



# Klíště – zbytečná panika nebo reálná hrozba v lesích? Výskyt, ochrana a onemocnění

**Sborník příspěvků**



## **Česká lesnická společnost, z. s.**

Pořádáno za podpory  
Ministerstva zemědělství,  
Fakulty lesnické a dřevařské  
České zemědělské univerzity v Praze  
a  
Lesů České republiky







# Klíště – zbytečná panika nebo reálná hrozba v lesích? Výskyt, ochrana a onemocnění

Sborník příspěvků



**Česká lesnická společnost, z. s.**

Pořádáno za podpory  
Ministerstva zemědělství,  
Fakulty lesnické a dřevařské  
České zemědělské univerzity v Praze  
a  
Lesů České republiky





## Anotace akce

Klíště obecné (*Ixodes ricinus*) je v ČR jedním z nejvýznamnějších přenašečů patogenů. Mezi nejzávažnější onemocnění, které tento krevsající členovec šíří, patří lymeská borelióza, klíšťová encefalitida, anaplazmóza, babezióza, rickettsióza, tularemie a mnohé další. Přičemž více než 28 % klíšťat je přenašečem některé z výše zmíněných onemocnění. V posledních letech však dochází ke změně v jeho geografické distribuci a k nárůstu abundance, a to i ve vyšších nadmořských výškách, kde se dříve nevyskytoval. Navíc se v ČR začínají vyskytovat i nové druhy jako klíšť lužní (*Haemaphysalis concinna*) a piják lužní (*Dermacentor reticulatus*). Příčinou tohoto nárůstu jsou jednak změny ve využívání krajiny a hospodaření v lesích, ale zároveň i změny klimatu. S tím úzce souvisí i změna druhové skladby lesů. Tento jev má za následek každoroční narůstající počet nakažených osob, ale i domácích mazlíčků. Cílem odborné akce je účastníky detailně seznámit s druhy vyskytujícími klíšťat v ČR a jejich aktivitou, faktory ovlivňující abudanci klíšťat, možnostmi prevence a onemocněními přenášenými klíšťaty včetně jejich léčby. V závěru semináře bude představena nově vyvíjená mobilní aplikace „KlíšťApka“.

**Na semináři budou prezentovány výsledky projektů GS LČR č. 103 „Distribuce krevsajících členovců v lesních ekosystémech modifikovaných globálními změnami klimatu“ a č. 115 „Smart aplikace pro predikci početnosti a prevalence klíšťete obecného v lesních ekosystémech (KlíšťApka)“.**

### Odborný garant:

**Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.**

vědecký pracovník FLD ČZU v Praze  
tel.: +420 724 273 683, e-mail: tajemnik@cesles.cz

### Ing. Jan Cukor, Ph.D.

vedoucí Útvaru Myslivosti VÚLHM, vědecký pracovník FLD ČZU v Praze  
tel.: +420 725 970 771, e-mail: cukor@fld.czu.cz

### Organizační garant:

**Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.**

tajemník ČLS  
tel.: +420 724 273 683, e-mail: tajemnik@cesles.cz

Texty ve sborníku neprošly jazykovou úpravou.

Foto na obalu: Archiv ČLS, Ing. Karolína Mahlerová, prof. MVDr. David Modrý, Ph.D.

Česká lesnická společnost je akreditovaná vzdělávací instituce u MV ČR pod číslem AK/I-4/2019.  
Česká lesnická společnost je členem PEFC.

1. vydání

© 2022, Česká lesnická společnost, z. s.  
ISBN 978-80-02-02973-1





## Obsah:

<b>Klíšťata v České republice, životní cyklus a aktivita</b> doc. RNDr. Jan Votýpka, Ph.D. (Univerzita Karlova)	7
<b>Repelenty a další preventivní opatření před klíšťaty</b> Ing. Martin Kulma, Ph.D. (Státní zdravotní ústav)	13
<b>Klíšťaty přenášená onemocnění a jejich léčba</b> RNDr. Kateřina Kybicová, Ph.D. (Státní zdravotní ústav)	18
<b>Vliv krajinných parametrů prostředí na distribuci klíšťat a rizika klíšťaty přenášených chorob</b> doc. RNDr. Tomáš Václavík, Ph.D. (Univerzita Palackého v Olomouci)	26
<b>Vliv změny druhové diverzity a struktury lesů na populaci klíšťat v ČR</b> Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D. (ČZU v Praze)	30
<b>Mobilní aplikace „Klíšťapka“ – první verze k diskuzi</b> doc. Ing. Jan Bartoška, Ph.D. (ČZU v Praze)	45





# KLÍŠŤATA V ČESKÉ REPUBLICE, ŽIVOTNÍ CYKLUS A AKTIVITA

doc. RNDr. Jan Votýpka, Ph.D.

Katedra parazitologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova

## Abstrakt

Klíšťata jsou v České republice ze všech krevsajících členovců jednoznačně nejdůležitějším přenašečem původců (virů, bakterií a protist) různých onemocnění, jako např. lymeská borelióza, klíšťová encefalitida, anaplazmóza, babezióza, rickettsiáza a tularemie. Všechna tato onemocnění můžeme označit za zoonotická, protože primárním původcem infekčních agens nejsou lidé, ale zvířata, v naprosté většině volně žijící. Přestože se na našem území vyskytuje několik druhů klíšťat a klíšťáků, nejznámějším, a také nejdůležitějším je klíště obecné (*Ixodes ricinus*), avšak zcela opominout nemůžeme ani ostatní zástupce, z nichž někteří se uplatňují jako důležité přenašeči původců zvířecích onemocnění. U některých klíšťat dochází v posledních letech k postupnému rozšiřování jejich areálu na území ČR. Týká se to nejenom samotného klíštěte obecného, které se posouvá do vyšších nadmořských výšek, ale i pijáka lužního (*Dermacentor reticulatus*) šířícího se směrem na západ republiky nebo jihoevropských klíšťat (resp. klíšťů) rodu *Hyalomma*, u nichž zaznamenáváme opakovanému zavlékání spolu s migrujícími ptáky.

## Klíčová slova

Klíště, klíšťák, klíšť, piják, zoonóza

## 1. ŘÁD KLÍŠŤATOVITÍ

Řád klíšťatovití (*Ixodidae*) zahrnuje jak primitivnější klíšťáky (*Argasidae*), tak i odvozenější klíšťata (*Ixodidae*). Zatímco klíšťáků není na světě ani dvě stě druhů, z toho dva až tři na území ČR, klíšťat bylo zatím popsáno na sedm set, z nichž se u nás můžeme setkat přibližně s třinácti.

Klíšťáky poznáme relativně snadno – jejich ústní ústrojí (*gnathosoma*) se nalézá u nymf a imag ventrálně, takže při pohledu shora není vidět. Kožní pokryv je kožovitý a štítek na hřbetní straně těla není vyvinut, proto se anglicky označují jako „měkká“ klíšťata (soft ticks). Většinou se jedná o hnízdní parazity, a protože je jejich hostitel častěji k dispozici, není nutné využít setkání s ním v maximální míře, tak jak je tomu u klíšťat. Klíšťáci tedy sají opakovaně a jejich vývoj zahrnuje larvu, několik nymfálních stadií a imago. V podmínkách střední Evropy trvá vývoj 2–4 roky. Nymfy a imaga sají na hostitelích jen krátkodobě (několik desítek minut), larvy však i několik dní (tím se podobají klíšťatům). Ke kopulaci dochází většinou mimo tělo hostitele. Samice kladou menší snůšky vajíček, a to opakovaně, většinou po každém nasátí. Klíšťáci jsou specializovaní pro ukrytí se ve štěrbinách stromů a skal, nebo v hnízdech (tzv. nidikolní paraziti), v norách a jeskyních. Hostitelé jsou klíšťáky napadáni během odpočinku, poblíž pravidelně užívaných úkrytů nebo při sezónním pobytu v hnízdech.

U nás je nejdůležitějším druhem **klíšťák holubí** (*Argas reflexus*), který saje především na holubech, může však v případě nouze sát i na dalších hostitelích, včetně člověka. Sání je poměrně bolestivé, může docházet k podkožním hematům a ve výjimečných případech se dostávají i celkové příznaky, jako bolesti hlavy, nechutenství či zvracení. U ptáčích hostitelů je vektorem řady infekčních agens, na člověka však nic nepřenáší.

Klíšťata mají ústní ústrojí umístěno terminálně, takže je při pohledu shora dobře viditelné, navíc mají vyvinutý na hřbetní straně tvrdý štítek (proto anglicky hard ticks). Sexuální dimorfismus je dobře patrný: u samců kryje štítek většinu plochy zad, zatímco u nenasátých samic pokrývá jen přední třetinu těla (idiosomatu), zatímco zadní měkká část se může při sání zvětšovat. U zástupců řady rodů (např. *Dermacentor*, *Amblyomma*, *Hyalomma* a *Rhipicephalus*) leží po stranách štítu oči; u rodů *Ixodes* a *Haemaphysalis* však oči chybí. Zbytek těla (idiosomatu) pokrývá u samic zřasený integument, který umožňuje při nasátí mnohonásobné zvětšení objemu těla. Přestože existují i hnízdní druhy klíšťat, řada druhů naopak číhá na svého hostitele mimo jeho hnízda (na vegetaci v různé výšce s rozvěřeným prvním párem končetin), a proto je vývoj klíšťat uzpůsoben sporadickému kontaktu s hostitelem. Klíšťata sají v rámci příslušného životního stádia pouze jednou, u samců pak nemusí docházet k sání vůbec (např. rod *Ixodes*). Vývoj klíšťat zahrnuje šestinou larvu, pouze jedno nymfální (osminohé) stadium a dospělce (osminohé stadium s vyvinutým pohlavním aparátem a nápadným štítkem). V podmínkách střední Evropy trvá vývoj většinou 2–3 roky. Všechna stadia sají na hostiteli dlouhodobě. Ke kopulaci dochází jak na těle hostitele, tak i mimo něj. Samice (po nasátí) kladou pouze jednu, zato velmi početnou snůšku vajíček. Dominující částí zažívacího traktu klíšťat je střední část střeva (tzv. mesenteron), která je vybavena postranními laloky umožňujícími značné roztažení při naplnění krví během sání.

## 2. ROD *IXODES*

**Rod *Ixodes* (klíšťe)** zahrnuje více jak dvě stě druhů a je tak nejpočetnějším rodem vůbec. Všechny druhy rodu lze považovat za trojhostitelské; mezi hostitele patří různí savci a ptáci, ale i plazi. Z ČR a SR je uváděno na 12 druhů rodu *Ixodes* (viz přehled na konci článku), medicínský význam má především **klíšťe obecné (*I. ricinus*)**. Jedná se o typicky trojhostitelský druh, jehož larvy sají většinou na drobných obratlovcích (např. hlodavcích, ptácích, ale i plazech), nymfy pak napadají větší savce (veverky, ježky, zajíce apod., ale často se s nimi setkáme i u drobných hlodavců). Dospělá klíšťata pak napadají přednostně velké savce jako lišky, psy, jezevce, černou a spárkatou zvěř, ovce, kozy, skot apod. Uvedené hostitelské rozdělení pro jednotlivá stadia však zdaleka není pravidlem a na některých hostitelích lze najít všechna stadia klíšťat najednou; stejně tak i na lidech sají všechna stadia.

V našich podmínkách je *I. ricinus* nejčastěji se vyskytujícím druhem klíšťat, široce rozšířeným v nížinách, vysočinách i podhůřích asi do výšky 1000 m n.m. Hlavním místem výskytu jsou vlhčí, listnaté a smíšené lesní porosty s hojným podrostem, a především pak křovinaté lokality (včetně městských parků, lesoparků a tzv. brownfield) a pastviny. Právě tato místa jsou nejnebezpečnější pro člověka, ale i psi a další domácí mazlíčky.

Velikost samečků je v rozmezí mezi 2,2–2,5 mm, samicěk 3,5–4,5 mm (po nasátí až 1 cm i více), larvy měří 0,8 mm, nymfy kolem 1,1 mm. Ústní ústrojí (gnathosoma) míří dopředu (je u všech stadií dobře viditelné); je tvořeno nepárovým hypostomem opatřeným zpětnými koncentricky uspořádanými zuby a párovými chelicerami rovněž se zpětnými zuby (na vnější straně).

Cca dva týdny po ukončeném nasátí klade samička vajíčka v počtu několik tisíc kusů (cca 2 až 4) na povrch půdy na chráněných místech s vhodným mikroklimatem (Obr. 1). Larvy se z vajíček líhnou nejdříve za 6 týdnů a následně se po nasátí (cca po 1 až 6 měsících) svlékají a mění v nymfu, která se opět musí nasát a měnit se v imago (cca po dvou či více měsících). Za zcela specifických a velmi příznivých podmínek může u *I. ricinus* proběhnout vývoj od larvy do dospělosti během jediné sezóny (tedy od jara do podzimu), většinou se však protahuje na delší dobu a typický vývoj trvá dva až tři roky. Jednotlivá stadia mohou poměrně dlouho hladovět (až 1,5 roku) a přezimování (nejkritičtější období života klíšťat) se může uskutečnit ve všech stadiích.



**Obr. 1** Kladoucí samička klíšťete obecného (*Ixodes ricinus*) (foto: D. Modrý)

Klíšťata skupiny *I. ricinus* přenáší řadu virových (klíšťová encefalitida, krymsko-konžská hemorrhagická horečka), bakteriálních (*Coxiella burnetii*, *Borrelia burgdorferi* s.l., *Anaplasma marginale*, *A. phagocytophila*) a protozoálních (*Babesia divergens*) onemocnění. *Ixodes persulcatus* je hlavním vektorem ruské jaro-letní encefalitidy a přenáší i *Babesia* spp., *Anaplasma ovis* a tularémii. *Ixodes scapularis* je vektorem *Borrelia burgdorferi* s.l., původce Lymské borreliózy v USA a Kanadě; tento druh přenáší také *Babesia microti* (původce lidské babesiózy). *Ixodes pacificus* a *Ix. neotomae* přenáší na severoamerickém kontinentě původce Lymské boreliózy, tularémii a rickettsie ze skupiny horečky Skalisticích hor (Rocky Mountain spotted fever); na místech sání těchto klíšťat navíc vznikají pomalu se hojící vředy. Druhy *Ix. rubicundus*, *Ix. holocyclus* a některé další působí dočasné ochrnutí (paralýzy) u dobytka, člověka a psovitých šelem.

### 3. ROD *DERMACENTOR*

Rod *Dermacentor* (píják), z cca třicet druhů píjáků rodu *Dermacentor* jich patnáct obývá Palearkt (pouze dva Evropu), přibližně stejný počet druhů se vyskytuje v tropických oblastech. Většinou jsou to trojhostitelské druhy. *Dermacentor reticulatus* (píják lužní), eurasijský druh, u nás původně v lužních lesích na jižní Moravě, ale v posledních letech se intenzivně šíří na západ republiky (viz projekt „najdipijaka.cz“) (Obr. 2). Larvy a nymfy jsou nidikolní (proto se s nimi běžně neseťkáváme) a sají zejména na drobných savcích, imaga napadají zejména volně žijící větší savce včetně člověka. *Dermacentor marginatus* (píják stepní), obývá stepní a lesostepní oblasti Evropy a Asie, nejbliže našemu území je na jižním Slovensku, larvy a nymfy nidikolní (drobní savci).



Obr. 2 Samice (vlevo) a samec píjáka lužního (*Dermacentor reticulatus*) (foto: D. Modrý)

Druhy rodu *Dermacentor* přenášejí řadu virů, bakterií (*Anaplasma marginale*, původce tularémie a Q-horečky) a prvoků (*Babesia bovis*, *B. caballi*, *B. equi*, *B. canis*, *Theileria ovis*). Americké druhy jsou mj. vektory Kolorádské klíšťové horečky (Colorado tick fever) virového původu a horečky Skalisticích hor (Rocky Mountain spotted fever) bakteriálního původu (*Rickettsia rickettsii*). Druhy *Dermacentor andersoni* a *D. variabilis* jsou původci klíšťové paralýzy domácích i volně žijících zvířat a člověka. Druh *D. reticulatus* je hlavním přenašečem tularémie v jejich přírodních ohniscích.



#### 4. ROD HAEMAPHYSALIS

Rod *Haemaphysalis* (klíšť) postrádá stejně jako rod *Ixodes* oči (Obr. 3). Druhý článek palp se výrazně rozšiřuje a gnathosoma je krátká typicky pětiúhelníkovitá. Z rozsáhlého rodu *Haemaphysalis* (téměř dvě stě druhů) parazituje na hospodářských zvířatech jen několik. V ČR (J Morava) se vyskytuje jeden druh – *Haemaphysalis concinna* (klíšť lužní); na Slovensku pak další dva druhy – *H. inermis* (klíšť lesostepní) a *H. punctata* (klíšť stepní).

Zástupci tohoto rodu vyvolávají klíšťové paralýzy a přenášejí původce klíšťové encefalitidy, tularémie, Q-horečky a brucelózy, dále pak *Anaplasma masaeterum*, z prvoků *Theileria orientalis*, *T. ovis*, *Babesia major*, *B. motasi*, *B. canis* a řadu dalších patogenů.

Klíšťata rodu *Hyalomma* (cca třicet druhů) patří mezi nejčastější druhy klíšťat napadající hospodářská zvířata v aridních a semiaridních biotopech a v oblastech s dlouhým obdobím sucha. Vyskytují se od střední a jihozápadní Asie přes Evropu až do jižní Afriky. Pro tento rod jsou typické poměrně dlouhé palpy, které jsou alespoň dvakrát tak dlouhé, jak široké. Dlouhé, často páskované nohy. Štítek většinou není zdobený. Některé druhy mají jednohostitelský (např. *H. scupense*) nebo dvouhostitelský vývoj (*H. marginatum*). Některé druhy s trojhostitelským vývojem jsou schopny dokončit vývoj i v jedno- nebo dvouhostitelském cyklu (např. *H. anatolicum*).



Obr. 3 Samec rodu *Hyalomma* (vlevo) a samice klíště lužního (*Haemaphysalis concinna*) (foto: D. Modrý)

*Hyalomma marginatum* je nejběžnější ve Středomoří a severní Africe, dvouhostitelská: larvy a nymfy sají na drobných savcích (hlodavcích) a ptácích, dospělci pak na (domácích) kopytnících, ale i lidech. Důležitý přenašeč (virus Krymsko-Konžská horečky; *Anaplasma*, *Borrelia*, *Coxiella*, *Rickettsia*; *Babesia*, *Theileria*). *Hyalomma rufipes* je rovněž dvouhostitelská a hostitelské preference jsou obdobné jako u druhu *H. marginatum*; rozšíření je méně známé a zahrnuje zejména jižní Evropu a severní Afriku. Oba druhy (*H. marginatum* a *H. rufipes*) byly recentně potvrzeny z území ČR, a to jak ve stádiu nymf (zavlečené spolu s tažnými ptáky), tak i dospělců (sajících především na velkých savcích, jako jsou koně apod.). *Hyalomma aegyptium* je častá u suchozemských želv ve východním Středomoří, tříhostitelská, může ale sát na široké škále hostitelů, včetně člověka. Do ČR zavlečena spolu s želvami, ve volné přírodě dosud nenalezena.

U člověka a ovcí může docházet ke klíšťovým paralýzám. Hlavní význam však spočívá v přenosu širokého spektra patogenů: *Theileria annulata* a *T. parva* (East coast fever), *Babesia equi*, *B. caballi*, *Trypanosoma theileri* (?), *Anaplasma marginale*, *Coxiella burnetii*, *Rickettsia conorii* a řady arborvirů (např. virus krymsko-konžské hemorhagické horečky).

## 5. KLÍŠŤOVÁ PARALÝZA ZVÍŘATA A ČLOVĚKA

Jako zajímavost můžeme uvést existenci tzv. **klíšťové paralýzy zvířat a člověka**. Jako původci paralytických toxických reakcí mohou figurovat klíšťata většiny rodů (udává se až 30 druhů v 10 rodech). Nejčastějšími původci jsou *Ixodes rubicundus* a *Rhipicephalus evertsi*. Paralýzy vyvolané klíšťaty se nejčastěji manifestují u jehňat, kůzlat a telat, dospělá zvířata onemocní méně často. Typické klinické příznaky zahrnují ascendentní symetrickou paralýzu (bez zvýšené teploty) projevující se nejprve na zadních a poté i na předních končetinách. Postižená zvířata mohou uhynout, po odpadnutí klíšťat klinické příznaky často odezní. Specifickým problémem jsou klíšťové paralýzy člověka na východním pobřeží Austrálie působené klíšťem *Ixodes holocyclus*. V severní Americe vyvolávají toxické reakce zejména druhy r. *Dermacentor* (*D. andersoni* a *D. variabilis*).

## 6. PŘEHLED KLÍŠŤÁKŮ A KLÍŠŤAT V ČR A SR

**Přehled klíšťáků a klíšťata žijících trvale na území ČR a SR (tedy bez rodu *Hyalomma*)**

### Argasidae (klíšťáci)

*Argas reflexus* (holubi)

*Argas polonicus* (holubi; sporadicky na Slovensku a Moravě; existence druhu nejistá)

*Argas vespertilionis* (netopýři)

*Argas persicus* (drůbež; jen Slovensko)

### Ixodidae (klíšťata)

*Ixodes apronophorus* (hnízdni; hlodavci obývající vlhké prostředí)

*Ixodes arboricola* (stromové dutiny; ptáci)

*Ixodes frontalis* (hnízdni; ptáci; syn. *Ixodes pari*)

*Ixodes hexagonus* (hnízdni; ježci, šelmy)

*Ixodes lividus* (hnízdni; břehule)

*Ixodes ricinus* (nespecifické)

*Ixodes inopinatus* (nespecifické; systematické postavení nejisté)

*Ixodes trianguliceps* (hnízdni; hlodavci a hmyzožravci)

*Ixodes vespertilionis* (netopýři)

*Ixodes laguri* (hnízdni; hlodavci – veverky, křečci, plši; jen Slovensko)

*Ixodes simplex* (netopýři; jen Slovensko)

*Ixodes rugicollis* (hnízdni; šelmy; v ČR a SR ne ale v okolních státech ano)

*Haemophysalis concinna* (nespecifické; v ČR jen JV)

*Haemophysalis inermis* (savci; jen Slovensko, existuje i záchyt z ČR)

*Haemophysalis punctata* (nespecifické; jen Slovensko)

*Dermacentor reticulatus* (savci; v ČR jen JV)

*Dermacentor marginatus* (savci; jen Slovensko)

## 7. POUŽITÁ LITERATURA

### **Knihy:**

Klíč zvířeny ČSSR IV. 1971.

Klíšťová encefalitida. D. Růžek et al., 2015.

Člověk a klíště. M. Kerles, 2015.

Ticks of Europe and North Africa. A. Estrada-Pena et al., 2018.

### **Články:**

The tick fauna of Czechoslovakia. V. Černý, Folia Parasitologica 19: 87-92, 1972.

A new report of adult *Hyalomma marginatum* and *Hyalomma rufipes* in the Czech Republic. P.M. Lesiczka et al. Ticks and Tick-borne Diseases 13: 101894, 2022.

### **Internetové zdroje:**

<https://najdipijaka.cz/>

<https://klistata-a-infekce.cz/>

<https://www.chmi.cz/predpovedi/predpovedi-pocasi/ceska-republika/predpoved-aktivity-klistat>

[http://web.natur.cuni.cz/gis/klistata/projekt\\_mapa.html](http://web.natur.cuni.cz/gis/klistata/projekt_mapa.html)

<https://www.prf.upol.cz/katedra-ekologie-a-zivotniho-prostredi/vyzkum/#c40183>

## **Kontakt**

**doc. RNDr. Jan Votýpka, Ph.D.**

Katedra parazitologie

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Viničná 7, 128 43 Praha 2

tel.: +420 221 95 1826

e-mail: [jan.votypka@natur.cuni.cz](mailto:jan.votypka@natur.cuni.cz)

# REPELENTY A DALŠÍ PREVENTIVNÍ OPATŘENÍ PŘED KLÍŠŤATY

Ing. Martin Kulma, Ph.D.

Národní referenční laboratoř pro dezinsekcí a deratizaci, Centrum epidemiologie a mikrobiologie, Státní zdravotní ústav

## Abstrakt

Repelenty jsou klíčovým prvkem v rámci osobní ochrany a prevence proti nemocem přenášených klíšťaty, na které neexistuje vakcína. Za repelent je považována přírodní či syntetická látka, která změnou chování členovce a zabrání mu v sání krve na hostiteli a jejichž účinek pro klíště není letální. Kromě látek repelentních se lze proti klíšťatům v omezené míře bránit i pomocí akaricidních látek, které jsou nejčastěji nanášeny přímo na oblečení. Jejich účinnost a palatabilitu lze zvýšit využitím vhodných technologických postupů při ošetření textilií. Při registraci biocidního či repelentního přípravku v Evropské Unii a Spojených státech amerických je nutné předložit test účinnosti v souladu s nařízením a metodikou Evropské agentury pro chemické látky a Agentury pro ochranu životního prostředí. Tyto testy jsou prováděny i v Národní referenční laboratoři pro dezinsekcí a deratizaci. Laboratorní testy nikdy nemohou stoprocentně simulovat podmínky reálného použití v terénu, jsou ale alespoň bazální zárukou určité repelentní účinnosti. Na druhou stranu se na trhu objevuje velké množství produktů, které se jako repelenty tváří, nicméně vzhledem ke svému složení nepodléhají zákonu o biocidech a tudíž neprošly testováním. Jejich účinnost, deklarovaná mnohdy v řádu týdnů i měsíců, je tak velmi diskutabilní a nepodložená relevantními daty.

## Klíčová slova

Osobní ochrana, testy účinnosti, deet, IR3535, picaridin, permethrin

## 1. ÚVOD

Klíšťata jsou ektoparazitické roztoči, kteří slouží jako vektorů patogenů způsobující různá onemocnění u lidí i zvířat. Důraz na kvantifikaci rizik onemocnění u lidí vedl k nárůstu studia bionomie, ekologie a epidemiologie klíšťat. Největší zájem je zaměřen především na druhy, které hrají klíčovou roli v přenosu patogenů na člověka nebo zásadně ovlivňují zdraví produkčně chovaných zvířat. Nejvýznamnějším druhem v České republice, stejně jako ve většině evropských států, je z tohoto pohledu klíště obecné (*Ixodes ricinus*). Tento druh klíštěte tvoří až 95 % všech klíšťat v této zemi a je přenašečem závažných bakteriálních a virových infekcí jako např. lymeská borelióza, rickettsiáza, anaplazmóza, babezióza či klíšťová encefalitida. Vlivem klimatické změny navíc dochází k rozšiřování klíšťat do oblastí, kde se dříve nevyskytovala, význam tohoto parazita tak z hlediska lidské i veterinární medicíny stále roste. Proti většině nemocí přenášených klíšťaty neexistuje účinná profylaxe, jedinou možností osobní ochrany je proto využívání repelentů. Repelenty jsou látky, které zasahují do interakce mezi klíštětem a hostitelem s cílem členovce odradit od sání. Přestože jsou v současnosti nejvíce využívané syntetické repelenty, v poslední době roste zájem o alternativní produkty přírodního původu.

Přípravky, které jsou v rámci Evropské Unie prodávány jako repelenty proti klíšťatům musely před schválením projít registračním či oznamovacím procesem, který vyžaduje toxikologické testy a testy repelentní účinnosti. Většina z těchto přípravků využívá syntetické repelenty, případně v kombinaci s jinou látkou, nejčastěji geraniolem. Přestože je již známo poměrně hodně účinných látek přírodního původu, zejména silic respektive terpenoidů, jejich praktické využití a uvedení na trh je spíše otázkou budoucnosti. Vzhledem k jejich volatilitě je repelentní účinek v nižších koncentracích v porovnání s většinou syntetických repelentů v čase nestabilní. Ve vyšších koncentracích je sice účinnost vyšší, ovšem problematický je obsah látek, které mohou i senzitivnějších jedinců vyvolat alergické reakce.

## 2. REPELENTY

Repelenty jsou látky, které svými vlastnostmi mají schopnost členovce odradit od jejich úmyslu sát krev na obratlovcí (Adenubi et al. 2016). Pokud jde o člověka, nejúčinnějším opatřením pro předcházení přichycení klíšťat a přenosu jimi přenášených onemocnění je vyhnout se místům s vysokou koncentrací klíšťat, důkladně se po pohybu v rizikovém prostředí prohlédnout, nosit světlé oblečení, nosit dlouhé kalhoty zastrčené v obuvi, optimálně obouvat vysokou obuv a používat repelenty (Bissinger & Roe 2010; Lupi et al. 2013). Účinnost repelentů závisí na jejich složení a koncentraci účinné látky, v potaz ovšem musí být brány i další faktory – hlavně klimatické podmínky a mechanické namáhání ošetřených míst (Benelli et al. 2016). Zatímco syntetické repelentní látky jsou známy desítky let a prozatím nedošlo k významnému průlomu ohledně nových účinnějších variant, intenzivní výzkum se

v poslední době stočil hlavně k repelentům přírodního původu. Hlavním cílem by mělo být nalezení látky účinné, bezpečné a zároveň šetrné k přírodě. Zajímavostí je, že přestože tyto látky, zejména DEET, jsou známy již od poloviny 20. století, princip jejich účinku – vyblokování tarzálních receptorů, zodpovědných za chování vedoucí kvyhledávání hostitele - byl objasněn pro komáry teprve v roce 2019 (Dennis et al. 2019) a pro klíšťata dodnes zůstává neupřesněn. Co se týče přírodních repelentů, většina fytochemikálií, které byly testovány na repelentní účinky proti klíšťatům, jsou terpenoidy. Strukturálně to jsou rozmanité sloučeniny, které tvoří největší skupinu sekundárních rostlinných metabolitů a podílejí se na obranných mechanismech rostlin (Langenheim 1994; Kappers et al. 2008).

### Syntetické repelenty

Výčet běžně používaných sloučenin jako repelenty dle Benelliho et al. (2016) jsou IR3535 (= 3-N-acetyl-N-butylamino-propionový ethylester), DEET (N, N-diethyl-m-toluamid), DEPA (N, N-diethyl-2-fenyl-acetamid) a icaridin (1-2-2-hydroxyethyl-1-methylester piperidinkarboxylové kyseliny).

Nejpoužívanější repelentní účinnou látkou na světě je DEET (Frances 2007). Ukázalo se, že DEET je účinný proti různým druhům komárům i klíšťat, přičemž v závislosti na koncentraci a formulaci přípravku poskytuje spolehlivou ochranu po dobu až 8 hodin. Například ve studii Carroll et al. (2008) bylo zjištěno, že krémové přípravky obsahující 33% DEET, poskytují účinnou ochranu před klíšťaty po dobu 12 hodin.

V současné době jsou dle US EPA (2010) pro použití na lidskou kůži proti klíšťatům doporučovány pouze dvě alternativy k DEET, a to IR3535 a icaridin. Icaridin má hned několik výhod oproti DEETu. Nezanechává po sobě žádný zápach, není lepivý nebo mastný, nepoškozuje oblečení a neleptá plasty (Katz et al. 2008). Kromě toho působí podobně, když se aplikuje na kůži, látku či srst zvířat. Proto ho lze použít k repelentní ochraně nejen lidí, ale i psů, koček a koní (Abdel-Ghaffar et al. 2015). Bylo prokázáno, že 10% a 20% koncentrace icaridinu poskytuje velmi vysokou úroveň ochrany po dobu až 12 hodin před klíšťaty *Amblyomma americanum* (Carroll et al. 2008). Navíc přípravky s 20% koncentrací této látky mohou nabídnout srovnatelnou dobu účinku jako DEET (Frances 2007). Další variantou účinného repelentu na klíšťata je IR3535, který byl ve Spojených státech uveden původně na trh jako krém na pokožku pro jeho změkčující a zvlhčující vlastnosti. Později bylo zjištěno, že má také repelentní účinky (Diaz 2016).

### Repelenty přírodního původu

Mezi nejčastěji komerčně používané přírodní repelenty lze zařadit zejména esenciální oleje a přípravky jejichž hlavní repelentní složka pochází z rostlin. Relativně vysoká repelentní účinnost je známá pro repelenty jako je menthoglycol (PMD), které jsou komerčně dostupné na evropském trhu (Diaz 2016). PMD s chemickým názvem p-mentan-3, 8-diol je přírodní syntetická verze hlavní repelentní složky, která má původ v listech rostliny korymbie citroníková (*Corymbie citriodory*). Stejně jako icaridin může nabídnout ochranu před klíšťaty relativně srovnatelnou s DEETem, a to v koncentracích od 10 % až 40 % (Carroll et al. 2008). Další přírodní látka, kterou lze získat například z citronellového esenciálního oleje a často se objevuje v kombinaci se syntetickými látkami, je geraniol. Jeho účinnost proti klíšťatům popsali například Tabanca et al. (2013). V současnosti se geraniol používá velmi často jako synergista syntetických repelentních látek.

Dále bylo recentně prokázáno, že repelentní účinky proti klíšťatům má řada éterických olejů. Esenciální oleje jsou ale vysoce těkavé, proto se nevyznačují dlouhodobou repelencí. Obecně jsou méně účinné a poskytují přijatelnou úroveň ochrany před klíšťaty na kratší dobu po aplikaci než například DEET (Frandin & Day 2002; Moore et al. 2007). Použití vyšších koncentrací případně synergistický účinek směsi více silic může zvýšit repelentní účinnost. Na druhou stranu je třeba vzít v úvahu, že vysoké koncentrace éterických olejů mohou u senzitivních jedinců vést k až dermatitidám (Barnard 1999). Další možností vedoucí k prodloužení doby repelentní účinnosti se do esenciálních olejů často přidávají další specifické látky (Carroll et al. 2008). Takovou látkou jsou například cykloextriny, což jsou netoxické makrocyclické oligosacharidy vedoucí k vytvoření inkluzního komplexu. Ten zvyšuje stabilitu, zlepšuje rozpustnost ve vodě, chrání před oxidací, rozkladem vyvolaným teplem, redukuje fyziologické účinky a v neposlední řadě snižuje těkavost. Díky těmto vlastnostem jsou CD 19 vhodné pro použití v potravinářském a aromatickém průmyslu (Ciobanu et al. 2012). Další možností, jak tento problém řešit je využití některých postupů. Například mikroenkapsulace, což je „obalení“ kapek či pevných částic přírodním nebo syntetickým polymerem (Chagas et al. 2014; Bezzera et al. 2016). Mezi metabolity, které jsou zodpovědně za repelentní účinnost patří některé monoterpeny, jako alfa-pinen, cineol, eugenol, limonen, terpinolen, citronello, citronellal, kafr a tymol, které jsou běžnými složkami řady esenciálních olejů (Jaenson et al. 2006; Park et al. 2005; Yang et al. 2004).

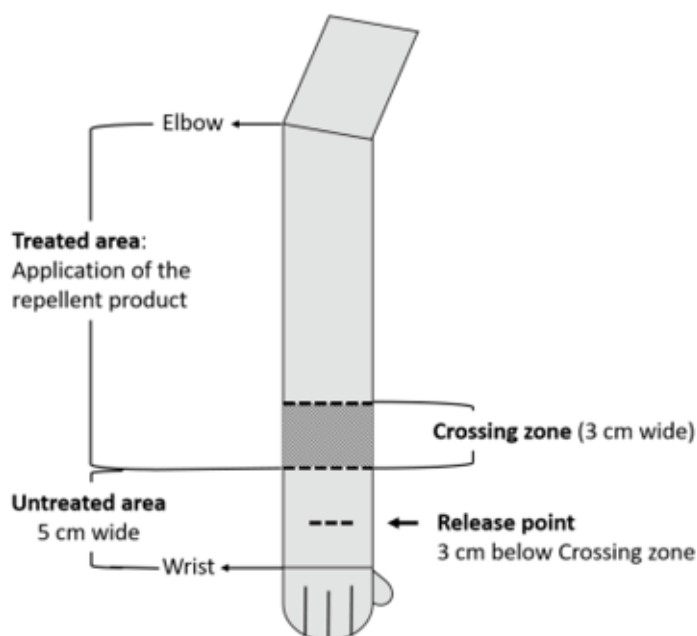


### Akaricidy s repelentními vlastnostmi

Nejpoužívanějším akaricidem, který vykazuje jak neurotoxické i repelentní vlastnosti je pyrethrum (extrakt z rostlin rodu *Chrysanthemum*) či jeho synteticky vytvořená varianta permethrin. Vzhledem k nízké akutní toxicitě pro savce je permethrin využíván hlavně jako účinná látka pro impregnaci oděvů, nikoli jako repelent přímo na kůži (Cisak et al. 2019). Jako vysoce efektivní ochranu proti klíšťatům hodnotí využití permethrinu i Faulde et al. (2012), kteří zjistili, že i po stonásobném vyprání byl dosažen stoprocentní knock-down nymf *Ixodes ricinus*. Dle Appla et al. (2008) je impregnace oděvu permethrinem pro člověka bezpečná až do hodnoty  $1.25 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ .

### 3. TESTY ÚČINNOSTI REPELENTŮ

Laboratorní „simulated-use“ test repelentů se řídí pokyny Evropské agentury pro chemické látky (ECHA, 2021), jež doporučuje následující postup: Repelenty jsou nanášeny v aplikační dávce zadané výrobcem (dle výsledků toxikologických testů) na předloktí jedné ruky dobrovolníků. Předloktí druhé ruky zůstává neošetřeno a slouží jako negativní kontrola – prescreening aktivity klíšťat před samotným testem. Cca 5 cm nad zápěstí je narýsována čára, po kterou je předloktí ošetřeno, a cca 3 cm nad ní je pak zakreslena hraniční čára (Obr. 1).



**Obr. 1** Schéma testování repelentu proti klíšťatům dle ECHA (2021)

Klíšťata jsou každou hodinu v počtu 10 kusů (nymf a dospělců) nasazena na zápěstí a sledován je jejich pohyb. Vzhledem k negativní geotropii se klíšťata pohybují směrem vzhůru a předpokládá se jejich konfrontace s ošetřenou částí. Repelent je neúčinný pokud i) klíště během tří minut překoná hraniční čáru, ii) pohybuje se po ošetřené ploše mezi čarami po dobu jedné minuty. Napopak za repelované je klíště považováno, i) pokud během měřeného intervalu nevstoupí na ošetřenou plochu, ii) pokud se do jedné minuty vrátí z ošetřené plochy zpět na plochu neošetřenou nebo iii) spadne. Výsledná repelence je pak vyjádřena časem (complete protection time) do první potvrzené události překonání bariéry repelentu – tzn. výše uvedené požadavky nesplní dvě klíšťata v během jednoho intervalu nebo jedno klíště ve dvou po sobě jdoucích měřených časech. Pro repelentem ošetřené oblečení je metodika identická s rozdílem toho, že repelent není aplikován na pokožku, ale na textílii. Pokud by repelenty měly získat tzv. general claim proti klíšťatům, musí být potvrzena jejich účinnost proti nymfám i dospělým samicím, jejichž senzitivita k repelentům je výrazně nižší (Kulma et al. 2019).

#### 4. POUŽITÁ LITERATURA

- Abdel-Ghaffar F, Al-Quraisy S, Mehlhorn H. 2015. Length of tick repellency depends on formulation of the repellent compound (icaridin = Saltidin®): tests on *Ixodes persulcatus* and *Ixodes ricinus* placed on hands and clothes. *Parasitology Research* 114:3041–3045.
- Adenubi OT, Fasina FO, McGaw, LJ, Eloff, JN, Naidoo V. 2016. Plant extracts to control ticks of veterinary and medical importance: A review. *South African Journal of Botany* 105:178–193.
- Appel KE, Gundert-Remy U, Fischer H, Faulde M, Mross KG, Letzel S, Rossbach B. 2008. Risk assessment of Bundeswehr (German Federal Armed Forces) permethrin-impregnated battle dress uniforms (BDU). *International Journal of Hygiene Environmental Health* 1-2: 88-104.
- Benelli G, Pavela R, Canale A, Mehlhorn H. 2016. Tick repellents and acaricides of botanical origin: a green roadmap to control tick-borne diseases? *Parasitology Research* 115:2545–2560.
- Barnard DR. 1999. Repellency of essential oils to mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology* 36: 625–629.
- Bezzera FM, Carmona OG, Carmon, CG, Lis MJ, de Moraes FF. 2016. Controlled release of microencapsulated citronella essential oil on cotton and polyester matrices. *Cellulose* 23: 1459–1470.
- Bissinger BW, Roe MR. 2010. Tick repellents: past, present, and future. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 96:63–79.
- Carroll JF, Benante JP, Klun JA, White CE, Debboun M, Pound JM, Dheranetra W. 2008. Twelvehour duration testing of cream formulations of three repellents against *Amblyomma americanum*. *Medical and Veterinary Entomology* 22:144–151.
- Cisak E, Wójcik-Fatla A, Zajac V, Dutkiewicz J. (2012). Repellents and acaricides as personal protection measures in the prevention of tick-borne diseases. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 19(4): 16-22.
- Ciobanu A, Mallard I, Landy D. 2012. Inclusion interactions of cyclodextrins and crosslinked cyclodextrin polymers with linalool and camphor in *Lavandula angustifolia* essential oil. *Carbohydrate Polymers* 87:1963–1970.
- Dennis EJ, Goldman OV, Vosshall LB. (2019). *Aedes aegypti* mosquitoes use their legs to sense DEET on contact. *Current Biology* 29(9): 1551-1556.
- Diaz JH. 2016 Chemical and plant-based insect repellents: Efficacy, safety, and toxicity. *Wilderness & Environmental Medicine* 27:153–163.
- Evropská agentura pro chemické látky (ECHA). 2021. Guidance on the Biocidal Products Regulation, Volume II Efficacy - Assessment and Evaluation (Parts B+C), Version 4.0. Helsinki, Finland.
- Faulde MK, Nehring O. 2012. Synergistic insecticidal and repellent effects of combined pyrethroid and repellent-impregnated bed nets using a novel long-lasting polymer-coating multi-layer technique. *Parasitology Research* 111: 755-765.
- Fradin MS, Day JF. 2002. Comparative efficacy of insect repellents against mosquito bites. *The New England Journal of Medicine* 347:13–18.
- Frances SP, Debboun M, Frances S, Strickman D. 2007. Efficacy and safety of repellents containing DEET. CRC Press Taylor and Francis Group, USA.
- Chagas AC, Domingues LF, Fantatto RR, Giglioti R, Oliveira MCS, Oliveira DH, Mano RA, Jacob RG. 2014. In vitro and in vivo acaricide action of juvenoid analogs produced from the chemical modification of *Cymbopogon* spp. and *Corymbia citriodora* essential oil on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Veterinary Parasitology* 205:277–284.
- Jaenson TGT, Garbou S, Pålsson K. 2006. Repellency of oils of lemon eucalyptus, geranium, and lavender and the mosquito repellent MyggA natural to *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in the laboratory and field. *Journal of Medical Entomology* 43:731–736.
- Katz T, Miller J, Hebert A. 2008. Insect repellents: historical perspectives and new developments. *Journal of the American Academy of Dermatology* 58:865–871.
- Kulma M, Kopecký O, Bubová T. 2019. Nymphs of *Ixodes ricinus* are more sensitive to deet than adult females. *Journal of the American Mosquito Control Association* 35(4): 279-284.
- Lupi E, Hatz C, Schlagenhauf P. 2013. The efficacy of repellents against *Aedes*, *Anopheles*, *Culex* and *Ixodes* spp. *Travel Medicine and Infectious Disease* 11:374–411.

- Moore SJ, Lenglet A, Hill N. 2007. Plant-based insect repellents. Pages 276–304 in Debboun M, Frances S, Strickman D, editors. Insect repellents: principles, methods, and uses. CRC Press, Boca Raton.
- Park BS, Choi WS, Kim JH, Lee SE. 2005. Monoterpenes from thyme (*Thymus vulgaris*) as potential mosquito repellents. *Journal of the American Mosquito Control Association* 21:80–83.
- Tabanca N, Wang M, Avonto C, Chittiboyina AG, Parcher J F, Carroll JF., ... & Khan IA. 2013. Bioactivity-guided investigation of geranium essential oils as natural tick repellents. *Journal of agricultural and food chemistry* 61(17): 4101-4107.
- USEPA [United States Environmental Protection Agency]. 2010. Product performance test guidelines OPPTS 810.3700: insect repellents to be applied to human skin. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, Office of Chemical Safety and Pollution Prevention.
- Yang YC, Lee EH, Lee HS, Lee DK, Ahn YJ. 2004. Repellency of aromatic medicinal plant extracts and a steam distillate to *Aedes aegypti*. *Journal of American Mosquito Control Association* 20:146–149.

---

## Kontakt

**Ing. Martin Kulma, Ph.D.**

Státní zdravotní ústav, NRL DD

Šrobárova 49/48

tel.: + 420 26708 2566

e-mail: martin.kulma@szu.cz

---

# KLÍŠŤATY PŘENÁŠENÁ ONEMOCNĚNÍ A JEJICH LÉČBA

RNDr. Kateřina Kybicová, Ph.D.

Státní zdravotní ústav

## Abstrakt

Klíšťata jsou vícehostitelští krevsající členovci a jsou vektory mnoha patogenů. Přenáší celou řadu nebezpečných patogenů, jako jsou Flavivirus, Orbivirus, *Borrelia burgdorferi sensu lato*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Coxiella burnetii*, *Rickettsia helvetica*, *Francisella tularensis*, *Bartonella henselae*, *Babesia microti*, *Babesia divergens* a *Babesia ovis*. Nejrozšířenějším klíštětem na území ČR je klíště obecné *Ixodes ricinus*. Nejčastějším bakteriálním onemocněním přenášeným klíšťaty v ČR je lymeská borelióza způsobená spirochétami komplexu *Borrelia burgdorferi sensu lato* (s.l.). V Evropě je každoročně hlášeno více než 232 000 nových případů lymeské boreliózy. V ČR je ročně hlášeno kolem 4000 případů. Druhým nejčastějším onemocněním je klíšťová encefalitida (Flavivirus), ročně je v ČR hlášeno kolem 700 nových případů. Klíšťata mohou přenášet také intracelulární bakterie způsobující lidskou granulocytární anaplasmózu (*Anaplasma phagocytophilum*) a příbuzné bakterie ze stejného řádu Rickettsiales (*Rickettsia helvetica* and *Rickettsia monacensis*). Dále mohou přenášet bakterie způsobující tularémii (*Francisella tularensis*) a nemoc kočičího škrábnutí (*Bartonella henselae*). V neposlední řadě je třeba uvést parazitární onemocnění z kmene Apicomplexa. Z těchto nemocí je známá babezióza (*Babesia divergens*, *Babesia microti*). Bakteriální onemocnění jsou dobře léčitelná antibiotiky, v případě parazitárního onemocnění je třeba kombinace s antimalariky. U virového onemocnění klíšťové encefalitidy stále neexistuje cílená léčba, léčí se jen příznaky a jedinou ochranou je očkování.

## Klíčová slova

Lymeská borelióza, klíšťová encefalitida, lidská granulocytární anaplasmóza, tularémie, rickettsióza, babeziózy

## 1. ÚVOD

Z hlediska nebezpečí pro člověka ale rovněž pro mnohá domácí zvířata jsou klíšťata jako přenašeči řady infekčních chorob v České republice a střední Evropě považována za nejdůležitější vektory patogenů. Zvláště pak klíště obecné *Ixodes ricinus* je v našich zeměpisných šířkách epidemiologicky nejvýznamnějším druhem a patří mezi přenašeče původců mnoha závažných onemocnění člověka jako je klíšťová encefalitida, lymeská borelióza a lidská granulocytární anaplasmóza. Může být přenašečem i dalším méně známých onemocnění jako je rickettsióza, babezióza, tularémie a nemoc kočičího škrábnutí. Stejně jako u lymeské boreliózy, tak i u dalších klíšťaty přenášených onemocnění bývají nejčastější nespecifické příznaky typu chřipkového onemocnění, tedy zvýšená teplota či horečka, bolesti hlavy, únava, bolesti svalů apod. Proto je často třeba právě laboratorního potvrzení, aby se dalo určit, o jaké onemocnění se jedná.

## 2. KLÍŠŤOVÁ ENCEFALITIDA

Jedná se o velmi závažné virové onemocnění vyvolané virem v rámci rodu *Flavivirus* a čeledi *Flaviviridae*, která je pojmenována podle svého prototypového zástupce viru žluté zimnice. Onemocnění klíšťovou encefalitidou bylo poprvé popsáno v roce 1931 rakouským lékařem H. Schneiderem. Ovšem virus jako původce tohoto onemocnění byl objeven až o několik let později v roce 1937 ruskými vědci, kteří virus klíšťové encefalitidy detekovali v lidských i zvířecích subjektech a klíšťatech *Ixodes persulcatus* (klíště sibiřské). 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. O průběhu onemocnění v některých případech rozhoduje stav imunity, věk, pohlaví jedince či genetické dispozice. Je obecně známo že starší lidé snášejí průběh onemocnění mnohem hůře s častějšími trvalými následky.

Okamžikem vstupu viru klíšťové encefalitidy do organismu začíná inkubační doba onemocnění. Toto období bez obtíží trvá asi 7 až 14 dnů (ale i měsíc). Choroba má dvoufázový průběh. Po inkubační době dojde k rozvoji první fáze onemocnění, ve které příznaky připomínají lehkou chřipku. Nejdříve se objevují bolesti hlavy, únava, horečka, nevolnost a bolesti svalů a kloubů. Po několika dnech obtíže odezní. Poté zpravidla následuje období 1 až 2 týdnů bez příznaků. U některých pacientů může nemoc touto fází skončit a dojít k úplnému uzdravení. Druhá fáze choroby se projevuje krutými bolestmi hlavy provázenými horečkou. Nemocný je světloplachý, přidává se

nevolnost a zvracení. Příznakem poškození nervového systému je ztuhnutí svalů na šíji, svalový třes, nervové obrny, závratě, poruchy spánku, poruchy paměti a dezorientace. Tento akutní stav trvá 2 až 3 týdny. Poté obvykle dojde k postupnému zlepšování stavu.

Přibližně u jedné třetiny infikovaných pacientů první fáze chybí a onemocnění se již ze začátku projeví závažnými příznaky druhé fáze. Asi u čtvrtiny nemocných dochází ke vzniku trvalých následků. Patří k nim například obrny horních končetin, chronické bolesti hlavy, poruchy koncentrace, nálady nebo spánku, snížená výkonnost a deprese. K úmrtí dochází pouze ve výjimečných případech. Cílená léčba klíšťové encefalitidy není zatím dostupná, léčí se jen příznaky a v případě neurologického postižení je nutná hospitalizace.

Počet diagnostikovaných pacientů infikovaných klíšťovou encefalitidou v ČR se ročně pohybuje v průměru okolo 700 případů. Do statistik výskytu klíšťové encefalitidy na území České republiky jsou zaznamenány pouze laboratorně potvrzená onemocnění, která jsou hlášena od počátku sedmdesátých let nejdříve do systému EPIDAT a od roku 2018 do systému ISIN.

Za účinnou prevencí před onemocněním klíšťové encefalitidy považujeme očkování inaktivovaným virem klíšťové encefalitidy. Vzhledem k plošnému výskytu viru klíšťové encefalitidy na našem území je očkování doporučeno pro děti i dospělé. Základní očkování se stává ze tří dávek účinné látky (0-1-12 měsíců), kterou je po určitém časovém intervalu (3, později 5 let) nutné přeočkovat. Některé zdravotní pojišťovny poskytují svým klientům na toto očkování finanční příspěvek a od 1.1.2022 je občanům ČR nad 50 let vakcína plně hrazena.

### 3. LYMESKÁ BORELIÓZA

Lymeská borrelióza (LB) je nejčastěji se vyskytujícím onemocněním přenášeným vektory na území evropského kontinentu. Původcem tohoto onemocnění jsou gramnegativní spirálovité mikroaerofilní bakterie s nepravidelnými závití – *Borrelia burgdorferi* sensu lato. Na základě analýzy molekulárně biologických vlastností je tento komplex členěn na nejméně 22 genospecies. Přičemž každoročně vědci z celého světa objevují nové druhy. Jednotlivé druhy borrelií se liší svou antigenní výbavou, afinitou k různým tkáním a vazbou na rezervoárového hostitele. V České republice byla diagnostikována onemocnění způsobená *B. burgdorferi* sensu stricto (kloubní a nervový systém), *B. afzelii* (kožní manifestace), *B. garinii* (neurologické projevy), *B. bavariensis* (neurologické projevy), *B. bissetii*, *B. spielmani* a *B. valaisiana*.

Borrelie mají dlouhé spirálovitě vinuté tělo o délce 4-30  $\mu\text{m}$  a průměru 0,2  $\mu\text{m}$ . Na obou koncích těla vyrůstají bičíky, které jsou ovinuté kolem těla spirochety a umožňují jí pohyb rychlostí až 2mm za minutu. Borrelie tak volně procházejí epitelem, i hematoencefalickou bariérou chránící mozek. Přestože jsou primárně extracelulárními patogeny, mohou vstupovat do buněk hostitele a přežít v nich. Spirochety patrně dovedou při nízkém pH a nedostatku nutriční vytvářet cystám podobné útvary a za vhodných podmínek se zpětně transformovat. Rozmnožují se relativně pomalu, příčným nebo podélným dělením, zhruba každých 7-20 hodin.

Lymeská borrelióza je zoonóza s přírodní ohniskovostí, rezervoáry jsou středně velcí a malí savci, plazy a ptáci. Člověk je pouze náhodným hostitelem. Vektorem je v mírném pásu klíště obecné *Ixodes ricinus*, které má tři stádia (larva, nymfa, dospělec). Zdrojem infekce může být stádium nymfy a dospělce – transstadiální přenos patogena. Transovariální přenos nebyl u borrelie prokázán, takže larva je po vylíhnutí z vajíčka bez borrelií. O možnosti přenosu nákazy komáry, roztoči, blechami nebo ovády se diskutuje, nebyl však doposud dokázán. Vhodným biotopem pro klíšťata jsou vlhké lesy a louky s nízkými křovisky. Vlivem oteplování se v současné době mohou pohybovat ve výškách až okolo 1200 m.n.m. Optimální je teplota okolo 17-20 °C a vlhkost 80 %. V přírodě se předpokládá vývoj jedné generace na 1 rok až 5 let. Vhodným prostorem pro život klíšťat jsou i městské parky a lesoparky.

Počet obyvatel České republiky, kteří onemocněli LB v jakékoliv formě bylo v letech 2018 hlášeno 4724 případů, 2019 – 4102, 2020 – 3710 a 2021 – 2835 případů. Incidence má v posledních letech setrvalý trend s lehkými meziročními výkyvy. Největší počet hlášených případů připadá na 26. až 31. týden v roce, což je způsobeno dlouhou inkubační dobou. Infekcí jsou nejvíce ohroženy děti ve věku 5 až 9 let a dospělí nad 55 let věku. Nejvyšší počet infekcí byl za posledních 10 let hlášen v letech 2013, 2016 a 2018. Nejvíce případů je pak hlášeno v kraji Vysočina, dále pak v kraji Jihočeském, Libereckém, Olomouckém a Zlínském.

Klinické projevy LB se dělí do tří stádií. Časné stádium pozorujeme v prvních týdnech a měsících po nákaze, pozdní stádium probíhá měsíce až roky po infekci. Bakterie mají afinitu k tkáním a poškozují hlavně centrální a periferní nervový systém, klouby, myokard, kosterní svalstvo, některé struktury oka a kůže.

Pro kožní projevy je charakteristické, že se mohou vyskytovat ve všech třech stádiích nemoci, mohou být dále komplikovány mimokožními manifestacemi – neuroborreliózou, myokarditidou, artritidou, myalgií, dysrytmiemi, keratitidou atd.



Erythema migrans (EM) je nejtypičtější kožní příznak vznikající 3. až 30. den po nákaze a bývá diagnostikován zhruba u poloviny infikovaných pacientů. Obvykle začíná jako červená makula, jež se zvětšuje a šíří do okolí. Její průměr je minimálně 5 cm a může být až desítky centimetrů. Centrální výbled s periferním lemlem nemusí být vždy přítomen. Erythem nesvědčí, neboli a odezní spontánně v průběhu týdnů až měsíců, antibiotická léčba trvání příznaků zkracuje. Diferenciálně diagnosticky je nutné zvážit reakci na bodnutí hmyzem, erysipel, povrchovou dermatomykózu, erytrazma, lékový exantem či ekzém.

Borreliový lymfocytom (BL) je papula temně červené až fialové barvy, může dosahovat velikosti až 5 cm. Vyskytuje se častěji u mužů a dětí, obvykle bývá lokalizována na boltci ucha, špičce nosu, méně často pak na dvorcí prsní bradavky nebo skrotu. Kožní projev může být doprovázen regionální lymfadenitidou a bez léčby přetrvává i více než rok. V diferenciální diagnostice zvažujeme maligní lymfom, hemangiom nebo jiné kožní nádory.

Acrodermatitis chronica atrophicans (ACA) je projevem pozdního stádia LB a bez léčby přetrvává desetiletí. Obvyklá lokalizace je na akrálních částech končetin, kůže je zbarvena do mordočervena. Postupně dochází k progresy trofických změn, kůže připomíná cigaretový papír, často dochází k afekci kloubů a periferních nervů.

Neuroborrelióza se projevuje postižením nervového systému, periferního i centrálního. Rozeznáváme časnou a pozdní formu. Časná forma bývá často samoúdravná. Garinův-Bujadouxův-Bannwarthův syndrom- postižení periferního NS, klinicky jde o asymetrické postižení s kořenovými bolestmi, parézami a bolestí hlavy. Postižení centrálního nervového systému je v časně fázi dost vzácné. Pozdní neuroborrelióza- nervové příznaky 6 měsíců po infekci. Má projevy centrální i periferní oblasti CN. Projevuje se nejčastěji jako radikulopatiemi, mononeuropatiemi a polyneuropatiemi, vzácně jako

Lymeská artritida- jedná se pozdní kloubního postižení. Nejprve jde o bolest velkých kloubů následované otokem. Nejčastěji je postižen kloub kolenní. Toto onemocnění dobře reaguje na ATB terapii, i přesto že bolest může přetrvávat několik týdnů po léčbě.

Lymeská karditida- jde o velmi vzácné onemocnění. Klinicky se projevuje bolestí na prsou, dušností a nepravidelným srdečním rytmem. Oční manifestace jsou vzácné, objevují se ve všech stádiích onemocnění jak konjunktivitidy, uveitidy, keratitidy nebo episkleritidy.

Postborreliový syndrom (Post-Lyme Disease Syndrome)- projevuje se jako obtíže přetrvávající 6 měsíců. Klinicky může jít o únavu, parestezie, myalgie, artralgie, cefalgie, poruchy spánku až horší pracovní výkonnost. Není k dispozici žádný laboratorní test, který by tento syndrom jednoznačně diagnostikoval. Na základě dosud provedených studií bylo prokázáno, že ani standardní, ani dlouhodobá antibiotická léčba nepřináší pozitivní efekt jiný než placebový.

V současné době není vakcína pro humánní účely k dispozici. Jedinou účinnou prevencí je používání repelentů, vhodného oděvu a obuvi při pobytu v přírodě. Důležitá je i prohlídka těla, rychlé odstranění klíštěte (nejlépe do 24 hod.) a následná dezinfekce místa zákusu. V případě projevu klinických příznaků je nutná antibiotická terapie. Podávání ATB léčby spojené s příznaky LB více než třikrát není účelné. Antibiotická terapie jakékoliv formy LB trvající déle než 4 týdny není vhodná. Pozitivita odstraněného klíštěte není indikací k ATB terapii, léčba probíhá pouze při projevení klinických příznaků.

#### 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 lidská granulocytární anaplasmóza (HGA). Poprvé byla *A. phagocytophilum* popsána v devadesátých letech 20. století v USA, ale je rozšířena v Evropě i České republice. Anaplasmóza se projevuje po inkubační době 1 až 3 týdnů nespecifickými projevy – horečka, zimnice, bolest hlavy a svalů, nevolnost, zvracení, průjemy a vzácněji vyrážkou na kůži. V takových případech může být zaměňována za boreliózu. Fatální infekce se vyskytují zřídka, ale infekce může vyústit v multiorgánové selhání. Je to onemocnění především akutní, neléčené včas může ohrožovat život pacienta závažnými komplikacemi, krvácení do některých orgánů je důsledek nedostatku krevních destiček. Závažný průběh má u pacientů s jinými nemocemi. Pacientům s trombocytopenií a/nebo leukopenií, kteří jsou vystaveni expozici klíšťat, by měla být věnována zvýšená pozornost. Onemocnění však může proběhnout i bez klinických příznaků. Přestože klinické průběhy onemocnění popsané v Evropě jsou podobné průběhům onemocnění v USA, jsou evropské případy obecně považovány za mírnější. U řady pacientů má anaplasmóza obdobné klinické projevy, jako v případě jiných onemocnění, proto je nutné co možná nejvíce zintenzivnit přesnost laboratorních vyšetření při identifikaci této nemoci.

V České republice není anaplasmóza tak často hlášeným onemocněním jako v případě klíšťové encefalitidy či lymeské boreliózy, hlášené případy tohoto onemocnění se pohybují pouze v jednotkách případů ročně. To může být způsobeno i nedostatečným povědomím o této nemoci, neboť infikovanost klíšťat tímto patogenem v ČR je vyšší, než je u viru klíšťové encefalitidy.

Hlavním přenašečem *A. phagocytophilum* v Evropě je klíště *I. ricinus* s velmi rozlišnou prevalencí v jednotlivých zemích v rozmezí 0,5 až 34% s vysokou variabilitou uvnitř států. Klíšťata se infikují od zvířecích hostitelů, rezervoárů onemocnění. Rezervoáři onemocnění jsou domácí nebo volně žijících přežvýkavcích, ježci a divoká prasata. Jak v USA, tak v Evropě byly popsány případy lidské granulocytární anaplasmózy po transfuzi krve nebo červených krvinek. V USA byl popsán také perinatální přenos z matky na dítě. *A. phagocytophilum* patogenní pro člověka může rovněž způsobit onemocnění koní, psů a domácích koček.

Po vstupu bakterií do hostitelského organismu se Anaplasma rozmnožují binárním dělením v cytoplasmě hostitelských bílých krvinek. Anaplasma v bílých krvinkách vytváří specifické útvary, tzv. moruly, které jsou v infikovaných bílých krvinkách viditelné už po 5 až 7 dnech od nakažení.

Vzhledem k tomu, že klíštěcí přenašeč a zeměpisný rozsah pro lidskou granulocytární anaplasmóza je obdobný jako v případě lymeské boreliózy, doporučují se jako neúčinnější léčba preparáty obsahující doxycyklin. V chronickém stádiu je možné využít chloramfenikol, který však vykazuje řadu nežádoucích účinků. Pro medikaci je proto nutná přesná laboratorní identifikace při laboratorním vyšetření.

K prevenci onemocnění není dosud dostupná žádná očkovací látka, nezbyvá než se chránit před klíštětem samotným. Při pobytu v přírodě nosit vhodný oděv. K dalším preventivním opatřením patří použití repelentů proti hmyzu na kůži i na oblečení, časté kontroly kůže po pobytu v přírodě a včasné odstranění přisátých klíšťat, aby bylo minimalizováno riziko přenosu infekce. Místo přisátí je třeba desinfikovat.

## 5. RICKETTSIÓZA

Původcem onemocnění je skupina intracelulárních bakterií. Rickettsie, které způsobují rickettsiózy, jsou přenášeny klíšťaty a způsobují skvrnitě (purpurové) horečky (v Evropě např. Marseillská horečka, v Americe Horečka Skalistých hor). Rickettsie přenášené prostřednictvím blech a vší a způsobují skvrnitý tyfus. V ČR jsou to většinou nákazy importované, jejich výskyt byl potvrzen v sousedních státech, např. v Německu a Rakousku. Na území ČR stejně tak jako v sousedních státech se vyskytuje v klíšťatech nejčastěji *Rickettsia helvetica*. Tato bakterie může vyvolat onemocnění patřící do skupiny skvrnitých horeček zvláště pak u imunosuprimovaných jedinců. Průběh a závažnost choroby se liší podle typu onemocnění, které jednotlivé rickettsie vyvolávají. V místě sání klíštěte vzniká vřidek, postupně se tvoří strup, může se vytvořit vyrážka, provázená krvácením. Nemoc se projevuje typicky horečkou a chřipkovými příznaky. Komplikace mohou být závažné, při poklesu tlaku dojde k oběhovému selhání, porucha vědomí nastává při zánětu mozku, při zánětu plic jsou dechové potíže. Stejně jako předchozí dvě onemocnění jsou i rickettsiózy, jsou-li včas odhaleny, léčitelné antibiotiky.

## 6. TULARÉMIE

Tularemie je závažné onemocnění způsobené bakteriemi *Francisella tularensis*. Tato choroba postihuje nejčastěji divoce žijící zvířata, avšak hostitelem těchto bakterií se může stát i člověk. Tularemie je rovněž nákaza s přírodní ohniskovostí, nejčastěji infikované skupiny zvířat jsou zajíci, králíci a hlodavci. V případě vypuknutí nákazy dochází k velkým a rychlým úhynům nakažených zvířat. Lidský hostitel se může tularémií nakazit několika způsoby, od tělesného kontaktu s infikovanou zvěří, vdechováním kontaminovaných aerosolů, kontaktu s kontaminovanou vodou a v neposledním případě z kontaktu s infikovaným klíštětem. Bakterie způsobující tularémii jsou vysoce infekční, do hostitele mohou pronikat různými způsoby, skrze ústa, kůži, plíce a oči. Příznaky onemocnění se liší dle místa vstupu bakterií do těla hostitele, přenos z člověka na člověka zatím nebyl prokázán. Infekce způsobené klíšťaty jsou nejčastěji v ulceroglandulární nebo glandulární formě. Mezi prokázané přenašeče onemocnění patří i klíšťata v našich zeměpisných podmínkách nejčastěji *Ixodes ricinus*.

Příznaky onemocnění se odlišují dle místa vstupu bakterií do těla hostitele. Pojítkem pro všechny formy tularémie jsou však horečky, kolem 40 °C. Samotná diagnostika onemocnění bývá velmi složitá, tularémie je velice často zaměňována za jiné onemocnění. Proto je důležité zahrnout do diagnózy údaje o kontaktu s infikovanou zvěří či klíštětem. Pro potvrzení diagnózy se využívá sérologické i molekulární diagnostiky. Ve většině případů dochází u nakažených jedinců po podání antibiotik k zotavení. Nejčastěji podávaná antibiotika jsou streptomycin, gentamicin či doxycyklin. V neléčené formě může onemocnění zasáhnout různé orgány nebo způsobit závažné imunopatologické fenomény. Jako prevence onemocnění je nejčastěji uváděna opatrnost při manipulaci se zajíci.

## 7. NEMOC KOČIČÍHO ŠKRÁBNUTÍ

Jedná se o bakteriální onemocnění způsobené bakteriemi rodu *Bartonella*, především bakterie *Bartonella henselae*, jejichž přirozeným rezervoárem jsou domácí zvířata, zejména kočky. Nejčastěji dochází k nakažení hostitele při nešetrné manipulaci s kočkou domácí, zdrojem přenosu bakterií na hostitele je pak trus blechy kočičí při škrábnutí nebo kousnutí kočkou a označuje se jako nemoc z kočičího škrábnutí. *Bartonella henselae* se množí v zaživacím traktu kočičích blech a přežívá po několik dní v bleším trusu, zblešené zvíře si následně během péče o srst infikuje drápy a po následném škrábnutí hostitele dochází k nakažení hostitele. Jako nejfrekventovanější přenašeči onemocnění jsou uváděny kočičí blechy, ovšem v posledních letech je stále častěji v souvislosti s bartonelózou uváděn jako přenašeč i klíště obecné (*Ixodes ricinus*).

V místě sání klíštěte či poranění kočkou vzniká charakteristický tmavý příškvár podobný tmavšímu strupu, který se vytvoří za 5 až 10 dní. U postiženého dochází ke zduření nejbližších lymfatických uzlin, které trvá od 1 týdnu do dvou měsíců. Mezi další projevy onemocnění patří bolesti hlavy, slabost, závratě, malátnost, únava, bolesti svalů, kloubů či očí. Závaznější průběh vyvolává onemocnění u jedinců s narušenou imunitou, u kterých může vést k postižení celého organismu. U jedinců s oslabeným imunitním systémem může onemocnění způsobit řadu nebezpečných komplikací jako peliózy jater a sleziny, záněty endokardu, očí či mozku. Diagnóza je stanovována pomocí metody nepřímé imunofluorescence průkazem specifických protilátek IgM a IgG. Pro následnou léčbu jsou vhodná antibiotika, a to především doxycyklin.

## 8. BABESIÓZA

Babesióza je onemocnění způsobené prvoky rodu *Babesia*, zejména *Babesia divergens* a *Babesia microti*, kteří napadají červené krvinky hostitele. Babesióza je známé onemocnění veterinárního významu u skotu, psů a koní. V současné době je však toto onemocnění stále častěji spojováno s onemocněním postihujícím člověka. V Evropě je patrně nejvíce rozšířena *Babesia divergens*, ve Spojených státech amerických pak *Babesia microti*, která byla od roku 1982 evidována u více jak 200 nakažených. V Evropě jsou nejvýznamnějším vektorem babesii klíšťata rodu *Ixodes*, babesióza proto často doprovází onemocnění způsobené bakteriemi *Borrelia burgdorferi* s.l., tedy lymeskou boreliózu.

U řady lidí, kteří jsou infikováni prvoky rodu *Babesia*, je průběh onemocnění bezpříznakový. Postihuje především pacienty se sníženou imunitou. V těchto případech se u nakažených projevují nespecifické příznaky jako u běžné chřipky, bolesti hlavy, horečka, zimnice, nechutenství, bolesti kloubů a svalů nebo únava. Prvoci rodu *Babesia* napadají a ničí červené krvinky hostitele, kde se množí a přežívají. V některých případech může toto onemocnění vést až tzv. hemolytické anémii, která může vést navíc ke žloutence. Při léčbě babesiózy je k dispozici efektivní léčba, v případě že se u nakažených neprojevují žádné symptomy, nemusejí být tito jedinci obvykle léčeni. V ostatních případech probíhá léčba pomocí antibiotik – Clindamycin, Azitromycin a antimalarik včetně chitinu.



## 9. PRŮBĚŽNÉ VÝSLEDKY TESTOVÁNÍ KLÍŠŤAT Z LESŮ ČR

**Tab. 1** Přehled promořenosti nymf klíštěte obecného *B. burgdorferi* s.l. a *A. phagocytophilum* na vybraných plochách v rámci řešení projektů GSLČR

ID plochy	Název lokality	Okres	Kraj	Počet vyšetřených klíšťat	Borrelia pozitivní	Borrelia pozitivní	Anaplasma pozitivní	Anaplasma pozitivní
125	Vyšší Brod	Český Krumlov	Jihočeský kraj	50	20	40 %	0	0 %
127	Beranova Lhota	Tábot	Jihočeský kraj	50	9	18 %	0	0 %
128	Temelín	České Budějovice	Jihočeský kraj	50	10	20 %	0	0 %
40	Bahna	Blansko	Jihomoravský kraj	50	8	16 %	0	0 %
11	Kozínek	Náchod	Královéhradecký kraj	50	3	6 %	0	0 %
70	Boleslav	Liberec	Liberecký kraj	50	0	0 %	0	0 %
48	Karlovice	Bruntál	Moravskoslezský kraj	50	16	32 %	0	0 %
34	Jestřebí - Pobučí	Šumperk	Olomoucký kraj	50	7	14 %	1	2 %
35	Bohdíkov	Šumperk	Olomoucký kraj	50	11	22 %	0	0 %
102	Soběchleby	Přerov	Olomoucký kraj	50	15	30 %	0	0 %
111	Nelešovice	Přerov	Olomoucký kraj	50	3	6 %	2	4 %
113	Těšíkov	Olomouc	Olomoucký kraj	45	1	2 %	1	2 %
25	Trstenice	Svitavy	Pardubický kraj	50	3	6 %	2	4 %
29	Poběžovice	Pardubice	Pardubický kraj	38	9	24 %	0	0 %
32	Seč	Chrudim	Pardubický kraj	50	8	16 %	1	2 %
38	Hamry	Chrudim	Pardubický kraj	50	6	12 %	0	0 %
74	Svitník	Klatovy	Plzeňský kraj	50	1	2 %	3	6 %
83	Panský vrch - rozcestí	Tachov	Plzeňský kraj	50	12	24 %	3	6 %
86	Kožlany	Plzeň - sever	Plzeňský kraj	50	12	24 %	0	0 %
91	Dolní Folmava	Domažlice	Plzeňský kraj	50	5	10 %	1	2 %
1	Hleďsebe	Mělník	Středočeský kraj	50	6	12 %	1	2 %
2	Horoměřice	Praha - západ	Středočeský kraj	50	5	10 %	1	2 %
6	Horoušanky	Nymburk	Středočeský kraj	50	0	0 %	2	4 %
7	Hradištko	Nymburk	Středočeský kraj	50	3	6 %	0	0 %
8	Doubravany	Nymburk	Středočeský kraj	50	6	12 %	0	0 %
14	Ctiboř	Benešov	Středočeský kraj	50	1	2 %	0	0 %
68	Stochov	Kladno	Středočeský kraj	50	1	2 %	0	0 %
51	Horní Beřkovice	Litoměřice	Ústecký kraj	50	4	8 %	2	4 %
52	Voletice	Louny	Ústecký kraj	50	5	10 %	0	0 %
53	Doubí	Chomutov	Ústecký kraj	50	8	16 %	0	0 %
56	Nová ves v Horách	Most	Ústecký kraj	50	4	8 %	0	0 %
57	Ludvíkovice	Děčín	Ústecký kraj	50	0	0 %	0	0 %
58	Bílina	Teplice	Ústecký kraj	50	1	2 %	1	2 %
67	Pernštejn	Chomutov	Ústecký kraj	50	0	0 %	0	0 %
99	Brzkov	Jihlava	Vysočina	50	2	4 %	0	0 %
119	Nadějov	Jihlava	Vysočina	50	7	14 %	0	0 %
117	Liptál	Vsetín	Zlínský kraj	50	9	18 %	1	2 %

V první části projektu od poloviny prosince 2021 do konce března 2022 bylo v NRL LB vyšetřeno molekulární metodou real-time PCR na přítomnost DNA *B. burgdorferi s.l.* a *A. phagocytophilum* vyšetřeno 1833 vzorků klíšťat z celkem 37 lokalit. Nejčastěji se jednalo o 50 vzorků nymf klíšťat, pouze v jednom případě o 45 klíšťat a v druhém o 38 klíšťat.

Ze třiceti sedmi lokalit nebyla infikovaná klíšťata nalezena pouze ve čtyřech lokalitách (6,57,67,70) v Ústeckém, Středočeském a Libereckém kraji. Naopak nejvyšší infikovanost klíšťat byla nalezena v lokalitách v Jihočeském kraji 125 (40 %) a 128 (20 %), Moravskoslezském kraji 48 (32 %), Olomouckém kraji 102 (30 %) a 35 (22 %), Pardubickém kraji 29 (24 %) a Plzeňském kraji 83 (24 %) a 86 (24 %). V průměru byla klíšťata pozitivní z 12 %.

Ve většině lokalit nebyla nalezena klíšťata infikovaná *A. phagocytophilum*. Pouze ve čtrnácti lokalitách byla detekována DNA *A. phagocytophilum* v klíšťatech a to v 6 % v lokalitách v Plzeňském kraji (74, 83), ve 4 % v lokalitách v Olomouckém, Pardubickém, Středočeském a Ústeckém kraji (6, 25, 51, 111) a ve 2 % v lokalitách v Zlínském, Ústeckém, Středočeském, Plzeňském, pardubickém a Olomouckém kraji (1, 2, 32, 34, 58, 91, 113, 117). V průměru byla klíšťata pozitivní pouze v 1 %.

## 10. PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek vznikl za podpory Grantové služby Lesů ČR, s.p. (GS LČR projekt č. 103 a 115).

## 11. POUŽITÁ LITERATURA

- Auwaeter PG. Lyme disease and other infections transmitted by *Ixodes scapularis*. Philadelphia, USA, Elsevier 2015.
- Barbour AG. Lyme disease. Baltimore, USA, Johns Hopkins University Press 2015, p.315. Ruzlič-Sabljić E, Maraspin V, Stupica D, Rojko T, Bogovič P, Strle F, Čedar T. Comparison of MKP and BSK-H media for the cultivation and isolation of *Borrelia burgdorferi sensu lato*. PLOS ONE February 7, 2017, p.1-11. 2.
- Bartůněk P. Lymeská borrelióza. 3. vydání, Praha, Grada Publishing 2006.
- Beneš J. Infekční lékařství, Lymeská borrelióza. 1. vydání, Praha, Galén 2009: 289–292.
- Boštíková V, Salavec M, Šplíňo M, et al. Lymeská borrelióza – významný problém nejen v České republice. Vakciniologie 2014; 8(1): 11–19.
- Christova I, Schoul, L, van de Pol I, Park J, Panayotov S et al. High prevalence of granulocytic ehrlichiae and *Borrelia burgdorferi sensu lato* in *Ixodes ricinus* ticks from Bulgaria. Journal of clinical microbiology, 2001, 39(11): 4172-4174.
- Courtney JW, Kostelnik LM, Zeidner NS, Massung RF. Multiplex real-time PCR for detection of *Anaplasma phagocytophilum* and *Borrelia burgdorferi*. J Clin Microbiol. 2004 Jul;42(7):3164-8.
- Egyed L, Élő P, Sréter-Lancz Z, Széll Z, Balogh Z and Sréter T. Seasonal activity and tick-borne pathogen infection rates of *Ixodes ricinus* ticks in Hungary. Ticks and tick-borne diseases 2012, 3(2), 90-94.
- Gray J. Lyme borreliosis: biology, epidemiology and control. Wallingford, UK, CABI Publishing 2002.
- Krbková L, Náterová Z, Erythema migrans. Klinická mikrobiologie a infekční lékařství 2012; 18(6): 172–179.
- Krbková L, Kybicová K, Pícha D, Roháčová H, Smíšková D. [Guideline for the diagnosis and treatment of Lyme borreliosis]. Klin Mikrobiol Infekc Lek. 2018 Sep;24(3):88-99. Czech. PMID: 30747990.
- Kybicová, K., Bašťová, K., Malý, M. (2017): Detection of *Borrelia burgdorferi sensu lato* and *Anaplasma phagocytophilum* in questing ticks *Ixodes ricinus* from the Czech Republic. Ticks and tick-borne diseases 8(4): 483-487.
- Lindgren E, Jaenson TGT. 2006. Lyme borreliosis in Europe: influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures. World Health Organization, Copenhagen.
- Prokeš Z. Lymeská borrelióza, Dermatol. praxi 2015; 9(1): 36-39.
- Rizzoli A et al. 2014. *Ixodes ricinus* and its transmitted pathogens in urban and peri-urban areas in Europe: New hazards and relevance for public health. Frontiers in Public Health 2:26.
- Rudolf I, Mendel J, Šikutová S, Švec P, Masaříková J, Nováková D, Buňková L, Sedláček I, Hubálek Z. 2009. 16S rRNA gene-based identification of cultured bacterial flora from host-seeking *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus* and *Haemaphysalis concinna* ticks, vectors of vertebrate pathogens. Folia Microbiologica 54:419–428.

- Růžek, D., Danielová, V., Daniel, M., Chmelík, V., Chrdle, A., Pazdiora, P., Prymula, P., Salát, J., Sýkora, J., Žampachová, E. (2015): Klíšťová encefalitida. Praha: Grada Publishing, 2015, 200 s.
- Ruzlič-Sabljić E, Maraspin V, Cimperman J, Strle F, Lotrič-Furian S, Stupica D and Cerar T. Comparison of isolation rate of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in two different culture media, MKP and BSK-H. *Clinical Microbiology and Infection*, Volume 20 Number 7, July 2014, p.636–641.
- Samuels DS and Radolf JD. *Borrelia: Molecular Biology, Host Interaction and Pathogenesis*. The University of Montana, Missoula, USA and University of Connecticut Health Center, Farmington, USA, Caister Academic Press 2010.
- Treml, F., Pikula, J., Bandouchova, H., Horakova, J. (2007): European brown hare as a potential source of zoonotic agents. *Vet. Med. (Praha)* 52: 451–456.
- SZÚ (2008): Onemocnění přenášená klíšťaty v České republice [online]. Praha: Státní zdravotní ústav (SZÚ), 2008 [cit. 2021-4-02]. Dostupné z: <http://www.szu.cz>. Valešová M. Lymeská artritida, Praha, Grada Publishing 1999.
- Vaverková, R. (2014): Klíšťová encefalitida pohledem epidemiologa. *Vakcinologie*. 8(1): 31-32.
- Votava M. *Lékařská mikrobiologie speciální*. 2. vydání, Brno, Neptun 2006.

## Kontakt

**RNDr. Kateřina Kybicová, Ph.D.**

Státní zdravotní ústav

Šrobárova 48, Praha 10

tel.: +420 267 082 108

e-mail: [katerina.kybicova@szu.cz](mailto:katerina.kybicova@szu.cz)

## VLIV KRAJINNÝCH PARAMETRŮ NA DISTRIBUCI KLÍŠŤAT A RIZIKA KLÍŠŤATY PŘENÁŠENÝCH CHOROB

Doc. RNDr. Tomáš Václavík, Ph.D.<sup>1</sup>, Mgr. Marcel Schichor<sup>1</sup>, prof. MVDr. Emil Tkadlec CSc.<sup>1</sup>,  
Mgr. Alena Balážová<sup>2</sup>, Mgr. Vojtech Baláž, Ph.D.<sup>2</sup>, prof. MVDr. Pavel Široký, Ph.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univerzita Palackého Olomouc, Přírodovědecká fakulta, Katedra ekologie a ŽP

<sup>2</sup> Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav biologie a chorob volně žijících zvířat

### Abstrakt

Výzkumy klíšťových infekcí v České republice se zaměřují převážně na patogeny s významným dopadem na veřejné zdraví (lymská borelióza a klíšťová encefalitida). O výskytu přehlížených patogenů rodů *Anaplasma*, *Rickettsia*, *Babesia* a *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* máme jen kusé informace. Navíc není zcela jasné, jaký vliv má využívání krajiny a krajinná struktura na populaci klíšťat a prevalenci patogenů v jejich populacích. Tento příspěvek shrnuje závěry výzkumu Václavík et al. (2021), který integruje data z rozsáhlého terénního vzorkování, laboratorních analýz a modelování v prostředí GIS, a poskytuje první veřejně dostupné mapy rizik znázorňující míru možné infekce těmito patogeny v České republice. Zároveň výzkum hodnotil vliv krajinných proměnných na abundanci klíšťat v různých prostorových škálách a zkoumal, zda se prevalence patogenů zvyšuje s hustotou klíšťat. Data z 13 340 klíšťat odebraných na 142 lokalitách ukazují, že *A. phagocytophilum* a *Ca. Neoehrlichia mikurensis* v ČR vykazují silně lokalizovaná ohniska výskytu, zatímco *Rickettsia* a *Babesia* mají relativně homogenní prostorovou distribuci. Krajinné parametry měly významný vliv na početnost klíšťat až do rozsahu 1 km kolem vzorkovaných míst. Hustota klíšťata byla ovlivněna jak kompozicí, tak konfigurací krajiny, zejména hustotou lesních plošek, která silně koreluje s množstvím ekotonů, tedy okrajových společenstev na rozhraní lesa a bezlesí. U všech čtyř patogenů byla zjištěna vyšší prevalence v místech s vyšší hustotou klíšťat, což potvrzuje hypotézu, že početnost klíšťat zesiluje riziko infekce. To je s největší pravděpodobností způsobeno výskytem drobných hlodavců, kteří preferují tato stanoviště a zároveň jsou významnými rezervoárovými hostiteli klíšťat.

### Klíčová slova

*Anaplasma*, *Babesia*, *Candidatus Neoehrlichia mikurensis*, krajinná struktura, prevalence, *Rickettsia*

### 1. ÚVOD

Mapy výskytu infikovaných klíšťat jsou běžným nástrojem, jak získat základní přehled o prostorovém rozšíření klíšťových infekcí a jak identifikovat geografické oblasti se zvýšeným rizikem. Tyto mapy jsou obvykle založeny na statistickém modelování vztahu mezi podmínkami prostředí a terénními údaji o výskytu klíšťat a jejich promoření (Estrada-Peña 2008, Höning et al. 2019). O tom, jaký vliv má využívání krajiny a krajinná struktura na epidemiologii klíšťaty přenášených chorob, je toho ovšem známo jen málo. Přibývá poznatků, že změny ve využívání půdy a související krajinná struktura ovlivňují mikroklimatické podmínky a vhodnost stanovišť jak pro klíšťata, tak pro jejich hostitele (Asghar et al. 2016, Jones et al. 2011). Například extenzifikace zemědělství, ponechání půdy ladem a zarůstání vegetací, může zlepšit vhodnost stanoviště pro klíšťata, což vede ke kolonizaci nových stanovišť v místech, kde klíšťata v minulosti nebyla zaznamenána (Medlock et al. 2013). Na druhé straně úbytek remízků a travnatých okrajů polí v důsledku intenzifikace zemědělství může vést k nižší početnosti hlodavčích hostitelů (Michel et al. 2006). Spolu s remízky mizí také vhodné prostředí pro vývoj klíšťat, neboť na obdělávaných plochách chybí listový opad (Perez et al. 2016). Výskyt klíšťat na daném místě je tedy závislý na kombinaci lokálních podmínek prostředí, které napomáhají přežití a kontaktu s hostiteli, a procesů, které umožňují dané místo kolonizovat, jako například přítomnost a dynamika hostitelského druhu. Jednotlivé procesy se však projevují v rozdílných prostorových škálách. Víceškálové přístupy se však v epidemiologických studiích používají jen zřídka (Meentemeyer et al. 2012).

Cílem práce tak bylo:

1. Vytvořit mapy rizik, které budou definovat míru možné nákazy na základě odhadu výskytu a hustoty aktivních klíšťat a promořenosti těchto klíšťat daným patogenem.
2. Zhodnotit vliv krajinných parametrů (vyjádřených metrikami krajinné kompozice a konfigurace) na distribuci klíšťat.
3. Otestovat, zda prevalence patogenů v klíšťatech roste s hustotou populace klíšťat, tzv. amplification effect.

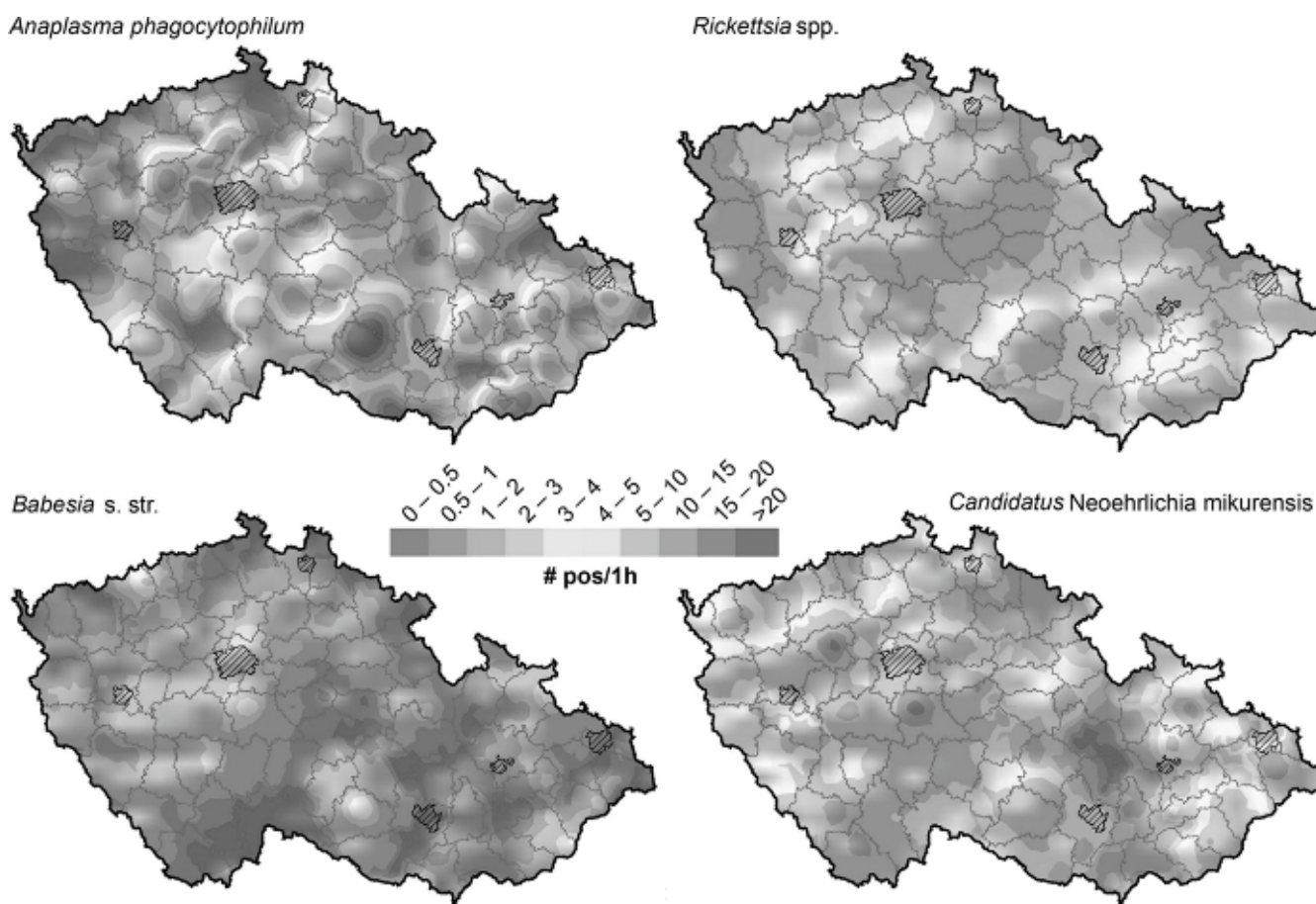
## 2. MATERIÁL A METODY

Sběr klíšťat (*Ixodes ricinus*) probíhal v letech 2016–2018 metodou vlajkování. Základní odběry probíhaly v blízkém okolí měst s více než 15 000 obyvateli. Tyto lokality, významné z hlediska veřejného zdraví, tvořily základní síť, která byla doplněna odběry z míst s nízkou hustotou zalidnění mimo aglomerace. Odchyty probíhaly na různých typech stanovišť. U každého místa odchyty byly zaznamenány GPS souřadnice. Získaná klíšťata byla rozdělena podle druhu, pohlaví a vývojového stádia. Přítomnost patogenů byla zjištěna následnou laboratorní analýzou pomocí metod PCR a qPCR.

Testovány byly dvě skupiny krajinných parametrů, u kterých existoval předpoklad, že mohou ovlivňovat výskyt a početnost klíšťat: (1) podmínky prostředí, jako je nadmořská výška, bioklimatické proměnné a charakteristika vegetace, a (2) indikátory krajinné struktury, tzv. krajinné metriky (McGarigal 2002). Jejich efekt byl testován ve třech měřících, tj. v okruhu 250 m, 500 m a 1 km kolem vzorkovaných lokalit. Riziko nákazy bylo vyjádřeno jako počet infikovaných samic (dospělců či nymf) nalezených za jednu hodinu vlajkování.

## 3. VÝSLEDKY A DISKUZE

Celkem bylo nasbíráno 13 340 klíšťat z okolí 142 obcí a měst. Výsledky ukazují (obr. 1), že některé patogeny jako třeba rickettsie se vyskytují téměř ve všech zkoumaných lokalitách (98 %). Jejich prevalence je v populaci klíšťat celkem rovnoměrná a pohybuje se kolem pěti procent. Na druhou stranu anaplasmy se vyskytovaly v 78 % lokalit, zato vykazovaly výrazná lokální ohniska. Ta byla zjištěna například na Třebíčsku, Prostějovsku či Hodonínsku, kde prevalence přesahovala 15 %.



**Obr. 1** Mapy rizik pro čtyři zkoumané patogeny zobrazující počet infikovaných samic klíšťat *Ixodes ricinus* (dospělců či nymf) nalezených za jednu hodinu vlajkování. Vyšší hodnoty představují vyšší potenciální riziko infekce. Spojité mapy vytvořené prostorovou interpolací (ordinary kriging) bodových dat

Barevné vyobrazení je na předposlední straně obálky.



Regresní analýzy prokázaly, že vlhkostní poměry jsou rozhodující pro výskyt a přežívání klíšťat, jelikož zvláště v prvotních stádiích vývoje (larvy, nymfy) jsou tyto členovci náchylní k vysychání. Výsledky ovšem ukazují, že i struktura krajiny v bezprostředním okolí zkoumaných lokalit hraje zásadní roli (Tab. 1). Početnosti klíšťat byly průkazně vyšší v mozaikovitě krajině s menšími ploškami vegetace a větším poměrem listnatých porostů. Krajinné parametry měly signifikantní efekt na všech zkoumaných prostorových škálách, nejvíce však v případě, kdy krajinné parametry byly měřeny v okruhu 500 m kolem vzorkovaných míst. Výrazně vyšší počet klíšťat byl zaznamenán v okrajových společenstvech na pomezí lesa a bezlesí. To je s největší pravděpodobností způsobeno výskytem drobných hlodavců, jako jsou myšice (*Apodemus*) a norníci (*Myodes*), kteří preferují tato stanoviště a zároveň jsou významnými rezervoárovými hostiteli klíšťat (Perez et al. 2016). Tato zjištění jsou důležitá také proto, že s vyšší populační hustotou klíšťat roste i jejich promořenost danými patogeny. Tento amplifikační efekt byl prokázán u všech patogenů a stádií vývoje klíšťat, nejsilnější byl však pro rickettsie a u klíšťat ve stádiu nymfy. Vysvětlením tohoto efektu je pravděpodobně horizontální přenos patogenu, kdy se neinfikovaná klíšťata nakazí od infikovaných během sání na stejném hostiteli (tzv. co-feeding) (Labuda et al. 1993).

**Tab. 1** Struktura a koeficienty regresních modelů se statisticky průkazným vlivem krajinných parametrů na početnost klíšťat v různých prostorových měřících

Krajinný parametr	250 m		500 m		1 km	
	Regresní koeficient	p-hodnota	Regresní koeficient	p-hodnota	Regresní koeficient	p-hodnota
Tree cover density			0.00795	0.010		
Annual precipitation					-0.00165	0.004
Precipitation of driest quarter	-0.00582	0.011	-0.00475	0.023		
Deciduous forest area					1.31422	<0.001
Density of forest patches	0.01305	0.005	0.04105	0.001		
Edge density of forest patches						
Contagion of forest patches	0.00581	0.007				
Density of land-cover patches			0.05666	0.026		
Mean perimeter-to-area ratio			-0.00024	0.016		
Shannon index of landscape diversity					0.57806	0.002
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0.11</b>		<b>0.17</b>		<b>0.12</b>	
<b>AIC</b>	<b>491.73</b>		<b>469.49</b>		<b>479.50</b>	

#### 4. ZÁVĚR

Tento příspěvek shrnuje závěry výzkumu, jehož cílem bylo připravit mapy rizik čtyř přehlížených klíšťaty přenášených patogenů v České republice. Tyto mapy napomáhají lepšímu porozumění geografické distribuce vektorů daných patogenů a potenciálního rizika infekce, a jsou důležitým doplňkem odhadů rizik založených na hlášení incidence onemocnění. Výsledky studie také vyzdvihují význam krajinných parametrů, které ovlivňují hustotu populací klíšťat, pravděpodobně prostřednictvím jejich účinku na mikroklimatické podmínky a na výskyt malých obratlovců, kteří jsou důležitými hostiteli klíšťat. Budoucí studie by měly explicitně zkoumat kombinovaný vliv krajinných proměnných a populační dynamiky hostitelů na interakce mezi patogeny, vektory patogenů a jejich hostiteli.

#### 5. POUŽITÁ LITERATURA

- Asghar N, Petersson M, Johansson M, Dinnetz P. Local landscape effects on population dynamics of *Ixodes ricinus*. *Geospat Health*. 2016;11(487):283–9.
- Estrada-Peña A. Climate, niche, ticks, and models: what they are and how we should interpret them. *Parasitol Res*. 2008;103(1):87–95.
- Höning V, Švec P, Marek L, Mrkvička T, Dana Z, Wittmann MV, et al. Model of risk of exposure to Lyme borreliosis and tick-borne encephalitis virus-infected ticks in the border area of the Czech Republic (South Bohemia) and Germany (Lower Bavaria and Upper Palatinate). *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(7):1173.
- Jones EO, Webb SD, Ruiz-Fons FJ, Albon S, Gilbert L. The effect of landscape heterogeneity and host movement on a tick-borne pathogen. *Theor Ecol*. 2011;4(4):435–48.
- Labuda M, Jones LD, Williams T, Danielova V, Nuttall PA. Efficient transmission of tick-borne encephalitis virus between co-feeding ticks. *J Med Entomol*. 1993;30(1):295–9.
- McGarigal K. Landscape pattern metrics. In: *Encyclopedia of environmetrics*. Sussex, England: John Wiley & Sons; 2002. p. 006.
- Medlock JM, Hansford KM, Bormane A, Derdakova M, Estrada-Peña A, George J-C, et al. Driving forces for changes in geographical distribution of *Ixodes ricinus* ticks in Europe. *Parasit Vectors*. 2013;6(1):1.
- Meentemeyer RK, Haas SE, Václavík T. Landscape epidemiology of emerging infectious diseases in natural and human-altered ecosystems. *Annu Rev Phytopathol*. 2012;50(1):379–402.
- Michel N, Burel F, Butet A. How does landscape use influence small mammal diversity, abundance and biomass in hedgerow networks of farming landscapes? *Acta Oecologica*. 2006;30(1):11–20.
- Perez G, Bastian S, Agoulon A, Bouju A, Durand A, Faille F, et al. Effect of landscape features on the relationship between *Ixodes ricinus* ticks and their small mammal hosts. *Parasit Vectors*. 2016;9(1):20.
- Václavík T, Balážová A, Baláž V, Tkadlec E, Schichor M, Zechmeisterová K, Ondruš J, Široký P. Landscape epidemiology of neglected tick-borne pathogens in central Europe. *Transbound Emerg Dis*. 2021;68(3):1685–1696.

#### Kontakt

**doc. RNDr. Tomáš Václavík, Ph.D.**

Univerzita Palackého Olomouc, Přírodovědecká fakulta, Katedra ekologie a ŽP

Šlechtitelů 27, 78371 Olomouc

tel.: +420 585 634 555

e-mail: tomas.vaclavik@upol.cz

# VLIV ZMĚNY DRUHOVÉ DIVERZITY A STRUKTURY LESŮ NA POPULACI KLÍŠŤAT V ČR

Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.<sup>1</sup>, prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.<sup>1</sup>, Ing. Jan Cukor, Ph.D.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Fakulta lesnická a dřevařská ČZU v Praze

<sup>2</sup>Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i.

## Abstrakt

Klíšťata v České republice patří mezi závažné vektory infekčních onemocnění. Mezi nejvíce rozšířené nemoci patří lymeská borelióza a klíšťová encefalitida. Přesto je relevantních znalostí, ovlivňujících výskyt a abundanci klíšťat v našich lesích a krajíně stále nedostatek. V posledních letech navíc dochází v důsledku postupujících změn klimatu ke změnám lesnického hospodaření, mezi jehož důsledky patří také změny druhové skladby lesů. Zároveň dochází k nárůstu denzity vhodných hostitelů. To může pozitivně ovlivnit geografickou distribuci a abundanci klíštěte obecného (*Ixodes ricinus*), a to i ve vyšších nadmořských výškách, ve kterých se dříve nevyskytovalo. Na území jižní Moravy se zároveň začínají šířit i nové druhy, jako klíšť lužní (*Haemaphysalis concinna*) či piják lužní (*Dermacentor reticulatus*). Cílem tohoto příspěvku je definovat hlavní parametry, ovlivňující výskyt klíšťat v lesních ekosystémech. Výzkum proběhl na 150 lokalitách, nacházejících se v širokém výškovém gradientu ČR. V rámci monitoringu bylo nalezeno celkem 13 645 klíšťat, z toho 13 632 jedinců klíštěte obecného, 5 jedinců pijáka lužního a 8 jedinců klíště lužního. V průměru se tak na zkusných plochách na jaře v roce 2021 nacházelo 91 jedinců klíštěte obecného. Z celkového počtu jedinců klíštěte obecného bylo zastoupeno 31 % larev, 57 % nymf a 12 % dospělých jedinců, přičemž zastoupení obou pohlaví bylo vyrovnané. Nejvyšší počet (343 ks/2 hod. sběru dat) byl navlajkován v Krušných horách v nadmořské výšce 637 m, přičemž i na nejvýše položené lokalitě v Krkonoších (1341 m n. m.) byl zaznamenán výskyt klíštěte (2 ks/2 hod. sběru dat). Rozhodujícími podmínkami pro výskyt klíštěte obecného je zejména nadmořská výška, přítomnost hostitelů, stanoviště s vysokou vlhkostí a blízkost obydlí. Nejhojnější výskyt je pak vázán na listnaté porosty nížin a středních poloh, zejména na jejich okraje.

## Klíčová slova

Klíště obecné, piják lužní, klíšť lužní, druhová skladba, výškový gradient, klimatická změna

## 1. ROZBOR PROBLEMATIKY

Krevsající členovci, zejména klíšťata, jsou ve střední Evropě jedním z nejvýznamnějších přenašečů závažných onemocnění (Smrž 2015). V posledních letech dochází k proměnám v jejich geografické distribuci a k nárůstu početnosti, a to i ve vyšších nadmořských výškách (Materna 2012). Příčinou tohoto nárůstu mohou být jednak změny ve využívání krajiny, změny lesních ekosystémů (Jones et al. 2013), a zároveň i klimatické změny a tím i spojená modifikace současné druhové skladby lesních dřevin (Daniel et al. 2009). Tento jev má za následek každoročně narůstající počet nakažených osob nemocemi, které jsou klíšťaty přenášeny (SZÚ 2008, 2019). Na základě tohoto nárůstu vzniká potřeba získat nové informace o faktorech, které distribuci, prevalenci a nárůst početnosti klíšťat ovlivňují.

Klíšťata se v naší zeměpisné poloze vyskytují především v listnatých a smíšených lesích, na okrajích těchto lesů s bujnou rostlinnou vegetací či na okrajích lesních cest (SZÚ 2007). Typickým biotopem klíštěte jsou listnaté a smíšené lesy a porosty křovin s bylinným patrem, ideálně také porosty na okrajích vodních toků (Volf et al. 2007). Vyskytuje se nejčastěji ve vlhkých lesích s bujným bylinným a keřovým patrem (např. lužní lesy), ale také na přechodech těchto lesů do zemědělské krajiny, zejména na vlhkých loukách (Halos et al. 2010; Tack et al. 2012). Často se klíšťata vyskytují i v parcích, zahradách a na neudržovaných pastvinách (Walker et al. 2001). Výrazně méně jich je v jehličnatých lesích, hlavně jsou-li bez podrostu, a v kamenitém prostředí s absentující přízemní vegetací (Guerra et al. 2002). Vzhledem ke specifickým nárokům na vlhkost prostředí se klíšťata nenacházejí na otevřených, osluněných suchých místech a také na rašeliništích a v trvale podmáčeném terénu (Kott et al. 2015). Rozhodujícími podmínkami pro výskyt klíšťat jsou stanoviště s vysokou vlhkostí (nikoliv však podmáčená), klíčová je zejména také přítomnost hostitelů (Tkadlec et al. 2018). Tyto podmínky, včetně přítomnosti vhodných hostitelů, splňují zejména přechodové zóny mezi jednotlivými biotopy (Šírokový et al. 2011). S nadmořskou výškou velikost populace klíštěte klesá, nicméně na našem území byl jeho výskyt v posledních desetiletích zaznamenán i v horských polohách až na horní hranici lesa (Materna 2012).



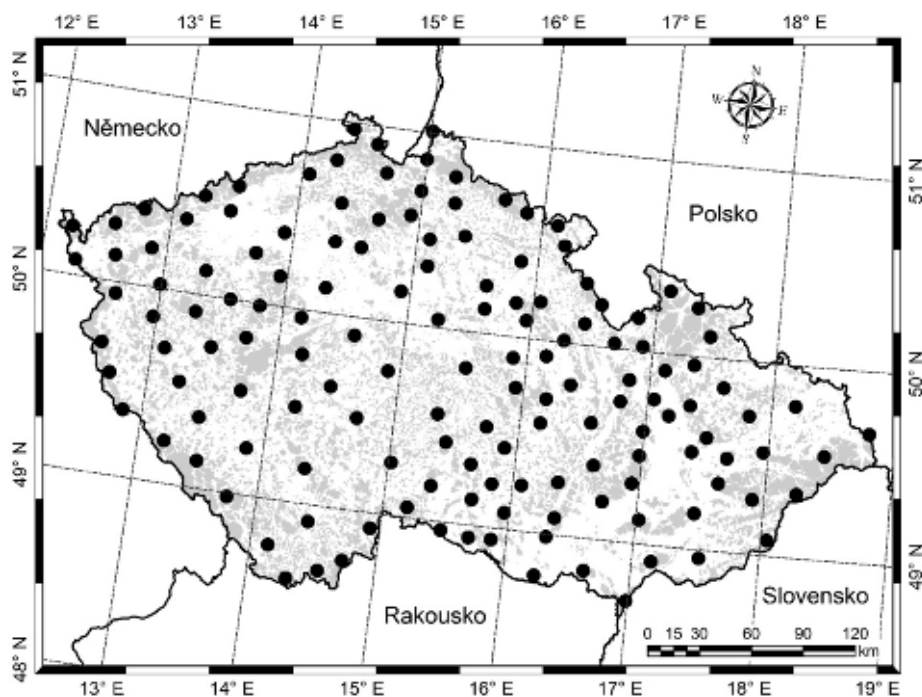
Mezi nejzávažnější onemocnění, které tito členovci šíří, patří lymeská borelióza a klíšťová encefalitida. Dynamika těchto nemocí se odvíjí od klimatických faktorů a výskytu hostitelů (Tkadlec et al. 2018). Jen v posledních letech bylo v České republice ročně nahlášeno téměř 5 tisíc případů onemocnění boreliózou. Ve 20–30 % náklady přitom nemusí být v první fázi onemocnění pozorovány žádné příznaky. Borelióza pak přechází do těžko léčitelných chronických forem. Více než 12 % klíšťat pozitivních na boreliózu je zároveň přenašečem dalšího patogenu. Bakteriemi způsobujícími lymeskou boreliózu je nakaženo přibližně 10–35 % klíšťat. Mnoho patogenů dříve považovaných za neškodné se nově začínají projevovat i u člověka. Mezi další častěji se vyskytující onemocnění patří ehrlichioza, babezióza, bartonelóza, tularémie a neehrlichioza. Více než 28 % klíšťat je přenašečem některé z výše zmíněných závažných onemocnění (SZU 2019). Léčbu těchto nemocí často komplikuje souběžná infekce, způsobená přítomností dalšího patogenu přenášeného klíštětem. Obecně je nejdůležitější vhodná prevence před napadením klíšťaty. Pro úspěšnou léčbu onemocnění je nutná zejména včasná diagnóza (SZU 2019).

Předkládaný příspěvek je zaměřen zejména na klíště obecné (*Ixodes ricinus*), v Evropě nejrozšířenějšího zástupce z čeledi klíšťatovitých (*Ixodidae*) – (Smrž 2015). Cílem studie je (i) analýza zaznamenaných druhů klíšťat, jejich vývojových stadií a abundance, a (ii) analýza početnosti klíště obecného ve vztahu k výškovému gradientu, stanovišti, druhové skladbě a struktuře lesních porostů včetně okrajových biotopů s akcentem na probíhající změny klimatu.

## 2. MATERIÁL A METODIKA

### 2.1. Charakteristika zájmového území

Sběr dat se zaměřením na klíště obecné (*Ixodes ricinus*), klíště lužní (*Haemaphysalis concinna*) a pijáka lužního (*Dermacentor reticulatus*) byl v roce 2021 realizován ve vybraných zájmových lokalitách v rozsáhlém stanovištním, porostním a výškovém gradientu (včetně vyšších horských poloh) napříč všemi kraji České republiky (Obr. 1). Z hlediska designu sběru dat bylo základní variantou rozdělení lokalit dle druhové skladby na lesy 1) listnaté, 2) smíšené a 3) jehličnaté, jelikož druhové složení lesa hraje pro výskyt klíšťat zásadní roli (Mejlon, Jaenson 1993). Lokality se nacházely ve všech lesních vegetačních stupních (mimo 10. LVS), přičemž nadmořská výška se pohybovala v rozmezí od 154 do 1341 m. Na lokalitách, stratifikovaných na základě druhového složení, vegetačního stupně a nadmořské výšky, byl sběr dat realizován ve třech variantách prostředí (biotopech, Obr. 2), a to i) v dospělých (zapojených) lesních porostech, ii) na holinách a iii) v ekotonech porostů (v porostních okrajích), které jsou klíšťaty preferovány (Estrada-Peña 2001).



**Obr. 1** Lokalizace 150 zkusných ploch, na kterých byl v květnu až červnu 2021 realizován monitoring klíšťat; šedý podklad znázorňuje plochu lesů



**Obr. 2** Interiér zkusných ploch dle jednotlivých biotopů: lesní porost, okraj lesa a holina (foto: Vacek Zdeněk)

## 2.2. Sběr dat

Sběr dat o výskytu a početnosti klíšťat probíhal v roce 2021 v období od 7. května na jižní Moravě a Polabí až do 24. června v Krkonoších. Sběr klíšťat je směřován v závislosti na průběhu počasí nejčastěji do období duben–květen a září–říjen, což jsou známé sezónní vrcholy aktivity klíšťat ve střední Evropě (Széll et al. 2006). Samotný sběr byl realizován technikou vlajkování. Touto metodou dochází k přímému kontaktu s vegetací, na které se jedinci klíšťat nacházejí při aktivním vyhledávání hostitele. Sběrná vlajka byla vyrobena z bílé bavlněné látky se středně dlouhým chlupem (připomínajícím srst zvířat) o rozměrech 1 × 1 m. Látka byla připevněna na dřevěné tyči o celkové délce cca 150 cm (Široký et al. 2011). Vlastní sběr klíšťat byl následně realizován smýkáním plachty po vegetaci (Obr. 3). Po každém vlajkování, resp. po každém tahu vlajkou, byla látka detailně prohlédnuta. Zachycená klíšťata byla následně sesbírána entomologickou pinzetou do označených zkumavek. U každého vzorku byl zaznamenán údaj o poloze pomocí GPS navigace (Garmin), datum, čas vzorkování a informace o povětrnostních podmínkách (teplota a vlhkost). Na každé zájmové lokalitě bylo vlajkování realizováno 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 14–26 °C a vlhkosti vzduchu v rozmezí 45–85 %. Vzorkování probíhalo pouze za příznivého počasí, tedy nikoliv v dešti či bezprostředně po dešti. V období pozdního jara byla terénní šetření realizována nejčastěji v odpoledních hodinách po dostatečném prohřátí vegetace po chladnějších jarních nocích.



**Obr. 3** Po každém tahu vlajkou (vlevo), byla látka detailně prohlédnuta a zachycená klíšťata byla sesbírána entomologickou pinzetou do předem označených zkumavek (vpravo; foto: Vacek Zdeněk)

Všechna klíšťata zachycená na vlajce byla vložena pinzetou do označených velkých plastových epruvet (specifické číslo lokality, bez použití etanolu) se stéblem trávy pro udržení vlhkosti. Následně byla klíšťata 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). Roztříděné vzorky klíšťete obecného byly uloženy do zkumavek a hloubkově zamrazeny při teplotě -20 °C tak, aby bylo možné extrahovat DNA pro detekci patogenů. Zamrazené vzorky byly následně v mrazicím boxu převezeny do SZÚ NRL LB na další analýzy.

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 (viz výše). Pro účely získání těchto dat byl použit datalogger VOLTGRAFT HY-10TH s přesností měření teploty  $\pm 0,4$  °C a s přesností měření vlhkosti vzduchu  $\pm 1,8$  %. Dále byl detailně zaznamenán charakter lesního porostu, přítomnost pobytočných znaků zvěře a druh a pokryvnost vegetace, jež mají na výskyt klíšťat výrazný vliv (Daniel et al. 1998). Pokryvnost vegetace byla stanovena vždy pro jednotku plochy (%) na typických místech pro dané stanoviště, kde proběhlo samotné vlajkování. Z hlediska vegetace se rozlišovalo, zda se jedná o bylinné patro, traviny, kapradiny, polokeře (ostružiník, maliník atd.), keřky (brusnice borůvka, brusinka atd.) a keře dle metodiky ÚHÚL. Pobytové znaky zvěře byly hodnoceny škálou 0–5 dle přítomnosti trusu, okusu, rytí, ohozů, hrábánek atd. (Obr. 4). V případě varianty s přítomností lesního porostu byla hodnocena také porostní struktura. Na vzorkované ploše o velikosti 20 × 20 m byla podrobně zhodnocena výška stromového patra, výčetní tloušťka, nasazení a šířka koruny, počty stromů, prostorové rozmístění a druhové složení. Z mapových podkladů bylo dále určeno stanoviště (SLT) a odečten sklon, expozice a vzdálenost od okraje porostu, od zástavby/bydli a lesních cest.





**Obr. 4** Pobytové znaky zvěře byly hodnoceny ve škále 0–5, zejména dle výskytu trusu, ochozů a hrabánek či rytí (foto: Vacek Zdeněk)

### 2.3. Analýza dat

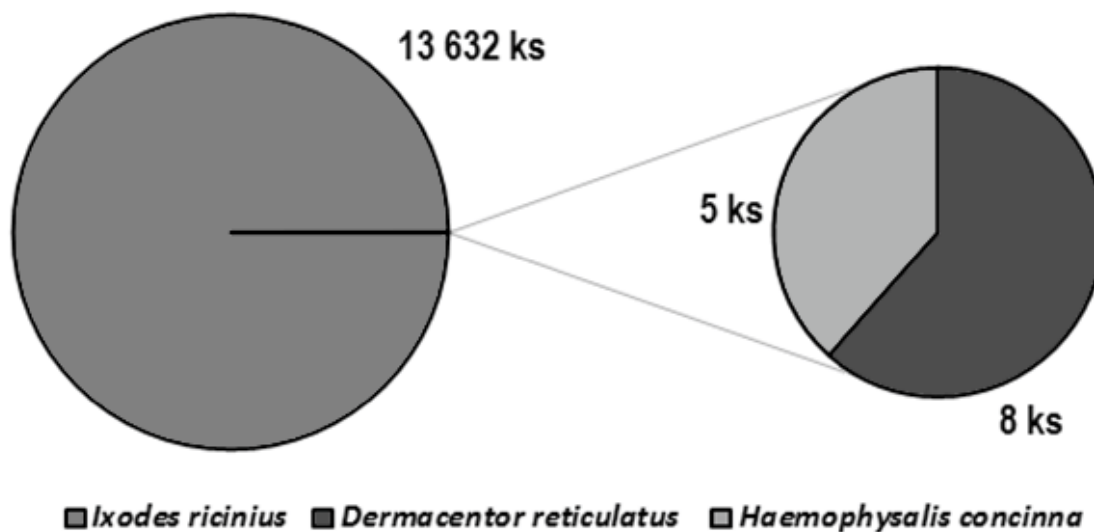
Jedním z hlavních cílů projektu je vyhodnocení prostorové distribuce a abundance klíšťat ve vztahu ke struktuře a druhové skladbě lesních porostů a dalších parametrů okolní krajiny. Základním výstupem vzorkování a následných analýz je odhad abundance klíšťat na jednotlivých lokalitách (resp. v jednotlivých stanovištních a porostních podmínkách). Tento údaj je definován jako počet klíšťat zachycených vlnkováním za 2 hodiny na jednotlivých lokalitách.

Vztahy mezi početností klíšťat a stanovištními parametry 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 a poté Bartlettovým testem rozptylu. Při splnění obou požadavků byly rozdíly mezi zkoumanými parametry testovány analýzou rozptylu (ANOVA) a následně Tukeyho HSD testem. Pokud nebyla splněna normalita a rozptyl dat, byly zkoumané proměnné testovány neparametrickým Kruskal-Wallisovým testem. Závislosti mezi všemi zjištěnými parametry byly dále evaluovány pomocí vícerozměrné analýzy hlavních komponent (PCA).

## 3. VÝSLEDKY

### 3.1. Výskyt klíšťat

Na 150 monitorovaných plochách bylo celkem analyzováno 13 645 klíšťat, z toho 13 632 jedinců klíštěte obecného, 5 jedinců pijáka lužního a 8 jedinců klíště lužního (Obr. 5). Klíště obecné se vyskytovalo na všech ze 150 zkusných ploch, přičemž piják lužní se vyskytoval pouze na 3 plochách a klíšť lužní na 4 plochách. U těchto minoritně vyskytujících druhů se v obou případech jednalo o lokality na jižní Moravě. Na lokalitě „Miroslavské Knínice“ byl zjištěn výskyt všech tří druhů (Obr. 6).



**Obr. 5** Druhové složení vyskytujících se klíšťat (*Ixodes ricinus* – klíště obecné, *Dermacentor reticulatus* – piják lužní a *Haemaphysalis concinna* – klíšť lužní) na 150 zkusných plochách v roce 2021



**Obr. 6** Interiér porostu na ploše „Miroslavské Knínice“ na jižní Moravě, kde byl monitorován výskyt klíštěte obecného, pijáka lužního a klíště lužního (foto: Vacek Zdeněk)

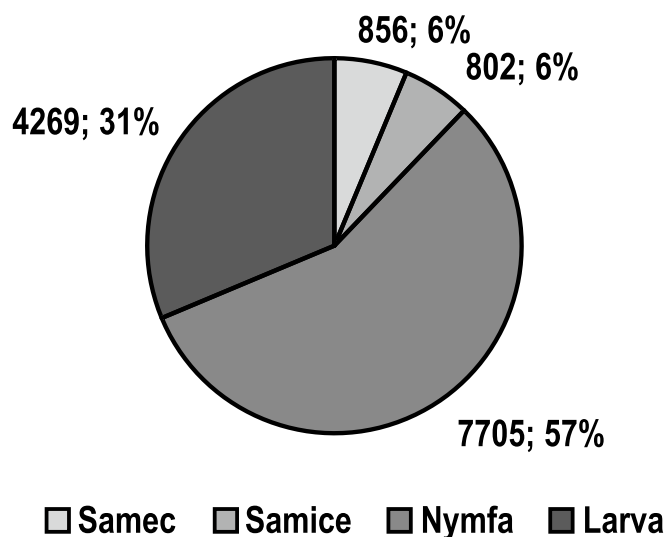
V průměru se na 150 zkusných plochách nacházelo 91 jedinců klíštěte obecného, přičemž nejnižší výskyt (2 ks) byl zaznamenán v Krkonoších na ploše „Na Rozcestí“ v nadmořské výšce 1341 m a nejvyšší (343 ks) na ploše „Nová ves v Horách“ v nadmořské výšce 637 m (Obr. 7).





**Obr. 7 Extrémy:** vlevo plocha „Na Rozcestí“ (1341 m n. m.) s výskytem 2 ks klíštěte obecného, vpravo plocha „Nová ves v Horách“ (637 m n. m.) s výskytem 343 jedinců klíštěte obecného) – (foto: Vacek Zdeněk)

Na Obr. 8 je ilustrováno zastoupení klíštěte obecného dle vývojových stádií a pohlaví na všech 150 zkusných plochách. Z celkového počtu 13 632 jedinců klíštěte obecného bylo zastoupeno 31 % larev (4 269 ks), 57 % nymf (7 705 ks) a 12 % dospělých jedinců (1 658 ks). U dospělých jedinců bylo zastoupení obou pohlaví relativně vyrovnané – 856 ks samců (52 %) a 802 ks samic (48 %).

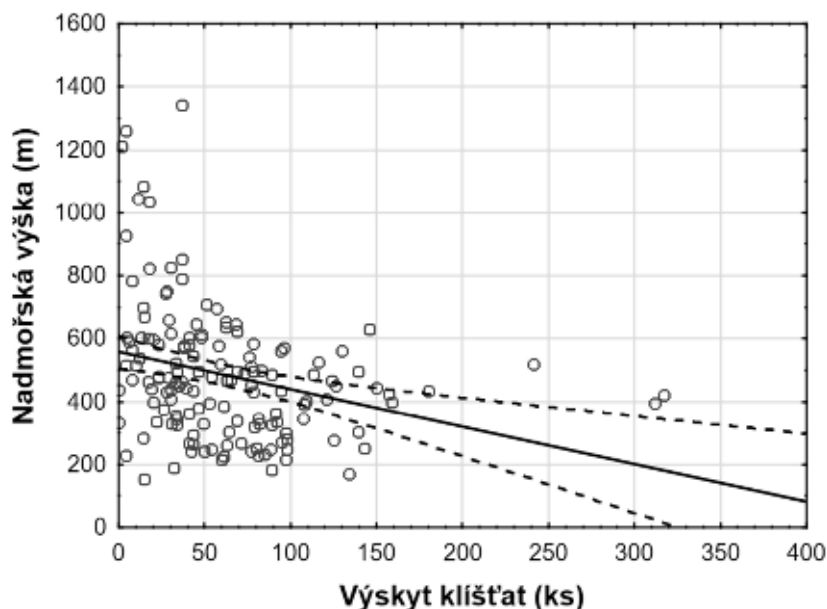


**Obr. 8 Zastoupení klíštěte obecného dle vývojového stadia a pohlaví na všech 150 zkusných plochách v roce 2021**

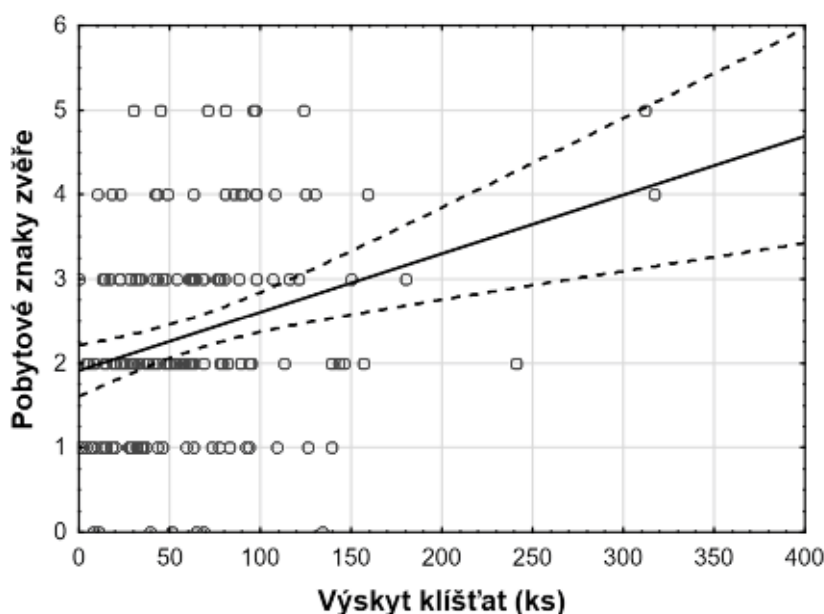
### 3.2. Vliv stanovištních a porostních parametrů na výskyt klíšťat

Na Obr. 9–14 je znázorněn vliv parametrů prostředí na abundanci klíštěte obecného (nymf a dospělců) na 150 monitorovaných plochách. Obrázky jsou v textu řazeny dle statistické signifikance. Nejvyšší signifikantní ( $p < 0,001$ ) vliv na početnost výskytu klíštěte měla nadmořská výška, s kterou se abundance výrazně snižovala ( $r = -0,29$ ; Obr. 9). Následně měl na abundanci klíšťat signifikantně pozitivní vliv ( $r = 0,29$ ;  $p < 0,001$ ) výskyt pobytových znaků zvěře (Obr. 10). Signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) byl zjištěn také u vzdálenosti od obydlí (zástavby),

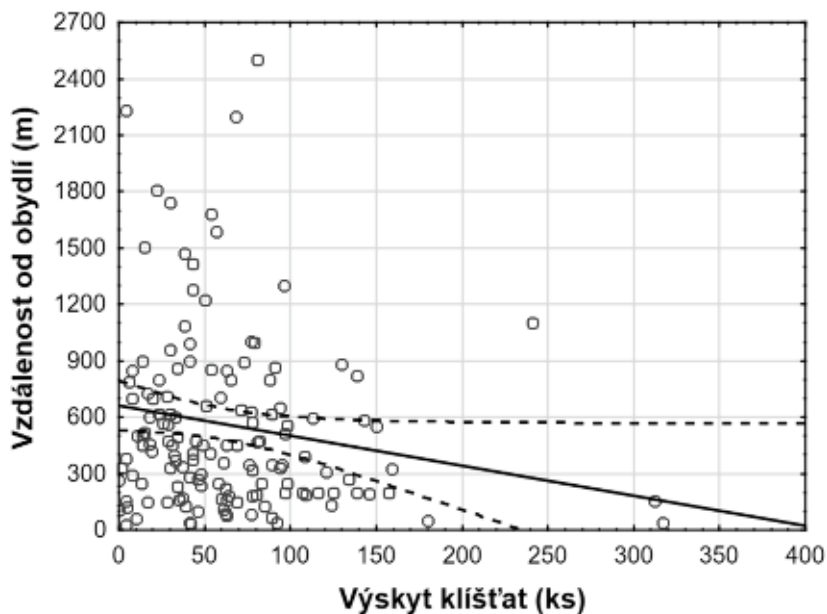
kdy se s narůstající vzdáleností početnost klíšťat snižovala ( $r = -0,17$ ; Obr. 11). Na okraji signifikance ( $p < 0,1$ ) lze dále zařadit vliv vlhkosti stanoviště odvozený dle SLT. V tomto případě byla zjištěná korelace negativní ( $r = -0,15$ ; Obr. 12). S rostoucí vzdáleností od okraje porostu se počet klíšťat také snižoval ( $r = -0,11$ ), avšak zde již nebyla zjištěna statistická signifikance ( $p = 0,20$ ; Obr. 13). U pokryvnosti vegetace nebyl zjištěn žádný trend z hlediska abundance ( $r = -0,04$ ;  $p = 0,619$ ; Obr. 14). Podobně tomu bylo i u dalších parametrů, jako sklonu terénu, vzdálenosti od lesních cest, živnosti stanoviště odvozené dle SLT a vzdálenosti od vodní zdroje – na abundanci klíšťat nebyl potvrzen signifikantní vztah ( $p > 0,8$ ).



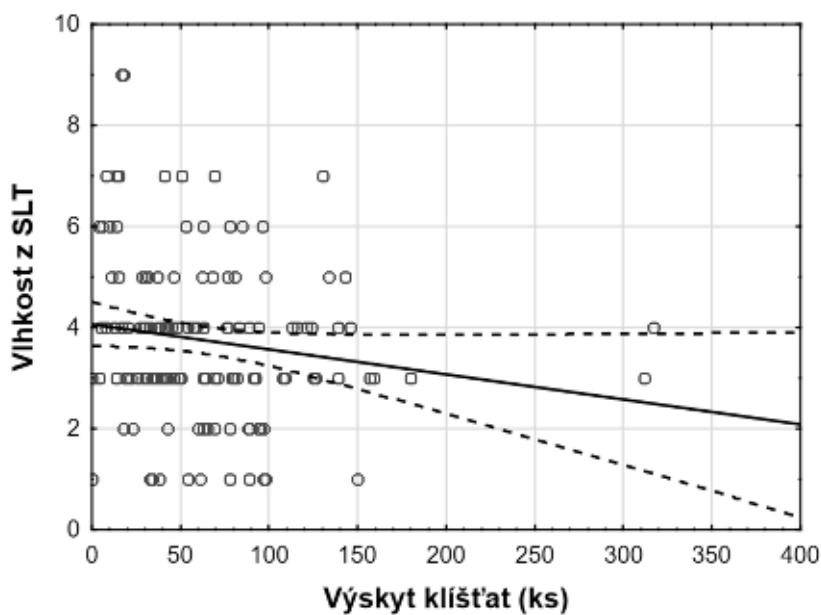
**Obr. 9** Vliv nadmořské výšky na abundanci klíštěte obecného (nymfy a dospělci) na 150 monitorovaných plochách ( $r = -0,29$ ;  $p < 0,001$ )



**Obr. 10** Vliv výskytu zvířete (pobytové znaky) na abundanci klíštěte obecného (nymfy a dospělci) na 150 monitorovaných plochách ( $r = 0,29$ ;  $p < 0,001$ )

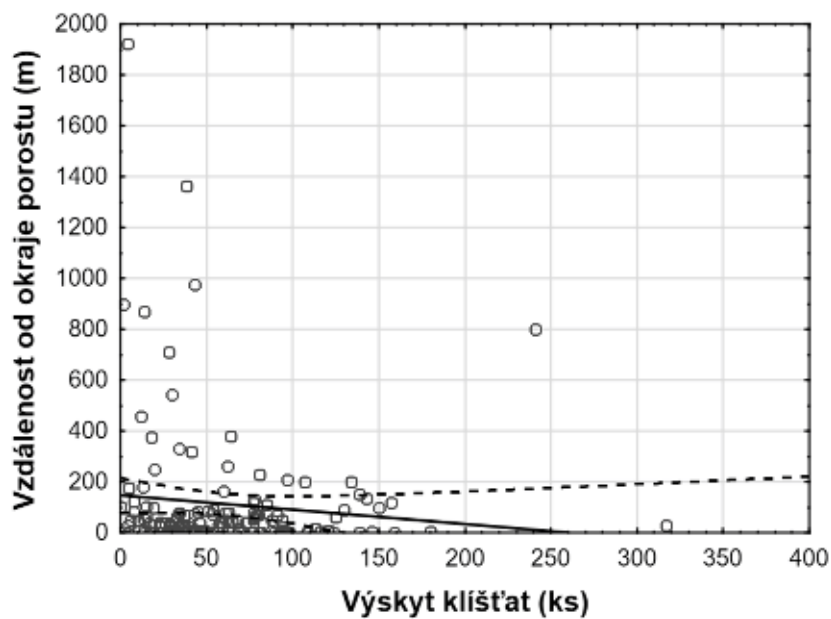


**Obr. 11** Vliv vzdálenosti od obydlí (zástavby) na abundanci klíštěte obecného (nymfy a dospělci) na 150 monitorovaných plochách ( $r = -0,17$ ;  $p = 0,046$ )

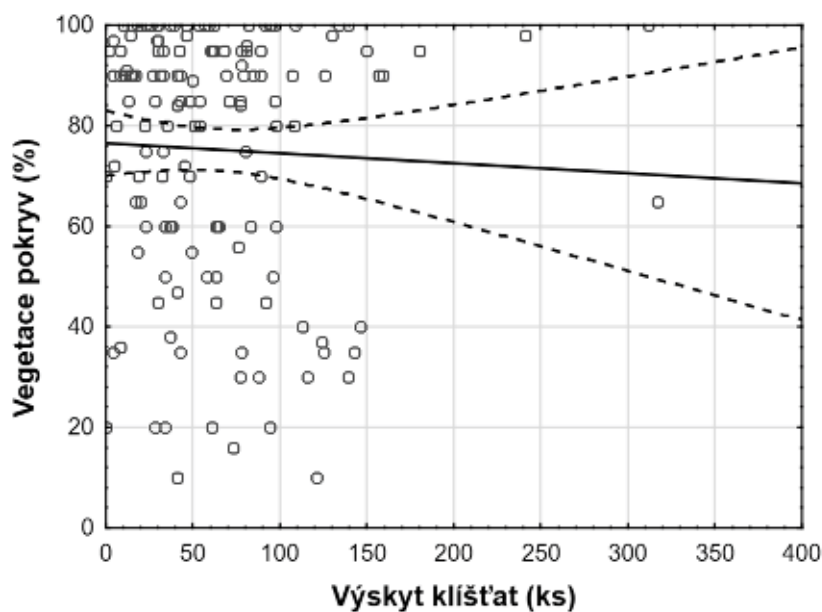


**Obr. 12** Vliv vlhkosti stanoviště dle SLT na abundanci klíštěte obecného (nymfy a dospělci) na 150 monitorovaných plochách ( $r = -0,15$ ;  $p = 0,070$ )



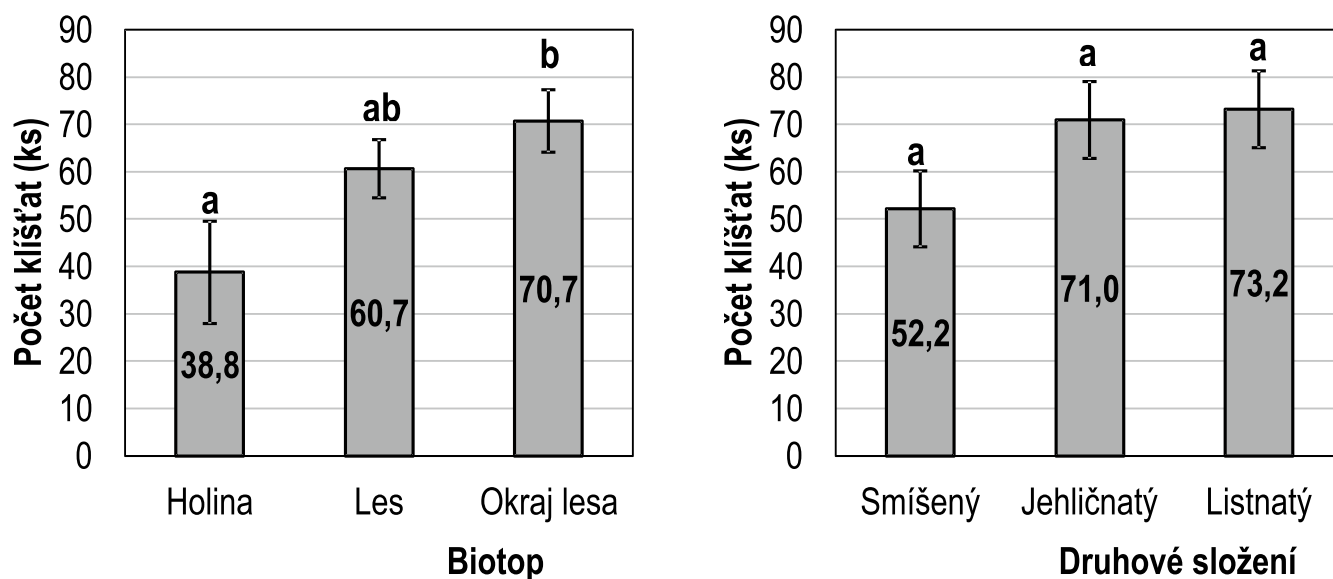


**Obr. 13** Vliv vzdálenosti od okraje porostu na abundanci klíštěte obecného (nymfy a dospělci) na 150 monitorovaných plochách ( $r = -0,11$ ;  $p = 0,198$ )



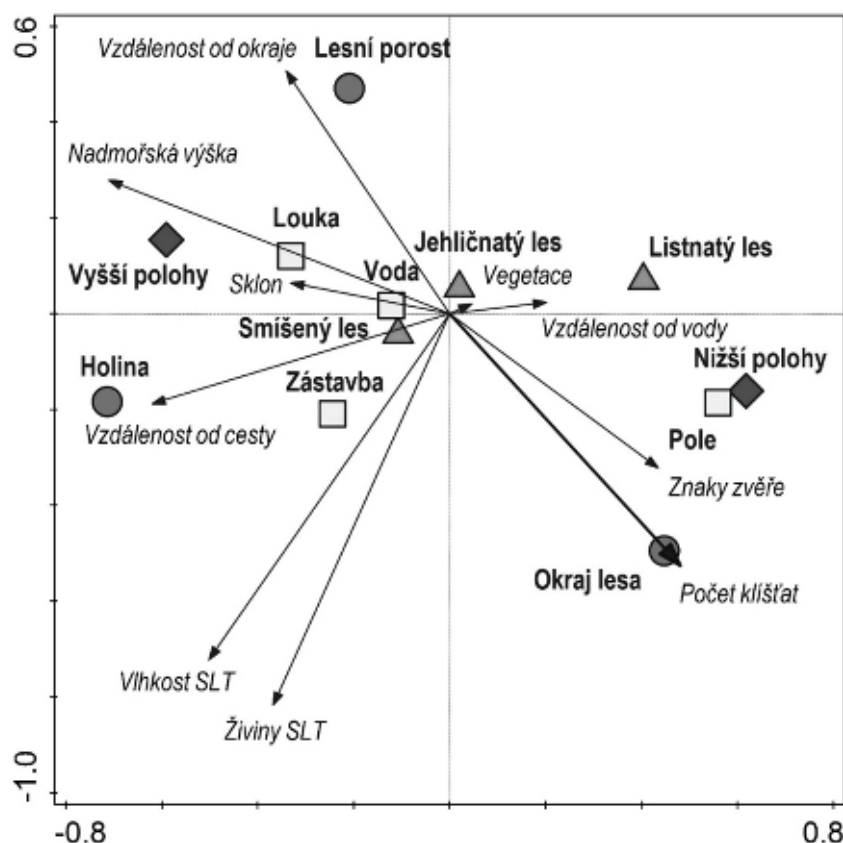
**Obr. 14** Vliv pokryvnosti vegetace na abundanci klíštěte obecného (nymfy a dospělci) na 150 monitorovaných plochách ( $r = -0,04$ ;  $p = 0,619$ )

Vedle korelací byly testovány i rozdíly mezi biotopy (lesní porost, okraj lesa a holina) a druhovým složením zkoumaných porostů (jehličnatý, listnatý a smíšený les; Obr. 15). Z grafu vyplývá, že početnost klíštěte obecného (nymfy a dospělci) se signifikantně ( $p = 0,039$ ) lišila mezi variantami biotopu. Signifikantně nejnižší ( $p < 0,05$ ) počet byl zjištěn na holině s průměrným počtem 39 ks klíšťat. Naopak nejvyšší počet klíšťat byl monitorován na okraji lesa (71 ks klíšťat) a následně v lesním porostu (61 jedinců). Naopak signifikantní ( $p = 0,098$ ) vliv druhového složení na abundanci klíšťat nebyl potvrzen (Obr. 15). Nicméně nejvyšší průměrný počet (73 ks) byl zjištěn u varianty listnatý les, následně v průměru 71 ks klíšťat se nacházelo v lesích jehličnatých a 52 ks v lesích smíšených.



**Obr. 15** Výskyt klíštěte obecného (nymfy a dospělci) v závislosti na biotopu lesních ekosystémů (vlevo;  $p = 0,039$ ) a jejich druhovém složení (vpravo;  $p = 0,098$ ) na 150 monitorovaných plochách v roce 2021

Vliv na početnost klíšťat je důležité analyzovat souhrnně v závislosti na různých zkoumaných parametrech, a nejen pouze z pohledu jednoho faktoru. Tyto komplexní výsledky PCA analýzy jsou prezentovány ve formě ordinačního diagramu na Obr. 16. První ordinační osa vysvětluje 19,68 %, druhá osa 39,13 % a všechny čtyři osy 63,45 % variability dat. Počet klíšťat byl pozitivně korelován s pobytovými znaky zvěře, přičemž tyto parametry byly negativně korelovány se vzdáleností od porostního okraje a s nadmořskou výškou. Nejmenší vysvětlující proměnou v analýze byla pokryvnost vegetace, vzdálenost od vodního zdroje a sklon terénu. Z hlediska abundance klíšťat měl největší vliv z environmentálních proměnných biotop (okraj lesa, lesní porost, holina), naopak nejmenší efekt na výskyt klíšťat byl zjištěn u druhového složení (jehličnatý les, listnatý les, smíšený les). Vysoký počet klíšťat je charakteristický pro plochy na okraji lesa, v nižších polohách, v listnatých lesích a porosty sousedící s zemědělskou krajinou. Naopak nízký počet klíšťat souvisí s plochami uvnitř lesního porostu, ve vyšších polohách a sousedící s lučnými porosty.



**Obr. 16** Ordinační diagram PCA analýzy vztahů mezi početností klíšťat (všech druhů a stadií), pobytovými znaky zvěře, stanovištěm (vlhkost a živiny stanoviště dle SLT), nadmořskou výškou, sklonem, pokryvností vegetací a vzdáleností od okraje porostu, lesní cesty a vodního zdroje; označení charakterizují: ● biotop (okraj lesa, lesní porost, holina), ■ biotop navazující na okraj lesa (pole, vodní zdroj, louka, zástavba), ◆ nižší a vyšší polohy, ▲ varianta druhového smíšení (smíšený, jehličnatý a listnatý les)

#### 4. DISKUZE

Na 150 monitorovaných plochách nacházejících se v rozsáhlém stanovištním, porostním a výškovém gradientu napříč všemi kraji České republiky bylo celkem analyzováno 13 645 klíšťat, z toho 5 jedinců pijáka lužního a 8 jedinců klíště lužního a zbylé zastoupení patřilo klíšťeti obecnému. Klíště obecné se nacházelo na všech zkusných plochách, přičemž piják lužní se vyskytoval pouze na 3 plochách a klíšť lužní na 4 plochách. V obou těchto případech s výskytem dalších druhů se jednalo o lokality na jižní Moravě. V souvislosti s klimatickou změnou v ČR dochází k posunu pijáka lužního, kdy Modrý et al. (2019) dokumentuje nejnovější nálezy pijáka lužního pocházející z oblastí východně a severovýchodně od Brna. Z hlediska vývojového stadia klíštěte obecného, na které se studie detailně zaměřila, bylo z celkového počtu 13 632 jedinců zastoupeno 31 % larev, 57 % nymf a 12 % dospělých jedinců, přičemž u obou pohlaví bylo zastoupení téměř vyrovnané.

Vzhledem ke specifickým nárokům na vlhkost prostředí se klíšťata nenacházejí na otevřených, osluněných suchých místech a také na rašeliništích a v trvale podmáčeném terénu (Kott et al. 2015). To potvrzuje i naše studie, kdy na osluněných holinách se vykytoval nejnižší počet klíšťat při porovnání s lesním porostem a zejména s okrajem lesa, kde byla jejich abundance nejvyšší. Obdobně Smrž (2015) potvrzuje hojný výskyt klíšťat zejména na rozhraních (ekotonech) mezi lesními a lučními biotopy (lesní lemy, paseky, světliny) a v listnatých a smíšených lesích s bohatým křovinným a bylinným patrem. V naší studii byl zjištěn nejvyšší výskyt klíšťat v listnatých lesích, následně v lesích jehličnatých, nicméně nejnižší populace byla zjištěna ve smíšených porostech. Konkrétně byl pak nejvyšší počet klíšťat zjištěn v dominantním smrkovém porostu v nadmořské výšce 637 m, kde bylo v průběhu dvou hodin vylajování vyhledáno celkem 343 jedinců. Podobně nejvyšší výskyt klíštěte obecného v jehličnatých lesích byl dokumentován v jižním Skotsku (Walker et al. 2001). Naopak Rosický (1954) tvrdí, že zcela či téměř schází

v sekundárních smrkových lesích bez podrostu, v horských smrkových lesích a horských loukách. Ve srovnání s těmito dříve publikovanými údaji je tedy možné konstatovat postupné rozšiřování i do míst, ve kterých se klíšťa dříve nevyskytovala. Obecně však literatura uvádí, že klíšťa dávají přednost stanovištím ve smíšených a druhově prstých listnatých lesích (Lindström, Jaenson 2003; Vacek et al. 2021a).

Na výskyt klíšťa v lesních porostech má vliv jejich struktura, a to zejména druhová, prostorová i věková (Vacek et al. 2021b). Zejména pak listnaté lesy s významným počtem jelenovitých, jsou obecně požadovány za ideální stanoviště pro klíšťa obecné (Gray 1998). Výsledky práce Tack et al. (2012) ukazují, že druhové složení stromů a vertikální struktura jsou důležitými proměnnými vysvětlujícími početnost klíšťa v lesích. I zde však platí, že se srnčí zvěř častěji vyskytovala v dubových porostech a v porostech s vysokou pokryvností keřů (Tack et al. 2012), což je pravděpodobně dáno potravou a krytovou nabídkou. V našem případě též abundance klíšťa signifikantně pozitivně korelovala s výskytem pobytových znaků zvěře, což byl druhý nejdůležitější prediktor po nadmořské výšce. Významnou roli hrála také vzdálenost od obydlí/zástavby, což může opět do jisté míry souviset s nabídkou hostitelů. Na druhou stranu pokryvnost vegetace v našem případě neměla na výskyt klíšťa signifikantní vliv, přičemž literatura tvrdí opak (Daniel et al. 2015, 2016). Rozdíly v početnosti klíšťa na různých stanovištích tak nemusí nutně záviset na rozdílech ve vegetaci či mikroklimatu, ale mohou být spíše způsobeny populační hustotou hostitelských druhů (Lindström, Jaenson 2003). Navíc v posledních desetiletích dochází k významnému nárůstu početnosti populací volně žijících kopytníků na území celé Evropy (Vacek 2017; Carpio et al. 2021).

Z hlediska přehledů prací zabývajících se historickým výskytem klíšťa vyplývá (Vacek et al. 2021a, 2021b), že v posledních desetiletích dochází k posunu výskytu klíšťa do vyšších nadmořských výšek v důsledku probíhajících změn klimatu, a to zejména s ohledem na oteplování. Tuto hypotézu o šíření klíšťa s postupujícími klimatickými změnami potvrdil např. již Lingren et al. (2000). Práce Daniel et al. (1988) uvádí, že mikroklimatické podmínky v Krkonoších ve nadmořských výškách nad 700 m, na počátku 80. let 20. století, neumožňovaly úspěšný vývoj klíšťete. Obdobný experiment (Materna et al. 2008) realizovaný v letech 2004–2006 na podobném výškovém transektu však již prokázal, že v tomto období byla všechna stadia klíšťa schopna dokončit svůj vývoj přinejmenším do nadmořské výšky 1 100 m a v neobyčejně teplém létě a podzimu roku 2006 dokonce až do 1 250 m n. m. V našem případě byly odchyceny samec a nymfa klíšťete obecného v nadmořské výšce již 1341 m. v Krkonoších.

V reakci na problematiku změn životního prostředí a měnící se společenské potřeby je jedním z hlavních cílů politiky lesního hospodářství v mnoha částech Evropy přeměna (často jehličnatých) hospodářských lesů na polopřirozená lesní společenstva. K dosažení tohoto cíle se velké plochy homogenních jehličnatých lesů přeměňují na smíšené strukturně bohaté strukturované porosty s hojným dubem a bukem, které jsou relativně adaptabilní na klimatické změny (Vacek et al. 2019; 2020). Tato situace je na území střední Evropy urychlována rozpadem smrkových porostů způsobeným postupující klimatickou změnou a gradací hmyzích škůdců (Vacek et al. 2019; Šimůnek et al. 2020; Toth et al. 2020). Kalamitní holiny jsou spojeny s větším výskytem hostitelů a následně z velké části z hlediska mitigace klimatické změny zalesňovány listnatými dřevinami. Výsledky jak naší studie, tak i práce Tack et al. (2012) však ukazují, že tento typ lesa podporuje vyšší úroveň populace klíšťa.

## 5. ZÁVĚR

Stanovištní a porostní parametry signifikantně ovlivňují výskyt a abundanci klíšťa. Nejvyšší počet klíšťa se v této komplexní studii pokrývající 150 lokalit nacházel na okraji porostů listnatých lesů v nižších polohách s dostatečnou přítomností hostitelů. Mezi nejvýznamnější faktory ovlivňující abundanci klíšťa lze pak zařadit nadmořskou výšku, jež úzce koreluje s teplotou, dále pobytové znaky zvěře, vzdálenost od obydlí a vlhkost stanoviště. Naopak literaturou často uváděná pokryvnost vegetace neměla na výskyt klíšťa prokazatelný vliv. Nejvyšší počet klíšťa byl zjištěn na lokalitě s relativně vysokou nadmořskou výškou 637 m, přičemž i v nadmořské výšce 1341 m byl jejich výskyt potvrzen, což může být významně ovlivněno probíhající klimatickou změnou. Postupující klimatické změny, které mají prokazatelný dopad na strukturu současných lesních porostů, tak mohou významně pozitivně ovlivnit také početnost klíšťete obecného, a to nejenom přímo (rozšířením vhodného prostředí), ale také nepřímo (vytvořením vhodných podmínek pro hostitele klíšťa). S předpokládaným nárůstem početnosti klíšťa pak dále souvisí zvýšené riziko přenosu patogenů, přenášených nejenom na člověka, ale také na domácí mazlíčky a další volně žijící živočichy.

## 6. PODĚKOVÁNÍ

Príspevek vznikl za podpory Grantové služby Lesů ČR, s.p. (GS LČR projekt č. 103).

## 7. POUŽITÁ LITERATURA

- Carpio, A.J., Apollonio, M., Acevedo, P. (2020): Wild ungulates overabundance in Europe: context, causes, monitoring and management recommendations. *Mammal Review* 51(1): 95–108.
- Daniel M., Kolár J., Zeman P., Pavelka K., Sádlo J. (1998): Predictive map of *Ixodes ricinus* high incidence habitats and a tick-borne encephalitis risk assessment using satellite data. *Experimental and Applied Acarology* 22: 417–433.
- Daniel, M., Materna, J., Höhnig, V., Metelka, L., Danielová, V., Harčarik, J., Kliegrová, S., Grubhoffer, L. (2009): Vertical distribution of the tick *Ixodes ricinus* and tick-borne pathogens in the Northern Moravian mountains correlated with climate warming (Jeseníky Mts., Czech Republic). *Central European Journal of Public Health* 17: 139–145.
- Daniel, M., Danielová, V., Kříž, B., Růžek, D., Fialová, A., Malý, M., et al. (2016): The occurrence of *Ixodes ricinus* tick 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. *Epidemiol. Microbiol. Immunol.* 65: 118–128.
- Daniel, M., Malý, M., Danielová, V., Kříž, B., Nuttall, P. A. (2015): Abiotic predictors and annual seasonal dynamics of *Ixodes ricinus*, the major disease vector of Central Europe. *Parasit. Vectors* 8: 478.
- Estrada-Peña, A. (2001): Distribution, abundance, and habitat preferences of *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in northern Spain. *Journal of Medical Entomology* 38(3): 361–370.
- Gray, J. S. (1998): The ecology of ticks transmitting Lyme borreliosis. *Experimental and Applied Acarology* 22: 249–258.
- Guerra, M., E. Walker, C. Jones, S. Paskewitz, M. Roberto Cortinas, A. Stancil, L. Beck, M. Bobo, Kitron, U. (2002): Predicting the risk of Lyme disease: habitat suitability for *Ixodes scapularis* in the north central United States. *Emerg. Infect. Dis.* 8: 289–297.
- Halos, L., Bord, S., Cotté, V., Gasqui, P., Abrial, D., Barnouin, J., Boulouis, H. J., Vayssier-Taussat, M. and Vourc'h, G. (2010). Ecological factors characterizing the prevalence of bacterial tick-borne pathogens in *Ixodes ricinus* ticks in pastures and woodlands. *Applied and Environmental Microbiology* 76, 4413–4420.
- Jones, B. A., Grace, D., Kock, R., Alonso, S., Rushton J., Said, M. Y., Pfeiffer, D. U. (2013): Zoonosis emergence linked to agricultural intensification and environmental change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(21): 8399–8404.
- Kott, I., Valter, J., Vráblík, T. (2015): Závislost aktivity klíštěte obecného na vývoji počasí. *Meteorologické zprávy* 68(6): 161–170.
- Lindström, A., Jaenson, T. G. T. (2003): Distribution of the common tick, *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae), in different vegetation types in southern Sweden. *Journal of Medical Entomology* 40: 375–378.
- Lingren E., Tälleklint L., Polfeldt T. (2000): Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. *Environ. Health Perspect.* 108: 119–123.
- 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, S1: 25–37.
- Materna, J. (2012): Výškové rozšíření klíštěte obecného (*Ixodes ricinus*) v Krkonoších. *Opera Corcontica* 49: 55–71.
- Mejlon, H. A., Jaenson, T. G. (1993): Seasonal prevalence of *Borrelia burgdorferi* in *Ixodes ricinus* in different vegetation types in Sweden. *Scandinavian journal of infectious diseases*, 25(4): 449–456.
- Modrý D., Modrý M., Hrazdilová K., Mažgútová D. (2019): O stavu pijáků v zemích českých: výsledky ročního sledování výskytu *Dermacentor reticulatus* v České republice. *Najdipikaja.cz*, 6 s.
- Nosek, J., Sixl, W. (1972): Central-European ticks (*Ixodoidea*). *Mitt Abt Zool Landesmus Joanneum*, 1(6192), 480, Pomerantzev.
- Rosický, B. (1954): Poznámky k ekologii klíštěte *Ixodes ricinus* L. ve střední Evropě se zřetelem na přírodní ohniska nákaz. *Věst. Čs. Spol. Zool.* 18: 41–70.
- Smrž, J. (2015): *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů*. Praha: Karolinum, 2015, 192 s.
- Széll, Z., Sréter-Lancz, Z., Márialiget, K., Sréter, T. (2006): Temporal distribution of *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus* and *Haemaphysalis concinna* in Hungary. *Veterinary parasitology* 141(3-4): 377–379.



- SZÚ 2007: Jak se chránit před napadením klíšťaty [online]. Praha: Státní zdravotní ústav (SZÚ), 2007. Dostupné z: <https://goo.gl/rb4d5W>
- SZÚ 2008: Onemocnění přenášená klíšťaty v České republice [online]. Praha: Státní zdravotní ústav (SZÚ), 2008 [cit. 2018-10-02]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/prevence/onemocneniprenasena-klisťaty-v-ceske-republice?highlightWords=ixodes+ricinus>
- SZÚ 2019: Státní zdravotní ústav (2019): Infekce – základní informace, Praha.
- Šimůnek, V., Vacek, Z., Vacek, S. (2020): Solar Cycles in Salvage Logging: National Data from the Czech Republic Confirm Significant Correlation. *Forests* 11(9): 973.
- Široký, P., Kubelová, M., Bednář, M., Modrý, D., Hubálek, Z., Tkadlec, E. (2011): The distribution and spreading pattern of *Dermacentor reticulatus* over its threshold area in the Czech Republic-How much is range of this vector expanding?. *Veterinary Parasitology* 183(1–2): 130–5.
- Tack, W., Madder, M., Baeten, L., Vanhellemont, M., Gruwez, R., Verheyen, K. (2012): Local habitat and landscape affect *Ixodes ricinus* tick abundances in forests on poor, sandy soils. *Forest Ecology and Management* 265: 30–36.
- Tkadlec, E., Václavík, T., Kubelová, M., Široký, P. (2018): Negative spatial covariation in abundance of two European ticks: diverging niche preferences or biotic interaction? *Ecological Entomology* 43(6): 804-812.
- Tkadlec, E., Václavík, T., Široký, P. (2019): Rodent Host Abundance and Climate Variability as Predictors of Tickborne Disease Risk 1 Year in Advance. *Emerging infectious diseases*, 25(9): 1738.
- Toth, D., Maitah, M., Maitah, K., Jarolínová, V. (2020): The impacts of calamity logging on the development of spruce wood prices in czech forestry. *Forests* 11(3): 283.
- Vacek, Z. (2017): 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* 63(1): 23–34.
- Vacek, Z., Cukor, J., Vacek, S. (2021a): Neviditelné nebezpečí v našich lesích: Vliv druhové skladby porostů na výskyt klíšťat ve vztahu ke změně klimatu. *Lesnická práce* 8: 26–28.
- Vacek, Z., Cukor, J., Vacek, S. (2021b): Vliv druhové skladby lesních ekosystémů na výskyt a abundanci *Ixodes ricinus* v měnících se podmínkách prostředí [Effect of tree species composition of forest ecosystems on the occurrence and abundance of *Ixodes ricinus* in changing environmental conditions]. – In: Novák, J., Součková J., Hvězdová A., Kacálek, D. (eds.) *Pěstování lesů – nová témata ve střední Evropě*, Dobruška 7. – 8. 9. 2021 [Proceedings of Central European Silviculture Vol. 10]: 149–158. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice Opočno, 288 p.
- 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(2): 116–129.
- Vacek, Z., Vacek, S., Slanař, J., Bílek, L., Bulušek, D., Štefančík, I., Králíček I., Vančura, K. (2019): Adaptation of Norway spruce and European beech forests under climate change: from resistance to close-to-nature silviculture. *Central European Forestry Journal* 65(2): 129-144.
- Volf, P., Horák, P., Čepička, I., Flegr, J., Lukeš, J., Mikeš, L., Svobodová, M., Vávra, J., Votýpka J. (2007): Paraziti a jejich biologie. Praha: TRITON, 2007, 318 s.
- Walker, A. R., Alberdi, M. P., Urquhart, K. A., Rose, H. (2001): Risk factors in habitats of the tick *Ixodes ricinus* influencing human exposure to *Ehrlichia phagocytophila* bacteria. *Med. Vet. Entomol.* 15: 40–49.

## Kontakt

### Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

Katedra pěstování lesů

Fakulta lesnická a dřevařská

Česká zemědělská univerzita v Praze

Kamýcká 129, 165 00 Praha-Suchbátol

tel.: +420 724 273 683

e-mail: [vacekz@fld.czu.cz](mailto:vacekz@fld.czu.cz)

## MOBILNÍ APLIKACE „KLÍŠŤAPKA“ – PRVNÍ VERZE K DISKUZI

Doc. Ing. Jan Bartoška, Ph.D.<sup>1</sup>, Ing. Jakub Šimůnek<sup>1</sup>,  
Ing. Dominik Hruška<sup>1</sup>, Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Provozně ekonomická fakulta ČZU v Praze

<sup>2</sup>Fakulta lesnická a dřevařská ČZU v Praze

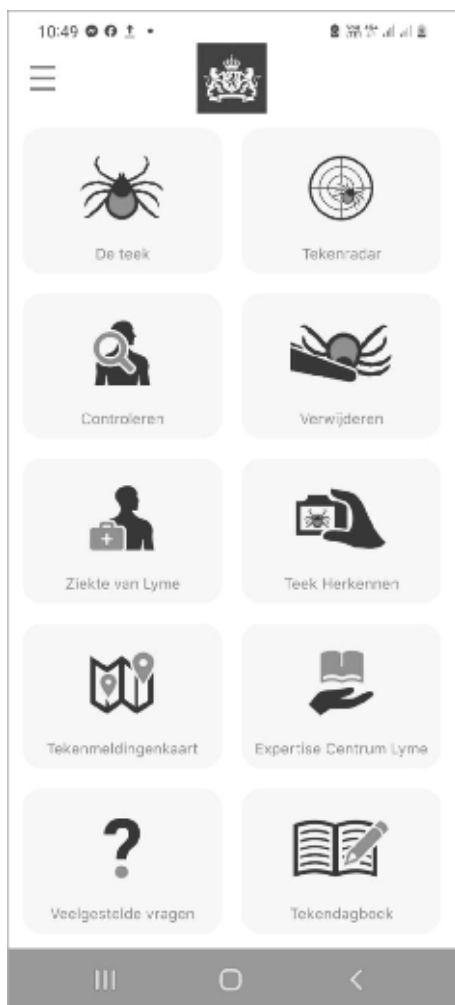
### Abstrakt

V rámci výzkumného projektu Grantové služby LČR č. 115 vzniká jako klíčový výstup mobilní aplikace pro veřejnost s názvem *Klíšťapka*. SW řešení umožní cílenou edukaci veřejnosti a prezentaci incidence klíšťat v lesních porostech (navazování na výsledky výzkumného projektu Grantové služby LČR č. 103 – sběr dat o promořenosti a početnosti klíšťat). Aplikace bude dostupná pro mobilní zařízení s *OS Android*, bude umožňovat dohledávání lokality automaticky dle pozice uživatele nebo dohledání lokality manuálně dle zadání uživatele. Ve vyhledané lokalitě se vždy zobrazí infografiky s možnými riziky na základě dříve zjištěné promořenosti a početnosti klíšťat. Součástí aplikace budou konkrétní doporučení pro prevenci a edukativní texty. Aplikace je v době konání semináře ve fázi prvního testování, a to z hlediska uživatelského prostředí, grafiky a statického obsahu (edukativní část).

### Klíčová slova

Mobilní aplikace, OS Android, vyhledávání v mapě, edukativní text, testovací verze

## 1. VÝCHOZÍ SITUACE PRO VÝVOJ MOBILNÍ APLIKACE



Obr. 1 Aplikace *Tekenbeet*

V současné době není na trhu pro *OS Android* pro oblast České republiky žádná mobilní aplikace, která by uživatelům nabízela prezentaci incidence a infekce klíšťat v lesním porostu (TLP). Na službě *Google Play* je možné vyhledat první mobilní aplikace pro české země ve vývoji se zaměřením např. na prokázanou nákazu u lidí (klíšťová encefalitida, borelióza). V rámci Evropské Unie je již možné najít více aplikací, např. popisem první pomoci nebo s incidencí klíšťat u domácích mazlíčků (psů) se zohledněním lokality (např. aplikace *Tick Finder*, Obr. 1).

Mobilní aplikace *Tekenbeet*, která vznikla v Holandsku, má vzdělávací část záznamů s výskyty klíšťat, tak zároveň i část zaměřená na odstraňování klíšťat a popis základní zdravotní pomoci. Zadávaná klíšťata jsou v aplikaci vyobrazena na mapě výskytu, která je pravděpodobně aktualizována pouze uživateli. Aktualizace uživateli však přináší částečnou (a často velmi zkreslenou) informaci o reálném výskytu klíšťat a odpovídá spíše počtu uživatelů, kteří výskyt klíšťat pro danou lokalitu reportují. Rozložení GUI a grafické řešení této aplikace se zdá být zdařilé a může být relevantní i pro zamýšlenou mobilní aplikaci *Klíšťapka*.

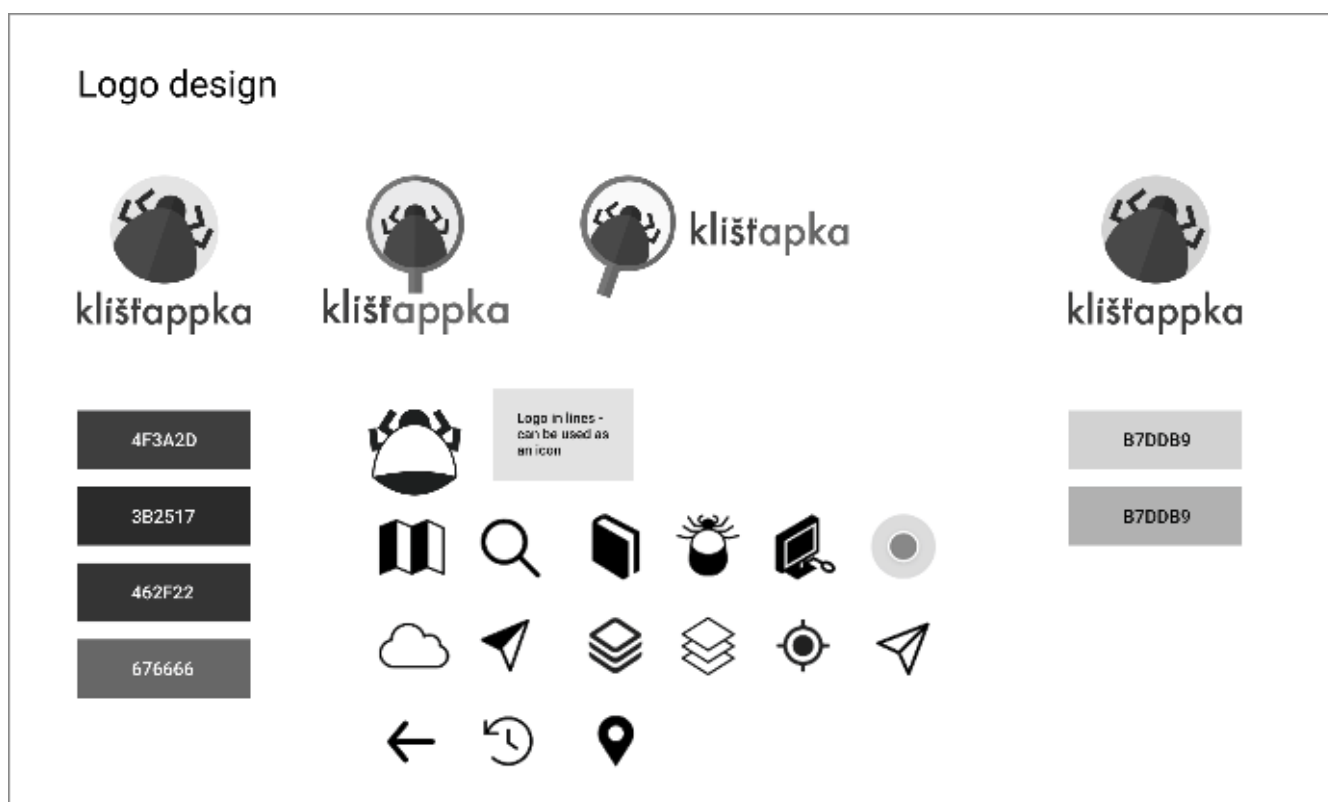
## 2. PŘEDPOKLADY PRO VÝVOJ MOBILNÍ APLIKACE

Vývoj mobilních aplikací pro OS *Android* probíhá v softwarovém nástroji *Android Studio* (<https://developer.android.com/studio>), který je založen na platformě *Java Development Kit (JDK)*, tj. na programovacím jazyku *Java*. Přičemž nedílnou součástí SW řešení bude i databáze (datový model, užití *MySQL*) na webovém serveru a webová aplikace (<https://dev.klistata.czu.cz/>, užití jazyka *PHP* a *Javascript*). Řešení tedy bude založeno na architektuře *client-server*. Webová aplikace je zamýšlena jako sekundární výstup projektu č. 115 LČR a bude redundantní s mobilní aplikací jak z hlediska funkcí, tak z hlediska statického obsahu. Pro projekt je však upřednostňována mobilní aplikace, neboť se dá předpokládat její snadné užití v libovolném lesním terénu. Webová aplikace spíše doplní výstupy projektu a umožní prezentaci výstupů a výsledků, zejména vytvořené edukativní části.

Obě aplikace budou využívat otevřené mapové podklady, u mobilní aplikace to bude platforma *Google Maps*, u webové aplikace platforma *Mapy.cz* od společnosti *Seznamu.cz*. Dále budou využity mapové podklady z veřejně dostupných katalogů *Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů* (<http://www.uhul.cz/>) – tyto získaná data budou zahrnuty do datového modelu řešení v databázi (*MySQL*, užití provozních serverů ČZU). Dále obě aplikace budou využívat veřejně dostupné informace o počasí, teplotě a nadmořské výšce.

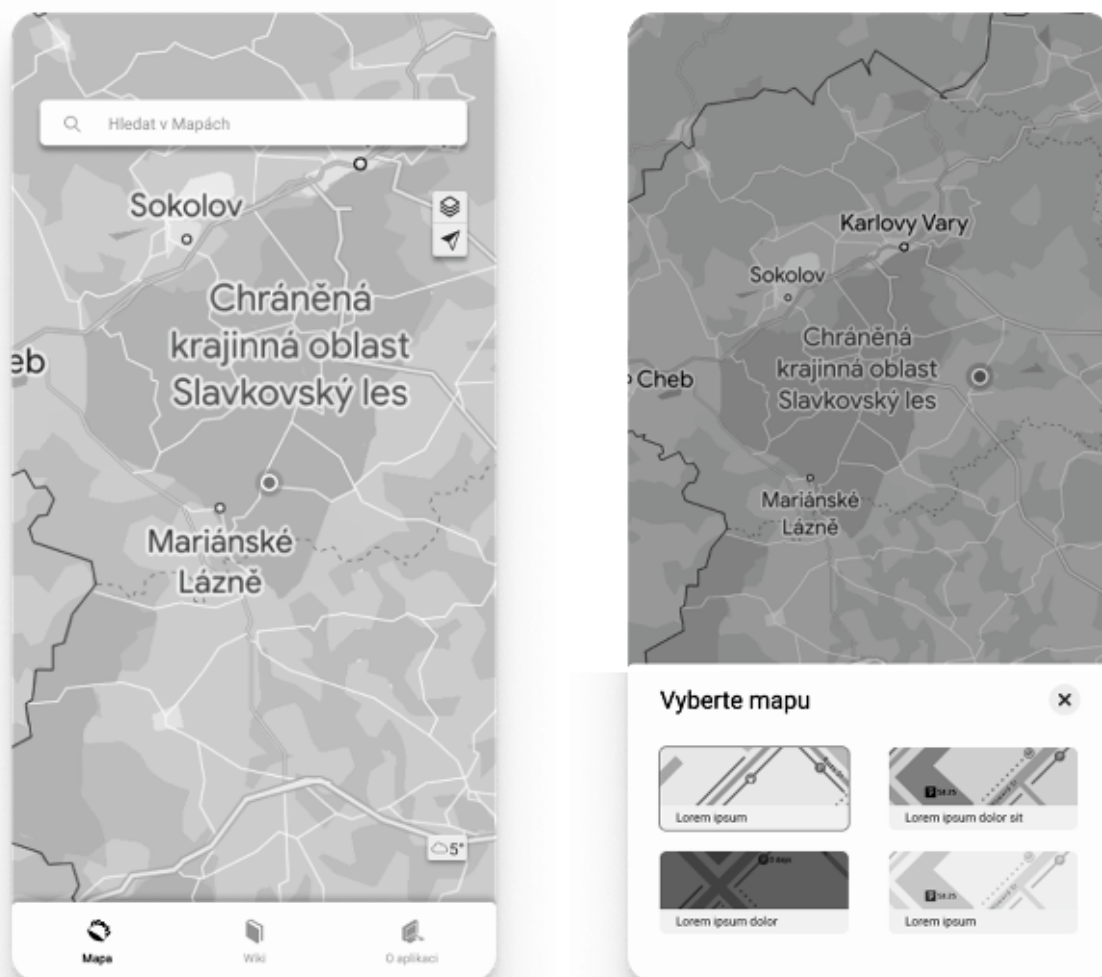
## 3. DÍLČÍ VÝSLEDKY VÝVOJE MOBILNÍ APLIKACE

Návrh GUI a grafického řešení je vytvářeno v kontextu zadavatelů a tématu mobilní aplikace. Byly zvoleny tmavé odstíny hnědé a pastelové odstíny zelené (Obr. 2). Logo a jeho varianty symbolicky avizují vztah k tématu mobilní aplikace, tj. ke klišťeti obecnému.



**Obr. 2** Výběr barev, tvorba loga a dalších ikon pro mobilní aplikaci  
Barevné vyobrazení je na předposlední straně obálky.

Struktura mobilní aplikace bude založena na užívání mapy, která bude hlavní stránkou aplikace po zapnutí. Na Obr. 3 (vlevo) je vidět úvodní hlavní stránka s menu dole (Mapa, Wiki, O aplikaci), dále vyhledávací políčko nahoře a ikonky (tlačítka) vpravo v horním části mapy pod vyhledávacím políčkem. Ikonky (tlačítka) bude zajišťovat funkce, změna mapy (mapové vrstvy), vyhledat pozici uživatele v terénu dle GPS mobilního zařízení, dále přibude (tlačítko s ikonkou) funkce pro typ biotopu (1 - les LP, 2 - okraj lesa OL, 3 - holina HO), druhové složení (1 - jehličnatý JL, 2 - listnatý LL, 3 - smíšený SL) a pobytové znaky zvěře (1 - bez zvěře, 2 - střední výskyt, 3 - velký výskyt). Vždy po kliknutí uživatele na danou ikonku se rozbalí možnosti k výběru dole v zápatí, viz Obr. 4 (vpravo). Typ biotopu, druhové složení porostu a pobytové znaky zvěře budou po spuštění aplikace vždy nastaveny na střední hodnotu (hodnotu 2, viz výše).

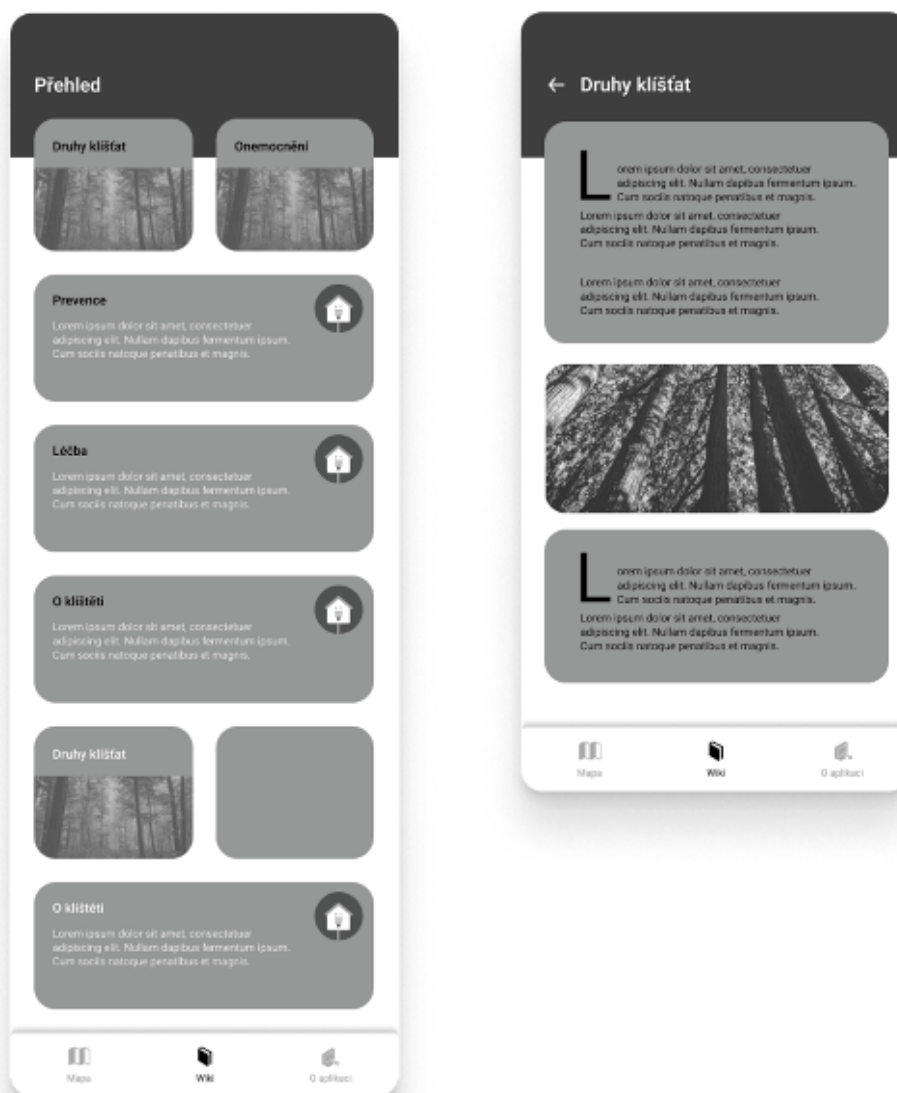


**Obr. 3 a 4** Hlavní stránka po spuštění mobilní aplikace

Po spuštění mobilní aplikace se mapa vždy zobrazí na pozici uživatele ve vhodném měřítku. Dále se po spuštění objeví pro uživatele dialogové okno s výzvou pro upřesnění biotopu, lesní vegetace a pobytových znaků zvěře (ikonky/tlačítka vpravo na mapě) – ty však může jednoduchým kliknutím ponechat v základních hodnotách.

Výpočet možných rizik, tj. informací o výskytu klíšťat a infekci, se bude odehrávat na základě uživatelem zadaných charakteristik (viz text výše) a na základě aplikací automaticky dohledaných dat. Výpočet možných rizik se bude vztahovat k dohledané lokalitě, k vybranému lesnímu celku (zobrazenému polygonu v mapě). Automaticky dohledaná data budou roční období a teplota, nadmořská výška, vzdálenost od začátku (okraje) lesa směrem dovnitř (od hranice polygonu lesního porostu), vzdálenost od okraje obydlí (např. nejbližší zástavba) směrem k lesnímu porostu, vlhkost stanoviště v dané oblasti (bude určeno dle lesního typu). Data se budou načítat automaticky z veřejných databází, např. z mapových podkladů ÚHÚL.

Polygony lesního porostu se zobrazením možných rizik se přepočítají a vykreslí v mapě jen po zadání do vyhledávacího políčka "hledat v mapě/najít obci" (políčko v horní části mapy) nebo kliknutím na pozici uživatele v terénu "dohledat moji pozici" (kliknutím na ikonku vpravo na mapě pod vyhledávacím políčkem). Po spuštění aplikace se provede rovnou „dohledat moji pozici“ pro uživatele. Jednou načtená data ze serveru zůstanou v paměti aplikace na telefonu a budou se zobrazovat v mapě pokaždé (zůstanou zobrazena – zde však bude interní pravidlo aplikace, kdy maximální počet lokalit uložených v aplikaci s polygonem bude do 10 záznamů).



**Obr. 5 a 6** Další stránky mobilní aplikace – Wiki

Nedílnou součástí aplikace bude knihovna textů a obrázků *Wiki* (Obr. 5 - úvodní stránka Wiki, Obr. 6 - detail kapitoly). Její struktura (kapitoly) budou následující: O klíštěti, Druhy klíšťat, Závažná onemocnění, Mýty o klíšťatech, Prevence, První pomoc). Uspořádání a kapitol je stále v diskuzi – bude však kladen důraz na důležitost témat pro uživatele, tj. prevence a první pomoc by měly být na hned jako první a dobře viditelné.

#### 4. DISKUZE

Pro úspěšnost mobilní aplikace bude důležitá testovací fáze, dále marketing a propagace aplikace mezi cílovou skupinou, tj. veřejností ČR. Přičemž je třeba se vyvarovat příliš rychlému publikování aplikace na Google Play, kdy případná chyba by mohla nenávratně poškodit vznikající dobré jména mobilní aplikace klíčového výstupu projektu GSLČR č. 115.



Vývoj aplikace bude probíhat do listopadu 2022. Klíčové budou postupné fáze testování, a to pro postupné verze aplikace: nejdříve se otestuje GUI (vzhled grafických návrhů, rozvržení prvků), poté její statický obsah ve Wiki (texty, obrázky), na závěr (ve více krocích) její funkčnost (vyhledávání v mapě, vykreslování polygonů, výpočet a zobrazení rizik).

Při vývoji mobilní aplikace (případně i webové) je třeba také zvažovat její budoucí rozšíření a další návazné funkce. Tyto úvahy je třeba začlenit do koncepce řešení.

## 5. ZÁVĚR

Článek popisuje aktuální stav ve vývoji mobilní aplikace Klíšťapka, která vzniká jako hlavní výstup projektu Grantové služby LČR č. 115. Je zde představeno dosavadní řešení pro GUI, rozložení funkčních prvků, včetně grafických návrhů a loga. Součástí popisu je i stručný popis statické části aplikace – Wiki – populárně naučných textů pro veřejnost.

## 6. PODĚKOVÁNÍ

Príspevek vznikl za podpory Grantové služby Lesů ČR, s.p. (GS LČR projekt č. 115).

### **Kontakt**

**Doc. Ing. Jan Bartoška, Ph.D.**

Katedra systémového inženýrství, PEF ČZU v Praze

Kamýcká 129, Praha-Suchdol, 165 00

e-mail: bartoska@pef.czu.cz

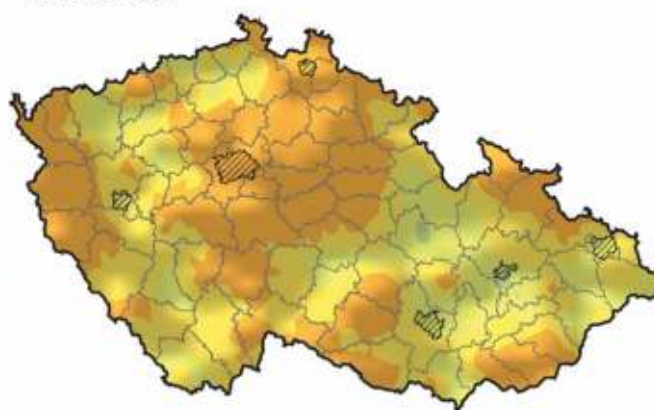
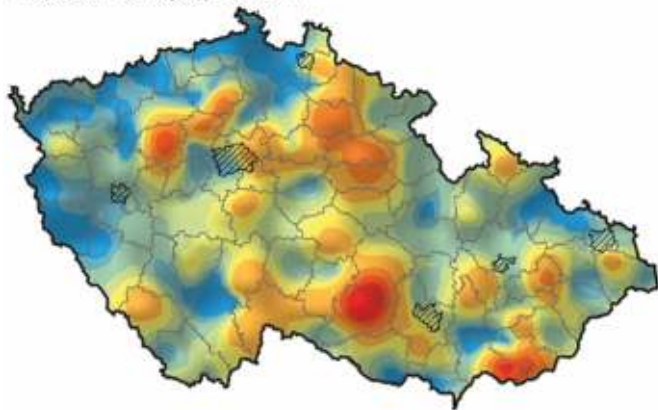


## Poznámky:



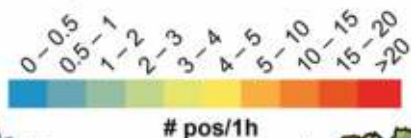
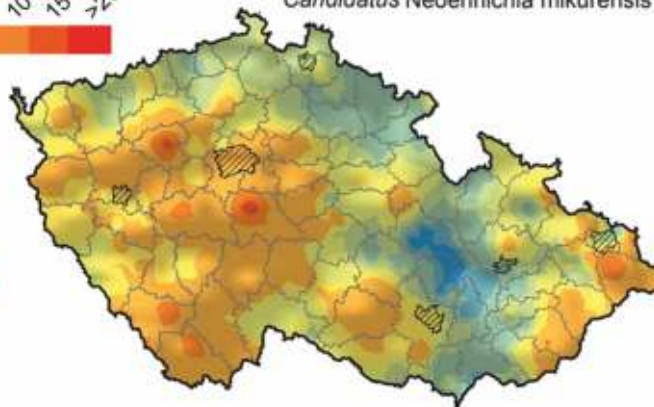
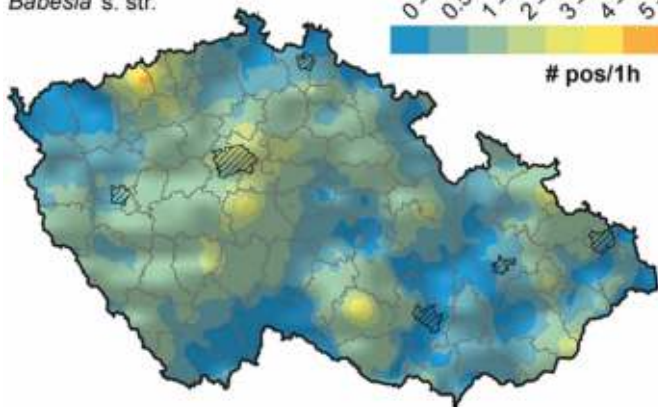
*Anaplasma phagocytophilum*

*Rickettsia* spp.



*Babesia* s. str.

*Candidatus Neorhlichia mikurensis*



Barevné vyobrazení Obr. 1 ze strany 27

Logo design

4F3A2D

3B2517

462F22

676666

Logo in lines - can be used as an icon

B7DDB9

B7DDB9

Barevné vyobrazení Obr. 2 ze strany 46



1. vydání  
© 2022, Česká lesnická společnost, z. s.  
ISBN 978-80-02-02973-1

