 geomorfologické provincie: Česká vysočina, Západní Karpaty, Středoevropská nížina a Západopanonská pánev. Hlavní tvarování reliéfu bylo na konci druhohor a začátku třetihor, kdy v důsledku tlaku vyvolaném vrásněním Alp a Karpat bylo území České vysočiny rozlámáno na kry. Vznikla tak okrajová pohoří, kerná pohoří a průlomky (Katedra geografie, Přírodovědecká fakulta UP, 2024).

Vegetační stupně vyjadřují souvislost sledu rozdílů vegetace se sledem rozdílů výškového a expozičního klimatu (Zlatník, 1976).

Tabulka 1 Vegetační stupně podle Zlatníka (Zlatník, 1976).

1. dubový
2. buko-dubový (+ xerická varianta)
3. dubo-bukový
4. bukový (+ dubo-jehličnatá varianta)
5. jedlo-bukový
6. smrko-jedlo-bukový
7. smrkový
8. klečový
9. alpský
10. subnivální

Pod pojmem stupňovitost vegetace se rozumí jev změn druhové skladby přírodních fytoocenóz včetně jejich edifikátorů se změnou makroklimatu ve vertikálním směru v určitém geografickém celku. Často se výšková stupňovitost vyjadřuje podle orografie terénu v tzv. geografických stupních. Pokud se bere v úvahu souvislost sledu rozdílů vegetace se sledem rozdílů výškového a expozičního klimatu, jedná se o vegetační stupeň (Hruban, 2022). Hlavní příčinou diferenciací lesních společenstev je suma teplot a srážek (Fanta, 2007).

Nositeli vegetační stupňovitosti v ČR jsou konkurenčně nejsilnější (porostotvorné) dřeviny zonálních stanovišť: dub zimní (*Quercus petraea*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), jedle bělokorá (*Abies alba*), smrk obecný (*Picea abies*) a borovice kleč (*Pinus mugo*). Podle jejich dominance v porostech byly nazvány vegetační stupně. Kromě dominantních dřevin se ve vegetačních stupních vyskytují i další druhy dřeviny, jejichž výskyt a zastoupení pomáhá příslušný lesní vegetační stupeň (LVS) identifikovat: dub pýřitý

(*Quercus pubescens*), dub cer (*Quercus cerris*), dub letní (*Quercus robur*), habr obecný (*Carpinus betulus*), javor mléč (*Acer platanoides*), lípa malolistá (*Tilia cordata*), lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*), javor babyka (*Acer campestre*), modřín opadavý (*Larix decidua*), břek obecný (*Sorbus torminalis*), třešň ptačí (*Cerasus avium*). Naopak některé euryekní druhy dřevin nemají vazbu na konkrétní LVS a vyskytují se napříč několika LVS: javor klen (*Acer pseudoplatanus*), jilm horský (*Ulmus glabra*) a samozřejmě dřeviny patřící do skupiny r-stratégů: bříza bělokorá (*Betula pendula*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) (Hruban, 2022).

Vegetační stupňovitost je vymezována především na základě rozdílů vůdčí normální hydrikové řady (geobiocenózy), kde je vlhkostní režim závislý pouze na tzv. základní vodě, tj. na množství atmosférických srážek spadlých na lokalitu, a nedochází tedy ani k úbytku vody v půdě nadměrným prosýcháním, ale ani k obohacování půd přídatnou vodou. Tyto základní zonální biocenózy se mění zákonitě v závislosti na nadmořské výšce a expozičním klimatu. Chybou poté je, že se lesní vegetační stupně nedodrží, a v nižších lesních vegetačních stupních je pěstován např. smrk. Tímto způsobem hospodaření se např. velmi zhoršily vlastnosti lesní půdy (smrk totiž okyseluje půdu a je pod ním málo humusu), což zdraví lesů vůbec neprospívá (Divíšek, 2010).

Další hlavní příčinou hynutí lesů je pak změna klimatu v ČR. Z naměřených teplot (měřených v meteorologické stanici Praha Klementinum) z let 1775–2017 je patrné, že se průměrné roční teploty za posledních 100 let zvýšily zhruba o 3 °C (z 9 °C na počátku minulého století na 12 °C v současnosti). Tato změna ovlivňuje fyziologické pochody všech našich dřevin, a to převážně negativně. Výškový teplotní gradient je 0,65 °C na každých 100 metrů nadmořské výšky (to znamená, že s rostoucí nadmořskou výškou klesá postupně průměrná teplota a to o 0,65 °C na každých 100 m). V důsledku toho se např. zkracuje vegetační doba (průměrný počet dní v roce s teplotou vyšší než 10 °C). Pokud tedy byl nějaký strom vysazen na počátku minulého století, ocitl se teplotně teoreticky za svůj život (při nárůstu teploty o 3 °C za 100 let) jakoby o 460 výškových metrů níže, tedy v dost odlišných podmínkách (Favthemes, 2024).

3.1.3 Spárkatá zvěř ovlivňující lesní ekosystém

Zvěř považujeme za obnovitelné přírodní bohatství, které v únosné míře, tj. takové, které nenaruší ekosystém a jeho společenské funkce, je nenahraditelné. Podle zákona o ochraně přírody a krajiny se jedná o volně žijící živočichy chráněné obecně před

zničením, poškozováním, sběrem či odchytem, které by mohly vést k jejich ohrožení (nebo zničení ekosystému, jehož jsou součástí) (Sloup, 2007). Cílem lesníků je pěstovat les a pečovat o všechny organismy, které v něm žijí, a tedy i o zvěř. Tu je nutno udržovat ve vyrovnaném prostředí a v rovnováze s lesem tak, aby les tvořil optimální prostředí v rámci potravní nabídky a krytu pro její komfortní život, díky kterému nebude přirozené či umělé obnově lesa nadmíru škodit a bránit samoregulačním procesům lesního ekosystému. Přírodě blízké hospodaření jde takovému vybalancovanému prostředí naproti. Ovšem, aby se takový les vypěstoval, musí se současná přemnožená zvěř snížit na úměrný stav, který umožní dosažení lesa, který bude vhodný nejen pro lesníky, ale i pro zvěř, a bude tak plnit všechny jeho funkce (Erber, 2024).

Původní druhy zvěře jsou přirozenou součástí ekosystémů, ve kterých plní nezastupitelnou funkci, a je nutné je zde ponechat. Lesní hospodářství se však potýká s řadou problémů. Současné lesní porosty byly v době svého založení vhodné svojí dřevinnou skladbou. Oproti dnešnímu pohledu na obnovní cíle je tato druhová skladba nevhodná. Cílem lesnického hospodaření je řešit tyto problémy změnou systému hospodaření, zejména postupnou změnou druhové skladby. Tomu mohou významně bránit neúměrné škody zvěří (Sloup, 2007).

Své problémy má také myslivost. Jde například o pokles stavů drobné zvěře již od 60. let minulého století a o prudké zvýšení početních stavů spárkaté zvěře jako důsledek změn společenského a přírodního prostředí (Sloup, 2007). Ukvapené a často falešné závěry o škodách pak vedou ke špatným vztahům mezi lesníky, myslivci, vlastníky pozemků a některých ekologických hnutí (Reimoser et al., 1999). Na mnoha místech se dlouhodobě nedaří udržet početní stavy spárkaté zvěře v udržitelných mezích. Zájmem určité části myslivců je získat co největší prospěch z myslivosti, bez ohledu na další funkce lesa. Sladit do rovnováhy zájmy lesního hospodářství a myslivosti je úkol, který je potřeba řešit dlouhodobě a dnes již bezodkladně (Vacek, 2017; Kaštier et al., 2015). Úkol o to těžší, že lesníků (a těmi jsou často i myslivci) je v České republice cca 25 tisíc a jsou většinou v lese, zatímco myslivců je cca 100 tisíc a jsou prakticky všude, i ve sněmovně a senátu. Specifickým problémem je především samotný způsob hodnocení vyváženého vztahu mezi zvěří a lesem. Dosavadní praxe upřednostňuje stanovení tzv. „únosného stavu zvěře“, což je hledání rovnováhy v hospodaření se zvěří, při níž početnost zvěře zajistí přiměřené lovecké využití a zároveň nebude docházet k netolerovanému poškozování prostředí (Jelinek, 2007). Současně platná legislativní úprava v zákoně

č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon) se omezuje pouze na obecné ustanovení v § 32 odst. 4: „vlastníci lesů, uživatelé honiteb a orgány státní správy lesů jsou povinni dbát, aby lesní porosty nebyly nepřiměřeně poškozovány zvěří“ (Sloup, 2007).

Např. Lesy České republiky, s. p., (LČR) ve svém „Programu 2000“ považují za odpovídající takový stav zvěře, který umožní odrůstání listnatých dřevin a jedle jak z přirozené, tak i umělé obnovy, bez ochrany proti škodám zvěří (Sloup, 2007). Ekologickou únosnost honitby můžeme určit podle vlivu zvěře na prostředí. Za vhodnou formu hospodaření se zvěří je považován systém, který je založen na stavech únosných, které nebyly definovány absolutním počtem kusů na plochu honitby, ale podle toho, jaké dopady má daná populace na prostředí (Kupferschmid et al., 2020).

Sčítání zvěře by mělo sloužit jako významný doplňující údaj pro hospodaření. Tato metoda je rozpracována již ve více oblastech (Sasko, Bavorsko, Francie atd.). Ze sousedních zemí nejbližší (územně i obdobnou problematikou) je „Správní předpis saského zemského ministerstva životního prostředí a zemědělství pro posouzení stavu lesní vegetace, škod způsobených okusem a loupáním a obnovy lesa“ z dubna 2000 (Sloup, 2007). Šetření se provádí ve dvou etapách. V první se šetří obnova (stav a poškození), loupání a ohryz bez ohledu na hranice honebních obvodů. Tímto úkolem jsou zemským úřadem pověřeni nezávislí odborníci (Kupferschmid et al., 2020).

Hodnocení vztahu les – zvěř provádí v druhé části pro honební obvod místní lesní úřad. Zjištění skutečného počtu zvěře se neuskutečňuje sčítáním zvěře, nýbrž nepřímou z okusu a loupání lesních dřevin, jakož i ze stavu vegetace a obnovy. Tato kritéria sice nedovolují vyčíslení celkové výše stavu zvěře, ale zato dávají objektivní přehled o vztahu počtu zvěře k daným přírodním podmínkám. Metodika je velmi podobná naší metodice šetření při Národní inventarizaci lesů (NIL) a po určitých úpravách je možno ji v našich podmínkách aplikovat (Sloup, 2007).

Toto působení lze podle důsledků rozdělit principiálně na dvě hlavní skupiny:

- poškozování jednotlivých stromů nebo celých skupin ohryzem a loupáním, které vzniká nejčastěji v mladých porostech od stádia odrůstajících kultur po stádia tyčovin a nastávajících kmenovin. Následkem ohryzu, podle velikosti poškozené plochy vzhledem k obvodu kmene, může dojít k uhynutí nebo alespoň stagnaci růstu, nejčastější je infekce dřevokaznými houbami. Takto poškozené porosty vykazují často negativní

přírůst, jsou postihovány zlomy a jako nestabilní musí být často předčasně rekonstruovány. Též jsou velice náchylné na změny klimatu, zejména dlouhodobé periody sucha.;

- Poškození nejmladších porostních stádií (kultur a nárostů) okusem a vytloukáním. U menších, méně vitálních jedinců má poškození za následek uhynutí. U starších vede ke stagnaci růstu a vzniku typických okusových forem (bonsaje). Poškození okusem omezuje až limituje možnosti zejména přirozené obnovy lesních porostů (Sloup, 2007).

Celková suma náhrad obdržných od nájemců honiteb za škody způsobené zvěří, případně ohodnocení škod z vlastních honiteb způsobených zvěří, byla vlastníky jihočeských lesů vyčíslena celkem na 5 112 tis. Kč. Ve srovnání s ostatními kraji ČR byl na jihu Čech rozsah těchto škod nejvyšší. Meziročně se zde navýšil o 23,9 % (+985 tis. Kč). Jihočeský kraj se podílel na zvěří způsobených škodách v ČR 13,1 % (Krajská správa ČSÚ v Českých Budějovicích, 2021).

Na základě předkládaných výsledků prováděných šetření je zřejmé, že vztah mezi zvěří a lesem není vyvážený, a škody zvěří na lesních porostech v celkovém hodnocení za republiku jsou neúnosné (Sloup, 2007).

3.2 Klimatická změna a její vliv na lesní ekosystém

Lesy pokrývají téměř jednu třetinu rozlohy Země, obsahují až 80 % celkového nadzemního pozemského uhlíku a 40 % podzemního uhlíku. Z tohoto důvodu mají zásadní roli v globálním uhlíkovém cyklu (Dixon et al., 1994). Přesný odhad podílu lesních ekosystémů na globálním uhlíkovém cyklu však zůstává velkou výzvou. Lesní ekosystém absorbuje oxid uhličitý z atmosféry procesem fotosyntézy, při které zelené listy produkují sacharidy (Song, 2003).

Na Zemi v současnosti dochází k významným relativně rychlým jevům a procesům, které by se dali shrnout pojmem „klimatická změna“. Existence klimatické změny je prokázána na základě přímých měření stavu složek klimatického systému, např. chemického složení atmosféry, hodnot meteorologických prvků, mocnosti ledových příkrovů, či výšky hladiny oceánů. Používána jsou družicová měření a další pokročilé výzkumné postupy. Jejím nejvýraznějším projevem je globální oteplování (Mouginot et al., 2019).

Příčinou současného globálního oteplování a s ním i dalších souvisejících jevů je zvýšení skleníkového efektu v atmosféře vlivem nárůstu koncentrace skleníkových plynů,

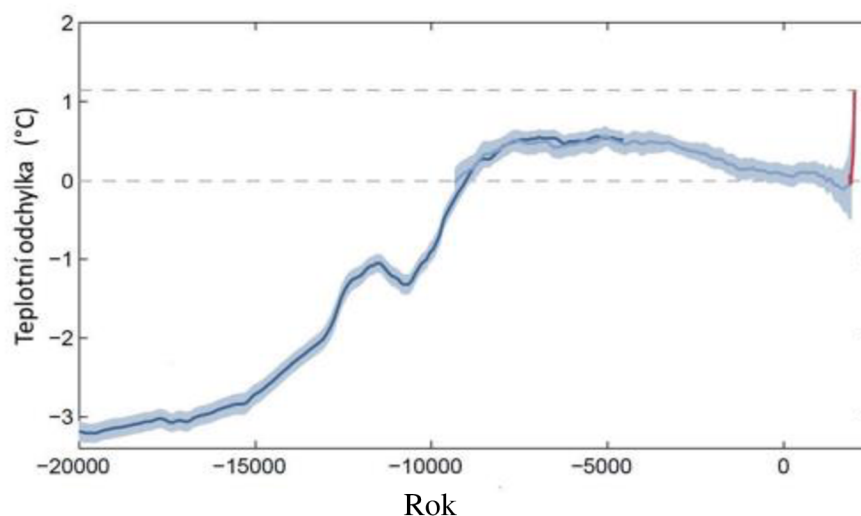
zejména oxidu uhličitého, oxidu dusného, metanu a některých průmyslově vyráběných sloučenin i vodních par (Powell, 2017).

K vzestupné akumulaci a koncentraci množství skleníkových plynů v atmosféře dochází zejména spalováním fosilních paliv (uhlí, ropy, zemního plynu), průmyslovou a zemědělskou výrobou a odlesňováním. Koncentrace stěžejní látky způsobující zesilování skleníkového efektu – oxidu uhličitého – se v atmosféře zvýšila z 280 ppm (280 molekul na milion molekul vzduchu) v preindustriálním období (před r. 1750) na současných více než 410 ppm (Friedlingstein, 2019).

Klimatická změna je globální problém, který se ČR nejen týká, ale na kterém má ČR i svůj podíl (Murphy, 2018). Možnosti jejího zmírnění či adaptace na ni jsou odborně rozpracovány a jejich realizace výrazně závisí na rozhodnutích Parlamentu ČR, státní správy i samospráv. (Akademie věd České republiky, 2020a)

Na území ČR je doložen nárůst teploty vzduchu a počtu tropických a letních dnů, úbytek sněhové pokrývky a větší výskyt extrémních projevů počasí, zejména období sucha. To vše má převažující negativní důsledky pro celou společnost, hlavně nepohodlí a zdraví obyvatelstva nebo v ekonomice, zejména v resortech zemědělství a lesnictví (Brázdil et al., 2015).

Průměrná roční teplota vzduchu se v období 1961–2018 (Obrázek č. 1) zvyšovala v průměru o 0,34 °C za 10 let, a to nejvýrazněji v létě. Množství srážek se z dlouhodobého hlediska významně nemění, ale za posledních pět let (2015–2019) činí jejich deficit téměř jeden roční úhrn (v průměru 418 mm). Vlivem oteplování ještě více vláhly nyní chybí do vyrovnaného stavu s výparem, a to 820 mm, tedy 820 litrů vody na m². Charakter srážek se změnil na krátkodobější intenzivnější srážky s rizikem přívalových povodní a delším obdobím bez významného deště. Prodloužila se délka vegetačního období. Zimy jsou mírnější s menším množstvím sněhu (Akademie věd České republiky, 2020a).



Obrázek 1 Vývoj globální teploty od poslední doby ledové. Červená čára znázorňuje prudký nárůst globální teplotní odchylky oproti 19. století (o 1,2 °C během sto let 1920–2019) (Marcott, 2020).

Podle reprezentativní sady regionálních klimatických modelů (EURO-CORDEX) se bude intenzita pozorovaných projevů probíhající klimatické změny v následujících desetiletích zvyšovat. Dle nejpravděpodobnějšího scénáře emisí skleníkových plynů se území ČR do poloviny století oteplí v průměru o 2 °C oproti průměru období 1981–2010. Roční srážkové úhrny budou narůstat jen mírně až stagnovat. Mírný nárůst srážek se předpokládá v zimních měsících, které však v nižších a středních polohách budou většinou dešťové. V létě naopak modely očekávají pokles množství srážek. V kombinaci s vyšší teplotou to povede mj. ke zvyšování výparu vody dostupné v krajině, a tedy ke značnému riziku častějších a delších epizod sucha. Postižen bude zvláště jihovýchod ČR s výraznými riziky v podobě zásadního zhoršení zemědělské produkce a podmínek růstu lesa (Štěpánek et al., 2019).

Nárůst počtu a intenzity suchých období je důsledkem měnícího se charakteru srážek a rychlejšího výparu vody z krajiny vlivem vyšší teploty vzduchu a delšího vegetačního období. Dochází tak např. k poklesu množství povrchových vod a hladiny podzemních vod, poklesu výnosů zemědělských plodin, rozpadu zejména smrkových porostů a nárůstu četnosti výskytu lesních požárů (Trenberth a Fasullo, 2012). Přírodní katastrofy jsou nedílnou součástí dynamiky lesních ekosystémů a klimatická změna tyto faktory ještě více podporuje. V globálním měřítku se zejména narušení způsobená požáry, hmyzem a patogeny vlivem klimatické změny ve světě pravděpodobně zvýší (Seidl et al., 2017).

Pokračující globální změna klimatu je výzvou pro různé směry v lesnictví, jelikož klimatickou změnu lze také brát jako příležitost pro inovativní přístupy k lesnímu hospodářství, ochraně a pěstování lesa. Je tedy důležité se zaměřit na příčiny klimatických změn a následně na adaptační strategie, mezi které lze zařadit tvorbu druhově pestrých, prostorově a věkově strukturovaných porostů, prodlužování obnovní doby nebo použití introdukovaných dřevin např. douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*), borovice černá (*Pinus nigra*) a druhy dubů (*Quercus spp.*) ze středomoří (Vacek et al., 2023).

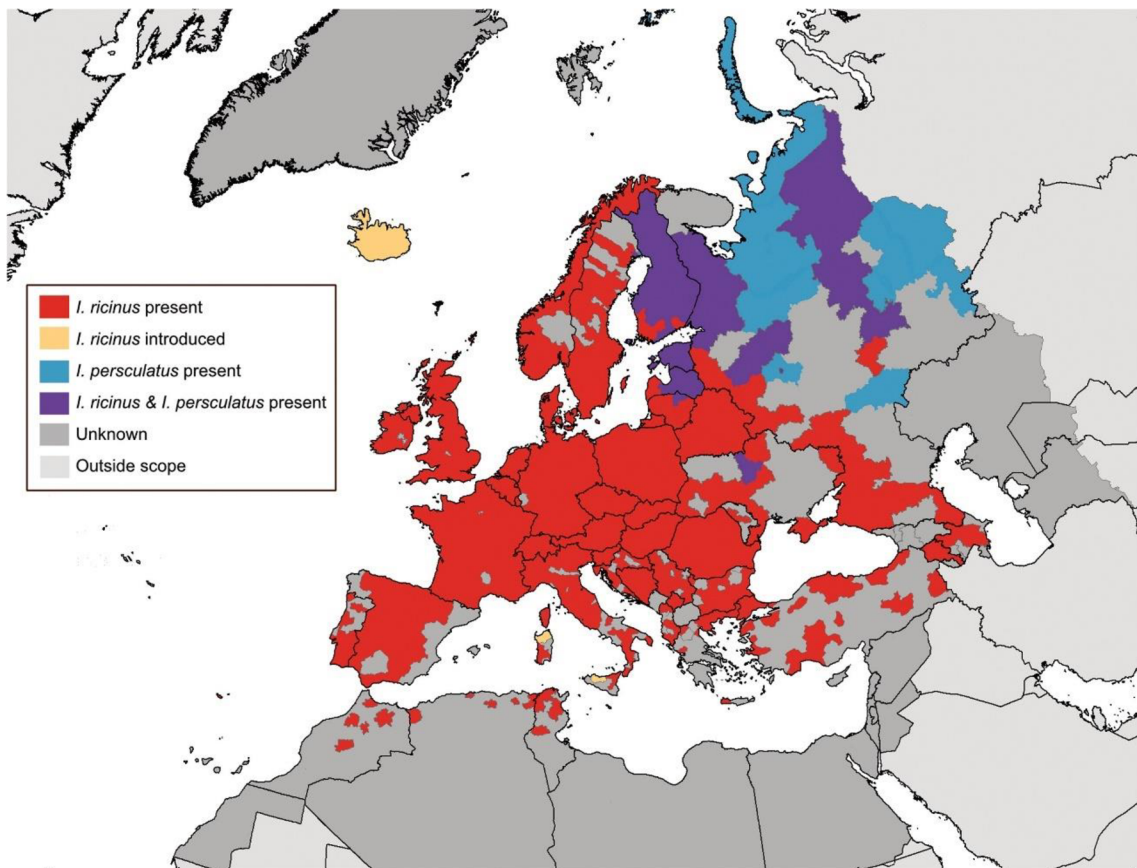
3.3 Druhy klíšťat v České republice

V České republice je zmonitorováno několik druhů klíšťat např. klíšť lužní (*Haemaphysalis concinna*), piják lužní (*Dermacentor reticulatus*). Avšak nejznámějším a nejrozšířenějším zástupcem klíšťat v ČR je klíště obecné (*Ixodes ricinus*) (Akademie věd ČR, 2020b). Je přenašečem mnoha nemocí, které mohou být pro člověka nebezpečné, a proto je jeho monitoring a výzkum tak významný. Mezi nejčastější choroby přenášené klíštětem patří lymeská borelióza a klíšťová encefalitida (Medlock et al., 2013). Dalšími klíšťaty, která se do ČR dostala ze severní Afriky, jsou exotická *Hyalomma marginatum* a *Hyalomma rufipes*. Rozšířila se díky migraci tažných ptáků a jsou primárním přenašečem krymsko-konžské hemoragické horečky (Lesiczka, 2022).

3.3.1 Klíště obecné (*Ixodes ricinus*)

3.3.1.1 Výskyt klíštěte obecného

Klíště obecné (*Ixodes ricinus*) (Obrázek č. 3 a 4) je rozšířeno po celé západní, střední a jižní Evropě. Na jih jeho výskyt sahá až na sever Afriky (Tunis, Alžírsko), na severu dosahuje jižních oblastí Skandinávského poloostrova. Na východ se jeho areál táhne ke střednímu Povolží a jižněji přes Gruzii a Ázerbajdžán až na sever Íránu a Turecka (Obrázek č. 2) (Volf, 2007).



Obrázek 2 Areál výskytu klíštěte obecného (*Ixodes ricinus*) (Kahl a Gray, 2023).

Faktickými podmínkami pro výskyt klíšťat jsou stanoviště s vysokou vlhkostí a přítomnost hostitelů (Tkadlec et al., 2018). U nás se hojně vyskytuje především v listnatých a smíšených lesích až asi do 600 m n. m., ojedinělé nálezy až ve výšce 1600 m n. m. (Volf, 2007). Ohniska nákaz se vyskytují zejména v biotopech se smíšenými a listnatými porosty, ale i v městských parcích a lesoparcích. Nejhojnější výskyt je vázán na přechodovou zónu mezi jednotlivými biotopy při okraji lesních porostů (Široký et al., 2011). Aktivně se imaga v přírodě vyskytují od dubna do října, výjimečně se první exempláře objevují v březnu a poslední v listopadu. Celkové období aktivity probíhá v našem prostředí 210–240 dní (Volf, 2007).



Obrázek 4 Samec klíštěte obecného (*Ixodes ricinus*) (ESCCAP UK & IRELAND, 2024b).



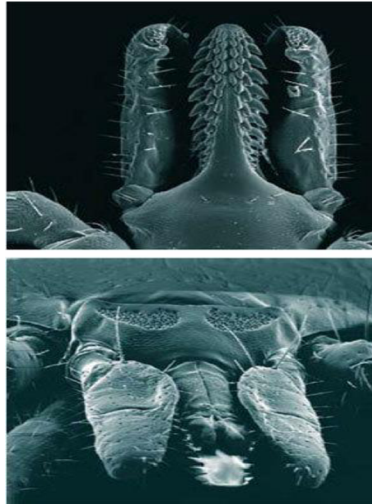
Obrázek 3 Samice klíštěte obecného (*Ixodes ricinus*) (ESCCAP UK & IRELAND, 2024a).

3.3.1.2 Anatomie a vývoj klíštěte obecného

V životním cyklu klíštěte obecného probíhají čtyři vývojová stadia: vajíčko, larva, nymfa a dospělec. Celkový životní cyklus klíštěte může trvat klidně i 7 let. Vliv na to mají jak klimatické podmínky, tak i množství hostitelů (Cukor et al., 2022). Co se týká množství hostitelů, rozlišují se klíšťaata jednohostitelská, dvouhostitelská a trojhostitelská, přičemž evropská fauna zahrnuje téměř bez výjimky klíšťaata trojhostitelská (Kimmig et al., 2003). V přírodě se setkáváme především s dospělci, které je velmi snadné odhalit díky jejich tělesným rozměrům (Cukor et al., 2022).

Délka těla samce je 2,2-2,6 mm, šířka 1,2-1,4 mm. Délka těla hladové samice se pohybuje okolo 3,5-4,5 mm, šířka 2,8-3,2 mm, po nasátí může dosáhnout až 11×7 mm. Nymfy dosahují v hladovém stavu zhruba 1,1 mm, larvy 0,8 mm. Oválné nebo vejčité tělo nese 6 párů končetin: chelicery (klíšťkovité, zakrnělé), chobotek (hypostom), pedipalpy (makadla) a 4 páry kráčivých končetin (Rosický, 1952). Larvy mají pouze 3 páry kráčivých končetin, nymfa a imago mají 4 páry nohou (Hubálek, 2000).

Chobotek znázorněný na obrázku č. 5 je opatřen zoubky, které jsou zde umístěny v několika příčných řadách. Je velmi důležitý pro potřebu bodnutí, sání hostitele a rozmnožování se. Samci i samice mají pohlavní otvor ležící v první třetině těla. Před řitním otvorem se tvoří anální rýha, která slouží jako determinační znak pro zařazení klíšťat do druhů. U klíšťat platí pohlavní dimorfismus. Samice bývá větší než samec, protože samec nemůže podobně jako samice zvětšit vícenásobně své tělo s ohledem na přítomnost štítu, který celé jeho tělo kryje (Anderson a Magnarelli, 2008).



Obrázek 5 Detailní pohled na ústní ústrojí klíštěte (Vančček, 2008).

Ke kopulaci dochází na hostiteli nebo i mimo něj (Volf, 2007). Samice jsou oplodňovány spermatofony, které obsahují spermiie. Ty jsou předávány samicím chobotkem (Anderson a Magnarelli, 2008). Po stranách chobotku se nachází v pouzdrech párové chelicery, které nejsou až tak patrné. Sklerotizované chelicery se skládají ze dvou článků a slouží k proniknutí do kůže hostitele, jelikož obsahují po stranách ostré a pohyblivé články (Hubálek, 2000).

Štítek samice je tmavě zbarven, alloscutum je zbarvené červeně. Celá hřbetní strana samce je tmavá až černá, nymfy jsou rovněž zbarvené do černa, larvy do hněda. Samice se vyznačují dlouhými palpami, zaokrouhleným štítem, dlouhým vnitřním trnem na kyčli I, dlouhými přísavkami na nohách I a bez hřbetních růžků. I pro samce jsou typické dlouhé přísavky na nohách I, dlouhý vnitřní trn na kyčli a nepřítomnost hřbetních růžků (Volf, 2007).

3.3.1.3 Klíště jako parazit

Klíšťata jsou obligátní parazité, kteří přenášejí množství patogenů na zvířata a lidi (Gray et al., 2021; Černý et al., 2020; Sprong et al., 2018). Zájem o lidské patogeny přenášené klíšťaty zaznamenal v posledních několika desetiletích vzestup (Estrada-Peña, 2014). Parazitismus je mezi organismy jednou z nejvíce rozšířených životních strategií a podílí se na průběhu evoluce. Posledních 200 let bylo nalezeno mnoho nových parazitologických objevů. Přesto paraziti stále patří mezi závažné problémy humánní i veterinární medicíny (Poulin, 2000). Studium parazitů a parazitických nemocí je ve většině prováděno ve vyspělých zemích mírného pásma, i když největší ohniska nálezů jsou registrované v tropických a subtropických zemích (Volf, 2007). Parazit je organismus získávající živiny z jednoho či malé skupiny hostitelů, kterým obvykle jeho činností škodí, ovlivňuje jeho zdraví, popřípadě chování, či velikost populace, ale nemusí jej usmrtit (Raga, 2009).

Organismy mají mezi sebou v přírodě různé vztahy, které jim buďto vzájemně vyhovují, anebo naopak jeden z nich může kvůli druhému strádat. Podle toho tyto varianty soužití rozlišujeme (Volf, 2007). Stejným typem vztahu jako parazitismus je predace, která se liší počtem využívaných jedinců, kdy během predace daný živočich napadá větší množství kořisti. Dalším rozdílem je snižování biologické zdatnosti oběti, kdy predátoři tento atribut u kořisti vynulují. Připodobnění tak může patřit skupině parazitoidů, kteří sice napadají jednoho hostitele, ale pro dokončení svého vývoje musí nejdříve svého hostitele zabít, než se rozmnoží. Naopak mikro predátoři, například komáři, svou kořist nezabíjejí, i když jejich hostitelů bývá více, třeba i od stejného druhu (Volf, 2007).

Parazitismus jako životní strategie je pouze jevem odvozeným, jelikož nejdříve musí existovat potencionální hostitel. Přejít na parazitický život musí být pro daného živočicha výhodný a též musí mít přizpůsobenou tělesnou anatomii např. sací ústní ústrojí (Volf, 2007).

Cizopasní roztoči, mezi které klíště obecné patří, napadá své hostitele, aby u něho získali potravu (krev nebo tkáňový mok) nutnou pro další vývoj. Jde o temporální cizopasníky, kteří se na hostitelský organismus přichytí jen na určitou dobu. Někteří roztoči patří do skupiny fázových cizopasníků, kdy parazitují pouze v určitém stádiu vývoje, nebo do skupiny exofilních, které využívají člověka k přesunu a dále pro ně nemá člověk nějaký závažný význam (Rosický, 1979).

Seznam hostitelů zahrnuje savce, ptáky a plazi. Mezi hostitele bylo dosud evidováno 47 druhů savců, 55 druhů ptáků a 4 druhy plazů. Řada klíšťat potřebuje ve svém vývoji tři odlišné hostitele, tzv. tříhostitelský cyklus, a celý vývojový cyklus tak trvá několik let. Některé druhy však po nasátí na svém hostiteli zůstávají a v tom případě hovoříme o dvou či jednohostitelských klíšťatech. Tento aspekt je důležitý z hlediska přenosu nemocí (Volf, 2007). Hlodavci, jako je hraboš polní (*Microtus arvalis*) a myšice lesní (*Apodemus flavicollis*), byli identifikováni jako klíčovní hostitelé pro larvální stádia klíšťat (Humair et al., 1999).

3.3.2 Klíšť lužní (*Haemaphysalis concinna*)

Klíšť lužní (*Haemaphysalis concinna*) (Obrázek č. 6) je roztoč patřící do čeledi klíšťatovití, tak jako klíště obecné a piják lužní. Klíšť pochází z východní Evropy a Ruska, nachází se také ve východní Asii. V České republice se jedná o relativně málo vyskytující se druh, který je vázán především na jih Moravy. Z hlediska stanoviště obývá hlavně oblasti vlhkých nížinatých lužních lesů a břehové porosty (Rosický, 1979; Daniel, 1971).

Délka těla samic je 3,5–5 mm, v případě nasátí až 10 mm. Samečci mají velikost okolo 3 mm. Tělo je jako u všech klíšťatovitých oválné a výrazně zploštělé, avšak tento druh nemá vyvinuté oči. Zbarvení je obvykle tmavě hnědé s tmavou kresbou, dobře patrnou zvláště u samců. Dospělci se páří koncem dubna až začátkem května na hostiteli. Samička následně klade snůšku vajíček na zem. Aby jedinec dokončil vývoj každého probíhajícího stádia, musí se nasát na hostiteli. Nejvíce dospělců se vyskytuje v období dubna až května a následně pak v srpnu a září. Za příznivých okolností trvá vývoj klíště jeden až dva roky. Typickými hostiteli, tak jako u ostatních zmiňovaných druhů, jsou hlodavci a jiní drobní obratlovci (Volf, 2007).

Klíšť je přenašečem řady patogenů, jako například, *Francisella tularensis* a dále bakterie rodu *Rickettsia*, způsobující onemocnění tularémií či sibiřský tyfus. Klíšť lužní může přenášet také virus klíšťové meningoencefalitidy a také klíšťovou encefalitidu (Rubel et al., 2018).



Obrázek 6 Klíšť lužní (*Haemaphysalis concinna*) (Trnka, 2014).

3.3.3 Piják lužní (*Dermacentor reticulatus*)

Piják lužní (*Dermacentor reticulatus*) (Obrázek č. 7) je stejně jako klíště obecné roztoč z čeledi klíšťatovitých. Piják lužní se obzvláště nachází na vlhčích a teplejších lokalitách. V České republice se vyskytuje relativně málo při porovnání s klíštětem obecným a nachází se zejména na jihovýchodní Moravě v oblasti Pálavy a na Břeclavsku. V poslední době v souvislosti s klimatickou změnou dochází k jeho posunu v ČR. Od roku 2011 se hranice souvislého výskytu posunula k Brnu a na východě Moravy ještě severněji, s početnými izolovanými nálezy v Čechách (Modrý et al. 2019). Současný výzkum ukazuje již četný výskyt pijáka v severních a západních Čechách, zejména v Krušných horách (Daněk et al., 2022). V Maďarsku či na Slovensku je však jeho výskyt mnohem častější než v Čechách a nachází se zde více druhů.

Je přenašečem mnoha patogenů zahrnujících *Babesia canis*, *Francisella tularensis*, *Coxiella burnetti*, *Theileria equi* či několika druhů rickettsií, jež způsobují závažná onemocnění jako je tularémie, omšská hemoragická horečka či babeziózu psů (Lüssenhop et al., 2011). Šířící se výskyt pijáka lužního a dlouhodobě vysoký pohyb psů napříč celým územím ČR vytváří reálné riziko výskytu klinické babeziózy (Modrý et al., 2019).

Piják lužní se od klíštěte obecného liší v několika odlišných znacích, a to nejen výskytem v teplejších oblastech, ale i přítomností očí, které jsou umístěny po stranách scuta. Velikost samice se pohybuje v rozmezí od 3,8–4,2 mm před do 10 mm po nasátí. Samec je dlouhý 4,2–4,8 mm (Taylor a Wall, 2015).

Tak jako pro ostatní členy čeledi *Ixodidae*, tak i pro pijáka lužního je důležité udržet se na svém hostiteli několik dní, což pijáku umožní dostatečné nasátí, následné odpadnutí z hostitele a postup do dalšího instaru. Celý vývojový cyklus pijáka lužního zahrnuje vajíčko, šestinohou larvu a osminohou nymfu. Oplodněná dospělá samička po maximálním nasátí na hostiteli, které trvá 9-15 dnů, odpadne a snese jedinou obrovskou snůšku čítající 3000 až 4500 vajíček (Nowak-Chmura a Siuda, 2012). Po naklazení vajíček samička následně umírá. Samci pijáka lužního vyhledávají hostitele za účelem setkání se samičkou, ale na rozdíl od samce klíštěte obecného mohou z hostitele sát krev. Pijáci se vyskytují především v průběhu března a dubna, druhá vlna výskytu pak následuje koncem léta a začátkem podzimu. Na hostitele čeká piják většinou na vegetaci (Bowman a Nuttall, 2008).



Obrázek 7 Samička a samec pijáka lužního (*Dermacentor reticulatus*) (Najdi pijáka, 2024).

3.4 Výskyt klíšťat

3.4.1 Vliv struktury lesa na výskyt klíšťat

Na přítomnost klíšťat má vliv struktura porostů, a to hlavně druhová, věková, či prostorová (Tack et al., 2012). Za ideální stanoviště jsou považovány listnaté lesy s vysokou početností jelenovité zvěře (Gray, 1998). Jelenovití, stejně tak jako hlodavci, totiž mnohdy obývají biotopy na okraji lesa s bohatou vegetací (Boyard et al., 2008). Dospělá klíšťata se nejčastěji vyskytují ve vegetaci vysoké od dvaceti centimetrů do jednoho metru, kde uchycena za zadní nohy trpělivě čekají na procházejícího hostitele (Daniel et al., 2015).

Rozdíly v početnosti klíšťat na odlišných stanovištích tak nemusí záviset na rozdílech ve vegetaci či mikroklimatu, ale mohou být spíše způsobeny zvýšeným výskytem hostitelských druhů (Lindström a Jaenson, 2003). Zvýšený výskyt klíšťat je tedy

přivlastňován různým faktorům, zejména zásahům člověka do zalesněných oblastí a úpravám stanovišť, což vedlo k většímu kontaktu člověka s klíšťaty a ke zvýšení množství a rozsahu populací klíšťat. V mozaikovitě krajině byla v porovnání s homogenní zalesněnou krajinou jasně potvrzena vyšší početnost klíšťat z důvodu vyššího počtu hostitelů pro larvy, nymfy a dospělé. Fragmentace krajiny ovlivňuje početnost klíšťat i nepřímo, pomocí zvýšené rozmanitosti a hojnosti hostitelských druhů (Ostfeld a Keesing, 2000).

V dnešní době v Evropě dochází k přeměně monokultur jehličnatých lesů na smíšené, strukturně bohaté lesy, v nichž dominují původní listnaté druhy s hlavním cílem udržitelného a víceúčelového lesního hospodářství (Vacek et al., 2020). Listnaté lesy se však obecně považují za místa vhodná pro klíště obecné (Tack et al., 2012). Změnou druhové skladby a prostorové struktury v rámci managementu lesů dochází ke změnám stanovištních a porostních poměrů, které ovlivňují vhodnost lesů pro klíšťata. Abundance klíšťat byla až desetkrát vyšší v dubových porostech ve srovnání s borovicovými porosty a narůstala i se zvyšující se pokryvností keřů. I zde však platí, že se na těchto stanovištích více vyskytovala srnčí zvěř, což je pravděpodobně dáno potravní a krytovou nabídkou (Tack et al., 2012).

Ve srovnání s jinými typy biotopů se zdá, že lesy zastupují různé faktory, které je činí zvláště vhodnými pro rozvoj klíšťat, s bohatou podrostní vegetací, obecně vlhčím mikroklimatem a bohatší biodiverzitou obratlovců než na otevřených plochách (L'Hostis et al., 1995). Studie zajímaví se klíštětem obecným ukázaly, že zalesněná prostředí mají vyšší hustotu klíšťat než otevřená stanoviště (Boyard et al., 2011; Boyard et al., 2007) kvůli jejich vyššímu obsahu vlhkosti (Walker et al., 2001). Zdá se však, že tento výsledek závisí na složení lesa. Například (Fryxell et al., 2015) zjistili, že jehličnaté lesy měly více klíšťat než travní porosty, ale u listnatých lesů tomu tak nebylo. Ve fragmentované zemědělské krajině (Boyard et al., 2008) předpokládali, že hustota a navazující přítomnost klíštěte obecného na otevřených pastvinách byly způsobeny především imigrací hlodavců z blízkých lesních porostů.

Jen málo studií se však pokusilo ověřit, zda jsou lesy preferovaným stanovištěm klíšťat, a to systematickým hodnocením četnosti nebo rozmanitosti klíšťat v různých typech stanovišť v rámci stejného regionu nebo krajiny (např. to je důležité pro lepší posouzení zoonotických rizik spojených se zvýšenými lidskými aktivitami v blízkosti nebo v lesích) (Gibb et al., 2020). S rozšiřováním půdy pro zemědělství, dopravní infrastrukturu

a urbanizaci se lidé a jejich domácí zvířata přiblížili k lesům a tím i k parazitům a nemocem, jejichž jsou klíšťata zásobárnou (Boyard et al., 2008).

3.4.2 Vliv výškového gradientu na výskyt klíšťat

Nadmořská výška není primárním ekologickým faktorem, který by přímo ovlivňoval rozšíření rostlin a živočichů. Se vzrůstající nadmořskou výškou však souvisí změna teploty vzduchu. Např. ve střední Evropě s každými 100 výškovými metry klesá průměrná roční teplota přibližně o 0,65 °C (Kott et al., 2015).

Ve vegetační sezóně je tato závislost nejvíce viditelná. Jelikož se dá nadmořská výška snadno určit a vykazuje určitou zřetelnost změn a závislostí, je nadmořská výška běžně užívána jako komplexní parametr, který umožňuje popis rozšíření živých organismů a jejich společenstev v horských oblastech, a to především u rostlin a bezobratlých živočichů, kteří jsou na teplotě nejvíce závislí. Jedná se však o relativní ukazatel, který se mění v závislosti na zeměpisné šířce a rozloze pohoří (Vacek et al., 2003).

Proto hodnoty nadmořské výšky mezi vzdálenějšími pohořími nelze porovnávat. Navíc mikroklima konkrétního stanoviště může být ovlivněno reliéfem, orientací k světovým stranám, charakterem větrného proudění, typem vegetace atd. (Ellenberg a Leuschner, 2010).

Horní hranice jeho rozšíření byla stanovena nejčastěji v 700–800 m n. m. (Vacek et al., 2022; Daniel et al., 2003; Rosický, 1954), ačkoliv se dostatek vhodných hostitelů či prostředí nacházeli i mnohem výše (Daniel et al., 1988). V posledních desetiletích dochází k posunu výskytu klíšťat do vyšších nadmořských výšek v důsledku probíhajících změn klimatu, zejména oteplování (Lingren et al., 2000). Následně (Daniel et al., 2003) zveřejnili pilotní studii ze Šumavy, dokládající nárůst výškové hranice rozšíření klíštěte do nadmořské výšky 1 100 m. Různá vývojová stadia klíštěte se do vyšších horských poloh dostávala díky sezónně migrující zvěři a ptákům, avšak vlivem nepříznivých mikroklimatických podmínek se zde nemohla dlouhodobě vyvíjet a dát vznik lokálním populacím (Daniel et al., 1988). Například na jelení zvěři, která v zimním až jarním období obývá nižší nadmořské výšky a v průběhu jara až léta vystupuje s rozvojem vegetace výše ve výškovém gradientu (Smolko et al., 2018; Bojarska et al., 2020). Z četných prací pak vyplývá, že nejsilnějším prediktorem jejich aktivity je teplota blízká zemi v místě sledování klíšťat a ukázala vysokou korelaci s místními meteorologickými pozorováními ve středních Čechách (Daniel et al., 2015). Podobná pozorování platí i pro

monitoring lokalit v severních Čechách, na severní Moravě, v jižních Čechách a na Českomoravské vrchovině (Brabec et al., 2017; Daniel et al., 2016). I když se výskyt klíšťat v souvislosti s globálními klimatickými změnami posouvá do vyšších poloh, tak i v současnosti je největší výskyt klíště obecného v listnatých lesích nižších poloh (Rozsypal, 2015; Smrž, 2015).

3.4.3 Vliv klimatu na výskyt a aktivitu klíšťat

Početnost klíšťat v lesích České republiky, ale i v celém regionu střední Evropy v posledních desetiletích každým rokem pozvolna narůstá. Tento proces má na svědomí hned několik příčin. Jednou z nich je zvýšení průměrných ročních teplot, což vede k prodloužení období, kdy je klíště obecné aktivní, takže dochází k urychlení vývojového cyklu (Cukor et al., 2022). Na jeho délku mají vliv následující faktory: teplota, vlhkost, dostatek vhodných hostitelů, vegetace a diapauza (Materna, 2012).

Průměrná roční teplota v České republice narostla za posledních 61 let o 2,03 °C (Otevřená data o klimatu, z. ú. 2024). Na rychlost embryonálního vývoje a dále na rychlost metamorfózy nasátých larev a nymf má přímý vliv právě teplota. Jelikož se stoupající teplotou dochází k výraznému urychlování obou těchto vývojových fází (Kott et al., 2015). Zatímco např. při konstantní teplotě 10 °C trvá metamorfóza larev 250 dní, při 14 °C již jen 123 dní, při 19 °C 59 dní a při 25 °C dokonce pouze 36 dní. Spodní teplotní hranici pro úspěšný vývoj byla v laboratorních podmínkách stanovena teplota 7 °C. Teplota rovněž ovlivňuje pohybovou aktivitu klíštěte a chování spojené s číháním na hostitele, přičemž prahová hodnota je poměrně nízká (Campbell, 1948). Nymfy začínají být aktivní při hledání hostitele v rozmezí od 5 do 7 °C, larvy pak až při teplotě 10 °C (Jaenson et al., 2012). Naproti tomu např. (Černý, 1957) uvádí, že nymfy jsou aktivní již při přízemní teplotě 1,5 °C, dospělci při 3,5 °C. Za spouštěče jarní aktivity larev a nymf je pak považováno období s rapidním nárůstem teplot navazujícím na chladné zimní období (Jaenson et al., 2012). Obecně lze tedy říci, že klíšťata jsou aktivní na většině území střední Evropy v období od března do října. V případě vyšších teplot však mohou klíšťata hledat hostitele i v zimních měsících, což bylo potvrzeno například v Německu, kde byla hledající klíšťata objevena v lednu i v únoru (Gray et al., 2009).

Dalším z důležitých faktorů, ovlivňující výskyt klíštěte, je vlhkost (Randolph a Storey, 1999). Klíště obecné je poměrně málo odolné proti vysychání. Za hranici pro

jeho úspěšný vývoj i dlouhodobé přežívání hladových stádií jsou považovány hodnoty relativní vlhkosti vzduchu minimálně ve výši 80 % (Milne, 1950; Macleod, 1935). Kolísání vlhkosti (denní, sezónní) rovněž ovlivňuje chování spojené s čekáním na hostitele. Jednotlivá stadia číhají na hostitele nad zemí jen za příznivých vlhkostních podmínek (Kott et al. 2015).

Dojde-li k poklesu vlhkosti, vrací se zpět do půdy. Delší období s vlhkostním deficitem přežívají klíšťata ve stádiu strnulosti ukryta v půdě a toto přerušení aktivity vlivem nevyhovujících klimatických podmínek je označováno jako behaviorální diapauza. Dojde-li k nasátí larvy či nymfy v pozdně letním či podzimním období, nevstupuje nasátý jedinec do procesu proměny, ale odloží ji zpravidla na další vegetační sezónu. Tento mechanismus, označovaný jako morfogenetická diapauza, zabraňuje nastoupit proces proměny v době horšících se teplotních podmínek, které by nezaručovaly jeho úspěšné dokončení. Za spouštěcí mechanismus pro vstup do diapauzy bývá v literatuře považována délka světelného dne (Vacek et al., 2022).

3.4.4 Vliv lesních živočichů na výskyt klíšťat

Klíšťata můžeme nalézat v úkrytech jejich hostitelů, či na místech, kde se zvěř v lesním prostředí více zdržuje (zálehy spárkaté zvěře) (Rosický 1979). Malí savci, jako jsou hraboši, myši nebo rejsci, jsou považováni za nejčastější hostitele larvy klíštěte, kvůli jejich hojnosti a vysoké pravděpodobnosti při pohybu u země (Anderson et al., 1986). Několik studií zjistilo vzájemnou korelaci mezi množstvím hlodavců a hustotou klíšťat za rok a v následujícím roce se zvýšil i počet nymf (Krawczyk et al., 2020; Perez et al., 2016). Zdá se však, že tento vztah se liší podle druhu hlodavců nebo období odběru vzorků (Perez et al., 2016). Nymfy a dospělci, kteří se pohybují výše na vegetaci, se nejčastěji vyskytují u středně velkých až velkých savců, jako jsou kopytníci (Hofmeister et al., 2016). Jak je známo, tak jelenovití představují hlavní hostitele pro klíště a podporují reprodukci tohoto druhu (Vor et al., 2010).

3.5 Klíště obecné jako přenašeč nemocí

3.5.1 Klíště a člověk

Klíště obecné je z pohledu člověka nejvýznamnějším druhem klíštěte z důvodu přenosu virových a bakteriálních patogenů. Mezi závažná onemocnění přenášená klíšťaty patří klíšťová encefalitida, lymeská borelióza, lidská granulocytární anaplazmóza, babesióza

a řada dalších (Gray et al., 2021). Nejvíce nález způsobují převážně klíšťata dvojhostitelská a trojhostitelská, která přenáší patogeny dále bez jakýchkoli následků pro ně samotné (Kimmig et al., 2003). Parazitární choroby člověka a zvířat mohou být přenášeny přímo kontaktem s infikovaným jedincem nebo je k přenosu zapotřebí ještě přenašeče (vektora) (Rašovská, 2013).

Nemoci přenášené klíšťaty jsou celosvětovým problémem veřejného zdraví, protože trendy v několika studiích naznačují, že se jejich výskyt v Evropě a Americe za poslední dvě desetiletí zvýšil (Lindgren a Jaenson, 2006; Randolph, 2004).

3.5.2 Lymeská borelióza

Lymeská borelióza (LB) je nejčastější infekcí přenášenou klíšťaty v České republice a zároveň je nejčastější antropozoonózou v Evropě, Asii a Severní Americe (Goddard, 2000).

Původcem je gramnegativní spirocheta *Borrelia burgdorferi* sensu lato (Bbsl) (Service, 2001). Za borelie patogenní pro člověka jsou v Evropě považovány *Borrelia afzelii*, *Borrelia garinii* a *Borrelia burgdorferi* sensu stricto (Kimmig et al., 2003). Přírodním rezervoárem borelií v přírodě jsou divoce žijící obratlovci (zejména hlodavci a hmyzožravci), kteří mohou být infikováni spirochetami během sání klíštěte (Ostfeld a Keesing, 2000). Klíště uvolňováním infikovaných slin přenáší bakterii do těla hostitele během sání krve po 36–48 hodinách od přisátí. Bakterie se následně rozmnoží v kůži a poté jsou krví a lymfou transportovány do dalších orgánů, zejména retikulo-endotelového systému, případně do centrální nervové soustavy (CNS), kde je možné jejich dlouhodobé přežívání bez názaku zápalového procesu, avšak vyvolávají tvorbu protilátek (Bartůněk, 2013). Lipopolysacharidu podobná komponenta v buněčné stěně Bbsl indikuje uvolnění interleukinu z monocytů, který je přímo zodpovědný za poškození tkání, což vede ke klinickým příznakům (Bartůněk, 2006). Borelie jsou díky přesné regulaci exprese povrchových proteinů schopny osídlit trávicí trakt klíštěte, po nasátí krve se skrze slinné žlázy klíštěte dostat do krevního oběhu hostitele, zde uniknout imunitním mechanismům hostitele a rozšířit se do cílových orgánů (Biesiada et al., 2012).

3.5.2.1 Průběh onemocnění

Lymeská borelióza je onemocnění, které se vyznačuje třemi fázemi. První příznaky nakažení jsou pozorovatelné několik dní až týdnů po infekci. Nejdříve se borelióza projevuje jako obyčejná chřipka doprovázená bolestí hlavy, malátností, svalovou bolestí a nízkými horečkami (Goddard, 2000). V první fázi onemocnění se často objevuje červená skvrna s bílým středem Erythema migrans, znázorněná na obrázku č.8, v místě přisátí klíštěte. Erythema migrans může být provázena horečkou, únavou, malátností nebo zvracením. Tato červená skvrna se postupně rozšiřuje a může dosahovat velikosti až několika desítek centimetrů (Kříž et al., 1996).

V 20–30 % nákaz nemusí být příznaky zaznamenány a nemoc tak přechází do druhé fáze, která je provázena těžko léčitelnými chronickými příznaky. Tato fáze se rozbíhá přibližně po dvou až dvanácti týdnech od přisátí klíštěte, nejpozději po třech měsících pak odeznívá. Typickými příznaky druhé fáze jsou bolesti kloubů a vznik otoků, zejména kolenního kloubu, bolesti svalů, může se také objevit periferní obrna nervů, nejčastěji je postižen nerv lícní (Kubešová, 2021). V případě infekce může také dojít k zánětu srdečního svalstva. V některých případech nacházíme u pacientů tzv. boreliový lymfocytom, což je drobný uzlíček na pokožce, zejména na bradavce, ušním boltci, lalůčku, nebo varlatech. Třetí fáze se projevuje několik měsíců až roků po infekci. U této formy se projevuje zánětlivé postižení kůže a její následná atrofie (zejména na dolních končetinách), záněty kloubů a také zánětlivá onemocnění mozku a míchy, srdce, nebo oka (Bartůněk, 2006).



Obrázek 8 .Erythema migrans – zarudnutí kůže se po nákaze boreliózou může objevit na různých místech po těle (Kellner, 2022).

3.5.2.2 Přenos onemocnění

Přenos je způsoben zejména klíšťaty rodu *Ixodes* a klíšťáky rodu *Argas*. Přenašečem mohou být i komáři, ale tento fakt je hodně diskutovaný (Richter et al., 2004). *Borrelia burgdorferi* není zřejmě adaptována na jejich vnitřní prostředí a spirochéty přežívají v těle komárů jen pár dní. Ovšem v některých druzích hmyzu byly spirochéty nalezeny a jsou popsány i klinické projevy LB po štípnutí hmyzem (Stanek et al., 2012; Mayne, 2011). Borelie a další patogeny jsou přenášeny v přírodě přes infikovaného hematofágního členovce na hostitele, ale přenos je možný také prostřednictvím rodičů (klíšťat a komárů), kteří mohou rozšířit nákazu na potomstvo (transovariální přenos) (Richter et al., 2004).

Borelie jsou schopny se množit v těle malých hlodavců, jako jsou norník rudý (*Clethrionomys glareolus*), myšice lesní (*Apodemus flavicollis*), myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*), ale i v těle malých a středních savců, jako jsou zajíc polní (*Lepus europaeus*), kuna lesní (*Martes martes*), kuna skalní (*Martes foina*) a další (Pejchalová et al., 2007). Jejich imunitní systém je ale vůči Bbsl tolerantní (dochází k bakteriémií a neonemocní). Stávají se tak rezervoárem borelií a klíšťata na nich parazitují. Nasají jejich krev a přenesou se na větší zvíře nebo na člověka. Člověk je potom konečným hostitelem borelií, dál nákazu nepřenáší (s výjimkou přenosu z matky

na plod nebo při transfúzi). Nákaza z člověka na člověka je také diskutovaná, ale doposud neprokázaná. Rozšiřování nemoci napomáhají hlavně teplé zimy, díky nimž přežívá množství hlodavců a také přezimující klíšťata (Hard, 2001).

Pokud je klíště infekční, borelie se nachází ve střevě hladových klíšťat. V případě, že klíště začne sát krev, ve střevě dojde k namnožení spirochet a dochází ke změně v jejich fenotypu. Expresí outer surface proteinu C (OspC) umožňující spirochetám projít do hostitele prostřednictvím slin klíštěte. Tento proces trvá několik dní a vysvětluje dobu trvání přenosu onemocnění. Expresí OspC zde hraje nezbytnou roli pro zahájení přenosu infekce (Stanek et al., 2012).

Během sání dochází k interakci mezi klíštětem a hostitelem. Spirochety jsou pomocí slin klíštěte přeneseny do těla hostitele. Borelie se pak z místa ranky rozšiřují přes krev nebo tkáň do dalších míst na těle. Na infekci reaguje hostitel svým imunitním systémem (makrofágy a protilátky působící proti patogenu). Patogen ale dokáže obejít imunitní systém hostitele. Je také velmi zajímavé, že borelie neprodukuje přímo toxiny, ale většina tkání je narušena během onemocnění na základě zánětlivých reakcí, které byly vyvolány přítomností spirochet. Velmi důležitou roli v expresi a vážnosti infekce hrají genetické faktory hostitele (Stanek et al., 2012).

3.5.2.3 Prevence LB

Před onemocněním LB bychom se měli chránit. V roce 1998 byly publikovány první zkušenosti s očkováním proti LB v USA. Vakcína měla za úkol imunizovat jedince rekombinantním povrchovým proteinem A (OspA). Po infekci tohoto proteinu do těla hostitele se následně vytvoří anti – OspA protilátky, které by mohly borelie uvnitř klíštěte, v případě interakce klíště – hostitel, zneškodnit (Gross et al., 1998).

Vzhledem k tomu, že v Evropě dosud není očkovací látka k dispozici, je jedinou formou ochrany vyhýbat se klíšťatům. Míra ochrany je pak zvláště důležitá v endemických oblastech a míra rizikovosti je závislá na délce expozice. Je výrazně vyšší při trvalém pobytu v přírodě, jako je tomu u lesních dělníků, myslivců, zemědělců než u příležitostných návštěv v rámci turistiky, dovolené, letních stanových táborů atd. (Bartůnek, 2006). Doxycyklin chemoprophylaxis je také velmi účinnou ochranou. Redukuje možnost rozvoje onemocnění po odstranění klíštěte. Byla provedena studie

v USA, kdy byla podána pacientům, kteří byli napadeni klíštětem, dávka 200 mg. Byla tu 7 % úspěšnost v prevenci před vznikem EM (Stanek et al., 2012).

Důležitou prevencí je také volba vhodného oděvu předtím, než se vydáme do přírody. Měli bychom nosit světlý oděv, nosit dlouhé kalhoty, a hlavně používat repelenty. Mezi nejúčinnější repelenty patří ty, které obsahují permethrin (na oděv) nebo N – diethyl meta – toluamide (DEET) (na oděvy nebo přímo na pokožku). Po návratu z přírody je také doporučována sprcha a kontrola těla. Měli bychom prohlédnout místa jako podpaží, krk a třísla (Rizzoli et al., 2011).

3.5.2.4 Léčba LB

Pro úspěšnou léčbu LB je nejdůležitější včasná diagnóza a okamžité zahájení léčby antibiotiky (Anderson a Magnarelli, 2008). In vitro studie ukázaly, že borelie jsou citlivé na tetracykliny, peniciliny, cefalosporiny druhé a třetí generace a na makrolidy. Naopak vůči fluorokinolonu, rifampicinu a cefalosporinu první generace jsou borelie rezistentní. Většinou je u pacientů trpících LB zahájena léčba orálními ATB. Pokud příznaky nevymizí a nemoc přetrvává, je zahájena léčba parenterální (Stanek et al., 2012).

Doxycyklin, amoxicillin, fenoxymetylpenicilin a cefuroxim (patřící mezi cefalosporiny druhé generace) jsou vysoce účinnými léčivy. Doxycyklin je považován za nejlépe účinný, léčba je efektivní už po deseti dnech. Tento lék má i svá negativa (způsobuje fotosensitivitu a nemá vhodné účinky na děti a těhotné nebo kojící ženy) (Stanek et al., 2012). Jako podpůrnou metodu však můžete použít i některé bylinky. Sáhnout můžete například po pupenech z topolu, jalovce či břízy. K regeneraci a očistě organismu pak jako další lék na boreliózu poslouží černý rybíz či borovice (Kubešová, 2021).

3.5.3 Klíšťová encefalitida

Jedná se o velmi závažné virové onemocnění vyvolané viry v rámci rodu *Flavivirus* a čeledi *Flaviviridae*, která je pojmenována podle svého prototypového zástupce viru žluté zimnice (Růžek et al. 2015).

V současné době je Česká republika zemí s nejvyšším počtem případů klíšťové encefalitidy (KE) v celé Evropské unii. KE se vyskytuje v zemích střední, severní a východní Evropy, v Rusku, severovýchodní Číně a severním Japonsku (SZÚ, 2022).

Ohniska KE se vyskytují v biotopech se smíšenými a listnatými porosty, jednak v přírodě, ale i v některých lesoparcích, parcích, zahradách. Vlivem změn klimatu a charakteru krajiny se ohniska s rizikem nákazy z oblastí 200–800 m n. m. posouvají i do vyšších nadmořských výšek 1100 m.n.m. a postihují oblasti, kde se dříve nevyskytovala. Dochází též k posunu výskytu KE v Evropě směrem na sever do Skandinávie (SZÚ, 2022). Onemocnění KE má sezónní charakter od března do listopadu s maximem výskytu od května do září (Kubešová, 2018).

3.5.3.1 Průběh onemocnění

Závažnost průběhu onemocnění klíšťovou encefalitidou může být ovlivněna řadou faktorů. Mezi tyto faktory patří samotné kmeny klíšťové encefalitidy, kterými se hostitel nakazil či množství virových částic, které se při sání dostaly do těla hostitele (Růžek et al., 2015).

Průběh KE je obvykle dvoufázový. V první fázi trvající 2 až 7 dní, kdy se virus nachází v krvi, má nemoc chřipkovitý charakter, projevuje se zvýšenou teplotou, únavou, slabostí, bolestmi kloubů a svalů a bolestmi hlavy. První fáze klíšťové encefalitidy může někdy chybět, tzn. u části nakažených se onemocnění neprojeví nebo jsou přítomny jen lehké nespecifické příznaky (Kubešová, 2018).

Poté následuje 4–10denní období bez potíží, po němž nastupuje druhá fáze projevující se postižením centrálního nervového systému. Typické onemocnění probíhá jako virový zánět mozkových blan (serózní meningitida) s bolestmi hlavy, světloplachostí, zánětem spojivek anebo jako zánět mozku (encefalitida) s poruchami spánku, paměti, koncentrace, rovnováhy, dezorientace, dochází k postižení hlavových nervů. Při postižení mozku a míchy (encefalomyelitida) se objevují obrny (SZÚ, 2022).

Akutní fáze KE trvá cca 2–3 týdny. Nemoc svým průběhem a následky dlouhodobě (až několik měsíců) vyřazuje člověka z běžného života, (absence ve škole, v práci, ve společenském životě). Po proběhlé nemoci jsou prokázány negativní dopady na zdraví formou poruch soustředění, přetrvávající bolesti hlavy, dlouhodobá únava, poruchy spánku, deprese, třes, poruchy rovnováhy, někdy i obrny končetin či obličeje. Závažnější

bývá onemocnění u dospělých a starších osob, rovněž u osob oslabených jiným onemocněním. Inkubační doba je většinou 7-14 dní (SZÚ, 2022).

3.5.3.2 Přenos klíšťové encefalidity

Přirozeným rezervoárem viru KE se mohou stát různí živočichové, kam patří především drobní hlodavci, ale také šelmy, kopytníci nebo domácí zvířata. Člověk a větší savci (krávy, ovce, kozy, divoká prasata) se obvykle stávají náhodnými hostiteli, na které encefalitidu přenáší klíště (Kubešová, 2018).

Nejčastěji se přenáší přisátím klíštěte obecného infikovaného virem klíšťové encefalidity; přenašečem východního typu viru ve východní Evropě a Asii je *Ixodes persulcatus*. Virus KE mohou přenést všechna vývojová stadia klíštěte (larva, nymfa i dospělec). Dále je možný přenos při odstraňování klíštěte (nepoužívání ochranných pomůcek při odstraňování). Může dojít k přenosu i pitím nepasterizovaného ovčího, kozího či kravského mléka a konzumací nepasterizovaných sýrů nebo jiných výrobků z tepelně nezpracovaného mléka, které může obsahovat virus KE. Nakažená zvířata (ovce, kozy) mají virus v krvi několik dní a v té době se virus dostává i do jejich mléka. Možností je i nákaza laboratorní, dále přenos transfúzí a transplantovanými orgány ve viremické fázi, tedy v době, kdy virus se nachází v krvi dárce (SZÚ, 2022).

3.5.3.3 Prevence proti onemocnění klíšťovou encefalitidou

Spolehlivou specifickou prevencí je očkování. Ochrana se vytvoří u 99 % naočkovaných. Očkování není povinné, ale je doporučeno všem lidem v riziku nákazy. Očkovat se mohou dospělí i děti v kterémkoliv období roku. Základní očkování sestává ze tří dávek. První přeočkování je za 3 roky, další přeočkování po 5 letech. Pokud dojde k opomenutí přeočkování v řádném termínu, je potřeba doplnit očkování v nejbližším možném termínu (SZÚ, 2022).

Nespecifická prevence spočívá v ochraně před klíšťaty např. v omezení pohybu při vysoké aktivitě klíšťat v rizikových oblastech s výskytem klíšťat. Pohybovat se po cestách a nevstupovat do volné trávy, porostu a křoví, nesadat a nelehat si na zem ani při použití podložky. Používat preventivně repelenty, aplikovat je zejména na spodní část nohou od kolen dolů. Nosit oblečení z hladké světlé látky (kalhoty, obuv, rukávy), sejmout eventuálně zachycená klíšťata, po návratu všechno oblečení včetně spodního prádla svléct a vytřepat. Po návratu z vycházky prohlédnout důkladně celé tělo. Prohlídku je vhodné

opakovat i následující den ráno, někdy se klíště pohybuje po těle několik hodin, než se přichytí. Lezoucí i přísátá klíšťata je nutno ihned odstranit (SZÚ, 2022).

3.5.4 Lidská granulocytární anaplazmóza

Toto onemocnění je způsobené velice drobnými intracelulárními bakteriemi *Anaplasma phagocytophilum* patřící do řádu *Rickettsiales*, které infikují bílé krvinky (neutrofilní granulocyty) hostitele a způsobují závažné onemocnění, nazývané humánní granulocytární anaplasmóza (HGA) (Animau, 2021).

Navzdory zvyšující se prevalenci *Anaplasma phagocytophilum* u zvířecích hostitelů nejsou lidské případy časté, i když jsou pravděpodobně podhodnoceny kvůli nespecifickým klinickým příznakům (symptomy podobné chřipce). Americké kmeny prokázaly vyšší morbiditu a mortalitu (<1 %). V Evropě dosud žádný fatální případ u lidí nebyl zaznamenán (Liptáková, 2018).

Inkubační doba je v rozmezí 5–21 dní s nespecifickými projevy – horečka, zimnice, bolest hlavy a svalů, nevolnost, zvracení, průjemy a vzácněji vyrážkou na kůži. V takových případech může být zaměňována za boreliózu. Nejčastější období, kdy se onemocnění vyskytuje, je v dubnu až říjnu (Mokrejšová a Žabka, 2013). Onemocnění však může proběhnout i bez klinických příznaků (Liptáková, 2018).

Fatální infekce se vyskytují zřídka, ale infekce může vyústit v multiorgánové selhání. Pacientům s trombocytopenií a/nebo leukopenií, kteří jsou vystaveni expozici klíšťat, by měla být věnována zvýšená pozornost. Popsány byly případy onemocnění spojené s transfuzí krve, kdy bakterie *A. phagocytophilum* přežila jeden týden ve vzorcích zmražené krve (Liptáková, 2018).

3.5.5 Babesióza

Původcem tohoto onemocnění přenášeného klíšťaty jsou prvoci rodu *Babesia*, zejména *Babesia divergens* a *Babesia microti*, kteří napadají červené krvinky hostitele. Babesióza je známé onemocnění veterinárního významu u skotu, psů a koní (Schnittger et al., 2012). V současné době je však toto onemocnění stále častěji spojováno s onemocněním postihujícím člověka (Duh et al., 2001).

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 % (Schnittger et al., 2012).

Cyklus začíná sáním infikovaného klíštěte na myších. Sporozoity pronikají do červených krvinek, kde se bezpohlavně (asexuálně) množí a posléze se přeměňují na samčí a samičí gamety. Ty jsou opět spolu s krví nasáty dalším klíštětem, dojde k jejich spojení a vzniku organismu, který vstupuje do slinných žláz klíštěte, kde produkuje další sporozoity. U člověka dochází k infekci stejně jako u myši. Sporozoity pronikají do červených krvinek, kde se množí, a dochází k manifestaci onemocnění. U člověka ale životní cyklus parazita nepokračuje. K přenosu infekce z člověka na člověka může dojít jen krevní transfuzí (Uilenberg, 2006).

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 (SZÚ, 2023).

Zdraví lidé s neoslabeným imunitním systémem se tomuto onemocnění obvykle ubrání bez použití antibiotik. Komplikace mohou však nastat u lidí užívajících imunosupresiva (např. po transplantacích), po odstranění sleziny, v pokročilém věku, u dárců krve a u lidí s vrozeným imunodeficitem. Onemocnění je dobře léčitelné. Léky první volby jsou klindamycin plus chinin, případně azithromycin společně s atovaquone (Uilenberg, 2006).

3.5.6 Bartonellóza

Jedná se o bakteriální onemocnění způsobené bakteriemi rodu *Bartonella*, především bakterie *Bartonella henselae*, jejichž přirozeným rezervoárem jsou domácí zvířata, zejména kočky (Cotté et al., 2008). Zdrojem přenosu bakterií na hostitele je pak trus blechy kočičí (*Ctenocephalides felis*), avšak přenašečem může být i klíště obecné (*Ixodes ricinus*). Bakterie přežívá v trusu blechy. Ve chvílích, kdy zblešená kočka pečuje o svoji srst, se její drápy infikují bleším trusem. Pokud taková kočka někoho škrábne, bakterie z jejich drápů pronikají do těla. Proto se také bartonellóza označuje jako nemoc z kočičího škrábnutí (Máslková et al., 2014).

Prevence onemocnění spočívá v ochraně před blechami zejména používáním sprejů, speciálních obojků proti parazitům, úklidem místa a prostor, kde se zvíře pohybuje – prát podložky, koberce, deky (teplota min. 60 °C), všechna místa luxovat vysavačem (sáček z vysavače poté vyhodit), důkladně umýt s použitím dezinfekčního přípravku, na závěr použít speciální přípravek proti blechám (SZÚ, 2024a).

Po uplynutí inkubační doby, která trvá asi 3–7 dní, místo poranění zhnisá a po 1–7 týdnech zduří místní lymfatické uzliny. Nakažené bolí hlava, mají zvýšenou teplotu, pociťují slabost, malátnost, závratě, únavu, bolesti kloubů, svalů, zad a očí. V případě kočičího škrábnutí nebo pokousání by měla kůže být důkladně vyčištěna mýdlem a teplou vodou, u nehojící se trhliny se poradit s lékařem (SZÚ, 2024a).

U jedinců s oslabeným imunitním systémem může onemocnění způsobit řadu nebezpečných komplikací jako peliózy jater a sleziny, záněty endokardu, očí či mozku (Máslková et al., 2014). Onemocnění je při včasné diagnóze dobře léčitelné antibiotiky. V počátečním stadiu se používá doxycyklin nebo erytromycin. Bez léčby však nemoc postupuje u imunodeficitních pacientů velice rychle a často končí smrtí. Infikované kočky jsou většinou bez klinických příznaků onemocnění (Angelakis a Raoult, 2014).

3.5.7 Rickettsióza

Původcem onemocnění je skupina intracelulárních bakterií. Rickettsie, které jsou příčinou rickettsiózy, jsou přenášeny klíšťaty – *Rickettsia conorii* a *Rickettsia rickettsii*, blechami – *Rickettsia typhi* a vešmi – *Rickettsia prowazekii* (Perlman et al., 2006). Způsobují skvrnité (purpurové) horečky (v Evropě např. Marseillská horečka, v Americe Horečka Skalistých hor). Rickettsie přenášené prostřednictvím blech a vši a způsobují skvrnitý tyfus (Bermúdez a Troyo, 2018). Avšak ne každá Rickettsie musí být pro člověka patogenní (Perlman et al., 2006). V ČR jsou to většinou nákazy importované, jejich výskyt byl potvrzen v sousedních státech, např. v Německu a Rakousku (SZÚ, 2023).

Průběh a závažnost choroby se liší podle typu onemocnění, které jednotlivé rickettsie vyvolají. V místě sání klíštěte vzniká vřidek, postupně se tvoří strup, může se vytvořit vyrážka, provázená krvácením (Perlman et al., 2006). Nemoc se projevuje typicky horečkou a chřipkovými příznaky. Komplikace mohou být závažné, avšak léčba je možná antibiotiky a těž se doporučují antipyretika ke snížení horečky (SZÚ, 2023).

3.5.8 Tularemie

Tularemie neboli zajetí nemoc je celosvětově rozšířené zoonotické onemocnění způsobené bakterií *Franciscella tularensis*. Je to infekční onemocnění, které postihuje především zajíce, hlodavce a je přenosné na ostatní volně žijící i domácí zvířata a na člověka (Larsson et al., 2005). Člověk se nakazí nejčastěji přímým kontaktem s nemocným nebo uhynulým zvířetem, požitím kontaminovaných potravin nebo pitné vody. Onemocnění není přenosné mezi lidmi (SZÚ, 2024b).

U člověka se onemocnění tularemií vyskytuje v několika formách podle cesty přenosu infekčního agens do organismu. Může probíhat jako celkové onemocnění s vysokými teplotami, zvětšením sleziny po pozření kontaminované stravy nebo vody, atypickým zápallem plic po vdechnutí původce nemoci, vředovitými změnami v místě poraněné kůže nebo spojivky, případně dojde ke zhnisání příslušných mízních uzlin (Telford a Goethert, 2020).

Postižení zajáci ztrácejí plachost, potácejí se při pohybu, jsou malátní, mají zježenou srst a dají se snadno chytit. U ostatních zvířat nejsou příznaky onemocnění zjevné (SZÚ, 2024b).

Terapie tularémie spočívá především v podání účinných antibiotik. Mezi účinné preparáty se řadí doxycyclin, ciprofloxacin, levofloxacin, gentamycin a streptomycin (Rozsypal, 2015). Podle několika studií je celá řada klinicky izolovaných kmenů citlivá k uvedeným preparátům. Většina izolovaných kmenů *F. tularensis* je však vysoce rezistentní k beta-laktamovým antibiotikům (např. amoxicilin), která jsou u nás často používána. Tento fakt je nutno zohlednit při volbě adekvátní terapie (SZÚ, 2024b).

3.5.9 Prevence a ochrana proti klíšťatům

Období rizika je určeno sezónností aktivity klíšťat, která podle místních podmínek začíná v druhé polovině března a končí v první polovině listopadu. Vrchol aktivity je obvykle od května do července (Daniel, 2007).

Jako oblečení jsou vhodné světlé kalhoty z hladkého materiálu, pevná obuv, dobré jsou také ochranné návleky (Daniel, 2007). Ochranným prostředkem mohou být repelenty (Eisen, 2022) s vysokým obsahem účinné látky DEET, které jsou vhodné pro častý a dlouhodobý pobyt v přírodě (rybáři, myslivci, outdooroví sportovci), tak i repelenty s nízkým obsahem DEET nebo bez DEET, které jsou určené pro citlivou a dětskou

pokožku. Repelenty obsahující účinnou látku permethrin se aplikují pouze na oblečení, nepoužívají se přímo na pokožku. Ošetřené oblečení se nechává nejdříve oschnout. (Miller et al., 2011).

V prostředí, kde je zvýšená šance na chycení klíštěte, bychom si neměli lehat a nějak více zvyšovat kontakt s pokryvem půdy. Měli bychom se pohybovat po cestách a nezacházet do travních a bylinných porostů (Daniel, 2007).

Během chůze bychom si měli občasné prohlédnout dolní část těla. Kontrola pokožky těla by měla poté proběhnout jak po příchodu z venku, tak i druhý den ráno (SZÚ, 2024).

3.5.10 Jak odstranit klíště

Na přisáté klíště je největší a nejčastější chyba používat oleje či masti, které ho přidusí. Může totiž vyvrhnout obsah střev do rány, čímž se zvyšuje pravděpodobnost přenosu nákazy. Klíště by se nemělo mačkat ani tahat rukou či pinzetou. Nejbezpečnější způsob odstranění klíštěte je za pomoci speciální karty se zářezy, která klíště pevně podebere a vytáhne bez rizika rozmáčknutí a vytlačení obsahu střev do rány (Gammons a Salam, 2002).

V případě velmi malého klíštěte (larvy) se použije vatová štětička navlhčená s mýdlem nebo sirka, a klíště se vyviklá. Místo zákusu se poté vydesinfikuje běžným dezinfekčním prostředkem. Jestliže se klíště nachází na špatně přístupném místě, je možno použít háček se zářezem. Pokud se klíště nepodaří vyndat žádným z uvedených způsobů, pak nezbyvá než použít ostrou pinzetu a klíště chytit těsně u kůže a vytrhnout. Aby nevzniklo riziko nákazy, je třeba klíště odstranit co nejdříve. Riziko infekce začne stoupat 24-48 hodin po přisátí (Well Beyond Medicine, 2023).

Použití gumových rukavic není nutné, pokud nemáme čerstvé oděrky či odřeniny, ale ruce bychom měli řádně umýt. Pokud vám v kůži po odstranění klíštěte zůstanou kusadla a nepodaří se vám je nijak odstranit, nevzniká tím větší pravděpodobnost nákazy, jelikož nákaza ze samotných kusadel nehrozí. Tělo si dokáže s kusadly poradit ať už vydrolením nebo vyhnisáním. Místo s kusadly je však dobré vydesinfikovat a sledovat, aby nedošlo k zanícení. Někdy se může v místě přisátí objevit zarudlá boulička, což je jenom lokální reakce, která časem zmizí. Pokud se objeví zarudnutí, zduření a svědivost ranky po přisátém klíštěti, nemusí to hned značit nákazu (Protean s.r.o., 2023).

Jestliže chcete klišť bezpečně zlikvidovat, spláchněte ho do záchodu nebo zabalte do kapesníku a spalte (Daniel, 2007).

4 Metodika

4.1 Charakteristika zájmového území – Jihočeský kraj

4.1.1 Charakteristika území

Jihočeský kraj (Obrázek č. 9) je dlouhodobě vnímán především jako zemědělská oblast s rozvinutým rybníkářstvím a lesnictvím. Až v průběhu minulého století se zde rozvinul průmysl se zaměřením na zpracovatelské činnosti. Kraj představuje geograficky poměrně uzavřený celek, jehož jádro tvoří jihočeská kotlina. Na jihozápadě je obklopena Šumavou, na severozápadě výběžky Brd, na severu Středočeskou žulovou vrchovinou, na východě Českomoravskou vrchovinou a na jihovýchodě Novohradskými horami. V jihočeské kotlině se rozkládají dvě pánve, a to Českobudějovická a Třeboňská. Podstatnou část hranice Jihočeského kraje tvoří státní hranice s Rakouskem a Spolkovou republikou Německo, dále sousedí s kraji Plzeňským, Středočeským, Krajem Vysočina a Jihomoravským. Příhraniční charakter kraje poskytuje možnosti efektivní přeshraniční spolupráce ve výrobní oblasti i v oblasti služeb spolu s rozvojem cestovního ruchu, kde je využívána celková atraktivita kraje s méně narušenou přírodou a množstvím kulturních památek (ČSÚ, 2023).

Rozlohou 10 058 km² se kraj podílí necelými 13 % na ploše České republiky. Z tohoto území zaujímají více než třetinu lesy a zhruba 4 % pokrývají vodní plochy. Převážná část kraje leží v nadmořské výšce 400–600 m, s čímž souvisejí poněkud drsnější klimatické podmínky. Nejvyšším bodem na území Jihočeského kraje je šumavský vrchol Plechý (1 378 m n. m.), naopak nejnižším místem (330 m n. m.) hladina Orlické přehrady v okrese Písek (ČSÚ, 2023).

Území kraje náleží do povodí horní a střední Vltavy s přítoky Malší, Lužnicí, Otavou a dalšími. V minulosti zde bylo vybudováno přes 7 tis. rybníků, jejichž celková výměra dnes představuje více než 30 tis. hektarů. Největšími, nejen v kraji ale i v České republice, jsou rybníky Rožmberk, Horusický rybník a Bezdrev. Kromě toho byla na území kraje vybudována i jiná velká vodní díla: Lipno, které je s 4 870 ha největší vodní plochou v České republice, Orlík s rozsáhlými rekreačními oblastmi a Římov zásobující pitnou vodou značnou část kraje. V souvislosti s výstavbou jaderné elektrárny Temelín byla vybudována vodní nádrž Hněvkovice (ČSÚ, 2023).



Obrázek 9 Geografická mapa Jihočeského kraje (ČSÚ, 2024).

Jihočeský kraj není územím bohatým na suroviny, nenacházejí se zde téměř žádné zdroje energetických surovin. Významným přírodním bohatstvím jsou však rozsáhlé lesy, zejména na Šumavě a v Novohradských horách. Jedná se především o lesy jehličnaté, smrkové a borové. Největší surovinové bohatství tvoří ložiska písků a štěrkopísků, cihlářské hlíny, kameniva a sklářských písků. Z ostatních surovin je nejvýznamnější rašelina a v některých lokalitách také vápenec, křemelina a grafit (MMR, 2021). I když lze životní prostředí kraje v rámci republiky charakterizovat jako méně poškozené a zatížení emisemi se postupně snižuje, je zde stále řada zdrojů znečištění, hlavně v zemědělství a průmyslu. Na lesní porosty v posledních letech nepříznivě působí zejména různé extrémní situace (např. intenzivní sucho) a hmyzí škůdci (ČSÚ, 2023).

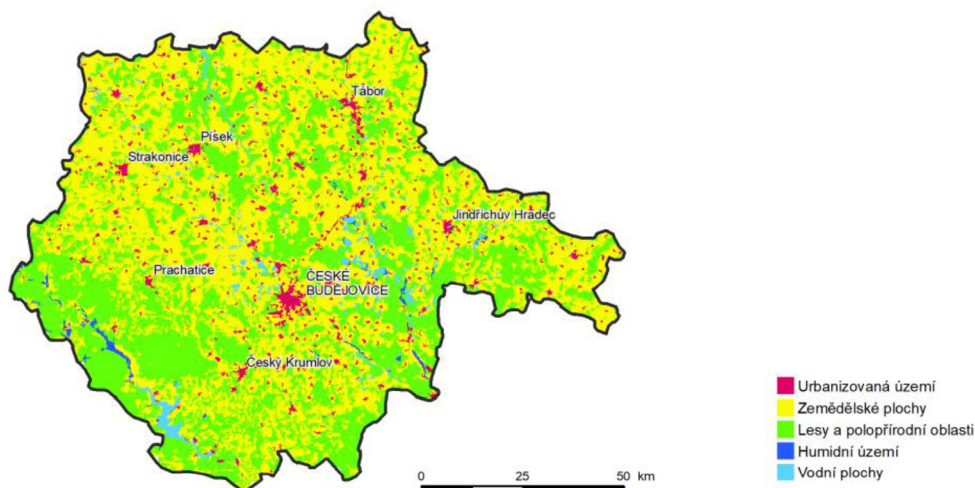
Území kraje mělo vždy spíše charakter rekreační než průmyslově vyspělé oblasti. Snaha o zachování přírodního prostředí se odrazila ve zřízení Národního parku Šumava, chráněných krajinných oblastí Šumava, Třeboňsko a Blanský les. V kraji se nachází více než 300 maloplošných chráněných území a chráněných přírodních výtvorů. Celkem je chráněna přibližně pětina území kraje (ČSÚ, 2023).

K 1. lednu 2016 byly v rámci optimalizace vojenských újezdů provedeny územní změny, při kterých byla z území vojenského újezdu Boletice vyčleněna nová obec Polná na Šumavě a další části jeho výměry byly přičleněny k jiným obcím okresu Český Krumlov a Prachatice. Území vojenského újezdu se zmenšilo o čtvrtinu a nyní je zcela bez trvale bydlících obyvatel. Kromě tohoto vojenského újezdu je v kraji v současné době 623 samosprávných obcí (56 z nich má statut města) s téměř 2 tisíci částmi obcí (ČSÚ, 2023).

Jihočeský kraj je krajem s nejmenší hustotou zalidnění z celé České republiky. Ta se dlouhodobě pohybuje kolem hodnoty 64 obyvatel na 1 km². Největší hustotu obyvatelstva má okres České Budějovice, kde žije 30 % obyvatel kraje. Je to dáno především soustředěním do samotného města České Budějovice. Dalšími velkými městy jsou Tábor, Písek, Strakonice a Jindřichův Hradec. V těchto pěti městech žije téměř třetina Jihočechů. Naproti tomu nejmenší obce do 200 obyvatel představují zhruba 36 % z celkového počtu obcí, ale žije v nich přibližně 4 % celkového počtu obyvatel kraje (ČSÚ, 2023).

V zemědělství (Obrázek č. 10) převažuje v rostlinné výrobě pěstování obilovin, olejnin a píce, významná je též produkce brambor. V živočišné výrobě se jedná především o chov skotu a drůbeže. Celkově se zde vytváří zhruba 10 % zemědělské produkce celé

Krajinný pokryv dle databáze CORINE Land Cover, 2018



Obrázek 10 Mapa krajinného pokryvu Jihočeského kraje (Cenia, EEA, 2022).

republiky.

Dlouholetou tradicí má v kraji rybníkářství. Celková plocha rybníků, v nichž se chovají ryby, se pohybuje kolem 25 000 ha. Jihočeské rybníkářství zahrnuje polovinu produkce ryb v České republice, významný je také podíl v chovu vodní drůbeže (kachen a hus) (ČSÚ, 2023).

4.1.2 Lesnictví v Jihočeském kraji

4.1.2.1 Struktura lesů Jihočeského kraje

Lesy Jihočeského kraje dlouhodobě tvoří svou rozlohou největší část (14,2 %) z celkové výměry lesů ČR. Ke konci roku 2021 se rozprostíraly na téměř 380,6 tis. ha, jejich výměra se meziročně zvýšila o 0,1 % (+316 ha). Podíl porostní půdy na lesních pozemcích kraje tvořil 97,4 %. Druhá a třetí největší část z rozlohy lesů ČR náleží krajům, kde lesní plocha mírně překročila hranici 11% podílu na rozloze lesů ČR – Plzeňský kraj (309,1 tis. ha) a Středočeský kraj včetně hl. m. Prahy (305,4 tis. ha) (MŽP, 2022).

Lesní porosty v Jihočeském kraji jsou tvořeny převážně jehličnany, jejichž podíl v roce 2022 činil 81,1 % porostní půdy. Nejčastěji zastoupenými jehličnany byly smrky (52,3 %) a borovice (25,8 %), Příčinou vysokého zastoupení smrků a borovic je převážně vysazování smrkových a borových monokultur v minulosti. Mezi listnáči převažovaly buky (6,3 %) a duby (4,1 %). Nově zakládáné porosty byly v roce 2022 tvořeny z 63,4 % jehličnany, což je nejvyšší podíl v celém Česku, které však rovněž zaujímaly 95,0 % vytěženého dřeva, což vedlo k mírnému posílení podílového zastoupení listnáčů. Pozvolné navyšování podílu listnáčů v lesích Jihočeského kraje lze pozorovat od roku 2000, což je v souladu s trendem přibližování se doporučené skladbě lesa na území Česka. Jednotlivé věkové třídy byly v lesích Jihočeského kraje zastoupeny rovnoměrně, dlouhodobě však dochází k nárůstu zastoupení starších porostů (více než 100 let) a poklesu zastoupení kategorií 61–100 let (MŽP, 2022).

4.1.2.2 Obnova lesa v Jihočeském kraji

Rok 2021 byl pro české lesy významný hlavně v oblasti zalesnění a obnovy lesa provedené uměle. V Jihočeském kraji se již potřetí za sebou meziročně zvýšilo množství zalesňované plochy, zalesněno a obnoveno uměle bylo o 1 426 ha lesa více než v předchozím roce. Díky tomuto výraznému přírůstku (+40,6 %) stoupl podíl kraje na zalesňování Česka o 1,7procentního bodu na 12,1 %. S celkem 4,9 tis. ha uměle zalesněné a obnovené lesní plochy se tak Jihočeský kraj posunul v mezikrajském srovnání ze čtvrté na třetí pozici, a to za Kraj Vysočina (22,9% podíl) a Jihomoravský kraj (12,4% podíl) (MŽP, 2022).

Na jihu Čech se nejčastěji vysazovaly jehličnaté dřeviny – preferovaný smrk na 1 703 ha půdy a borovice na 505 ha. Podíl jehličnanů na zalesnění kraje se meziročně snížil o 1,4procentního bodu na 59,6 %, naproti tomu podíl listnatých dřevin se zvýšil na 40,4 %. Dubem bylo osázeno 814 ha půdy, bukem 745 ha (MŽP, 2022).

Nová generace lesa vytvořená přirozenou obnovou vznikla na 753 ha půdy. Podíl Jihočeského kraje na přirozené obnově lesa v České republice činil 8,3 %, tj. o 0,2procentního bodu méně oproti předchozímu roku (MŽP, 2022).

V České republice bylo zalesněno a obnoveno sadbou a sítí o 7 008 ha půdy více než v předchozím roce, díky tomuto nárůstu (+20,8 %) dosáhla zalesněná plocha 40,7 tis. ha. V mezikrajském srovnání jednoznačně největší nárůst (+50,4 %) zalesňované plochy zaznamenal již výše zmíněný Kraj Vysočina, kde se zalesnilo a obnovilo uměle více než

9,3 tis. ha. Naproti tomu pouze ve třech krajích ČR se výměra zalesňování meziročně snížila (MŽP, 2022).

4.1.2.3 Těžba dřeva v Jihočeském kraji

Objem těžby dřeva v roce 2021 v Jihočeském kraji meziročně klesl o čtvrtinu (-1 192,4 tis. m³). Vytěžilo se celkem 3 614,3 tis. m³ dřeva bez kůry. Jehličnany v celkové těžbě výrazně převažovaly, nejvíce se těžil smrk (2 971,6 tis. m³). Podíl listnatých dřevin činil 2,8 % s převažující těžbou buku (38,6 tis. m³). I přes prudký pokles množství vytěženého dřeva jižní Čechy se svým 11,9% podílem na celkové těžbě v ČR setrvaly mezi prvními třemi kraji s nejvyšším objemem těžby, i když se v pomyslném žebříčku v meziročním srovnání propadly z druhé příčky na třetí, a to za Kraj Vysočina (24,6% podíl) a za Středočeský kraj vč. hl. m. Prahy (13,1% podíl). Objem těžby dřeva se snížil ve většině krajů ČR, pouze ve čtyřech z nich došlo k nárůstu. V Česku souhrnně meziročně poklesl objem těžby dřeva o 15,4 % (ČSÚ, 2021).

Podíl zpracované nahodilé těžby dřeva (bez kůry) v Jihočeském kraji se v roce 2021 meziročně snížil o 19,0procentního bodu a činil 74,6 % z celkové těžby kraje. Objem zpracované nahodilé těžby v kraji zaznamenal prudké meziroční snížení o 40,1 % (-1 802,8 tis. m³), celkem představoval 2 695,7 tis. m³. Pokles objemu zpracované nahodilé těžby v rámci celého Česka činil 22,5 %. Jihočeský kraj dosáhl třetího nejvyššího podílu (10,3 %) na množství zpracované nahodilé těžby dřeva v ČR. Nejčastěji se v Jihočeském kraji získávalo dřevo v rámci nahodilé těžby v důsledku poškození hmyzem, která se podílela na celkové zpracované nahodilé těžbě 63,1 %. Pokles oproti předchozímu období činil 51,0 %, celkem se vytěžilo 1 699,9 tis. m³. Stále se odstraňovaly následky škod způsobených kůrovcovou kalamitou. Těžba v důsledku živelních příčin se meziročně snížila o 8,1 % na 841,3 tis. m³ a na celkové zpracované nahodilé těžbě kraje se podílela 31,2 % (ČSÚ, 2021).

4.1.3 Trvalé výzkumné plochy

Sběr dat, který byl zaměřen na klíště obecné byl prováděn ve vybraných zájmových lokalitách v rozsáhlém stanovištním, porostním a výškovém gradientu, konkrétně na 13 trvalých výzkumných plochách v Jihočeském kraji (Tab. 2). Hlavním cílem na těchto plochách bylo získání poznatků o vlivu druhové skladby lesů na populaci klíšťat. Základní variantou pro rozčlenění a porovnání dat bylo rozdělení lokalit dle druhové

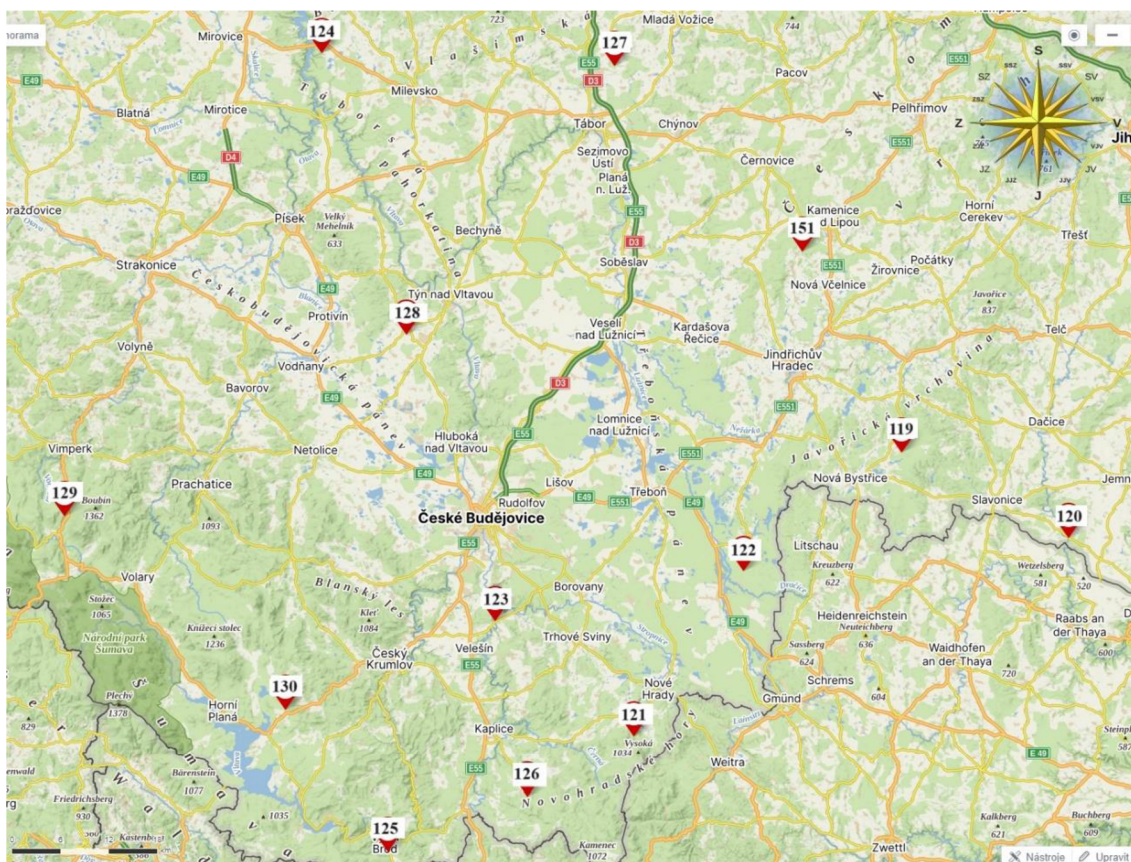
skladby lesa (listnaté, smíšené, jehličnaté) a druhu biotopu (holina, lesní porost, okraj lesa). Druhy biotopu určených výzkumných ploch jsou zobrazeny v přílohách č. 1-3.

Tabulka 2 Základní informace o trvale výzkumných plochách na zájmovém území Jihočeského kraje

ID plochy	Název lokality	Okres	Nadmořská Výška [m n.m.]	Biotop	Druhové smíšení	Druhová skladba (v %)
119	Nadějov	Jindřichův Hradec	645	HO	---	---
120	Písečné	Jindřichův Hradec	438	OL	SL	BO 75, OL 20, SM 5
121	Dobrá Voda	České Budějovice	671	LP	JL	SM 60, MD 20, BK 10, DB 10
122	Klikov	Jindřichův Hradec	464	LP	JL	BO 100
123	Řimov	České Budějovice	434	LP	JL	BO 100
124	Kostelec n. Vlt.	Písek	444	HO	---	---
125	Vyšší Brod	Český Krumlov	625	OL	LL	BR 85, OL 10, OS 5
126	Bukovsko	České Budějovice	710	LP	LL	BR 60, OL 30, KL 5, SM 5
127	Beranova Lhota	Tábor	500	OL	SL	BR 35, DB 35, BO 15, MD 5
128	Temelín	České Budějovice	472	LP	SL	BO 65, DB 30, OS 5
129	Kubova Huť	Prachatice	1045	OL	JL	SM 90, BK 5, KL 3, MD 2
130	Hořice n. Šumavě	Český Krumlov	784	HO	---	---
151	Starý Bozděchov	Jindřichův Hradec	605	OL	JL	SM 60, BO 25, MD10, BR5

Vysvětlivky: HO – holina, OL – okraj lesa, LP – lesní porost, SL – smíšený les, JL – jehličnatý les, LL – listnatý les, BO – borovice, OL – olše, SM – smrk, MD – modřín, BK – buk, OS – osika, BR – bříza, KL – javor klen.

Výškový gradient se pohyboval v rozmezí od 434 m n. m. do 1045 m n.m. Na lokalitách, stratifikovaných na základě druhového složení, vegetačního stupně a nadmořské výšky, byl sběr dat realizován ve třech variantách prostředí (biotopech), a to v dospělých (zapojených) lesních porostech, na holinách a v ekotonech porostů (v porostních okrajích), které jsou klíšťaty preferovány (Estrada-Peña, 2001). Lokalizace 13 trvalých výzkumných ploch je zobrazeno na obrázku č.11.



Obrázek 11 Lokalizace 13 výzkumných ploch (Mapy.cz), kde v květnu až červnu v letech 2021, 2022, 2023 proběhl monitoring klíšťat, čísla popisují ID plochy z tabulky č. 2. (autor práce).

4.2 Sběr dat

Sběr dat o výskytu a početnosti klíšťat probíhal v roce 2023 od 19. května až do 4. června na 13 plochách v Jihočeském kraji. Sběr klíšťat byl prováděn v závislosti na teplotě, kdy denní hodnoty neklesly pod deset stupňů a noční pod nulu a hranice vlhkosti neklesla pod 35 %. Data z let 2021 a 2022 byla dodána vedoucím práce v rámci projektu Lesů ČR – Distribuce krevsajících členovců v lesních ekosystémech modifikovaných globálními změnami klimatu.

Z dostupných studií vyplývá, že sběr klíšťat je prováděn v závislosti na průběhu počasí nejčastěji v období duben–květen a září–říjen, což jsou pověstné sezónní vrcholy aktivity klíšťat ve střední Evropě (Daniel et al., 2015; Széll et al., 2006). V ostatních měsících je aktivita a nebezpečí jejich chycení klíšťat minimální, ačkoli nikoliv zcela vyloučené (i v zimním období). V našem případě bylo zvoleno pouze jarní období z důvodu vyšší aktivity klíšťat, která vrcholí ve druhé polovině května (Tkadlec et al., 2018).

4.2.1 Metoda sběru dat klíšťat

Samotný sběr se prováděl specifickou technikou vlajkování (Obrázek č. 12). Touto metodou dochází k přímému kontaktu s vegetací, na které se jedinci klíšťat vyskytují při aktivním vyhledávání hostitele. Sběrná vlajka byla vyrobena z bílé bavlněné látky se středně dlouhým chlupem (připomínající srst zvířat) o rozměrech 1×1 m. Vlajka byla připevněna na cca 150 cm dlouhé dřevěné tyči (Široký et al., 2011). Vlastní sběr klíšťat následně probíhal pomocí smýkání plachty po vegetaci, přičemž byla změřena i celková plocha (s přesností na 10 m^2), kde došlo ke sběru klíšťat.



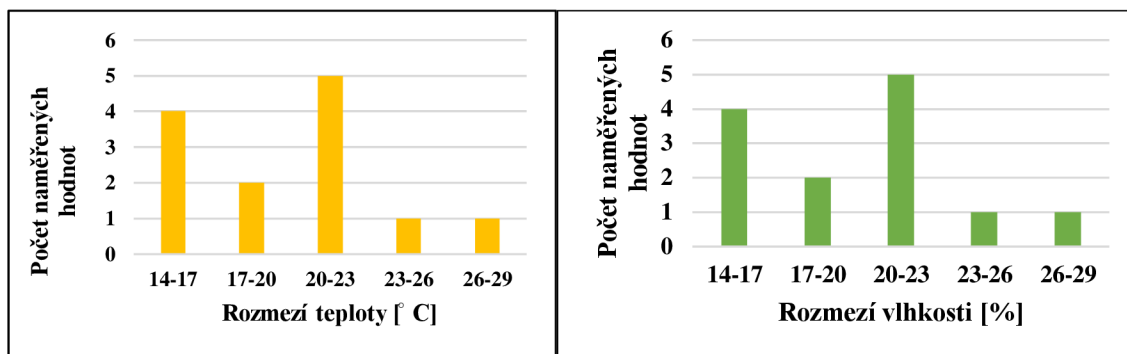
Obrázek 12 Ukázka metody vlajkování (autor práce).

Látka byla tažena po zemi rychlostí nepřesahující $\sim 0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a zkoumána v maximálně 5 m intervalech/vzdálenostech (Springer et al., 2016). Pokud by došlo k navýšení intervalu táhnutí vlajky nad 10 m, hustota klíšťat by se snižovala (odpadnutí jedinců z látky) a výzkum by byl značně podhodnocen (Borgmann-Winter a Allen, 2020). Po každém vlajkování, resp. po každém tahu vlajkou, byla látka detailně prohlédnuta. Zachycená klíšťata byla následně sesbírána entomologickou pinzetou do označených zkumavek (Obrázek č. 13).



Obrázek 13 Vybírání klíšťat z vlajky do označených zkumavek entomologickou pinzetou (autor práce).

U každého vzorku byl zaznamenán údaj o poloze pomocí GPS, datum, čas vzorkování a informace o povětrnostních podmínkách (teplota a vlhkost – obrázek č. 14). Na každé zájmové lokalitě vlajkování probíhalo standardizovaně po dobu 120 minut bez závislosti na počtu nasbíraných klíšťat. Odběr vzorků byl prováděn během dne mezi 9:30 a 18:30 a pouze při teplotě v rozmezí $14\text{--}26 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a vlhkosti vzduch s minimální hranicí 35 %. Vzorkování probíhalo pouze za příznivého počasí, tedy nikoliv v dešti či bezprostředně po dešti a v bezvětří.



Obrázek 14 Měřené hodnoty teplot (vlevo) a vlhkosti (vpravo) při monitoringu klíštěte v roce 2023 (autor práce).

4.2.2 Uchování a transport klíšťat

Všechna klíšťata zachycená na vlajce byla pinzetou vložena do označených (číslem lokality) velkých plastových epruvet (bez použití etanolu) se stéblem trávy (pro udržení vlhkosti). Klíšťata byla následně uložena do přenosného chladicího boxu při teplotě 5 °C a bezprostředně transportována do laboratoře. Identifikace druhů klíšťat, pohlaví a vývojových stádií bylo provedeno pomocí klíče (Nosek a Sixl, 1972).

4.2.3 Sběr stanovištních a porostních dat

Z hlediska vlivu abiotických faktorů byla na každé lokalitě před samotným vlajkováním zaznamenána teplota a vlhkost vzduchu ve výšce do 0,5 m nad zemí, pro ověření, zda se tyto klimatické parametry nacházejí v optimálním rozpětí pro sběr klíšťat. K tomuto měření byly použity datalogery VOLTGRAFT HY-10TH s přesností měření teploty $\pm 0,4$ °C a přesností měření vlhkosti vzduchu $\pm 1,8$ %. U biotických faktorů byl z evidence detailně zaznamenán charakter lesního porostu, pobytové znaky zvěře a druh a pokryvnost vegetace, jež má na výskyt klíšťat výrazný vliv (Daniel et al., 1998). Pokryvnost vegetace byla stanovena vždy pro jednotku plochy (%) na typických místech pro dané stanoviště, na kterém proběhlo samotné vlajkování. Na těchto místech byla zároveň změřena i průměrná maximální výška přízemní vegetace s přesností na centimetry, vypočtena z maximálních výšek jednotlivých druhů vegetace. Z hlediska vegetace se rozlišovalo, zda se jedná o bylinné patro, traviny, kapradiny, polokeře (ostružiník, maliník atd.), keřiky (brusnice borůvka, brusinka atd.) a keře dle metodiky Ústav pro hospodářskou úpravu lesů. U těchto jednotlivých druhů vegetace byla změřena maximální výška (cm) a odvozena pokryvnost (%). Pobytové znaky zvěře byly hodnoceny škálou 0–5 dle přítomnosti trusu, okusu, rytí, ochozů, vytlučených stromků,

hrabánek atd. V případě variant biotopu holina či okraj porostu byla zaznamenána charakteristika navazujícího lesního porostu s důrazem na stáří porostu, druhovou skladbu, zakmenění a přítomnost vegetace. Stanovištní, porostní a další charakteristiky byly zaznamenávány do předem připraveného formuláře. Každá vlajkovaná lokalita byla také 2 × vyfotografována.

V případě varianty s přítomností lesního porostu (i) byla hodnocena také porostní struktura. Na vzorkované ploše o velikosti 20×20 m, kde proběhlo samotné vlajkování, byla podrobně zhodnocena výška stromového patra, výčetní tloušťka (DBH), nasazení a šířka zelené koruny, počty stromů, prostorové rozmístění a druhové složení. Výšky stromů, nasazení živé koruny a jejich šířka byly měřeny pomocí výškoměru Laser Vertex (Haglöf Sweden) s přesností 0,1 m. Výčetní tloušťky u stromů s $DBH \geq 7$ cm byly měřeny pomocí průměrky Mantax Blue (Haglöf Sweden) s přesností na 0,1 cm.

4.3 Analýza dat

4.3.1 Statistické analýzy

Jedním z hlavních cílů projektu bylo vyhodnocení prostorové distribuce a abundance klíšťat ve vztahu ke struktuře a druhovému složení lesních porostů a krajinným parametrům. Analýza hlavních komponentů (PCA) byla provedena v programu CANOCO 5 (ter Braak a Šmilauer, 2012) pro zhodnocení vztahu mezi abundancí klíšťat (průměr za rok 2021-2023), porostními a krajinnými parametry, formou smíšení a biotopem. Data byla před analýzou zlogaritmována a standardizována. Výsledky vícerozměrné PCA analýzy byly vizualizovány ve formě ordinačního diagramu. Vztahy mezi početností klíšťat, prevalencí nemocí a parametry prostředí byly testovány Personovým korelačním koeficientem v programu STATISTICA 13 (TIBCO). V tomto programu byly testovány také rozdíly v početnosti klíšťat mezi biotopy a druhovým složením lesů. Data byla nejprve testována Shapiro-Wilkovým testem normality. Normalita dat nebyla prokázána. Spearmanův korelační koeficient byl použit pro prokázání vztahu korelace mezi početností klíšťat a různými proměnnými (krajinné, produkční a diverzitní indexy). Rozdíly mezi biotopy a druhovým složením lesů byly testovány neparametrickým Kruskal-Wallisovým testem. Hladina p – value byla stanovena na 0,05, u některých proměnných z důvodu nízkého počtu dat byla stanovena na 0,2.

4.3.2 Parametry prostředí

Hodnoceny byly tři základní charakteristiky prostředí, u kterých lze na základě literární rešerše předpokládat, že zásadně ovlivňují výskyt klíšťat, a to: (1) struktura a druhová skladba lesních porostů, (2) indikátory krajinné struktury, tzv. krajinné metriky (McGarigal, 2002) a (3) environmentální podmínky prostředí jako jsou faktory vzdálenosti plochy od vodního toku a obydlí, pokryvnosti vegetace či nadmořské výšky.

Základní data o lesních porostech (soubor lesních typů, věk porostů atd.) byly získány z mapového portálu ÚHÚL anebo z lesního hospodářského plánu (LHP) poskytnutých dle předchozí domluvy se zadavatelem projektu – LČR, s.p. Detailní informace o struktuře a druhové skladbě lesů byly získány z naměřených a následně vypočtených údajů. U stromového patra byly na každé vzorkované ploše zhodnoceny strukturální a růstové parametry, produkce, horizontální a vertikální struktura a celková biodiverzita, jež byly statisticky hodnoceny ve vztahu k distribuci klíšťat. Produkční parametry byly vypočteny dle objemových rovnic Petráše a Pajtíka (1991).

V rámci hodnocení druhové diverzity byly pro všechny porosty na zkusných plochách spočítány: Margalefův index druhové bohatosti (Margalef, 1958), Shannonův index druhové různorodosti (Shannon, 1948) a Pielouův index druhové vyrovnanosti (Pielou, 1975). Z hlediska vertikální struktury byl vypočten Arten-profil index (Pretzsch, 2006), přičemž Clark-Evansův agregační index (Clark a Evans, 1954) reprezentuje horizontální směr. V rámci strukturální diference porostu byl vypočten Földnerův index tloušťkové diference a výškové diference (Földner, 1995) a index korunové diference (Jaehne a Dohrenbusch, 1997). Celková diverzita porostu byla vyhodnocena komplexním indexem porostní diverzity podle Jaehne a Dohrenbusche, který zahrnuje druhovou diverzitu, prostorové rozmístění, horizontální strukturu a korunovou diferenciaci (Jaehne, Dohrenbusch 1997). Tyto ukazatele porostní struktury a diverzity byly vypočteny v programu SIBYLA (Fabrika a Ďurský, 2005). Porostní indexy a jejich popis a hodnocení je uvedeno v tabulce č. 3.

Tabulka 3 Porostní metriky (indexy porostní struktury)

Ukazatel	Popis	Výpočet
Druhová bohatost	Počet druhů určený na základě počtu dřevin v porostu a počtu stromů na hektar.	$D = \frac{m-1}{\ln(N)}$
Druhová heterogenita	Index kombinující druhovou bohatost a vyrovnanost. Vypočtena na základě kruhové plochy jednotlivých dřevin.	$H' = \frac{-\sum_{i=1}^m [w_i \cdot \ln(w_i)]}{\ln(10)}$
Druhová vyrovnanost	Míra rovnoměrnosti zastoupení jednotlivých dřevin v porostu.	$E = \frac{H' \cdot \ln(10)}{\ln(m)}$
Vertikální diverzita	Kombinuje vertikální strukturu a druhovou diverzitu. Rozpětí 0-1; vyrovnaná vertikální struktura $A_p < 0,3$, výběrný les $A_p > 0,9$.	$A_p = \frac{-\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^3 [p_{ij} \cdot \ln(p_{ij})]}{\ln(3 \cdot m)}$
Horizontální struktura	Agregační index vypočtený na základě vzdálenosti všech stromů ke svým nejbližším sousedům, počtu stromů na ploše a velikosti plochy. Střední hodnota $R = 1$, shlukovitost $R < 1$, pravidelnost $R > 1$.	$R = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i}{0.5 \sqrt{\frac{P}{N}} + 0.0514 \frac{u}{N} + 0.041 \left(\frac{u}{N}\right)^2}$
Tloušťková diferenciacie	Závisí na poměru mezi větší a menší tloušťkou všech nejbližších sousedních stromů na ploše. Rozpětí 0-1; nízká $TM_d < 0,3$, velmi vysoká diferenciacie $TM_d > 0,7$.	$TM_d = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (1 - rd_{ij})$
Výšková diferenciacie	Závisí na poměru mezi větší a menší výškou všech nejbližších sousedních stromů na ploše. Rozpětí 0-1; nízká $TM_h < 0,3$, velmi vysoká diferenciacie $TM_h > 0,7$.	$TM_h = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (1 - rh_{ij})$
Korunová diferenciacie	Index založený na parametrech nasazení koruny a šířky koruny vyjadřující diverzitu korunového prostoru porostu.	$K = [1 - \log(HCB_{min})] + \left(1 - \frac{CD_{min}}{CD_{max}}\right)$
Komplexní diverzita	Celková diverzita vyjadřuje agregaci parciálních složek diverzity: diverzity druhového složení (alfa), diverzity vertikální struktury (beta), diverzity prostorového rozmístění stromů (chi) a diverzity korunové diferenciacie (delta). Monotónní struktura $B < 4$, velmi různorodá struktura lesa $B > 9$.	$B = \left\{4[\log(m) \cdot (1.5 - Z_{max} - Z_{min})] + 3\left(1 - \frac{h_{min}}{h_{max}}\right) + \left(1 - \frac{r_{min}}{r_{max}}\right) + [1 - \log(HCB_{min})] + \left(1 - \frac{CD_{min}}{CD_{max}}\right)\right\}$

Vysvětlivky: m – počet druhů dřevin, N – počet stromů na hektar, w_i – kruhová základna jednotlivých druhů dřevin, H' – Entropie H' podle Shannona (Shannon, 1948), p_{ij} – kruhová základna i -té dřeviny v j -té porostní vrstvě, r_i – vzdálenost mezi dvěma nejbližšími stromy (m), P – velikost plochy (m^2), u – odvod plochy (m), r_d – poměr mezi větší a menší tloušťkou všech nejbližších sousedních stromů na ploše, r_h – poměr mezi větší a menší výškou všech nejbližších sousedních stromů na ploše, HCB_{min} – minimální výška nasazení koruny (m), CD_{min} – minimální šířka koruny (m), CD_{max} – maximální šířka koruny (m), Z_{max} – maximální zastoupení dřeviny, Z_{min} – minimální zastoupení dřeviny, h_{min} – minimální výška stromu v porostu (m), h_{max} – maximální výška stromu v porostu (m), r_{min} – minimální rozestup stromů (m), r_{max} – maximální rozestup stromů (m).

K testování vlivu krajinné struktury na výskyt klíšťat byly použity vybrané krajinné metriky, indikující kompozici a konfiguraci krajiny na vzorkovaných lokalitách a v jejich bezprostředním okolí. Tyto metriky kvantifikují rozlohu jednotlivých typů krajinného

pokryvu, stupeň fragmentace stanovišť, hustotu ekotonů, tj. okrajů (přechodů) mezi lesní a nelesní vegetací, složitost tvarů krajinných ploch (plošný element povrchu mající relativně homogenní charakter, který ji odlišuje od jejího sousedství) apod. Vypočtené krajinné indexy a jejich popis a způsob výpočtu je uveden v tabulce č. 4. Všechny metriky byly vyjádřeny v různých prostorových měřítcích, tj. bufferech okolo vzorkovaných lokalit (250 m), reflektujících disperzní schopnost klíšťat (Václavík et al., 2021). Krajinné indexy byly spočteny v programu Fragstats 4.2.1 (McGarigal et al., 2012).

Tabulka 4 Krajinné metriky (indexy krajinné struktury)

Ukazatel	Popis	Výpočet
Průměrná rozloha krajinného prvku	Součet všech ploch v krajině, odpovídajících hodnot metrik daných ploch, dělený celkovým počtem ploch.	$AREA_MN = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}}{N}$
Hustota ekotonů	Součet délek (m) všech okrajových segmentů zahrnujících odpovídající typ plochy, dělený celkovou plochou území, vynásobeno 10 000 (převod na hektary). Hustotu okrajů lze srovnávat v různých prostorových měřítcích.	$ED = \frac{\sum_{k=1}^m e_{ik}}{A} (10\ 000)$
Index shlukovitosti	Index shlukovitosti měří jak intersperzi typů ploch (tj. míchání jednotek různých druhů ploch), tak disperzi ploch (tj. prostorové rozdělení druhů ploch) na úrovni krajiny.	$CONTAG = \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[\frac{p_i \cdot e_{ik}}{\sum_{k=1}^m e_{ik}} \right] \left[\ln \left(\frac{p_i \cdot \sum_{k=1}^m e_{ik}}{e_{ik}} \right) \right]}{2 \ln(m)} \right]$
Hustota ploch	Počet ploch v krajině vydělený celkovou rozlohou území (m), vynásobený 10 000 a 100 (převod na 100 hektarů).	$PD = \frac{n_i}{A} (10\ 000)(100)$
Složitost tvarů krajinných ploch	Jednoduchá míra komplexity tvaru, ale bez standardizace na jednoduchý euklidovský tvar (např. čtverec). Liší se podle velikosti ploch.	$PARA_MN = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{P_{ij}}{a_{ij}}}{N}$
Shannonův index diverzity	Součet, napříč všemi druhy ploch, relativního množství každého druhu ploch vynásobený jejich poměrem. Kombinuje bohatost a vyrovnanost.	$SHDI = \sum_{i=1}^m P_i \ln(P_i)$
Index největší plochy	Index se rovná rozloze (m ²) největší plochy v krajině dělené celkovou plochou krajiny (m ²), vynásobené 100 (pro převod na procento).	$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} (100)$
Index tvaru ploch	Index se rovná 0,25x (úprava pro formát rastru) součet celé hranice krajiny a všech okrajových segmentů (m) dělený druhou odmocninou celkové plochy krajiny (m ²). Vyšší hodnota značí vyšší komplexitu tvarů ploch.	$LSI = \frac{.25 E^*}{\sqrt{A}}$
Index soudržnosti ploch	Měří fyzickou propojenost jednotlivých typů ploch. Soudržnost ploch se zvyšuje s tím, jak se určitý typ krajinného pokryvu ve své distribuci více shlukuje nebo agreguje.	$COHESION = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^n p_{ij}^*}{\sum_{j=1}^n p_{ij} \sqrt{a_{ij}^*}} \right] \cdot \left[1 - \frac{1}{\sqrt{Z}} \right]^{-1} (100)$
Efektivní velikost oka	Lze ji interpretovat jako oblast, která je přístupná organismům při zahájení pohybu v náhodně zvoleném bodě v krajině, aniž by narazila na fyzickou bariéru; je tedy měřítkem konektivity krajiny.	$MESH = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^2}{A} \left(\frac{1}{10,000} \right)$
Agregační index	Rovná se počtu spojení (sousedství) ploch stejného typu, vydělený maximálním možným počtem spojení ploch stejného typu, čehož je dosaženo, když je daný typ krajinného pokryvu maximálně seskupen do jediné kompaktní plochy, vynásobeného podílem krajiny obsazeného daným typem plochy.	$AI = \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{g_{ii}}{\max \rightarrow g_{ii}} \right) P_i \right] (100)$

Vysvětlivky: a_{ij} – velikost plochy; N – celkový počet ploch; e_{ik} – délka okraje; A – celková rozloha území; E – celková délka okrajů; P_i – podíl krajiny obsazený typem plochy i ; m – počet variant ploch; g_{ik} – počet mezi pixely ploch typu i a k ; p_{ij} – obvod plochy; g_{ii} – počet spojení ploch stejného typu.

5 Výsledky

5.1 Struktura a produkce lesních porostů

Základní porostní charakteristiky lesních porostů byly vypočteny pro 10 zkusných ploch (zbylé 3 lokality zaujímaly holiny). Průměrná výčetní tloušťka byla 28,41 cm a výška porostů dosahovala 23,67 m. Průměrný objem středního kmene byl 0,67 m³ s porostní zásobou 291,1 m³.ha⁻¹. Nejnižší porostní zásoba byla zjištěna na ploše 120 – Písečné (109 m³.ha⁻¹; Tabulka č. 5) a nejvyšší na ploše 127 – Beranova Lhota (599 m³.ha⁻¹; Tabulka č. 5). Průměrný počet stromů dosahoval 221 ks.ha⁻¹ s kruhovou základnou 23,5 m².ha⁻¹. Počet stromů se pohyboval od 192 (120 – Písečné; Tabulka č. 5) do 624 ks.ha⁻¹ (125 – Vyšší Brod; Tabulka č. 5). Z hlediska ukazatelů hustoty porostu se zakmenění (index hustoty porostu SDI) pohybovalo v rozmezí od 0,21 do 0,95 a stupeň zápoje v rozpětí 41,2–96,7 %. Tabulka č. 5 dokumentuje produkční charakteristiky vybraných 10 zkusných ploch.

Tabulka 5 Základní porostní produkční charakteristiky lesních porostů na vybraných 10 zkusných plochách (nejvyšší hodnoty jsou vyznačeny zelenou barvou a nejnižší hodnoty červenou barvou).

ID plochy	Biotop	Výčetní tloušťka (m)	Výška (m)	Objem kmene (m ³)	Počet stromů (ks.ha ⁻¹)	Kruhová základna (m ² .ha ⁻¹)	Zásoba porostu (m ³ .ha ⁻¹)	Štíhlostní kvocient	Zakmenění (SDI)	Stupeň zápoje
120	OL	25,0	23,33	0,57	192	11,3	109	0,93	0,21	41,2
121	LP	24,3	18,46	0,33	592	27,4	196	0,76	0,52	71,9
122	LP	25,6	23,28	0,53	576	29,7	307	0,91	0,61	71,4
123	LP	32,3	26,2	0,97	464	38	450	0,81	0,53	86,2
125	OL	21,2	18,64	0,23	624	22,1	145	0,88	0,46	96,5
126	LP	29	22,9	0,57	464	30,7	267	0,79	0,95	96,7
127	OL	37,2	27,35	1,21	496	54,0	599	0,74	0,94	95,6
128	LP	28,5	25,44	0,69	432	27,6	297	0,89	0,54	73,3
129	OL	30,0	22,46	0,71	384	27,2	272	0,75	0,51	62,7
151	OL	31,0	28,68	0,89	304	22,9	269	0,93	0,37	67,1

Základní ukazatelé druhové, strukturální a celkové diverzity lesních porostů byly vypočteny opět pro 10 zkusných ploch. Přehled ukazatelů biodiverzity lesních porostů na vybraných zkusných plochách je uveden v tabulce č. 8. Počet druhů dřevin se pohyboval v rozmezí od 1 do 4 dřevin. S tím je spjatá také druhová bohatost, druhová heterogenita a druhová vyrovnanost, přičemž zkoumané porosty dosahovaly nízké až velmi vysoké druhové diverzity. Nejvyšší druhová bohatost byla dosažena na ploše 123 – Římov (D index = 0,54; Tabulka č. 6). Obdobně i indexy vertikální struktury (Arten-profil index) poukazují na porosty s nízkou diverzitou až na porosty se strukturou takřka výběrnou.

Horizontální struktura stromového patra (Clark – Evansův index) byla na většině ploch náhodná. Tloušťková, výšková a korunová diferenciace poukazuje zejména na nízkou až střední diverzitu porostu. Nejvyšší tloušťková (TM_d index = 0,35) a výšková diferenciace (TM_h = 0,38) porostu byla zjištěna na ploše 120 – Písečné (Tabulka č. 6). Z hlediska celkové diverzity byly nejnižší hodnoty charakterizující monotónní výstavbu porostu zjištěny na ploše 122 – Klikov (B index = 1,65; Tab. 6). Na druhou stranu velmi různorodá struktura byla zjištěna na ploše 123 – Římov (B index = 6,23; Tabulka č. 6).

Tabulka 6 Diverzita lesních porostů na vybraných 10 zkušných plochách (nejvyšší hodnoty jsou zvýrazněny zelenou barvou, nejnižší hodnoty jsou zvýrazněny červenou barvou).

ID plochy	Druhová bohatost	Druhová různorodost	Druhová vyrovnanost	Agregační index	Arten-profil index	Tloušťková diferenciace	Výšková diferenciace	Korunová diferenciace	Celková diverzita
120	0,38	0,17	0,27	0,91	0,29	0,35	0,38	1,12	5,68
121	0,16	0,29	0,96	1,01	0,52	0,17	0,19	0,56	3,59
122	0,01	0,01	0,01	1,23	0,55	0,14	0,12	0,35	1,65
123	0,54	0,24	0,39	0,84	0,41	0,34	0,30	1,46	6,23
125	0,31	0,46	0,96	1,34	0,78	0,14	0,17	0,36	3,84
126	0,32	0,56	0,82	1,25	0,69	0,13	0,13	1,25	5,10
127	0,32	0,47	0,98	1,32	0,70	0,10	0,13	0,40	3,60
128	0,33	0,42	0,88	1,31	0,67	0,11	0,11	0,64	3,88
129	0,34	0,04	0,08	0,92	0,36	0,29	0,30	1,53	5,97
151	0,35	0,33	0,70	0,79	0,41	0,10	0,09	0,84	4,19

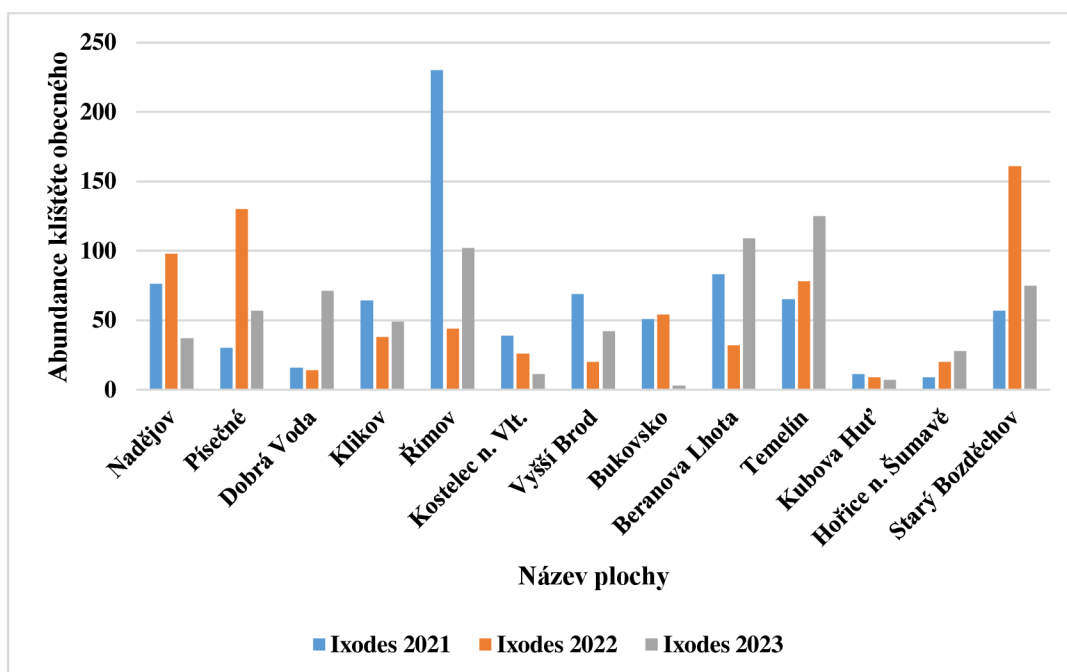
Pro všech 13 trvale výzkumných ploch byly vypočítány krajinné metriky (indexy krajinné struktury), které indikují kompozici a konfiguraci krajiny na vzorkovaných lokalitách a v jejich bezprostředním okolí. Přehled jednotlivých indexů krajinné struktury je zobrazen v tabulce č. 7.

Tabulka 7 Krajinné metriky (indexy krajinné struktury) na všech 13 trvalých výzkumných plochách (nejvyšší hodnoty jsou zvýrazněny zelenou barvou, nejnižší hodnoty jsou zvýrazněny červenou barvou).

ID plochy	PD	LPI	ED	LSI	AREA_MN	PARA_MN	CONTAG	COHESION	MESH	AI
119	40,73	49,64	132,38	2,58	2,46	2251,33	32,11	98,71	9,52	93,85
120	56,01	58,60	111,00	2,35	1,79	2143,46	35,38	98,18	9,01	94,92
121	10,25	96,93	13,83	1,28	9,76	470,58	87,57	99,51	18,36	99,34
122	45,90	95,10	60,17	1,79	2,18	2126,75	78,01	99,09	17,75	97,00
123	40,55	68,28	101,73	2,25	3,42	1651,63	46,19	98,49	11,26	95,27
124	71,43	36,89	179,59	3,10	1,40	1921,22	31,05	97,58	6,08	91,37
125	81,59	67,31	145,33	2,72	1,23	2005,23	35,82	97,85	9,97	93,11
126	30,75	70,07	120,96	2,45	3,25	761,59	44,00	97,68	10,15	94,28
127	56,35	61,68	126,02	2,51	1,77	1824,07	35,36	98,41	9,69	94,15
128	20,42	71,62	52,58	1,70	4,90	1522,34	48,42	99,09	11,60	97,89
129	40,71	80,81	128,24	2,54	2,46	2024,03	50,94	98,45	13,25	93,81
130	50,97	73,75	92,25	2,14	1,96	2332,05	48,30	98,12	11,59	95,76
151	15,30	69,15	55,58	1,74	6,54	549,90	46,26	98,92	11,06	97,76

5.2 Abundance klíšťat

V roce 2023 bylo na 13 trvalých výzkumných plochách nalezeno celkem 716 klíšťat, z toho všichni jedinci klíštěte obecného. V porovnání s předchozími lety 2021 a 2022 je celkový počet klíšťat na stejných trvalých výzkumných plochách oproti roku 2021 nižší o 84 ks, a o 8 ks v porovnání s rokem 2022, jak vidíme na obrázku č. 15. Lze tedy říci, že trend abundance klíšťat je klesající. Nejvíce klíšťat bylo v roce 2021 zjištěno na ploše 123 – Římov (230 klíšťat), v roce 2022 na ploše 151 – Starý Bozděchov (161 klíšťat) a v roce 2023 byla nejvyšší abundance klíšťat na ploše 128 – Temelín (125 klíšťat). Naopak nejmenší abundance byly zjištěny v roce 2021 na ploše 130 – Hořice n. Šumavě (9 klíšťat), v roce 2022 na ploše 129 – Kubova Huť (9 klíšťat) a v roce 2023 též na ploše 129 – Kubova Huť (7 klíšťat). Průměrná abundance klíšťat na jednu výzkumnou plochu činila 62 jedinců v roce 2021, 56 jedinců v roce 2022 a 55 jedinců v roce 2023.

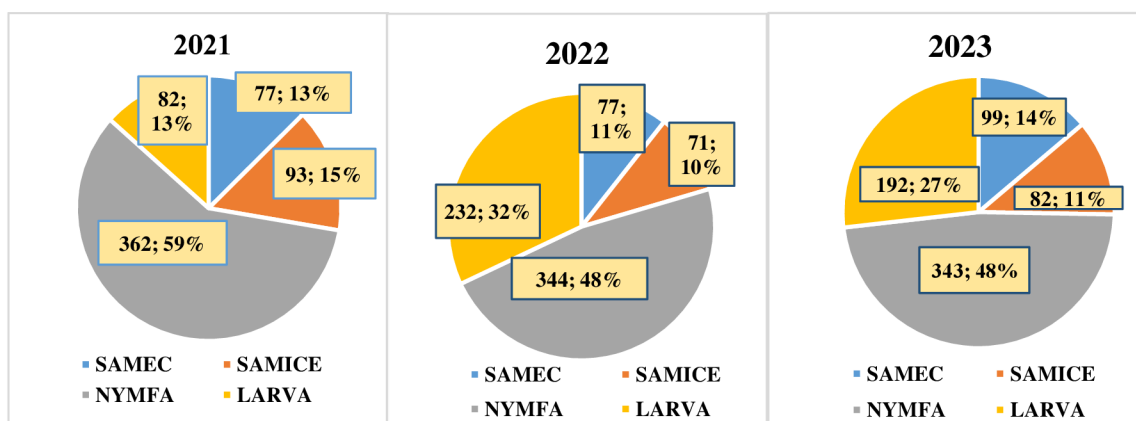


Obrázek 15 Graf abundance klíšťat v letech 2021, 2022 a 2023 na jednotlivých trvalých výzkumných plochách (autor práce).

Abundanci dle vývojového stádia a pohlaví na všech 13 zkusných plochách v roce 2021, 2022 a 2023 můžeme vidět na obrázku č. 16. V roce 2021 bylo z celkového počtu 611 jedinců klíštěte obecného zastoupeno 13 % larev (82 ks), 59 % nymf (362 ks), u dospělých jedinců vyšlo zastoupení ve prospěch samců 13 % (77 ks), samice zaujaly 15 % (93 ks), celkem tedy dospělí jedinci zaujímali 28 % (170 ks). V roce 2022 bylo z celkového počtu

724 jedinců klíštěte obecného zastoupeno 32 % larev (232 ks), 48 % nymf (344 ks) a 21 % dospělých jedinců (148 ks).

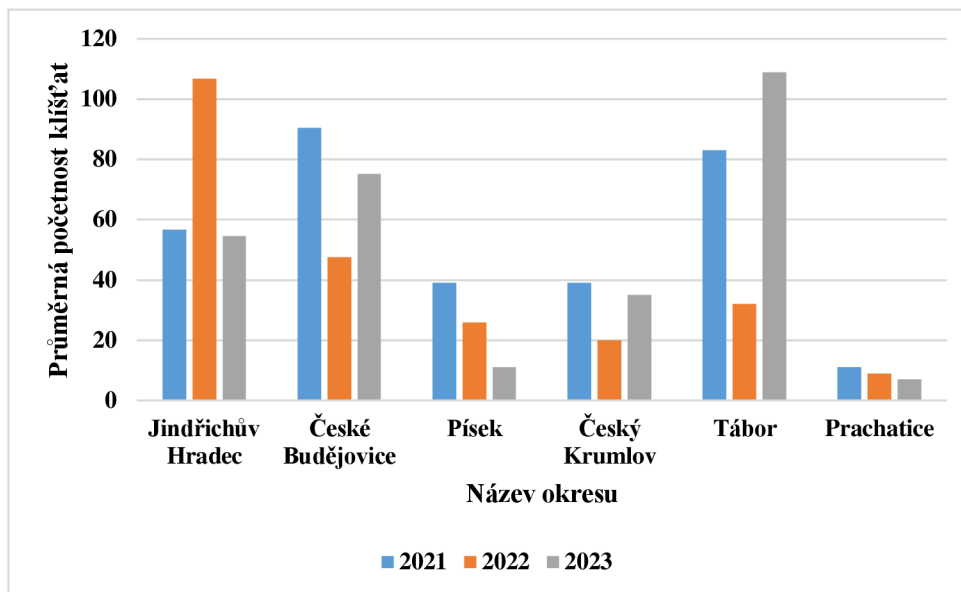
U dospělých jedinců bylo zastoupení obou pohlaví poměrně vyrovnané – 77 ks samců (11 %) a 71 ks samic (10 %). V roce 2023 bylo z celkového počtu 716 jedinců klíštěte obecného zastoupeno 27 % larev (192 ks), 48 % nymf (343 ks) a 25 % dospělých jedinců (181 ks). U dospělých jedinců bylo zastoupení obou pohlaví lehce ve prospěch samců - 14 % (99 ks), samice zastupovaly 11 % (82 ks). Při porovnání zkoumaných let dochází k poklesu počtu nymf (z 362 ks na 343 ks) a k nárůstu samčího pohlaví (77 ks na 99 ks), samičí pohlaví se pohybuje za všechny zkoumané roky v rozpětí ± 10 ks, podíl larev se z 13 % v roce 2021 v dalších letech zvyšuje a to na 32 % v roce 2022 a na 27 % v roce 2023.



Obrázek 16 Grafy zastoupení abundance jednotlivých vývojových stádií a pohlaví klíšťat v letech 2021, 2022 a 2023 (autor práce).

Z hlediska distribuce abundance klíštěte obecného dle jednotlivých okresů (Obr. 17) se nejvyšší počet klíšťat nacházel v roce 2021 v okrese České Budějovice (91 ks), následně v okrese Tábor (83 ks) a okrese Jindřichův Hradec (57 ks; Obr. 40). Naopak nejmenší počet klíšťat byl zjištěn v okrese Prachatice (11 ks). V roce 2022 měl nejvyšší počet okres Jindřichův Hradec (107 ks), dále okres České Budějovice (48 ks) a okres Tábor (32 ks), oproti tomu nejmenší počet byl v okrese Prachatice (7 ks). Pro rok 2023 byl s největším počtem klíšťat okres Tábor (109 ks), poté okres České Budějovice (75 ks) a okres Jindřichův Hradec (55 ks), zatímco nejmenší počet byl v okrese Prachatice (7 ks). Největší pokles abundance za rok monitoringu byl zjištěn v okrese Jindřichův Hradec (- 52 ks; 2022-2023), naopak nejvyšší nárůst v okrese Tábor (+87 ks; 2022-2023).

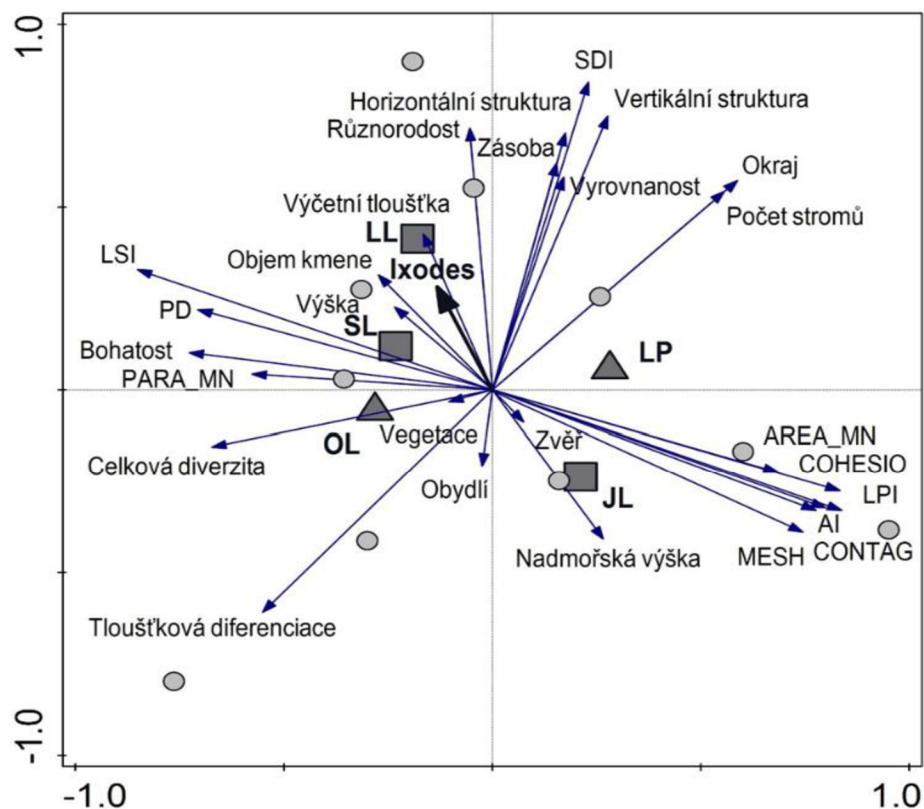
Obecně došlo za tříleté období spíše k poklesům počtu klíšťat, jediný okres, který měl oproti monitoringu v roce 2021 vyšší průměrnou abundanci byl okres Tábor.



Obrázek 17 Graf průměrné abundance klíštěte obecného v jednotlivých okresech zájmových ploch letech 2021, 2022 a 2023 (autor práce).

5.3 Interakce mezi abundancí klíšťat, diverzitou porostu a krajinnými parametry

Výsledky PCA vyjadřující vztah mezi abundancí klíšťat (průměr za rok 2021-2023), porostními a krajinnými parametry, formou smíšené a biotopem na výzkumných plochách jsou prezentovány formou ordinačního diagramu na obrázku č. 18. První ordinační osa prezentuje 27,4 %, první dvě osy 48,8 % a čtyři osy dohromady vysvětlují 79,2 % variability dat. Osa y představuje druhovou různorodost stromového patra. Osa x prezentuje druhovou bohatost porostu a složitost tvarů krajinných ploch (PARA_MN). Nejmenší vysvětlující proměnou v diagramu jsou pobytové znaky zvěře a pokryvnost vegetace. Z diagramu vyplývá, že abundance klíšťat je pozitivně korelována s výčetní tloušťkou a výškou porostu a objemem středního kmene. Na druhou stranu, se zvyšující se nadmořskou výškou a efektivností velikostí oka (MESH), jež je měřítkem konektivity krajiny, a obdobnými krajinnými indexy, početnost klíšťat klesá.



Obrázek 18 Ordinační diagram zobrazující výsledky PCA závislosti mezi porostními charakteristikami (Výška, Tloušťka, Počet stromů, Zásoba porostu, Objem kmene, Kruhová základna, SDI - zakmenění), porostními indexy (Druhová různorodost, Druhová vyrovnanost, Druhová bohatost, Vertikální struktura, Horizontální struktura, Tloušťková diferenciacie, Celková porostní diverzita), krajinnými parametry (PD, AREA_MN, PRA_MN, LSI, MESH, CONTAG, LPI, AI – viz. Tabulka č.4 v metodice), nadmořskou výškou, pokryvností vegetace a abundancí klíšťat (Ixodes) v roce 2021-2023; symboly označují ● výzkumné plochy, ▲ biotop (OL – okraj lesa, LP – lesní porost) a ■ formu smíšení (LL – listnatý les, JL – jehličnatý les, SL – smíšený les).

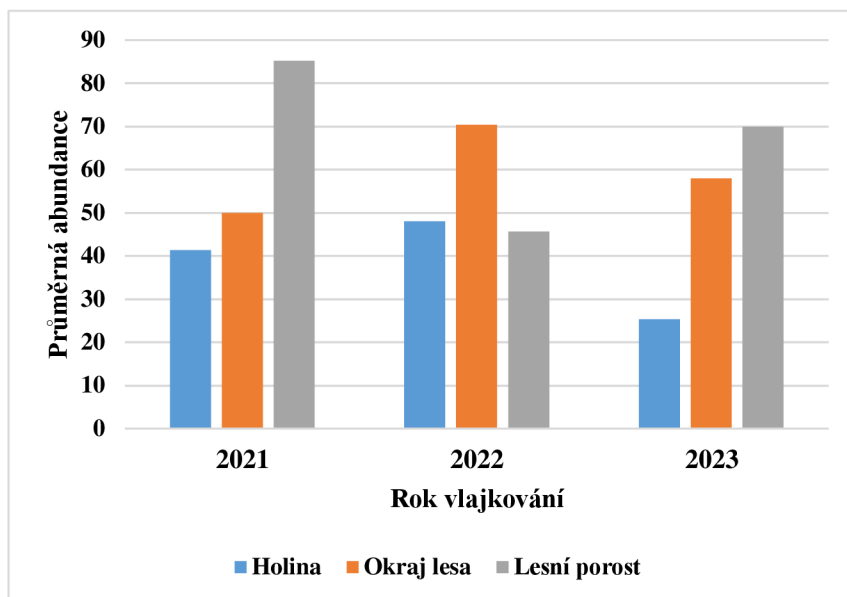
5.4 Vliv stanovištních a porostních parametrů na výskyt klíšťat

V tabulce č. 8 je znázorněná korelační matice vybraných parametrů prostředí na průměrnou abundanci klíštěte obecného (za roky 2021, 2022 a 2023) na 13 monitorovaných plochách rozdělených dle počtu jedinců všech vývojových stádií a počtu dospělců a nymf. Nejvyšší signifikantní vliv ($p < 0,2$) na početnost výskytu klíštěte u obou korelovaných skupin měla nadmořská výška ($r = -0,69$; $-0,63$), která je graficky zobrazená na obrázku č.22 a poté věk porostu ($p < 0,2$; $r = 0,42$; $r = 0,43$). U skupiny dospělců a nymf vyšly signifikantně hodnoty pobytových znaků zvěře ($p < 0,2$; $r = 0,49$), vzdálenost od vody ($p < 0,2$; $r = -0,53$) a vzdálenost od cesty ($p < 0,2$; $r = -0,42$). Nejmenší signifikantnost se ukázala u druhového smíšení ($p > 0,2$; $r = 0,05$; $r = 0,03$) a vzdálenosti od obydlí ($p > 0,2$; $r = -0,07$; $r = 0,08$). Signifikantně negativní vliv ($p > 0,2$; $r = -0,36$; $r = -0,17$) měla na abundanci klíšťat pokryvnost vegetace. Pozitivní vliv na abundanci klíšťat měl druh biotopu ($p > 0,2$; $r = 0,38$; $r = 0,24$). Přičemž grafické znázornění a popis rozdílů mezi biotopy a druhovém smíšením nalezneme níže na obrázcích č.19-22.

Tabulka 8 Korelační matice vybraných porostních a stanovištních charakteristik a početnosti klíštěte obecného; signifikantní hodnoty ($p < 0,2$) jsou vyznačeny tučně

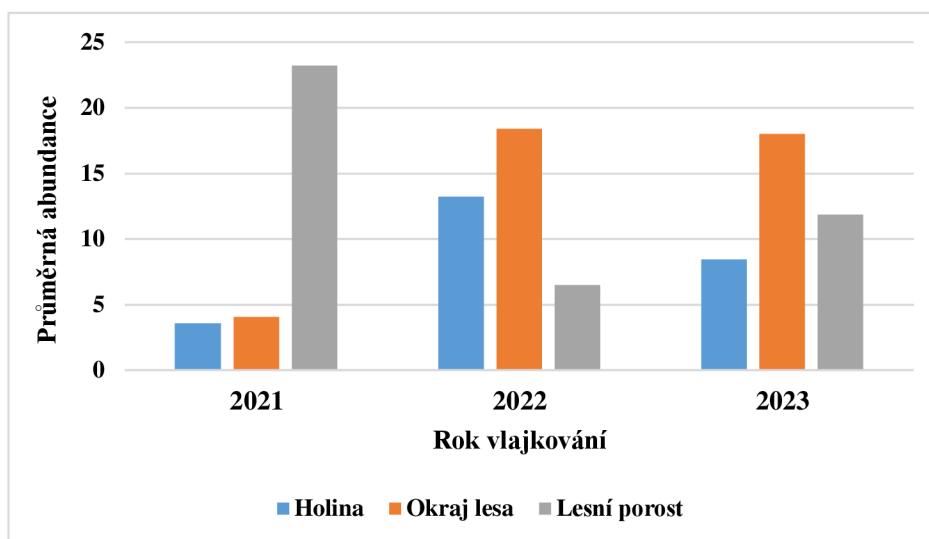
	Nadmořská výška	Druh biotopu	Věk porostu	Pobytové znaky zvěře	Pokryv vegetace	Druhové smíšení	Vzdálenost od obydlí	Vzdálenost od vody	Vzdálenost od cesty
Všechna vývojová stádia	-0,69	0,38	0,42	0,27	-0,36	0,05	-0,07	-0,24	-0,28
Dospělci a nymfy	-0,63	0,24	0,43	0,49	-0,17	0,03	0,08	-0,53	-0,42

Z obrázku č.19 vyplývá, že se početnost klíšťat (všech vývojových stádií) mezi variantami biotopu každý rok lišila jiným způsobem. Nejvyšší průměrný počet klíšťat byl monitorován v letech 2021 a 2023 u lesního porostu (85 a 70 ks), v roce 2022 byl největší počet zaznamenán u okraje lesa (70ks). Na okraji lesa se v roce 2021 nacházelo průměrně 50 jedinců a v roce 2023 58 jedinců. Nejnižší abundance se v letech 2021 a 2023 nacházela na holinách, konkrétně s průměrným počtem 41 a 25 jedinců na výzkumnou plochu. V roce 2022 nebyl rozdíl mezi holinou (48 ks) a lesním porostem tak výrazný (46ks) a právě v tomto roce byl průměrný počet na plochách v lesních porostech nejnižší. Celkové průměrné počty všech vývojových stádií za všechny tři roky byly na holině 38 jedinců, na okraji lesa 59 jedinců a na plochách lesního porostu 67 jedinců.



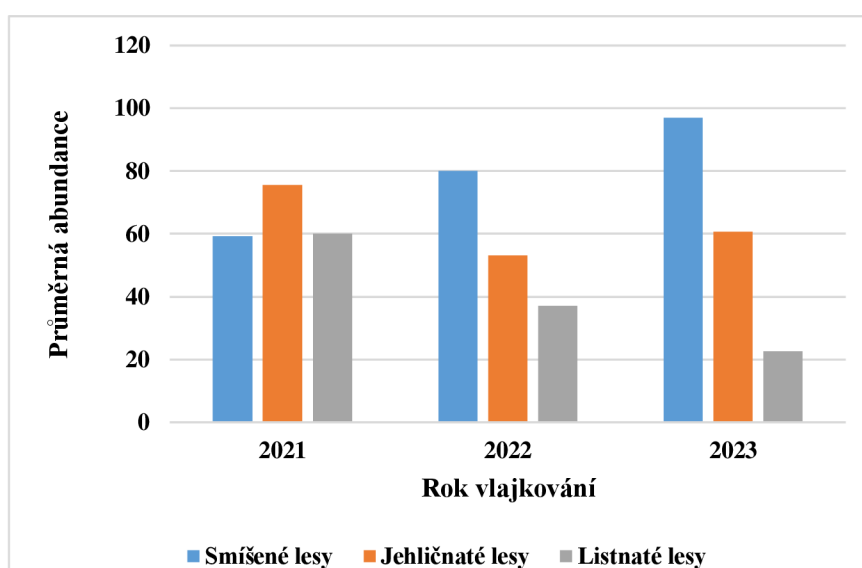
Obrázek 19 Graf abundance klíštěte obecného v závislosti na biotopu lesních ekosystémů na 13 monitorovaných plochách v roce 2021, 2022 a 2023 pro všechny vývojová stádia (autor práce).

Z obrázku č.20 vyplývá, že početnost klíšťat pouze ve stádiích dospělců a nymf se lišila velmi různorodě. V letech 2021 a 2022, kdy první rok jasně převládl průměrný počet v lesním porostu (23 ks) a biotopy holina a okraj lesa měly shodný průměrný počet 4 jedince, avšak v druhém roce lesní porost vykazoval nejmenší průměrný počet (6 ks) a do popředí se dostal okraj lesa (18 ks) a za ním holina (13 ks). V roce 2023 figuroval s nejvyšším průměrným počtem okraj lesa (18 ks), lesní porost (12 ks) a nejméně měly plochy na holinách (8 ks) jedinců na holině. Celkové průměrné počty dospělých stádií se stádiem nymfy za všechny tři roky byly na holině 8 jedinců, na okraji lesa 13 jedinců a na plochách lesního porostu 14 jedinců. Celkové průměrné počty tak za všechny tři roky byly na holině 38 jedinců, na okraji lesa 59 jedinců a na plochách lesního porostu 67 jedinců. Signifikantní vliv druhového složení (jehličnatý, listnatý nebo smíšený porost) na abundanci klíšťat nebyl potvrzen ($p > 0,2$; $r = 0,05$; $r = 0,03$).



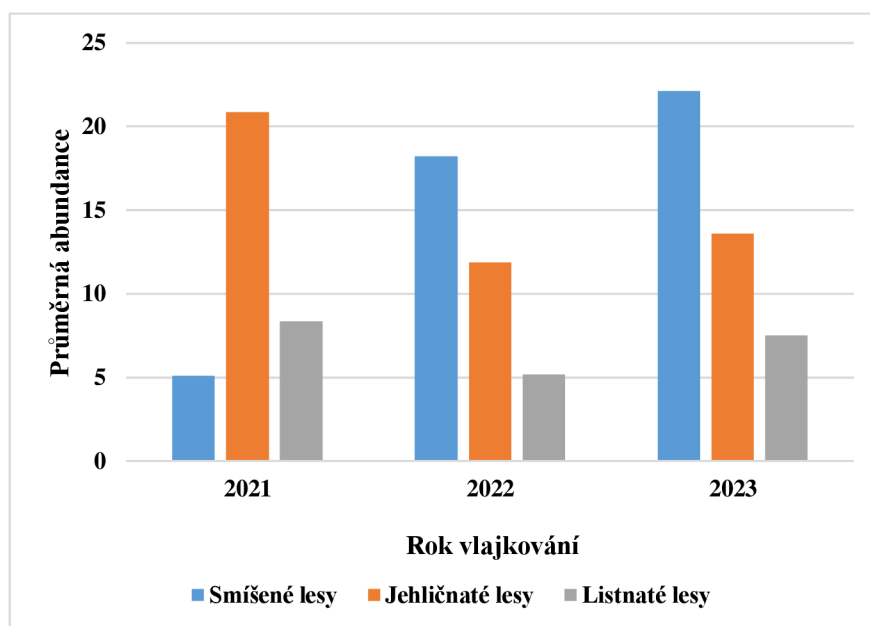
Obrázek 20 Graf abundance klíštěte obecného v závislosti na biotopu lesních ekosystémů na 13 monitorovaných plochách v roce 2021, 2022 a 2023 pro dospělé a nymfy (autor práce).

Z obrázku č. 21 je patrné, že nejnižší výskyt všech vývojových stádií byl zaznamenán v roce 2023 v listnatém porostu s průměrným počtem 23 ks. V roce 2021 se nejvyšší průměrný počet nacházel v jehličnatých lesích (76 ks), zatímco ve smíšených a listnatých byl počet skoro vyrovnaný (59 ks; 60 ks). Roky 2022 a 2023 vykazovaly stejný trend, kdy nejvyšší počty zaznamenaly smíšené lesy (80 ks; 97 ks), poté jehličnaté lesy (53 ks; 61 ks) a nejméně lesy listnaté. Za rok tedy bylo průměrně zmonitorováno 79 ks klíštěte obecného ve smíšených lesích, 63 ks v jehličnatých lesích a 40 ks v lesích listnatých.



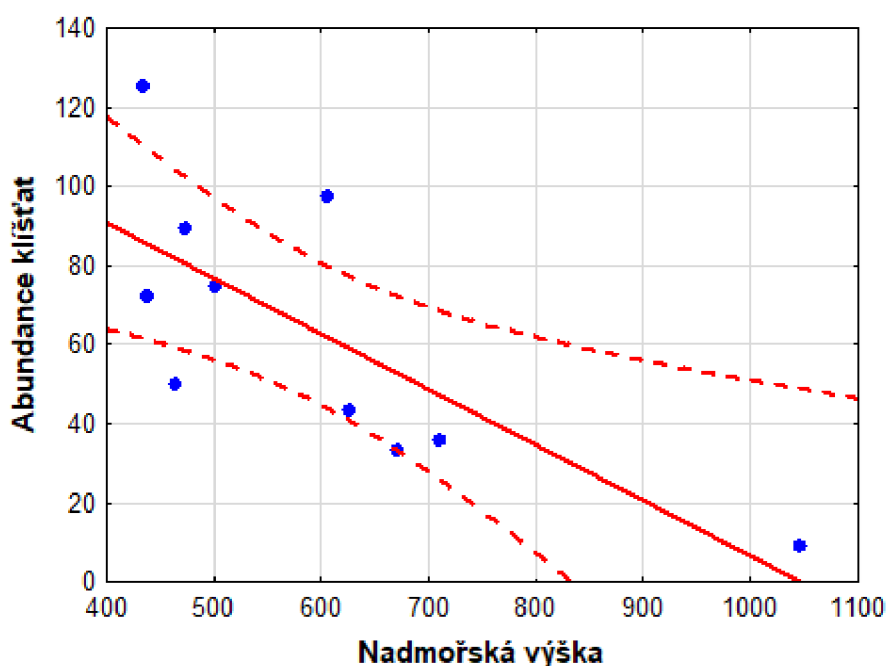
Obrázek 21 Graf abundance klíštěte obecného v závislosti na druhovém smíšení lesních ekosystémů na 13 monitorovaných plochách v roce 2021, 2022 a 2023 pro všechna vývojová stádia (autor práce).

U dospělců a nymf (Obrázek č. 22) byl zjištěn nejnižší výskyt opět v roce 2023 v listnatém porostu (40 jedinců) a nejvyšší výskyt opět ve smíšeném porostu v roce 2022 s počtem 167 jedinců. Z Obr. je zřejmé, že během tří sledovaných let se dynamika početnosti mezi jednotlivými druhy porostu měnila a nejsou patrné významné rozdíly mezi oběma sledovanými variantami (všechna vývojová stádia x dospělci a nymfy). Zjištěná průměrná početnost ze sledovaných let 2021, 2022 a 2023 byla následovná: 117 ks (všechna vývojová stádia) a 106 ks (dospělci a nymfy) jedinců v prostředí jehličnatého lesa, 95 ks (všechna vývojová stádia) a 79 ks (dospělci a nymfy) jedinců v prostředí listnatého lesa a 137 ks (všechna vývojová stádia) a 99 ks (dospělci a nymfy) jedinců v prostředí smíšeného lesa.



Obrázek 22 Graf abundance klíštěte obecného v závislosti na druhovém smíšení lesních ekosystémů na 13 monitorovaných plochách v roce 2021, 2022 a 2023 pro dospělé a nymfy (autor práce).

Na obrázku č.23 můžeme vidět vliv nadmořské výšky na abundanci klíštěte obecného na zkoumaných plochách za roky 2021, 2022, 2023, který téměř kopíruje trend ukazující pokles průměrné abundance klíšťat se zvyšující se nadmořskou výškou. Největší průměrné množství klíšťat bylo zmonitorováno na ploše v nadmořské výšce 434 m n. m. (všechna vývojová stadia 125 ks). Nejmenší průměrný počet jedinců byl zaznamenán v nadmořské výšce 1045 m n. m. (všechna vývojová stadia 9 ks).



Obrázek 23 Graf abundance klíštěte obecného (všech vývojových stadií) v závislosti na nadmořské výšce na monitorovaných plochách (vyjma holin) (autor práce).

Z korelační matice porostních ukazatelů (Tabulka č. 9) plyne, že na abundanci klíšťat měla signifikantní vliv ($p > 0,05$; $r = 0,81$) pouze výška stromů, a to jen u skupiny dospělců a nymf, u všech vývojových stadií měla výška pouze pozitivní vliv ($r = 0,52$), což znamená, že čím je větší výška porostu, tím se abundance klíštěte zvyšuje. Pozitivní vliv u obou korelovaných skupin prokázala hodnota výtvarnice ($r = 0,48$; $r = 0,56$), objem kmene ($r = 0,38$; $r = 0,47$), výčetní tloušťka ($r = 0,24$; $r = 0,42$), zásoba porostu ($r = 0,43$; $r = 0,31$) a kruhová základna ($r = 0,38$; $r = 0,16$).

Negativní vliv byl zjištěn u počtu stromů ($r = -0,03$; $r = -0,37$), u dospělců a nymf stupeň zápoje ($r = -0,15$) a zakmenění ($r = -0,10$), nicméně jsou tyto závislosti insignifikantní ($p < 0,05$).

Tabulka 9 Korelační matice vybraných proměnných produkčních parametrů lesních porostů, signifikantní hodnoty jsou vyznačeny tučně ($p > 0,05$)

	Výška	Výčetní tloušťka	Výtvarnice	Objem kmene	Počet stromů	Kruhová základna	Zásoba porostu	Stupeň zápoje	Zakmenění (SDI)
Všechna vývojová stádia	0,52	0,24	0,48	0,38	-0,03	0,38	0,43	0,04	0,13
Dospělci a nymfy	0,81	0,42	0,56	0,47	-0,37	0,16	0,31	-0,15	-0,10

Z ukazatelů diverzity (Tabulka č. 10) byl určen nejvyšší signifikantní vztah ($p > 0,2$) k abundanci klíšťat s druhovou bohatostí ($r = 0,53$) u skupiny dospělců a nymf, tedy čím více je v porostu více druhů, tím vyšší je abundance klíšťat. Další signifikantnost, tentokrát ale zápornou, projevil agregační index ($r = -0,50$). Na negativnímu vztahu na abundanci klíšťat se ještě podílely u dospělců a nymf druhová vyrovnanost ($r = -0,28$), Arten-profil index ($r = -0,28$) a druhová různorodost s výškovou diferenciací (obě $r = -0,15$). U skupiny všech vývojových stádií se pozitivní vztah prokázal u druhové bohatosti ($r = 0,30$) a druhové vyrovnanosti ($r = 0,21$). Negativní vztah pak u této skupiny prokázala korunová diferenciacie ($r = -0,12$). Ostatní strukturální parametry neměly na abundanci klíšťat statisticky prokazatelný vliv.

Tabulka 10 Korelační matice vybraných parametrů diverzity lesních porostů, signifikantní hodnoty jsou vyznačeny tučně ($p > 0,2$)

	Druhová bohatost	Druhová různorodost	Druhová vyrovnanost	Agregační index	Arten-profil index	Tloušťková diferenciacie	Výšková diferenciacie	Korunová diferenciacie	Celková diverzita
Všechna vývojová stádia	0,30	-0,02	0,21	-0,07	-0,04	0,05	0,04	-0,12	-0,02
Dospělci a nymfy	0,53	-0,15	-0,28	-0,50	-0,28	-0,02	-0,15	0,04	0,22

Z korelační matice (Tabulka č. 11) krajinných indexů prostorového měřítka 250 m vyplývá, že celkově nejvyšší a pozitivní hodnota korelace s abundancí klíšťat u obou korelovaných skupin byla zjištěn index soudržnosti ploch (COHESION – měří fyzickou propojenost jednotlivých typů ploch. Soudržnost ploch se zvyšuje s tím, jak se určitý typ krajinného pokryvu ve své distribuci více shlukuje nebo agreguje; $r = 0,37$; $r = 0,27$) a poté agregační index (AI – rovná se počtu spojení ploch stejného typu, vydělený maximálním možným počtem spojení ploch stejného typu, čehož je dosaženo, když je daný typ

krajinného pokryvu maximálně seskupen do jediné kompaktní plochy, vynásobeného podílem krajiny obsazeného daným typem plochy; $r = 0,35$; $r = 0,25$). Nejvyšší negativní vliv měl na abundanci skupiny dospělců a nymf index největší plochy (LPI – index se rovná rozloze [m²] největší plochy v krajině dělené celkovou plochou krajiny [m²], vynásobené 100 [pro převod na procento]). U korelované skupiny všech vývojových stádií měla nejvyšší negativní vliv hustota ekotonů (ED – Součet délek [m] všech okrajových segmentů zahrnujících odpovídající typ plochy, dělený celkovou plochou území, vynásobeno 10 000 [převod na hektary], hustotu okrajů lze srovnávat v různých prostorových měřítkách) a index tvaru ploch (LSI – index se rovná $0,25 \times$ [úprava pro formát rastru] součet celé hranice krajiny a všech okrajových segmentů [m] dělený druhou odmocninou celkové plochy krajiny [m²]). Vyšší hodnota značí vyšší komplexitu tvarů ploch). Ostatní krajinné indexy neměly na abundanci klíšťat statisticky prokazatelný vliv.

Tabulka 11 Korelační matice vybraných krajinných parametrů lesních porostů a jejich okolního prostředí v měřítku 250 m, signifikantní hodnoty jsou vyznačeny tučně ($p > 0,2$)

	PD	LPI	ED	LSI	AREA_MN	PARA_MN	CONTAG	COHESION	MESH	AI
Všechna vývojová stádia	-0,23	-0,29	-0,31	-0,31	0,27	-0,31	-0,16	0,37	-0,16	0,35
Dospělci a nymfy	-0,02	-0,31	-0,19	-0,19	0,06	0,15	-0,22	0,27	-0,25	0,25

6 Diskuze

V letech 2021, 2022, 2023 bylo v Jihočeském kraji na 13 trvalých zájmových plochách celkem zmonitorováno 2240 jedinců klíštěte obecného. Poměr vývojových stádií klíštěte obecného ve sledovaných letech vypadal následovně. Nejvíce bylo zastoupeno vývojové stádium nymfy s 48 % (za rok 2022 i 2023), kromě roku 2021, kdy se na celkovém počtu ve 45 % podílely larvy a ve 33 % dospělé samčí pohlaví a stádium nymfy bylo s 10 % nejméně zastoupené. Dospělé samičí pohlaví se v zastoupení pohybovalo kolem 11 %. Studie zaměřené na klíšťata ukázala, že zalesněná prostředí mají vyšší hustotu klíšťat než otevřená stanoviště (Boyard et al., 2011; Boyard et al., 2007), kvůli jejich vyššímu obsahu vlhkosti (Walker et al., 2001). Zdá se však, že tento výsledek závisí na složení lesa. Rozdíly v početnosti klíšťat na odlišných stanovištích však nemusí záviset jen na rozdílech ve vegetaci či mikroklimatu, ale mohou být spíše způsobeny zvýšeným výskytem hostitelských druhů (Lindström a Jaenson, 2003). To potvrzují i výsledky této práce, kdy na osluněných holinách byla zjištěna nejnižší průměrná abundance klíšťat při porovnání s lesním porostem, či okrajem lesa, kde byla jejich abundance nejvyšší. Z výzkumu této práce byl zjištěn nejvyšší výskyt klíšťat v prostředí smíšených a poté jehličnatých lesů, nejnižší abundance byla zjištěna v prostředí lesů listnatých. Konkrétně byl pak nejvyšší počet klíšťat zjištěn v borovém porostu v nadmořské výšce 434 m, kde bylo v průběhu dvou hodin vlnkování sesbíráno celkem 230 jedinců. Například (Fryxell et al., 2015) zjistili, že jehličnaté lesy měly více klíšťat než travní porosty, ale u listnatých lesů tomu tak nebylo.

V posledních desetiletích dochází k posunu výskytu klíšťat do vyšších nadmořských výšek v důsledku probíhajících změn klimatu, zejména oteplování (Lingren et al., 2000). Nadmořská výška ukázala signifikantnost s nasbíranými daty, kdy se počet klíšťat s rostoucí nadmořskou výškou snižuje. Kdy se např. na ploše ve 434 m n. m. zmonitorovalo za roky 2021, 2022, 2023 celkem 376 jedinců klíštěte obecného, zatímco na lokalitě v 1045 m n. m. bylo zmonitorováno pouze 27 jedinců.

Experimentální výsledky prokázaly silný vztah mezi rychlostí a úspěšností vývoje klíšťat s nadmořskou výškou. Ukázaly, že klimatické podmínky do 1100 m n. m. jsou v současnosti vhodné pro vývoj všech stádií klíšťat. Ukázalo se však také, že klíšťata dokázala v neobvykle teplém létě a na podzim 2006 dokončit svůj vývoj až do nadmořské výšky minimálně 1250 m n. m. (Materna et al., 2008). Což dokazuje i 27 jedinců klíštěte

obecného na ploše Kubova Hut' (1045 m n. m.), kde tento počet za tři zkoumané roky obsahoval všechna vývojová stádia.

S reakcí na klimatickou změnu a s ní přicházející problémy, jakou jsou např. období sucha, požáry, napadání škůdci, je třeba pěstovat druhově diferenciovaný les, který bude schopen reagovat na různé složky klimatické změny a odolávat disturbančním vlivům (Seidl, 2016). Avšak tyto druhově smíšené lesy mohou vytvářet vhodnější prostředí pro klíšťa, což vyšlo i v této práci, kdy se ve smíšených lesích zmonitoroval nejvyšší průměrný počet klíšťa (79 ks).

Podle Václavíka et al. (2021) mají krajinné parametry významný vliv na početnost klíšťa až do rozsahu 1 km kolem monitorovaných ploch. Ve výsledcích této práce žádný krajinný parametr neprokázal signifikantnost. Největší vliv však prokázal index soudržnosti ploch – COHESION (měřící fyzickou propojenost jednotlivých typů ploch, soudržnost ploch se zvyšuje s tím, jak se určitý typ krajinného pokryvu ve své distribuci více shlukuje nebo agreguje), u skupiny všech vývojových stádií $r=0,37$ a u skupiny dospělců a nymf $r=0,27$.

Nymfy a dospělci, kteří se pohybují výše na vegetaci, se nejčastěji vyskytují u středně velkých až velkých savců, jako jsou kopytníci (Hofmeester et al., 2016). Jak je známo, tak Jelenovití představují hlavní hostitele pro klíšťa obecné a podporují reprodukci tohoto druhu (Vor et al., 2010). V případě tohoto výzkumu též abundance klíšťa signifikantně pozitivně korelovala s výskytem pobytových znaků zvěře. Na druhou stranu pokryvnost vegetace, kterou literatura uvádí také jako významnou proměnnou k výskytu klíšťa (Daniel et al., 2015), neměla v případě tohoto výzkumu na výskyt klíšťa signifikantní vliv. Rozdíly v hojnosti klíšťa na různých stanovištích tak nemusí nutně záležet na rozdílech ve vegetaci či mikroklimatu, ale mohou být spíše zapříčiněny populační hustotou hostitelských druhů (Lindström a Jaenson, 2003).

7 Závěr

Klíště jako parazit dokáže na hostitele přenést spoustu nemocí, u člověka patří mezi nejznámější lymeská borelióza a klíšťová encefalitida. Vlivem klimatické změny se prostředí s přijatelnými podmínkami pro výskyt a rozmnožování klíštěte rozšiřují i do vyšších poloh, kam může být klíště zavlečeno divokou zvěří. Druh biotopu a s tím související struktura porostu patří mezi klíčové faktory, jelikož na holinách, kde je vysoká teplota a nízká vlhkost vlivem otevřeného stanoviště pro světlo se klíšťata vyskytují méně, než v lesních porostech či okrajích lesa, kde je vlhkost vyšší a podmínky pro život klíštěte vhodnější. S klimatickou změnou též souvisí i druhová skladba lesů, kdy se lesníci snaží na tyto změny reagovat a sází tak druhově bohatší lesy, aby byla posílena resistance lesa pro boj s měnícím se klimatem a nastávajícími biotickými či abiotickými škodami. Tyto změny však také můžou mít dopad na výskyt klíšťat, které se spíše vyskytují v lesích listnatých a smíšených než jehličnatých, a tak se může zvýšit jak jejich abundance, tak i riziko rozšíření nemocí, které klíšťata přenáší. Pro vývoj a rozmnožování klíštěte je také hodně důležité množství vhodných hostitelů, jako jsou drobní savci, kteří se pohybují ve vegetaci u země, tak i savci středního či většího vzrůstu, jako jsou zajáci či lišky, ale především spárkatá zvěř, do kterých v našich podmínkách spadá zvěř jelení, srnčí, mufloní a dančí. Celkově se množství spárkaté zvěře zvyšuje a v místech, kde se zvěř zdržuje, ať už za účelem potravy či odpočinku, je abundance klíšťat vyšší. Ochrana před klíštětem by tedy měla zahrnovat vhodné oblečení (dlouhé nohavice a rukávy, pevná, nejlépe kotníková obuv), chemickou ochranu v podobě repelentu a základní znalost výskytu klíštěte. Po příchodu z lokalit, kde může být aktivita klíštěte zvýšená, je dobré provést kontrolu těla ihned po příchodu z přírody a též následující den, jelikož je možné drobného parazita přehlédnout. Data analyzována v této bakalářské práci budou využita při kalibraci modelu abundance klíšťat v smart aplikaci Klíšťapka, jež může být též efektivní nástroj pro ochranu před klíšťaty.

8 Literatura

AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY. Klimatická změna – fenomén současnosti. AVex [online]. 2020a, 2020(4), 1-6 [cit. 2024-03-05]. Dostupné z: <https://www.avcr.cz/export/sites/avcr.cz/cs/veda-a-vyzkum/avex/files/2020-04-Klimaticka-zmena.pdf>

AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY. V ČR se šíří nové druhy klíšťat. Pomozte vědcům s jejich mapováním. Biologické centrum AV ČR, v.v.i. [online]. 2020b [cit. 2024-04-04]. Dostupné z: https://www.bc.cas.cz/novinky/detail/5497-v-cr-se-siri-nove-druhy-klisat-pomozte-vedcum-s-jejich-mapovanim/?fbclid=IwAR3uX_qw88rPbUOQ_0xhSv5npQJOjUzUGpsnQT4zNF1DPciIHkrCUvs7wck

ANDERSON, J.F., J.M. DOBY, A. COUTARMANAC'H, F.W. HYDE a R.C. JOHNSON. Différences antigéniques entre des souches de *Borrelia burgdorferi* isolées d'*Ixodes ricinus* en Bretagne. *Médecine et Maladies Infectieuses* [online]. 1986, 16(3), 171-175 [cit. 2024-03-04]. ISSN 0399077X. Dostupné z: doi:10.1016/S0399-077X(86)80221-9

ANDERSON, J. F. a L. A. MAGNARELLI. Biology of Ticks. *Infectious Disease Clinics of North America* [online]. 2008, 22(2), 195-215 [cit. 2024-03-02]. ISSN 08915520. Dostupné z: doi: 10.1016/j.idc.2007.12.006

ANGELAKIS, E. a D. RAOULT. Pathogenicity and treatment of *Bartonella* infections. *International Journal of Antimicrobial Agents* [online]. 2014, 44(1), 16-25 [cit. 2024-04-03]. ISSN 09248579. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ijantimicag.2014.04.006

ANIMALU, C. N. Ehrlichiosis. *Medscape* [online]. 2021 [cit. 2024-03-09]. Dostupné z: <https://emedicine.medscape.com/article/235839-overview?form=fpf>

AOPK ČR, © 2023. PÉČE O LESNÍ EKOSYSTÉMY. AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČESKÉ REPUBLIKY [online]. [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://www.nature.cz/pece-o-lesni-ekosystemy>

- BAKKEN, J. S. a J. S. DUMLER. Clinical Diagnosis and Treatment of Human Granulocytotropic Anaplasmosis. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. 2006, 1078(1), 236-247 [cit. 2024-02-29]. ISSN 0077-8923. Dostupné z: doi:10.1196/annals.1374.042
- BARTŮNĚK, P. Lymeská borelióza. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1543-0.
- BARTŮNĚK, P. Lymeská borelióza. 4., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4355-4.
- BAUMGÄRTNER, S. Why the measurement of species diversity requires prior value judgements. KONTOLEON, Andreas, Unai PASCUAL a Timothy SWANSON, ed. *Biodiversity Economics* [online]. Cambridge University Press, 2009, 2009-08-11, 293-310 [cit. 2024-03-10]. ISBN 9780521866835. Dostupné z: doi:10.1017/CBO9780511551079.013
- BERMÚDEZ, S. a A. TROYO. A review of the genus *Rickettsia* in Central America. *Research and Reports in Tropical Medicine* [online]. 2018, 9, 103-112 [cit. 2024-03-16]. ISSN 1179-7282. Dostupné z: doi:10.2147/RRTM.S160951
- BIESIADA, G. J. CZEPIEL, M. R. LEŚNIAK, A. GARLICKI a T. MACH. State of the art paper Lyme disease: review. *Archives of Medical Science* [online]. 2012, 8(6), 978-982 [cit. 2024-03-04]. ISSN 1734-1922. Dostupné z: doi:10.5114/aoms.2012.30948
- BOHN, F. J. a A. HUTH. The importance of forest structure to biodiversity–productivity relationships. *Royal Society Open Science* [online]. 2017, 4(1) [cit. 2024-03-06]. ISSN 2054-5703. Dostupné z: doi:10.1098/rsos.160521
- BOJARSKA, K., K. KUREK, S. SNIEŻKO, et al. Winter severity and anthropogenic factors affect spatial behaviour of red deer in the Carpathians. *Mammal Research* [online]. 2020, 65(4), 815-823 [cit. 2024-03-04]. ISSN 2199-2401. Dostupné z: doi:10.1007/s13364-020-00520-z
- BORGMANN-WINTER, B., D. ALLEN, J. FOLEY, ed., 2020. How the Distance Between Drag-Cloth Checks Affects the Estimate of Adult and Nymphal *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) Density. *Journal of Medical Entomology* [online]. 2020-

03-27, 57(2), 623-626 [cit. 2024-01-24]. ISSN 0022-2585. Dostupné z: doi:10.1093/jme/tjz179

BOURDIN, A., T. DOKHELAR, S. BORD, I. VAN HALDER, A. STEMMELLEN, M. SCHERER-LORENZEN a H. JACTEL. Forests harbor more ticks than other habitats: A meta-analysis. *Forest Ecology and Management* [online]. 2023, 541 [cit. 2024-03-04]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi: 10.1016/j.foreco.2023.121081

BOWMAN, A. S. a P. A. NUTTALL. Ticks: biology, disease and control. 1. New York: Cambridge University Press, 2008. ISBN 9780521867610.

BOYARD, C., J. BARNOUIN, P. GASQUI a G. VOURE'H. Local environmental factors characterizing *Ixodes ricinus* nymph abundance in grazed permanent pastures for cattle. *Parasitology* [online]. 2007, 134(7), 987-994 [cit. 2024-03-03]. ISSN 0031-1820. Dostupné z: doi:10.1017/S0031182007002351

BOYARD, C., G. VOURE'H a J. BARNOUIN. The relationships between *Ixodes ricinus* and small mammal species at the woodland–pasture interface. *Experimental and Applied Acarology* [online]. 2008, 44(1), 61-76 [cit. 2024-03-03]. ISSN 0168-8162. Dostupné z: doi:10.1007/s10493-008-9132-3

BOYARD, C., J. BARNOUIN, S. BORD, P. GASQUI a G. VOURE'H. Reproducibility of local environmental factors for the abundance of questing *Ixodes ricinus* nymphs on pastures. *Ticks and Tick-borne Diseases* [online]. 2011, 2(2), 104-110 [cit. 2024-03-03]. ISSN 1877959X. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ttbdis.2011.02.001

BRABEC, M., M. DANIEL, M. MALÝ, V. DANIELOVÁ, B. KŘÍŽ, I. KOTT a Č. BENEŠ. Analysis of meteorological effects on the incidence of tick-borne encephalitis in the Czech Republic over a thirty-year period. *Virology: Research and Reviews* [online]. 2017, 1(1), 2-8 [cit. 2024-03-04]. ISSN 25144138. Dostupné z: doi:10.15761/VRR.1000103

BRÁZDIL, R., M. TRNKA, L. ŘEZNÍČKOVÁ, J. BALEK, L. BARTOŠOVÁ, I. BIČÍK, P. CUDLÍN. Sucho v českých zemích: minulost, současnost a budoucnost. Roč. XI. Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, v.v.i., 2015. <https://www.intersucho.cz/cz/o-suchu/kniha-sucho-v-ceskych-zemich/>.

- CAMPBELL, J. A. THE LIFE HISTOHT ADD DEVELOPMENT OP THE SHEEP TICK IXODES RICINUS LINNAEUS IN SCOTLAND, UNDER NATURAL AND CONTROLLED CONDITIONS [online]. Edinburgh, 1948 [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: file:///C:/Users/admin/Downloads/CampbellJA_1948redux.pdf. Disertační práce. University of Edinburgh.
- CIAIS, P., M. J. SCHELHAAS, S. ZAEHLE, et al. Carbon accumulation in European forests. *Nature Geoscience* [online]. 2008, 1(7), 425-429 [cit. 2024-03-06]. ISSN 1752-0894. Dostupné z: doi:10.1038/ngeo233
- CLARK, P. J. a F. C. EVANS, 1954. Distance to Nearest Neighbor as a Measure of Spatial Relationships in Populations. *Ecology* [online]. 35(4), 445-453 [cit. 2024-02-13]. ISSN 00129658. Dostupné z: doi:10.2307/1931034
- CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY: SECTION I [online]. 1992 In: . s. 1-26 [cit. 2024-03-10]. Dostupné z: https://www.cbd.int/doc/handbook/cbd-hb-01-en.pdf
- CUKOR, J., Z. VACEK, R. LINDA, S. VACEK, P. MARADA, V. ŠIMŮNEK a F. HAVRÁNEK. Effects of Bark Stripping on Timber Production and Structure of Norway Spruce Forests in Relation to Climatic Factors. *Forests* [online]. 2019, 10(4) [cit. 2024-04-03]. ISSN 1999-4907. Dostupné z: doi:10.3390/f10040320
- CUKOR, J., Z. VACEK, S. VACEK a J. BARTOŠKA. Klíšťata jako velké nebezpečí v lese a možnosti, jak se jim bránit. *Svět myslivosti* [online]. 2022, 2022(9), 26-27 [cit. 2024-03-04]. Dostupné z: file:///C:/Users/admin/AppData/Local/Temp/Rar\$DIa10112.46674/086-087.pdf
- CZAJKOWSKI, M., M. BUSZKO-BRIGGS a N. HANLEY. Valuing changes in forest biodiversity. *Ecological Economics* [online]. 2009, 68(12), 2910-2917 [cit. 2024-03-10]. ISSN 09218009. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ecolecon.2009.06.016
- ČERNÝ, J., G. LYNN, J. HRNKOVÁ, M. GOLOVCHENKO, N. RUDENKO a Libor GRUBHOFFER. Management Options for *Ixodes ricinus*-Associated Pathogens: A Review of Prevention Strategies. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. 2020, 17(6) [cit. 2024-04-03]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph17061830

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Charakteristika kraje. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD [online]. 2023 [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/xc/charakteristika_kraje

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Geografická mapa jihočeského kraje [obrázek]. In: Český statistický úřad [online]. 2024 [cit. 2024-04-04]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/190190665/33010523m01.png/33126ea5-1ade-49a4-aa1d-710cb1577f1e?version=1.1&t=1702474842975>

DANĚK, O., K. HRAZDILOVÁ, D. KOZDERKOVÁ, D. JIRKŮ a D. MODRÝ. The distribution of *Dermacentor reticulatus* in the Czech Republic re-assessed: citizen science approach to understanding the current distribution of the *Babesia canis* vector. *Parasites & Vectors* [online]. 2022, 15(1), 1-9 [cit. 2024-03-03]. ISSN 1756-3305. Dostupné z: doi:10.1186/s13071-022-05242-6

DANIEL, M. Jak se chránit před napadením klíšťaty. Státní zdravotnický úřad [online]. 2007 [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://szu.cz/temata-zdravi-a-bezpecnosti/a-z-infekce/k/klistova-encefalitida/jak-se-chranit-pred-napadenim-klistaty/>

DANIEL, M. The occurrence of *Ixodes ricinus* ticks and important tick-borne pathogens in areas with high tick-borne encephalitis prevalence in different altitudinal levels of the Czech Republic Part I. *Ixodes ricinus* ticks and tick-borne encephalitis virus. *EPIDEMIOLOGIE, MIKROBIOLOGIE, IMUNOLOGIE* [online]. 2016, 65(2), 118-128 [cit. 2024-03-04]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/305712121_The_occurrence_of_Ixodes_ricinus_ticks_and_important_tick-borne_pathogens_in_areas_with_high_tick-borne_encephalitis_prevalence_in_different_altitudinal_levels_of_the_Czech_Republic_Part_I_Ixodes_ri

DANIEL, M. a B. ROSICKÝ. The ticks of the natural focus of tick-borne encephalitis of sheep and man in the Rhodope Mountains (Bulgaria). *Folia Parasitologica* [online]. 1971, 18(3), 267-273 [cit. 2024-03-02]. Dostupné z: https://folia.paru.cas.cz/artkey/fol-1971030013_The_ticks_of_the_natural_focus_of_tick-borne_encephalitis_of_sheep_and_man_in_the_Rhodope_Mountains.php

- DANIEL, M., J. KOLÁR, P. ZEMAN, K. PAVELKA a J. SÁDLO. Predictive map of *Ixodes ricinus* high-incidence habitats and a tick-borne encephalitis risk assessment using satellite data. *Experimental and Applied Acarology* [online]. 1998, 22(7), 417-433 [cit. 2024-03-04]. ISSN 01688162. Dostupné z: doi:10.1023/A:1006030827216
- DANIEL, M., V. DANIELOVÁ, B. KŘÍŽ, A. JIRSA a J. NOŽIČKA. Shift of the Tick *Ixodes ricinus* and Tick-Borne Encephalitis to Higher Altitudes in Central Europe. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases* [online]. 2003, 22(5), 327-328 [cit. 2024-03-04]. ISSN 0934-9723. Dostupné z: doi:10.1007/s10096-003-0918-2
- DANIEL, M., M. MALÝ, V. DANIELOVÁ, B. KŘÍŽ a P. NUTTALL. Abiotic predictors and annual seasonal dynamics of *Ixodes ricinus*, the major disease vector of Central Europe. *Parasites & Vectors* [online]. 2015, 8(1),478 [cit. 2024-03-04]. ISSN 1756-3305. Dostupné z: doi:10.1186/s13071-015-1092y
- DIVÍŠEK, J., ed. Vegetační stupně střední Evropy. GEOGRAFICKÝ ÚSTAV, PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA, MASARYKOVA UNIVERZITA. Biogeografie, multimediální výuková příručka [online]. 2010 [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index_VS.html
- DIXON, R. K., A. M. SOLOMON, S. BROWN, R. A. HOUGHTON, M. C. TREXIER a J. WISNIEWSKI. Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems. *Science* [online]. 1994, 1994-01-14, **263**(5144), 185-190 [cit. 2024-03-14]. ISSN 0036-8075. Dostupné z: doi:10.1126/science.263.5144.185
- DLOUHÝ, P. Lymeská borelióza v praxi. Praha: Psychiatrické centrum, 1996. ISBN 80-85121-40-9.
- DUH, D., M. PETROVEC a T. AVSIC-ZUPANC. Diversity of *Babesia* Infecting European Sheep Ticks (*Ixodes ricinus*). *Journal of Clinical Microbiology* [online]. 2001, **39**(9), 3395-3397 [cit. 2024-03-09]. ISSN 0095-1137. Dostupné z: doi:10.1128/JCM.39.9.3395-3397.2001
- EISEN, L. Personal protection measures to prevent tick bites in the United States: Knowledge gaps, challenges, and opportunities. *Ticks and Tick-borne Diseases* [online]. 2022, 13(4) [cit. 2024-03-16]. ISSN 1877959X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ttbdis.2022.101944

ELLENBERG, H. a C. LEUSCHNER. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6., vollständ. neu bearb. und stark erweit. Aufl. Stuttgart: Eugen Ulmer, 2010. ISBN 978-3-8252-8104-5.

ERBER, A. MYSLIVOST A ŠKODY ZVĚŘÍ. ERBER, Aleš. ALEŠ ERBER NEZÁVISLÝ LESNÍ PORADCE A SPRÁVCE LESNÍCH MAJETKŮ [online]. 2024 [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: <https://www.aleserber.cz/inpage/myslivost-a-skody-zveri/>

ESTRADA-PEÑA, A. a J. DE LA FUENTE. The ecology of ticks and epidemiology of tick-borne viral diseases. Antiviral Research [online]. 2014, 2014(108), 104-128 [cit. 2024-03-04]. ISSN 01663542. Dostupné z: doi: 10.1016/j.antiviral.2014.05.016

FABRIKA, M. a J. ĎURSKÝ, 2005. Algorithms and software solution of thinning models for SIBYLA growth simulator. Journal of Forest Science [online]. 2005-10-31, 51(10), 431-445 [cit. 2024-02-13]. ISSN 12124834. Dostupné z: doi:10.17221/4577-JFS

FANTA, J. Lesy a lesnictví ve střední Evropě. ŽIVA. 2007, 2007(1), 18-21.

FAVTHEMES. PROC TEĎ U NÁS UMÍRAJÍ LESY? FAVTHEMES. Chceme živé lesy [online]. 2024 [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: <https://www.chcemezivelesy.cz/proc-umiraji-lesy>

FELTON, A., M. LINDBLADH, J. BRUNET a Ö. FRITZ. Replacing coniferous monocultures with mixed-species production stands: An assessment of the potential benefits for forest biodiversity in northern Europe. Forest Ecology and Management [online]. 2010, 260(6), 939-947 [cit. 2024-03-10]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi: 10.1016/j.foreco.2010.06.011

FRIEDLINGSTEIN, P., Matthew W. JONES, Michael O'SULLIVAN, et al. Global Carbon Budget 2019. Earth System Science Data [online]. 2019, 11(4), 1783-1838 [cit. 2024-03-05]. ISSN 1866-3516. Dostupné z: doi:10.5194/essd-11-1783-2019

FRYXELL, R. T., J. E. MOORE, M. D. COLLINS, et al. Habitat and Vegetation Variables Are Not Enough When Predicting Tick Populations in the Southeastern United States. PLOS ONE [online]. 2015, 2015-12-11, 10(12) [cit. 2024-03-14]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi: 10.1371/journal.pone.0144092

FÜLDNER, K., 1995. Strukturbeschreibung in Mischbeständen. Forstarchiv, 66, 235-606.

GAMMONS, M. a G. SALAM. Tick Removal. AMERICAN FAMILY PHYSICIAN [online]. 2002, 66(4), 643-645 [cit. 2024-03-16]. Dostupné z: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2002/0815/p643.pdf>

GIBB, R., L. H. V. FRANKLINOS, D. W. REDDING a K. E. JONES. Ecosystem perspectives are needed to manage zoonotic risks in a changing climate. BMJ [online]. 2020, 2020(371) [cit. 2024-03-14]. ISSN 1756-1833. Dostupné z: [doi:10.1136/bmj.m3389](https://doi.org/10.1136/bmj.m3389)

GILLMAN, L. N., S. D. WRIGHT, J. CUSENS, P. D. MCBRIDE, Y. MALHI a R. J. WHITTAKER. Latitude, productivity and species richness. Global Ecology and Biogeography [online]. 2015, 24(1), 107-117 [cit. 2024-04-03]. ISSN 1466-822X. Dostupné z: [doi:10.1111/geb.12245](https://doi.org/10.1111/geb.12245)

GODDARD, J. Infectious diseases and arthropods. 1. Totowa : Humana Press, 2000. ISBN 0-89603-825-4.

GOLD, S. Geneva timber and Forest Discussion Paper: THE DEVELOPMENT OF EUROPEAN FOREST RESOURCES, 1950 to 2000. 1. Geneva: United Nations Economic Commission for Europe, 2003. ISSN: 1020 7228.

GRAY, J.S. Review The ecology of ticks transmitting Lyme borreliosis. Experimental and Applied Acarology [online]. 1998, 22(5), 249-258 [cit. 2024-03-03]. ISSN 01688162. Dostupné z: [doi:10.1023/A:1006070416135](https://doi.org/10.1023/A:1006070416135)

GRAY, J. S., H. DAUTEL, A. ESTRADA-PEÑA, O. KAHL a E. LINDGREN. Effects of Climate Change on Ticks and Tick-Borne Diseases in Europe. Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases [online]. 2009, 2009(593232), 1-12 [cit. 2024-03-04]. ISSN 1687-708X. Dostupné z: [doi:10.1155/2009/593232](https://doi.org/10.1155/2009/593232)

GRAY, J. S., O. KAHL a A. ZINTL. What do we still need to know about Ixodes ricinus? Ticks and Tick-borne Diseases [online]. 2021, 12(3) [cit. 2024-03-04]. ISSN 1877959X. Dostupné z: [doi: 10.1016/j.ttbdis.2021.101682](https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2021.101682)

GROSS, D. M., T. FORSTHUBER, M. TARY-LEHMANN, et al. Identification of LFA-1 as a Candidate Autoantigen in Treatment-Resistant Lyme Arthritis. Science

[online]. 1998, 1998-07-31, 281(5377), 703-706 [cit. 2024-03-04]. ISSN 0036-8075. Dostupné z: doi:10.1126/science.281.5377.703

HARD, S. Erythema chronicum migrans (Afzelii) associated with mosquito bite. *Acta Derm Venereol.* 1966;46(6):473-6. PMID: 4163724.

HOFMEESTER, T. R., E. C. COIPAN, S. E. VAN WIEREN, H. H. T. PRINS, W. TAKKEN a H. SPRONG. Few vertebrate species dominate the *Borrelia burgdorferi* s.l. life cycle. *Environmental Research Letters* [online]. 2016, 2016-04-01, 11(4) [cit. 2024-03-04]. ISSN 1748-9326. Dostupné z: doi:10.1088/1748-9326/11/4/043001

HOFMEESTER, T. R., P. A. JANSEN, H. J. WIJNEN, E. C. COIPAN, M. FONVILLE, H. H. T. PRINS, H. SPRONG a S. E. VAN WIEREN. Cascading effects of predator activity on tick-borne disease risk. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. 2017, 2017-07-26, 284(1859) [cit. 2024-03-04]. ISSN 0962-8452. Dostupné z: doi:10.1098/rspb.2017.0453

HOOVER, D. U., S. F. CHAPIN, J. J. EWEL, et al. EFFECTS OF BIODIVERSITY ON ECOSYSTEM FUNCTIONING: A CONSENSUS OF CURRENT KNOWLEDGE. *Ecological Monographs* [online]. 2005, 75(1), 3-35 [cit. 2024-03-10]. ISSN 0012-9615. Dostupné z: doi:10.1890/04-0922

HRUBAN, R. Lesní vegetační stupně (LVS). Moravské Karpaty.cz [online]. 2022 [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/vegetace/ekologie/lesni-vegetacni-stupne/>

HUBÁLEK, Z. a I. RUDOLF. Mikrobiální zoonózy a sapronózy. 3., dopl. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2014. ISBN 978-80-210-7516-0.

HUMAIR, P. F., O. RAIS a L. GERN. Transmission of *Borrelia afzelii* from *Apodemus* mice and *Clethrionomys voles* to *Ixodes ricinus* ticks: differential transmission pattern and overwintering maintenance. *Parasitology* [online]. 1999, 118(1), 33-42 [cit. 2024-03-14]. ISSN 0031-1820. Dostupné z: doi:10.1017/S0031182098003564

JAEHNE, S., DOHRENBUSCH, A. 1997. A method to evaluate forest stand diversity. *Forstwis. Centralblatt*, 333–345.

JAENSON, T. G. T., M. HJERTQVIST, T. BERGSTRÖM a Å. LUNDKVIST. Why is tick-borne encephalitis increasing? A review of the key factors causing the increasing

incidence of human TBE in Sweden. *Parasites & Vectors* [online]. 2012, 5(1), 184 [cit. 2024-03-04]. ISSN 1756-3305. Dostupné z: doi:10.1186/1756-3305-5-184

JELINEK, R. ŠKODY ZVĚŘÍ – Část I. - všeobecný náhled. *Myslivost* [online]. 2007, 2007(2), 7 [cit. 2024-03-06]. Dostupné z: <https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2007/Unor---2007/SKODY-ZVERI---Cast-I----vseobecny-nahled>

KAHL, O. a J. S. GRAY. The current (2022) distribution of *Ixodes ricinus* and *Ixodes persulcatus*, showing the extensive regions where both species occur. In: *ScienceDirect* [online]. 2023 [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1877959X22002163-gr1.jpg>

KAŠTIER, P., J. KONÔPKA a B. KONÔPKA. Teoretické východiská a praktické opatrenia na harmonizáciu záujmov lesného hospodárstva a poľovníctva na Slovensku / Theoretical bases and practical measures to harmonise the interests of forestry and game management in Slovakia. *Forestry Journal* [online]. 2015, 2015-06-1, 61(2), 114-123 [cit. 2024-04-03]. ISSN 0323-1046. Dostupné z: doi:10.1515/forj-2015-0020

KATEDRA GEOGRAFIE, PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UP. RELIÉF ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY – ZÁKLADNÍ TYPOLOGIE RELIÉFU. Univerzita Palackého v Olomouci, Katedra geografie, Přírodovědecká fakulta UP [online]. 2024 [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: https://geography.upol.cz/soubory/lide/smolova/GCZ/GCZ_Relief.pdf

KIMMIG, P., R. BRAUN a D. HASSLER. Klíšťata: Neopatrné kousnutí s neblahými následky. Praha: Pragma, 2003. ISBN 80-7205-881-9.

KOHLMAIER, G. H., CH. HÄGER, G. WÜRTH, M. K. B. LÜDEKE, P. RAMGE, F.-W. BADECK, J. KINDERMANN a T. LANG. Effects of the age class distributions of the temperate and boreal forests on the global CO₂/sub source-sink function. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology* [online]. 2022, 2022-11-18, 47(1-2), 212-231 [cit. 2024-03-06]. ISSN 1600-0889. Dostupné z: doi:10.3402/tellusb.v47i1-2.16042

KOTT, I., J. VALTER a T. VRÁBLÍK. Závislost aktivity klíštěte obecného na vývoji počasí. *Meteorologické zprávy*. 2015, 68(6), 161-170.

KRAJSKÁ SPRÁVA ČSÚ V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH. V Jihočeském kraji se v roce 2021 již potřetí v řadě zvýšila zalesňovaná plocha. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD [online]. 2021, 10.08.2023 [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/xc/v-jihoceskem-kraji-se-v-roce-2021-jiz-potretri-v-rade-zvysilo-mnozstvi-zalesnovane-plochy>

KRAWCZYK, A. I., G. L. A. VAN DUIJVENDIJK, A. SWART, et al. Effect of rodent density on tick and tick-borne pathogen populations: consequences for infectious disease risk. *Parasites & Vectors* [online]. 2020, 13(1), 34 [cit. 2024-03-04]. ISSN 1756-3305. Dostupné z: doi:10.1186/s13071-020-3902-

KŘÍŽ, B., M. GAŠPÁREK, H. ŠEBESTOVÁ: Situace ve výskytu Lymeské borreliózy v roce 2016 v České republice. In: Státní zdravotní ústav [online]. 2017 [cit. 2024-22-2]. Dostupné z: https://szu.cz/wp-content/uploads/2023/02/Situace_ve_vyskytu_Lymeske_borreliozy_v_roce_2016_v_Ceske_republice.pdf

KŘÍŽ, B., K. PROVAZNÍK a L. KOMÁREK, ed. *Manuál prevence v lékařské praxi*. Praha: Fortuna, 1996. ISBN isbn80-7168-400-7.

KUBEŠOVÁ, B. NELÉČENÁ LYMSKÁ BORELIÓZA MŮŽE VÉST AŽ K OCHRUTÍ. ZÁSADNÍ JE VČASNÁ DIAGNÓZA. *Zdraví.euro* [online]. 2021 [cit. 2024-03-09]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanky/lymska-borelioza-priznaky-lecba/>

KUGELER, K. J., R. A. JORDAN, T. L. SCHULZE, K. S. GRIFFITH a P. S. MEAD. Will Culling White-Tailed Deer Prevent Lyme Disease? *Zoonoses and Public Health* [online]. 2016, 63(5), 337-345 [cit. 2024-03-04]. ISSN 1863-1959. Dostupné z: doi:10.1111/zph.12245

KUPFERSCHMID, A. D., L. BÜTIKOFER, T. HOTHORN, A. SCHWYZER a P. BRANG. Ungulate Species and Abundance as well as Environmental Factors Determine the Probability of Terminal Shoot Browsing on Temperate Forest Trees. *Forests* [online]. 2020, 11(7) [cit. 2024-03-06]. ISSN 1999-4907. Dostupné z: doi:10.3390/f11070764

LARSSON, P., P. C. F. OYSTON, P. CHAIN, et al. The complete genome sequence of *Francisella tularensis*, the causative agent of tularemia. *Nature Genetics* [online]. 2005, 37(2), 153-159 [cit. 2024-03-09]. ISSN 1061-4036. Dostupné z: doi:10.1038/ng1499

LESICZKA, P. M., O. DANĚK, D. MODRÝ, K. HRAZDILOVÁ, J. VOTÝPKA a L. ZUREK. A new report of adult *Hyalomma marginatum* and *Hyalomma rufipes* in the Czech Republic. *Ticks and Tick-borne Diseases* [online]. 2022, 13(2) [cit. 2024-04-04]. ISSN 1877959X. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ttbdis.2021.101894

L'HOSTIS, M., H. DUMON, B. DORCHIES, F. BOISDRON a A. GORENFLOT. Seasonal incidence and ecology of the tick *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) on grazing pastures in Western France. *Experimental and Applied Acarology* [online]. 1995, 19(4), 211-220 [cit. 2024-03-03]. ISSN 0168-8162. Dostupné z: doi:10.1007/BF00130824

LINDGREN, E., L. TÄLLEKLINT a T. POLFELDT. Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. *Environmental Health Perspectives* [online]. 2000, 108(2), 119-123 [cit. 2024-03-04]. ISSN 0091-6765. Dostupné z: doi:10.1289/ehp.00108119

LINDGREN, E. a T. G.T. JAENSON. Lyme borreliosis in Europe: influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures [online]. 1. World Health Organization, 2006 [cit. 2024-03-04]. Dostupné z: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/107800/9789289022910-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LINDSTRÖM, A., T. G.T. JAENSON. Distribution of the Common Tick, *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae), in Different Vegetation Types in Southern Sweden. *Journal of Medical Entomology* [online]. 2003, 2003-07-01, 40(4), 375-378 [cit. 2024-03-03]. ISSN 0022-2585. Dostupné z: doi:10.1603/0022-2585-40.4.375

LIPTÁKOVÁ, M. Lidská granulocytární anaplazmóza (HGA). Státní zdravotnický úřad [online]. 2018 [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://szu.cz/temata-zdravi-a-bezpecnosti/a-z-infekce/a/anaplazmoza/lidska-granulocytarni-anaplazmoza/>

LÜSSENHOP, J., W. BÄUMER, M. KIETZMANN, T. SCHNIEDER a S WOLKEN. Dynamics of distribution and efficacy of different spot-on permethrin formulations in dogs artificially infested with *Dermacentor reticulatus*. *Parasites & Vectors* [online].

2011, 4(1), 45 [cit. 2024-03-03]. ISSN 1756-3305. Dostupné z: doi:10.1186/1756-3305-4-45

MACLEOD, J. *Ixodes ricinus* in Relation to its Physical Environment. *Parasitology* [online]. 1935, 27(4), 489-500 [cit. 2024-03-04]. ISSN 0031-1820. Dostupné z: doi:10.1017/S0031182000015420

MARCOTT, S. A., J. D. SHAKUN, P. U. CLARK a A. C. MIX. A Reconstruction of Regional and Global Temperature for the Past 11,300 Years. *Science* [online]. 2013, 2013-03-08, 339(6124), 1198-1201 [cit. 2024-03-05]. ISSN 0036-8075. Dostupné z: doi:10.1126/science.1228026

MARGALEF, R.: Information theory in ecology. *General Systematics*. 1958, 3: 36–71

MÁSLOVÁ, L., I. MARTINKOVÁ a M. VAŠUTOVÁ. Bartonelóza – nemoc z kočičího škrábnutí [online]. In: s. 167-168 [cit. 2024-03-09]. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2014/04/10.pdf>

MATERNA, J. Výškové rozšíření klišťete obecného (*Ixodes ricinus*) v Krkonoších. *Opera Corcontica* [online]. 2012(49), 55-74 [cit. 2023-03-04]. Dostupné z: http://opera.krnep.cz/apex/f?p=103:8:::NO:8:P8_ROCNIK_ID,P8_CLANEK_ID,P8_CP:49,3,12

MATERNA, J., M. DANIEL, L. METELKA a J. HARČARIK. The vertical distribution, density and the development of the tick *Ixodes ricinus* in mountain areas influenced by climate changes (The Krkonoše Mts., Czech Republic). *International Journal of Medical Microbiology* [online]. 2008, 298, 25-37 [cit. 2024-04-04]. ISSN 14384221. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ijmm.2008.05.004

MAYNE, P. Emerging incidence of Lyme borreliosis, babesiosis, bartonellosis, and granulocytic ehrlichiosis in Australia. *International Journal of General Medicine* [online]. 2011, 2011(4), 845-852 [cit. 2024-03-04]. ISSN 1178-7074. Dostupné z: doi:10.2147/IJGM.S27336

MCGARIGAL, K. a S. A. CUSHMAN. COMPARATIVE EVALUATION OF EXPERIMENTAL APPROACHES TO THE STUDY OF HABITAT FRAGMENTATION EFFECTS. *Ecological Applications* [online]. 12(2), 335-345

[cit. 2024-02-13]. ISSN 1051-0761. Dostupné z: doi:10.1890/1051-0761(2002)012[0335: CEOEAT]2.0.CO;2

MEDLOCK, J. M., K. M. HANSFORD, A. BORMANE, et al. Driving forces for changes in geographical distribution of *Ixodes ricinus* ticks in Europe. *Parasites & Vectors* [online]. 2013, 6(1) [cit. 2024-04-04]. ISSN 1756-3305. Dostupné z: doi:10.1186/1756-3305-6-1

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ, © 2023. Les. Les jako ekosystém [online]. [cit. 2024-3-21]. Dostupné z: https://rumex.mendelu.cz/oryx/les_jako_ekosystem/

MILLER, N. J., E. E. RAINONE, M. C. DYER, M. L. GONZÁLEZ a T. N. MATHER. Tick Bite Protection With Permethrin-Treated Summer-Weight Clothing. *Journal of Medical Entomology* [online]. 2011, 2011-03-01, 48(2), 327-333 [cit. 2024-04-03]. ISSN 00222585. Dostupné z: doi:10.1603/ME10158

MILNE, A. The ecology of the sheep tick, *Ixodes ricinus* L. *Parasitology* [online]. 1950, 40(1-2), 14-34 [cit. 2024-03-04]. ISSN 0031-1820. Dostupné z: doi:10.1017/S0031182000017820

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. ZPRÁVA O STAVU LESA A LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY V ROCE 2022. Ministerstvo zemědělství [online]. 2022 [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/portal/-a30268--rWtfkQZD/zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho-hospodarstvi-ceske-republiky-v-roce-2022-strucna-verze>

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Zpráva o životním prostředí v Jihočeském kraji. Česká informační agentura životního prostředí [online]. 2022 [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2023/12/KZ_2022_JHC.pdf

MINISTERTSVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ. O kraji – Jihočeský kraj. Regionální informační servis [online]. 2021 [cit. 2024-03-16]. Dostupné z: <https://www.risy.cz/cs/krajске-ris/jihocesky-kraj/regionalni-informace/o-kraji>

MODRÝ, D., M. MODRÝ, K. HRAZDILOVÁ a D. MAŽGÚTOVÁ. O stavu pijáků v zemích českých: výsledky ročního sledování výskytu *Dermacentor reticulatus* v

České republice [online]. In: s. 1-6 [cit. 2024-03-02]. Dostupné z: https://najdipijaka.cz/files/najdipijaka_unor2019.pdf

MOHELSKÝ, M. Od počátku monokultur ke kalamitní těžbě. Myslivosť [online]. 2019, 2019(7), 1 [cit. 2024-03-10]. Dostupné z: <https://www.myslivosť.cz/Casopis-Myslivosť/MYSLIVOST-Straz-myslivosti/2019/Cervenec-2019/Od-pocatku-monokultur-ke-kalamitni-tezbe>

MOUGINOT, J., E. RIGNOT, A. A. BJØRK, et al. Forty-six years of Greenland Ice Sheet mass balance from 1972 to 2018. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. 2019, 2019-05-07, **116**(19), 9239-9244 [cit. 2024-03-05]. ISSN 0027-8424. Dostupné z: doi:10.1073/pnas.1904242116

MURPHY, D. M. a A. R. RAVISHANKARA. Trends and patterns in the contributions to cumulative radiative forcing from different regions of the world. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. 2018, 2018-12-26, 115(52), 13192-13197 [cit. 2024-03-05]. ISSN 0027-8424. Dostupné z: doi:10.1073/pnas.1813951115

NOSEK, J. a W. SIXL, 1972. Central-European Ticks (Ixodoidea) - Key for determination. *Mitt Abt. Zool. Landesmus Joanneum*, 1(6192): 480, Pomerantzev

NOSS, R. F. Assessing and monitoring forest biodiversity: A suggested framework and indicators. *Forest Ecology and Management* [online]. 1999, 115(2-3), 135-146 [cit. 2024-03-10]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi:10.1016/S0378-1127(98)00394-6

NOWAK-CHMURA M., K. SIUDA. Ticks of Poland. Review of contemporary issues and latest research. *Ann Parasitol*. 2012;58(3):125-55. PMID: 23444797.

OSTFELD, R. S. a F. KEESING. Biodiversity and Disease Risk: the Case of Lyme Disease. *Conservation Biology* [online]. 2000, 14(3), 722-728 [cit. 2024-03-03]. ISSN 0888-8892. Dostupné z: doi:10.1046/j.1523-1739.2000.99014.x

OTEVŘENÁ DATA O KLIMATU, Z.Ú. Trend nárůstu teplot v ČR v jednotlivých měsících. *Fakta o klimatu* [online]. 2024 [cit. 2024-03-04]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/trend-teplot-cr>

PEJCHALOVÁ K., A. ŤÁKOVSKÁ, M. MEJZLÍKOVÁ, J. HALOUZKA, M. DENDIS. Isolation, from the city of Brno, Czech Republic. *Annals of agricultural and*

environmental medicine cultivation and identification of *Borrelia burgdorferi* genospecies from *Ixodes ricinus* ticks. 2007 (14)1: 75–79.

PEREZ, G., S. BASTIAN, A. AGOULON, et al. Effect of landscape features on the relationship between *Ixodes ricinus* ticks and their small mammal hosts. *Parasites & Vectors* [online]. 2016, 9(1), 20 [cit. 2024-03-04]. ISSN 1756-3305. Dostupné z: doi:10.1186/s13071-016-1296-9

PERLMAN, S. J., M. S. HUNTER a E. ZCHORI-FEIN. The emerging diversity of *Rickettsia*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. 2006, 2006-09-07, 273(1598), 2097-2106 [cit. 2024-03-09]. ISSN 0962-8452. Dostupné z: doi:10.1098/rspb.2006.3541

PETRÁŠ, R. a J. PAJTIK. (1991): Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. *Lesnícky časopis*, 37 (1): 49–56.

PIELOU, E.C. *Ecological diversity*. 1. John Wiley, 1975. ISBN 0471689254.

POULIN, R. a S. MORAND. The Diversity of Parasites. *The Quarterly Review of Biology* [online]. 2000, 75(3), 277-293 [cit. 2024-03-04]. ISSN 0033-5770. Dostupné z: doi:10.1086/393500

POWELL, J. Scientists Reach 100 % Consensus on Anthropogenic Global Warming. *Bulletin of Science, Technology & Society* [online]. 2017, 37(4), 183-184 [cit. 2024-03-05]. ISSN 0270-4676. Dostupné z: doi:10.1177/0270467619886266

PRETZSCH, H. Wissen nutzbar machen für das Management von Waldökosystemen. *Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald*. 2006, 61: 1158–115

PROTEAN S.R.O. Jak vytáhnout klíště. *Klíště.cz* [online]. 2023a [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://www.kliste.cz/cz/vse-o-klistatech/clanek/jak-vytahnout-kliste>

RAGA, J. A., M. FERNÁNDEZ, J. A. BALBUENA a F. J. AZNAR. Parasites. In: *Encyclopedia of Marine Mammals* [online]. 2. Elsevier, 2009, s. 821-830 [cit. 2024-03-04]. ISBN 9780123735539. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-373553-9.00193-0

RANDOLPH, S. E. a K. STOREY. Impact of Microclimate on Immature Tick-Rodent Host Interactions (Acari: Ixodidae). *Journal of Medical Entomology* [online]. 1999, 1999-11-01, 36(6), 741-748 [cit. 2024-03-04]. ISSN 0022-2585. Dostupné z: doi:10.1093/jmedent/36.6.741

RANDOLPH, S. E. Tick ecology: processes and patterns behind the epidemiological risk posed by ixodid ticks as vectors. *Parasitology* [online]. 2004, 129(S1), S37-S65 [cit. 2024-03-04]. ISSN 0031-1820. Dostupné z: doi:10.1017/S0031182004004925

RAŠOVSKÁ, T. Prevence nemocí přenášených klíšťaty se zaměřením na původce lymeské boreliózy v Brně [online]. Brno, 2013 [cit. 2024-03-09]. Dostupné z: file:///C:/Users/admin/AppData/Local/Temp/Rar\$DIa10112.40730/rasovska%20borelka.pdf. Diplomová práce. MASARYKOVA UNIVERZITA PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA. Vedoucí práce Doc. RNDr. Alena Žáková, Ph.D.

REIF, K. E. a K. R. MACALUSO. Ecology of *Rickettsia felis*: A Review. *Journal of Medical Entomology* [online]. 2009, 2009-07-01, 46(4), 723-736 [cit. 2024-03-09]. ISSN 00222585. Dostupné z: doi:10.1603/033.046.0402

REIMOSER, F., H. ARMSTRONG a R. SUCHANT. Measuring forest damage of ungulates: what should be considered. *Forest Ecology and Management* [online]. 1999, 120(1-3), 47-58 [cit. 2024-03-06]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi:10.1016/S0378-1127(98)00542-8

RICHTER, D., D. B. SCHLEE, R. ALLGÖWER a F. R. MATUSCHKA. Relationships of a Novel Lyme Disease Spirochete, *Borrelia spielmani* sp. nov., with Its Hosts in Central Europe. *Applied and Environmental Microbiology* [online]. 2004, 70(11), 6414-6419 [cit. 2024-03-04]. ISSN 0099-2240. Dostupné z: doi:10.1128/AEM.70.11.6414-6419.2004

RIZZOLI, A. Lyme borreliosis in Europe. *Euro Surveill* [online]. 2011, 16(27), 1.8 [cit. 2024-03-04]. Dostupné z: <https://www.eurosurveillance.org/images/dynamic/ee/v16n27/art19906.pdf>

ROSICKÝ, B. Poznámky k ekologii klíštěte *Ixodes ricinus* L. ve střední Evropě se zřetelem na přírodní ohniska nákaz. *Acta Soc. Zool. Bohemoslovenicae*, 1954, 18: 41-70.

ROSICKÝ, B., V. ČERNÝ, M. DANIEL, F. DUSBÁBEK, P. PALIČKA, K. SAMŠIŇÁK a Z. HÁJKOVÁ, 1979. Roztoči a klíšťata škodící zdraví člověka. Praha: Academia.

ROSICKÝ, B. Boj s hmyzem. 1. vyd. Praha: Přírodověd. vydav., 1952. 830 s. Kruh, sv. 41.

ROZSYPAL, H. Základy infekčního lékařství. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-2932-2.

RUBEL, F., K. BRUGGER, M. WALTER, J. R. VOGELGESANG, Y. M. DIDYK, Su FU a O. KAHL. Geographical distribution, climate adaptation and vector competence of the Eurasian hard tick *Haemaphysalis concinna*. Ticks and Tick-borne Diseases [online]. 2018, 9(5), 1080-1089 [cit. 2024-03-02]. ISSN 1877959X. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ttbdis.2018.04.002

SEIDL, R., T. A. SPIES, D. L. PETERSON, S. L. STEPHENS, J. A. HICKE a D. ANGELER. REVIEW: Searching for resilience. Journal of Applied Ecology [online]. 2016, 53(1), 120-129 [cit. 2024-04-04]. ISSN 0021-8901. Dostupné z: doi:10.1111/1365-2664.12511

SEIDL, R., D. THOM, M. KAUTZ, et al. Forest disturbances under climate change. Nature Climate Change [online]. 2017, 7(6), 395-402 [cit. 2024-03-05]. ISSN 1758-678X. Dostupné z: doi:10.1038/nclimate3303

SERVICE, M.W. The Encyclopedia of Arthropod-Transmitted Infections. 1. CABI Publishing, 2002. ISBN 0 85199 473 3.

SHANNON, C. E., 1948. A Mathematical Theory of Communication. Bell System Technical Journal [online]. 27(3), 379-423 [cit. 2024-02-13]. ISSN 00058580. Dostupné z: doi:10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x

SCHNITTGER, L., A. E. RODRIGUEZ, M. FLORIN-CHRISTENSEN a D. A. MORRISON. Babesia: A world emerging. Infection, Genetics and Evolution [online]. 2012, 12(8), 1788-1809 [cit. 2024-03-16]. ISSN 15671348. Dostupné z: doi: 10.1016/j.meegid.2012.07.004

SIMANOV, V. Věková struktura lesů. Lesnická práce [online]. 2013, 92(9/13), 1 [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: <https://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-92-2013/lesnicka-prace-c-9-13/vekova-struktura-lesu>

SLOUP, M. Škody zvěří na lesních porostech. *LESNICKÁ PRÁCE s.r.o.* [online]. 2007 [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-86-2007/lesnicka-prace-c-12-07/skody-zveri-na-lesnich-porostech/>

SMOLKO, P., R. KROPIL, T. PATAKY, A. VESELOVSKÁ a E. MERRILL. Why do migrants move downhill? The effects of increasing predation and density on red deer altitudinal migration in temperate Carpathian forests. *Mammal Research* [online]. 2018, 63(3), 297-305 [cit. 2024-03-04]. ISSN 2199-2401. Dostupné z: doi:10.1007/s13364-018-0355-3

SMRŽ, J., 2015. *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-2990-2.

SONG, C. a C. E. WOODCOCK. A regional forest ecosystem carbon budget model: impacts of forest age structure and landuse history. *Ecological Modelling* [online]. 2003, 164(1), 33-47 [cit. 2024-03-14]. ISSN 03043800. Dostupné z: doi:10.1016/S0304-3800(03)00013-9

SPRINGER, Y. P., D. HOEKMAN, P. T. J. JOHNSON, et al., 2016. Tick-, mosquito-, and rodent-borne parasite sampling designs for the National Ecological Observatory Network. *Ecosphere* [online]. 7(5) [cit. 2024-01-24]. ISSN 2150-8925. Dostupné z: doi:10.1002/ecs2.1271

SPRONG, H., T. AZAGI, D. HOORNSTRA, A. M. NIJHOF, S. KNORR, M. E. BAARSMA a J. W. HOVIUS. Control of Lyme borreliosis and other Ixodes ricinus-borne diseases. *Parasites & Vectors* [online]. 2018, 11(1) [cit. 2024-04-03]. ISSN 1756-3305. Dostupné z: doi:10.1186/s13071-018-2744-5

STANEK, G., G. P. WORMSER, J. GRAY a F. STRLE. Lyme borreliosis. *The Lancet* [online]. 2012, 379(9814), 461-473 [cit. 2024-03-04]. ISSN 01406736. Dostupné z: doi:10.1016/S0140-6736(11)60103-7

STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV. Klíšťová encefalitida. Národní zdravotnický informační portál [online]. 2022 [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/clanek/46-klistova-encefalitida>

STÁTNÍ ZDRAVOTNICKÝ ÚŘAD. Babesioza. *Státní zdravotnický úřad* [online]. 2023 [cit. 2024-03-09]. Dostupné z: <https://szu.cz/temata-zdravi-a-bezpecnosti/a-z-infekce/b/babesioza/>

STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚŘAD. Rickettsioza. *STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV* [online]. 2024 [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://szu.cz/temata-zdravi-a-bezpecnosti/a-z-infekce/r/rickettsioza/>

STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV. Bartonelóza (nemoc z kočičího škrábnutí). *Národní zdravotnický informační portál* [online]. 2024a [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/clanek/794-bartoneleza>

STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV. Tularemie (zaječí nemoc). *Národní zdravotnický informační portál* [online]. 2024b [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/clanek/223-tularemie>

SZÉLL, Z., Z. SRÉTER-LANCZ, K. MÁRIALIGETI a T. SRÉTER, 2006. Temporal distribution of *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus* and *Haemaphysalis concinna* in Hungary. *Veterinary Parasitology* [online]. 141(3-4), 377-379 [cit. 2024-03-23]. ISSN 03044017. Dostupné z: doi: 10.1016/j.vetpar.2006.06.008

ŠIROKÝ, P., M. KUBELOVÁ, M. BEDNÁŘ, D. MODRÝ, Z. HUBÁLEK a E. TKADLEC. The distribution and spreading pattern of *Dermacentor reticulatus* over its threshold area in the Czech Republic—How much is range of this vector expanding? *Veterinary Parasitology* [online]. 2011, 183(1-2), 130-135 [cit. 2024-03-04]. ISSN 03044017. Dostupné z: doi: 10.1016/j.vetpar.2011.07.006

ŠTĚPÁNEK, P., M. TRNKA, J. MEITNER, M. DUBROVSKÝ, P. ZAHRADNÍČEK, O. LHOTKA, P. SKALÁK, J. KYSELÝ, A. FARDA, D. SEMERÁDOVÁ. Očekávané klimatické podmínky v ČR, část I. Změna základních parametrů. Brno: Ústav výzkumu globální změny AV ČR, 2019. https://faktaoklimatu.cz/studie/2019_klimaticke-podminky-cr-1.

TACK, W., M. MADDER, L. BAETEN, M. VANHELLEMONT, R. GRUWEZ a K. VERHEYEN. Local habitat and landscape affect *Ixodes ricinus* tick abundances in forests on poor, sandy soils. *Forest Ecology and Management* [online]. 2012, 265(1), 30-36 [cit. 2024-03-03]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi: 10.1016/j.foreco.2011.10.028

TÄLLEKLINT, L. a T. G. T. JAENSON. Increasing Geographical Distribution and Density of *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in Central and Northern Sweden. *Journal of Medical Entomology* [online]. 1998, 1998-07-01, 35(4), 521-526 [cit. 2024-03-04]. ISSN 1938-2928. Dostupné z: doi:10.1093/jmedent/35.4.521

TAYLOR, M.A., R.L. COOP, R.L. WALL, eds. (2015): *Dermacentor reticulatus* (ornate dog tick, marsh tick, meadow tick)". *Veterinary parasitology* (4 ed.). John Wiley & Sons. p. 247

TELFORD, S. R. a H. K. GOETHERT. Ecology of *Francisella tularensis*. *Annual Review of Entomology* [online]. 2020, 2020-01-07, 65(1), 351-372 [cit. 2024-04-03]. ISSN 0066-4170. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-ento-011019-025134

TER BRAAK, C. J. a P. ŠMILAUER. *Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0*. 2012, 496 p.

THE UNIVESITY OF RHODE ISLAND. Remove ticks safely. The Univesity of Rhode Island [online]. 2024 [cit. 2024-03-16]. Dostupné z: <https://web.uri.edu/tickencounter/how-to-remove-a-tick/>

TKADLEC, E., T. VÁCLAVÍK, M. KUBELOVÁ a P. ŠIROKÝ. Negative spatial covariation in abundance of two European ticks: diverging niche preferences or biotic interaction? *Ecological Entomology* [online]. 2018, 43(6), 804-812 [cit. 2024-03-04]. ISSN 0307-6946. Dostupné z: doi:10.1111/een.12668

TRENBERTH, K. E. a J. T. FASULLO. Tracking Earth's Energy: From El Niño to Global Warming. *Surveys in Geophysics* [online]. 2012, 33(3-4), 413-426 [cit. 2024-03-05]. ISSN 0169-3298. Dostupné z: doi:10.1007/s10712-011-9150-2

UILENBERG, G. *Babesia—A historical overview*. *Veterinary Parasitology* [online]. 2006, 138(1-2), 3-10 [cit. 2024-04-03]. ISSN 03044017. Dostupné z: doi: 10.1016/j.vetpar.2006.01.035

VACEK, S., 2003. *Horské lesy České republiky*. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky. ISBN 80-7084-239-3

VACEK, Z. Structure and dynamics of spruce-beech-fir forests in Nature Reserves of the Orlické hory Mts. in relation to ungulate game. *Central European Forestry Journal* [online]. 2017, 2017-3-28, 63(1), 23-34 [cit. 2024-04-03]. ISSN 2454-0358. Dostupné z: doi:10.1515/forj-2017-0006

VACEK, Z., A. PROKŮPKOVÁ, S. VACEK, D. BULUŠEK, V. ŠIMŮNEK, V. HÁJEK a I. KRÁLÍČEK. Mixed vs. monospecific mountain forests in response to climate change: structural and growth perspectives of Norway spruce and European

beech. *Forest Ecology and Management* [online]. 2021, 488 [cit. 2024-04-03]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi: 10.1016/j.foreco.2021.119019

VACEK, Z., S. VACEK a J. CUKOR. European forests under global climate change: Review of tree growth processes, crises and management strategies. *Journal of Environmental Management* [online]. 2023, 332 [cit. 2024-04-03]. ISSN 03014797. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jenvman.2023.117353

VÁCLAVÍK, T., A. BALÁŽOVÁ, V. BALÁŽ, E. TKADLEC, M. SCHICHOR, K. ZECHMEISTEROVÁ, J. ONDRUŠ a P. ŠIROKÝ, 2021. Landscape epidemiology of neglected tick-borne pathogens in central Europe. *Transboundary and Emerging Diseases* [online]. 68(3), 1685-1696 [cit. 2024-03-13]. ISSN 1865-1674. Dostupné z: doi:10.1111/tbed.13845

VILÉN, T., K. GUNIA, P.J. VERKERK, R. SEIDL, M.-J. SCHELHAAS, M. LINDNER a V. BELLASSEN. Reconstructed forest age structure in Europe 1950–2010. *Forest Ecology and Management* [online]. 2012, 2012(286), 203-218 [cit. 2024-03-06]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi: 10.1016/j.foreco.2012.08.048

VOJENSKÉ LESY A STATKY. Funkce lesů v krajině. VOJENSKÉ LESY A STATKY DĚTEM [online]. 2016 [cit. 2024-03-10]. Dostupné z: <https://deti.vls.cz/cz/lesni-pedagogika/pece-o-les-a-ochrana-lesa/funkce-lesu-v-krajine>

VOLF, P., P. HORÁK a kol. *Paraziti a jejich biologie*. Praha: Triton, 2007. ISBN 978-80-7387-008-9.

VOR, T., C. KIFFNER, P. HAGEDORN, M. NIEDRIG a F. RÜHE. Tick burden on European roe deer (*Capreolus capreolus*). *Experimental and Applied Acarology* [online]. 2010, 51(4), 405-417 [cit. 2024-03-04]. ISSN 0168-8162. Dostupné z: doi:10.1007/s10493-010-9337-0

WELL BEYOND MEDICINE. Tick Removal: A Step-by-Step Guide. Nemours KidsHealth [online]. 2023 [cit. 2024-04-04]. Dostupné z: <https://kidshealth.org/en/parents/tick-removal.html>

ZLATNÍK, A. *Lesnická fytoecologie*. 1. Praha: SZN, 1978.

9 Seznam obrázků, tabulek a příloh

9.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 Vývoj globální teploty od poslední doby ledové. Červená čára znázorňuje prudký nárůst globální teplotní odchylky oproti 19. století (o 1,2 °C během sto let 1920–2019) (Marcott, 2020).	23
Obrázek 2 Areál výskytu klíštěte obecného (<i>Ixodes ricinus</i>) (Kahl a Gray, 2023).	25
Obrázek 3 Samec klíštěte obecného (<i>Ixodes ricinus</i>) (ESCCAP UK & IRELAND, 2024b).	26
Obrázek 4 Samice klíštěte obecného (<i>Ixodes ricinus</i>) (ESCCAP UK & IRELAND, 2024a).	26
Obrázek 5 Detailní pohled na ústní ústrojí klíštěte (Vaněček, 2008).	27
Obrázek 6 Klíšť lužní (<i>Haemaphysalis concinna</i>) (Trnka, 2014).	30
Obrázek 7 Samička a samec pijáka lužního (<i>Dermacentor reticulatus</i>) (Najdi pijáka, 2024).	31
Obrázek 8 Erythema migrans – zarudnutí kůže se po nákaze boreliózou může objevit na různých místech po těle (Kellner, 2022).	38
Obrázek 9 Geografická mapa Jihočeského kraje (ČSÚ, 2024).	49
Obrázek 10 Mapa krajinného pokryvu Jihočeského kraje (Cenia, EEA, 2022).	51
Obrázek 11 Lokalizace 13 výzkumných ploch (Mapy.cz), kde v květnu až červnu v letech 2021, 2022, 2023 proběhl monitoring klíšťat, čísla popisují ID plochy z tabulky č. 2. (autor práce).	55
Obrázek 12 Ukázka metody vlajkování (autor práce).	56
Obrázek 13 Vybírání klíšťat z vlajky do označených zkumavek entomologickou pinzetou (autor práce).	57
Obrázek 14 Měřené hodnoty teplot (vlevo) a vlhkostí (vpravo) při monitoringu klíšťate v roce 2023 (autor práce).	58
Obrázek 15 Graf abundance klíšťat v letech 2021, 2022 a 2023 na jednotlivých trvalých výzkumných plochách (autor práce).	65
Obrázek 16 Grafy zastoupení abundance jednotlivých vývojových stádií a pohlaví klíšťat v letech 2021, 2022 a 2023 (autor práce).	66
Obrázek 17 Graf průměrné abundance klíšťate obecného v jednotlivých okresech zájmových ploch letech 2021, 2022 a 2023 (autor práce).	67
Obrázek 18 Ordinační diagram zobrazující výsledky PCA (autor práce).	68

Obrázek 19 Graf abundance klíštěte obecného v závislosti na biotopu lesních ekosystémů na 13 monitorovaných plochách v roce 2021, 2022 a 2023 pro všechny vývojová stadia (autor práce).	70
Obrázek 20 Graf abundance klíštěte obecného v závislosti na biotopu lesních ekosystémů na 13 monitorovaných plochách v roce 2021, 2022 a 2023 pro dospělé a nymfy (autor práce).	71
Obrázek 21 Graf abundance klíštěte obecného v závislosti na druhovém smíšení lesních ekosystémů na 13 monitorovaných plochách v roce 2021, 2022 a 2023 pro všechny vývojová stadia (autor práce).	71
Obrázek 22 Graf abundance klíštěte obecného v závislosti na druhovém smíšení lesních ekosystémů na 13 monitorovaných plochách v roce 2021, 2022 a 2023 pro dospělé a nymfy (autor práce).	72
Obrázek 23 Graf abundance klíštěte obecného (všech vývojových stadií) v závislosti na nadmořské výšce na monitorovaných plochách (vyjma holin) (autor práce).	73

9.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 Vegetační stupně podle Zlatníka. (Zlatník, 1976)	17
Tabulka 2 Základní informace o trvale výzkumných plochách na zájmovém území Jihočeského kraje.....	54
Tabulka 3 Porostní metriky (indexy porostní struktury)	61
Tabulka 4 Krajinné metriky (indexy krajinné struktury)	62
Tabulka 5 Základní porostní charakteristiky lesních porostů na vybraných 10 zkusných plochách (nejvyšší hodnoty jsou vyznačeny zelenou barvou a nejnižší hodnoty červenou barvou).	63
Tabulka 6 Diverzita lesních porostů na vybraných 10 zkusných plochách (nejvyšší hodnoty jsou zvýrazněny zelenou barvou, nejnižší hodnoty jsou zvýrazněny červenou barvou).	64
Tabulka 7 Krajinné metriky (indexy krajinné struktury) na všech 13 trvalých výzkumných plochách (nejvyšší hodnoty jsou zvýrazněny zelenou barvou, nejnižší hodnoty jsou zvýrazněny červenou barvou).	64

Tabulka 8 Korelační matice vybraných porostních a stanovištních charakteristik a početnosti klíštěte obecného; signifikantní hodnoty ($p < 0,2$) jsou vyznačeny tučně	69
Tabulka 9 Korelační matice vybraných proměnných produkčních parametrů lesních porostů, signifikantní hodnoty jsou vyznačeny tučně ($p > 0,05$)	74
Tabulka 10 Korelační matice vybraných parametrů diverzity lesních porostů, signifikantní hodnoty jsou vyznačeny tučně ($p > 0,2$)	74
Tabulka 11 Korelační matice vybraných krajinných parametrů lesních porostů a jejich okolního prostředí v měřítku 250 m, signifikantní hodnoty jsou vyznačeny tučně ($p > 0,2$)	75

9.3 Seznam příloh

Příloha 1 Fotografie druhu biotopu – holina (autor práce)	105
Příloha 2 Fotografie druhu biotopu – okraj lesa (autor práce)	105
Příloha 3 Fotografie druhu biotopu – lesní porost (autor práce)	106

10 Přílohy



Příloha 1 Fotografie druhu biotopu – holina (autor práce).



Příloha 2 Fotografie druhu biotopu – okraj lesa (autor práce).



Příloha 3 Fotografie druhu biotopu – lesní porost (autor práce).