

Lesy České republiky, s.p., Hradec Králové

VÝZKUMNÉ PROJEKTY
GRANTOVÉ SLUŽBY LČR



Projekt

**SMART APLIKACE PRO PREDIKCI POČETNOSTI A
PREVALENCE KLÍŠTĚTE OBECNÉHO V LESNÍCH
EKOSYSTÉMECH (KLÍŠŤAPKA)**

Závěrečná zpráva projektu

Řešitel

Česká zemědělská univerzita v Praze



Odpovědný řešitel:

Zdeněk Vacek

Spoluřešitelé:

Jan Bartoška, Jan Cukor, Jakub Šimůnek, Dominik Hruška,

Stanislav Vacek, Rostislav Linda

Praha, prosinec 2022

Obsah

1. ÚVOD	3
2. ROZBOR PROBLEMATIKY	4
2.1. Mobilní aplikace jako nástroj prevence napadení klíštětem	4
2.2. Východiska připravované mobilní aplikace – dostupné aplikace	5
2.2.1. Aplikace Klíště	5
2.2.2. Aplikace Tekenbeet	6
2.2.3. Aplikace Tick Finder	7
2.2.4. Aplikace TickCheck	8
2.2.5. Aplikace TickTracker	9
2.2.6. Aplikace Borelioza	10
3. MATERIÁL A METODIKA	12
3.1. Vývoj aplikace	12
3.1.1. Zdrojové zajištění práce	12
3.1.2. Provedené aktivity projektu	12
3.2. Statistické analýzy	13
3.3.1. Metodický postup	14
3.3.2. Postup výpočtu – relativní abundance klíšťat	14
3.3.3. Postup výpočtu – relativní riziko nakažení <i>Borrelia burgdorferi</i>	15
4. VÝSLEDKY	17
4.1. Datový model a databáze	17
4.2. Mobilní aplikace	19
4.2.1. Úvodní okno s animací a informace o projektu	19
4.2.2. Hlavní okno aplikace s vyhledáváním	20
4.2.3. Zobrazení lesního porostu s detailem a funkcemi pro uživatele	21
4.2.4. Uživatelské funkce: memobox a propojení s kalendářem	22
4.2.5. Wiki	23
4.2.6. Mobilní aplikace – Uživatelský komfort: Dialogová okna	25
4.2.7. Grafika: Loga, barvy a jejich odstíny, piktogramy pro menu	26
4.3. Webová aplikace	26
5. INFORMAČNÍ OBSAH APLIKACE	30
5.1. O klíštěti	30
5.1.1. Klíšťatovití	30
5.1.2. Evoluce klíšťat	30
5.1.3. Stavba těla	30
5.1.4. Životní cyklus klíštěte	31
5.2.5. Podmínky ovlivňující aktivitu	32
5.2.6. Výskyt klíšťat v přírodě	32
5.3. Druhy klíšťat	33
5.3.1. Klíště obecné	33

5.3.2. Piják lužní	34
5.3.3. Klíšť lužní	34
5.3.4. Létající klíště	35
5.4. Závažná onemocnění	36
5.4.1. Promořenost klíšťat	36
5.4.2. Klíšťová encefalitida	36
5.4.3. Lymeská borrelióza	37
5.4.4. Anaplazmóza	38
5.4.5. Babezióza	38
5.4.6. Bartonelóza	39
5.4.7. Rickettsiíóza	39
5.4.8. Tularémie	39
5.4.9. Onemocnění zvířat	39
5.5. Mýty o klíšťatech	40
5.6. Prevence	43
5.6.1. Výběr míst pro pobyt v přírodě	43
5.6.2. Ochrana před klíšťaty	44
5.6.3. Očkování	44
5.6.4. Prevence u domácích mazlíčků	45
5.7. První pomoc	45
5.7.1. Odstranění klíštěte	45
5.7.2. Likvidace	46
5.7.3. Kontrola místa přichycení	46
5.7.4. Kontrola celého těla po návratu z přírody	46
6. PUBLICITA PROJEKTU	48
6.1. Populárně naučné články	48
6.1.1. Klíšťata jako velké nebezpečí v lese a možnosti, jak se jim bránit	48
6.1.2. Vliv druhového složení a struktury lesa na početnost klíšťat a vznik mobilní aplikace pro veřejnost	51
6.1.3. Klimatická změna ovlivňuje populační nárůst klíšťat na území České republiky	54
6.2. Prezentace na odborném semináři	57
6.3. Reportáž, Podcast a další PR	75
7. SHRNU TÍ	78
8. PODĚKOVÁNÍ	79
9. CITOVANÁ A POUŽITÁ LITERATURA	80

1. ÚVOD

Závěrečná zpráva projektu GS LČR č. 115 „**Smart aplikace pro predikci početnosti a prevalence klíšťete obecného v lesních ekosystémech (Klíšťapka)**“ je složena z detailního rozboru problematiky, materiálu a metodiky, samostatného vývoje mobilní a webové aplikace včetně osvětové části a propagace projektu. Vstupní data abundance klíšťete obecného a prevalence nemocí, jež jsou součástí tohoto projektu, vycházela z předchozího řešeného projektu GS LČR č. 103 „**Distribuce krevsajících členovců v lesních ekosystémech modifikovaných globálními změnami klimatu**“. Literární rešerše je v první části zaměřena na popis problematiky a důvody vzniku funkční aplikace, jako přelomového nástroje v prevenci napadením klíšťaty. Druhá část uvádí přehled doposud dostupných aplikací, zabývajících se obdobnou problematikou – tedy základním informačním obsahem zaměřeným na klíšťe obecné včetně abundance a prevalence hlavními druhy nemocí, přenášených těmito krevsajícími roztoči.

Metodickou část lze rozdělit na samotný vývoj aplikace a statistické analýzy, zaměřené na postup výpočtu relativní abundance klíšťete obecného (*Ixodes ricinus*) a relativního rizika nakažení *Borrelia burgdorferi*. Nejdůležitější částí aplikace je pak tvorba tzv. Heat Map, jež vizualizují míru abundance (relativní míru výskytu) klíšťete obecného a prevalenci lymeskou boreliózou v lesních porostech v závislosti na parametrech těchto porostů. Nechybí zde ani možnosti zaznamenání a uložení pozice „chyceného“ klíšťete. Tímto interaktivním prvkem je uživatel do aplikace aktivně zapojen. Ve zprávě jsou dále prezentovány jednak populárně naučné články publikované v rámci tohoto projektu v odborných časopisech, ale především PR výstupy se značným prezentačním dopadem (reportáž, Podcast, Instagram, Facebook atd.). Na závěr je uveden přehled použité české a zahraniční literatury. Aplikace je zdarma ke stažení na Google Play a na webovém portálu <https://klistapka.czu.cz/>.

2. ROZBOR PROBLEMATIKY

2.1. Mobilní aplikace jako nástroj prevence napadení klíštětem

Klíště obecné (*Ixodes ricinus* L.) patří ve střední Evropě mezi jednoho z nejvýznamnějších vektorů závažných onemocnění přenosných na člověka a zvířata, včetně domácích mazlíčků (Toledo et al. 2009; Danielová et al. 2010; Kybicová et al. 2017). V posledních dekadách dochází k rozšiřování areálu výskytu klíšťat, což je pravděpodobně způsobeno probíhajícími změnami klimatu a s tím související transformací lesních ekosystémů a modifikací jejich druhové skladby a struktury (Materna et al. 2008; Daniel et al. 2009). Otázka problematiky výskytu a šíření klíštěte obecného je proto v současné době často diskutovaným tématem jak široké laické, tak i odborné lesnické veřejnosti. S nárůstem početnosti narůstá nejen riziko napadení člověka klíštětem, ale také riziko onemocnění řadou nemocí, včetně nejběžnější lymeské boreliózy.

Na základě již dříve publikovaných prací je zřejmé, že výskyt vývojových stádií klíštěte obecného velmi úzce souvisí s charakteristikou konkrétních stanovišť na úrovni mikrohabitatu (Lindström, Jaenson 2003; Halos et al. 2010; Tack et al. 2012). Přítomnost klíšťat je podmíněna vlhkostními podmínkami, strukturou a druhovým složením stromového a bylinného patra či přítomností hostitelů (Vacek et al. 2021a, 2021b; Mols et al. 2022). Abundanci klíšťat tedy lze dle těchto charakteristik předpovídat podle uvažovaných prediktorů, které vystihují poměry daného stanoviště (Vacek et al. 2023). Tohoto je možné velmi dobře využít za pomoci různých moderních technologií. Jednou z efektivních řešení je vývoj smart aplikace, která bude veřejně dostupná uživatelům z řad široké veřejnosti prostřednictvím operačního systému Android (GooglePlay) a zároveň formou webové stránky, kterou bude možné otevřít jak na standardním stolním počítači/notebooku, tak na mobilních telefonech s operačním systémem iOS. Vyvíjená mobilní aplikace/webová stránka byla programována na základě terénních dat, získaných v průběhu řešení projektu „Distribuce krevsajících členovců v lesních ekosystémech modifikovaných globálními změnami klimatu“ (LČR č. 103). V rámci tohoto projektu bylo zmapováno více než 150 stanovišť napříč celým územím České republiky v rámci širokého stanovištního gradientu. V závěrečné zprávě zmiňovaného projektu je detailně pojednáváno o vlivu struktury lesa, druhového složení dřevin, krajinných indexů a dalších parametru na abundanci klíšťat. Dále jsou zde detailně prezentovány výsledky prevalence lymeské boreliózy a granulocytární anaplazmózy.

Cílem návrhu aplikace je komplexní řešení dané problematiky. Aplikace/webová stránka je složena ze dvou dílčích částí. První část predikuje riziko napadení člověka klíštětem na základě početnosti populace klíštěte obecného v konkrétním místě podle vybraných prediktorů a rizika onemocnění boreliózou. Druhou dílčí část je vzdělávací obsah. Ten je zaměřen na zajištění relevantních a přehledně zpracovaných informací ve vztahu k prevenci před šířením chorob přenosných klíšťaty. Součástí vzdělávací části je také soubor doporučení, jak předejít napadení klíštětem a jak se v případě napadení chovat. Osvětová část obsahuje přehled nemocí šířených klíšťaty, popis nejrozšířenějších druhů klíšťat v ČR a další důležité údaje a zajímavosti.

2.2. Východiska připravované mobilní aplikace – dostupné aplikace

V první fázi přípravy a vývoje aplikace „KlíšťApka“ byl proveden detailní screening dostupných aplikací, zaměřených na problematiku klíšťat a člověka, které jsou dostupné uživatelům mobilních aplikací na platformách Android (Google) a iOS (Apple). Průzkum byl nejprve zaměřen na české aplikace a následně také na aplikace, které jsou pro uživatele k dispozici v angličtině, případně v jiných evropských jazycích.

Z hlediska obsahové části byly vyhledávány aplikace se zaměřením na základní popis klíštěte obecného, problematiku přenosnosti populací klíšťat nemocemi přenosnými na člověka, možnosti odstraňování prísátého klíštěte či popis prevence proti prísátí klíštětem. V případě zadání klíčových slov „klíště“ a „klíšťata“ byla v databázi internetového obchodu GooglePlay vyhledána pouze jedna aplikace s jednoduchým názvem Klíště (aplikace nebyla v době přípravy projektu spuštěna).

V případě zadání anglického ekvivalentu „tick“, případně „ticks“ a „tick diseases“ je již výběr aplikací, které jsou na problematiku klíštěte obecného zaměřeny, výrazně širší. Po provedení podrobného screeningu na GooglePlay bylo vyhledáno celkem 5 relevantních aplikací, zabývajících se problematikou klíšťat a jimi přenosných nemocí. Jedná se o aplikace Tekenbeet, Tick Finder, TickCheck ID, TickTracker a Borelioza. Z těchto uvedených aplikací jsou všechny, vyjma Tick Finder funkční.

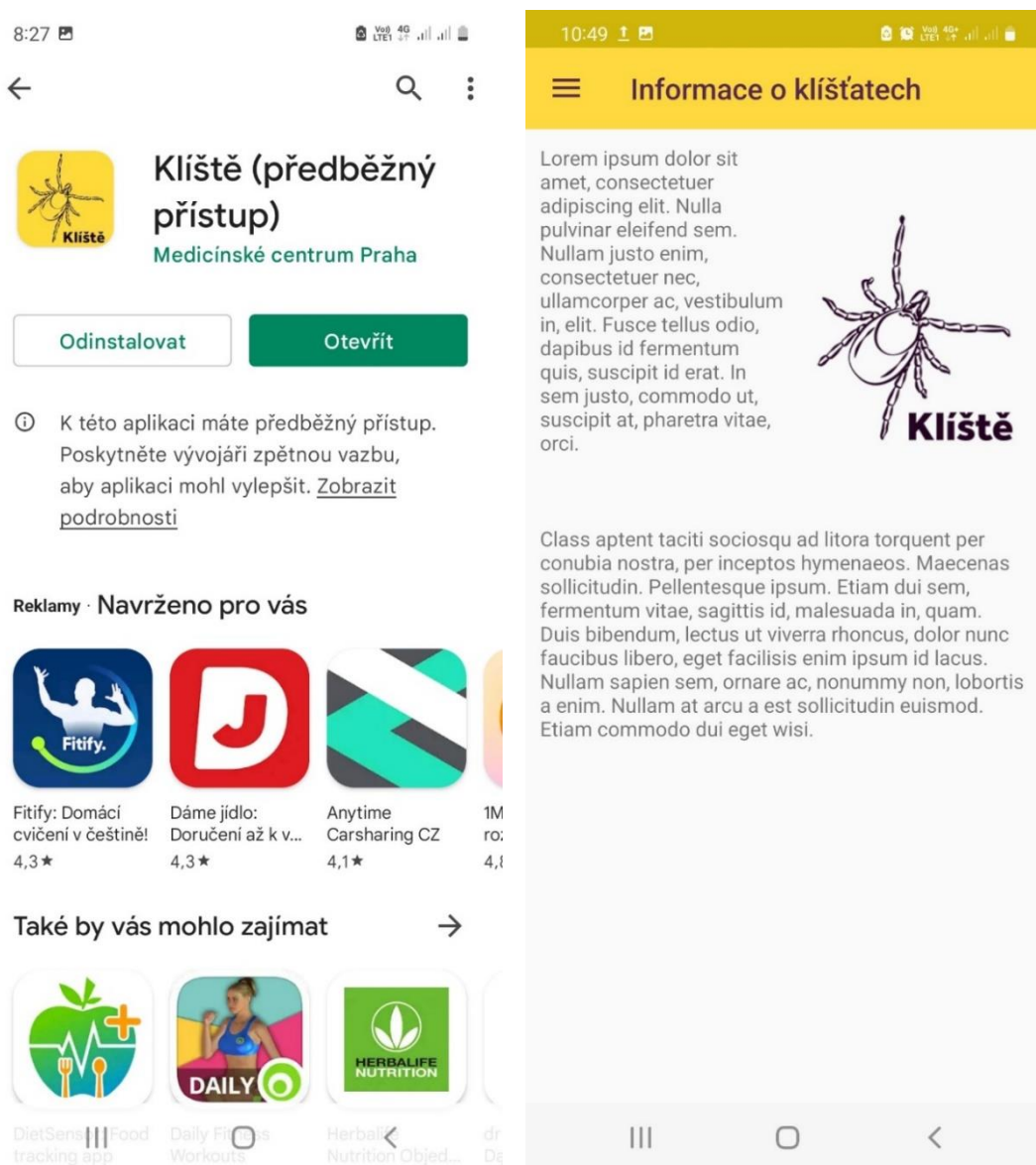
Aplikace je možné zdarma nainstalovat na mobilní telefon s operačním systémem Android a následně používat. Problematické je však jejich prostředí v holandském, polském či anglickém jazyce a pak také nabídka funkcí těchto aplikací. Většina z nich nabízí pouze malou část široké problematiky, související s klíštětem obecným a s tím spojenými dopady na lidské zdraví. Počty stažení těchto aplikací se pohybují od 500+ až po 50 000+ stažení dle jejich oblíbenosti a regionu, ve kterém jsou aplikace používány. Omezujícím parametrem je především jazyk, ve kterém jsou aplikace konstruovány a designovány. Žádná z vyhledaných aplikací nenabízí predikční modely výskytu klíšťat, založené na vyhodnocení databází dat, získaných jasně definovanou metodikou. Převahu mají aplikace, které jsou založeny na nepřesných a náhodně sbíraných datech o výskytu klíšťat vložených uživateli (bez možnosti kontroly správnosti). Zároveň nebyla nalezena aplikace s komplexním uchopením problematiky, což bylo plánováno v případě vývoje aplikace „KlíšťApka“. Přehled dostupných aplikací včetně základního popisu a Print Screenu prostředí aplikací je uveden níže.

2.2.1. Aplikace Klíště

Aplikace Klíště je dle dostupných informací aplikace vyvíjena Medicínským centrem Praha. Tato aplikace v současné době umožňuje pouze předběžný přístup. Po prvním spuštění aplikace nabízí svým uživatelům menu se záložkami se vzdělávací částí, informacemi ze zpravodajství, informacemi o výskytu klíšťat (pouze na základě hlášení výskytu uživateli) a základními informacemi o klíšťatech. Preventivní část (jak se chránit) či část, zaměřená na popis rizikových lokalit s ohledem na výskyt klíšťat zcela chybí. V jednotlivých záložkách je prozatím vložen pouze nesmyslný text, využívaný v grafickém designu jako demonstrativní při vývoji a návrhu aplikací.

Dle informací, dostupných v současné verzi, tato aplikace cílí pravděpodobně na segment městských uživatelů, kteří budou jednotlivé body nálezů klíšťat zadávat do připravené mapy. Na základě těchto záznamů budou uživatelé moci odhadovat riziko výskytu klíšťat, které však bude

značně zkresleno počtem uživatelů, kteří tato místa navštěvují (např. vysoký výskyt uživatelů v parcích, a tudíž i vysoká šance nálezu klíšťate). Informace o promořenosti klíšťat, predikci reálného výskytu klíšťat, založeného na relevantních datových souborech, informacích o možné prevenci a o odstraňování klíšťat zcela chybí. Aplikace je tedy zaměřena zejména na vkládání dat od uživatelů, jak již bylo zmíněno výše. Nelze proto hovořit o komplexním pojetí aplikace s uchopením problematiky klíšťate a jeho dopadu na lidské zdraví jako celku. Úvodní printscreen aplikace v GooglePlay a následný printscreen z aplikace je uveden na **Obr. 1**.

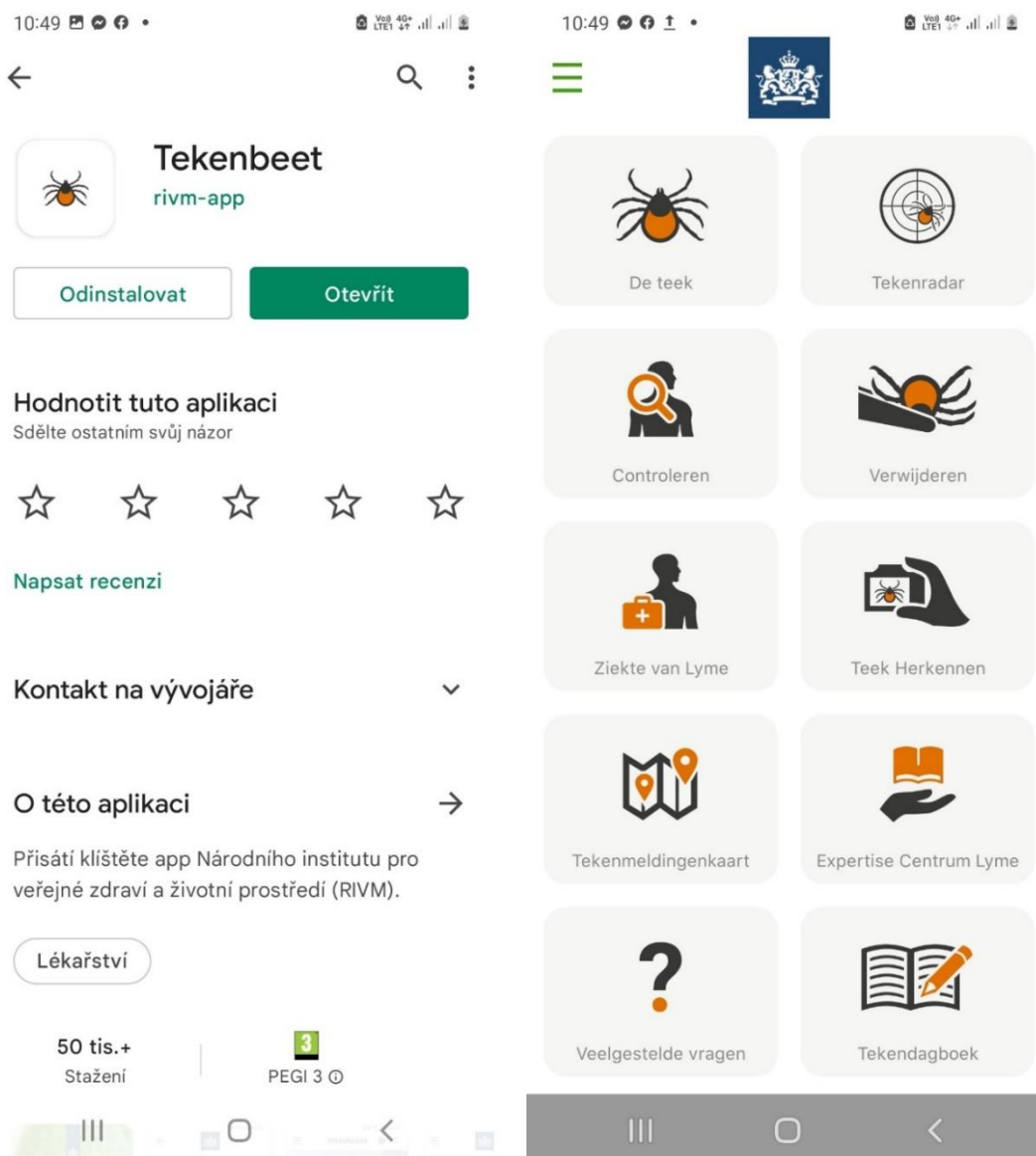


Obr. 1: Aplikace „Klíšťě“ – stažení aplikace a interiér s demonstrativním textem.

2.2.2. Aplikace Tekenbeet

Tato aplikace byla vyvinuta v Holandsku, a proto je naprogramována v holandském jazyce. Aplikace Tekenbeet nabízí jako jediná relativně široké spektrum funkcí. V aplikaci je dostupná jak vzdělávací část záznamů s výskyty klíšťat, tak zároveň i část zaměřená na odstraňování klíšťat a popis

základní zdravotní pomoci. Zadávaná klíšťata jsou 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. Aplikace byla stažena již více než 50 000 uživateli. Pro českého uživatele je aplikace z důvodu jazykové bariéry bezpředmětná. Prostředí aplikace Tekenbeet je patrné z následujícího obrázku (**Obr. 2**).

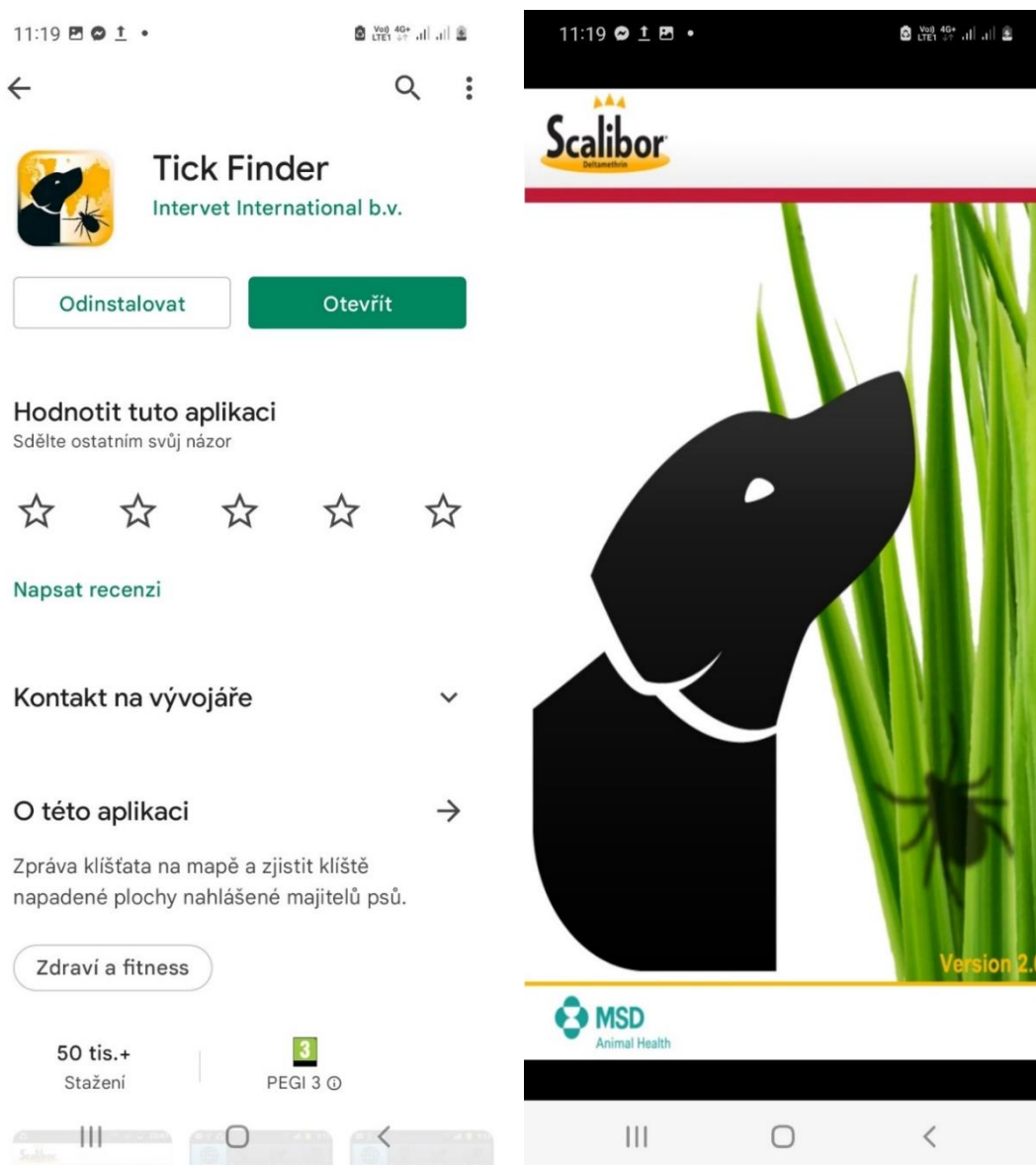


Obr. 2: Prostředí aplikace „Tekenbeet“ se základním menu.

2.2.3. Aplikace Tick Finder

Tato aplikace byla vyvinuta v společnosti Intervent International b. v. (Spojené Státy Americké). Aplikace je naprogramována v anglickém jazyce, a proto je pravděpodobně cílena na široké spektru uživatelů, o čemž svědčí také vysoký počet stažení (50 tis. a více). Funkce aplikace je zaměřena na zaznamenávání a následnou přehledovou mapu o výskytu klíšťat uživateli (zejména majiteli psů).

Aplikace nevychází z vědecky podložených dat a je tudíž zkreslena intenzitou návštěv daných lokalit majiteli psů, na kterých je tak hlášen vyšší počet záznamů klíšťat (např. v parcích). Aplikace již dlouhodobě nefunguje. Po jejím spuštění se zobrazí pouze úvodní stránka, která následně aplikaci zastaví, a ukončí její spuštění. Prostředí aplikace je patrné z níže uvedeného obrázku (**Obr. 3**).

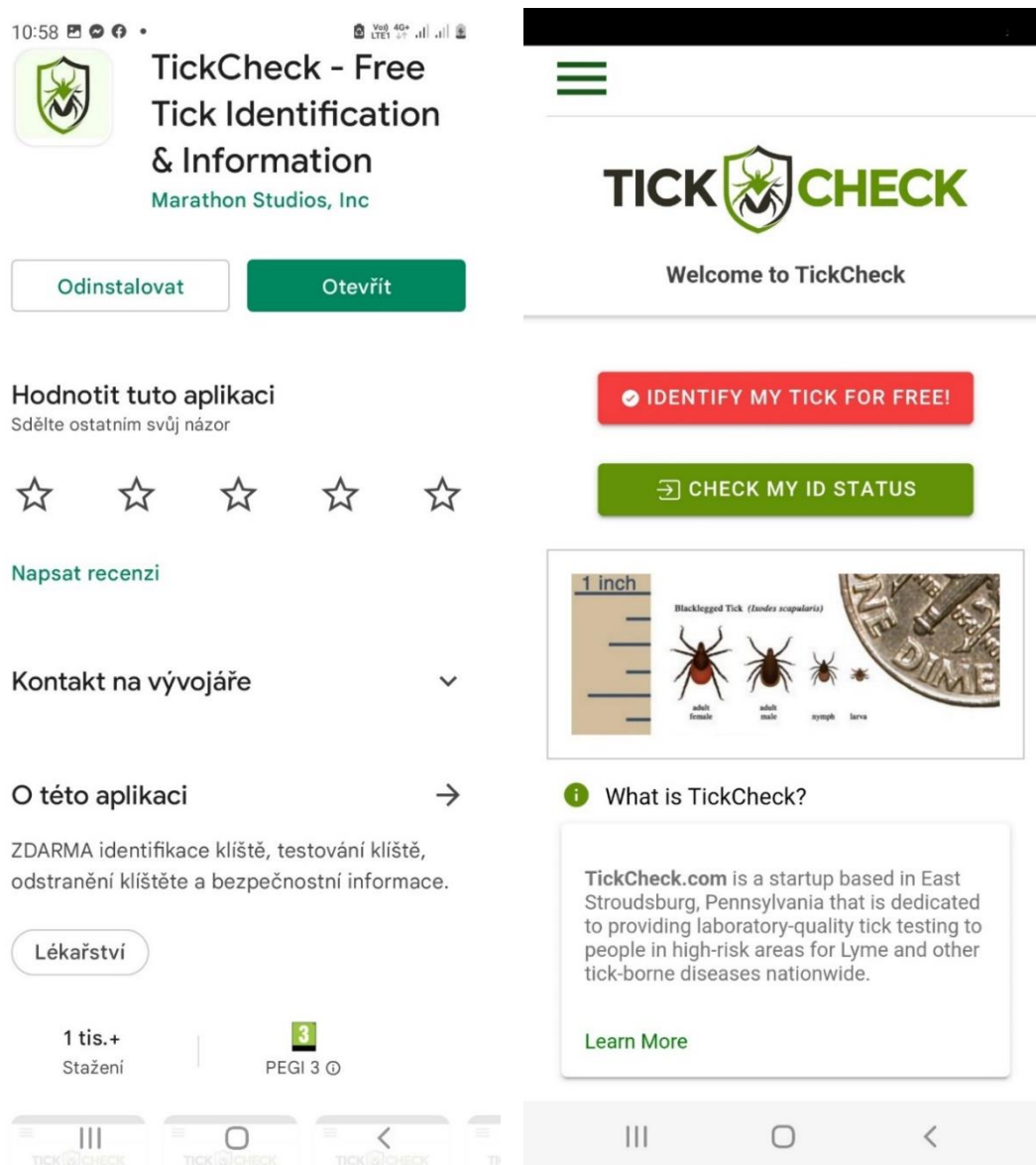


Obr. 3: Možnost stažení a interiér aplikace „Tick Finder“.

2.2.4. Aplikace TickCheck

Tato aplikace je dostupná v anglickém jazyce a byla vyvinuta developerem Marathon Studios, Inc. v Pensylvánii. Je tak primárně určena pro uživatele v Severní Americe. Aplikace je zaměřena na určování druhů klíšťat a pro určení nabízí běžné americké druhy, jako *Ixodes scapularis*, *Ixodes pacificus*, *Amblyomma americanum*, *Rhipicephalus sanguineus* či *Dermacentor variabilis*. Největší počet záznamů z této aplikace je hlášen ze států USA, ovšem objevují se zde i záznamy z Evropy. Určování klíšťat není nijak automatizováno. Uživatel zašle prostřednictvím aplikace fotografii klíšťete a následně

je mu e-mailem doručena odpověď. V případě rozpoznávání klíšťat nabízí aplikace také určení pohlaví. Určování různých druhů klíšťat je v tomto případě opodstatněné zejména z hlediska různé promořenosti druhů nemocemi, a tedy i jejich odlišné nebezpečnosti pro člověka. Popis přenosu nemocí a postupů, jak klíšťe odstranit, je v aplikaci také dostupný. Tato část informací je obsahově značně redukována. Podstatnou nevýhodou je především úzké zaměření na Severní Ameriku. Prostředí aplikace je patrné z níže uvedeného obrázku (Obr. 4).

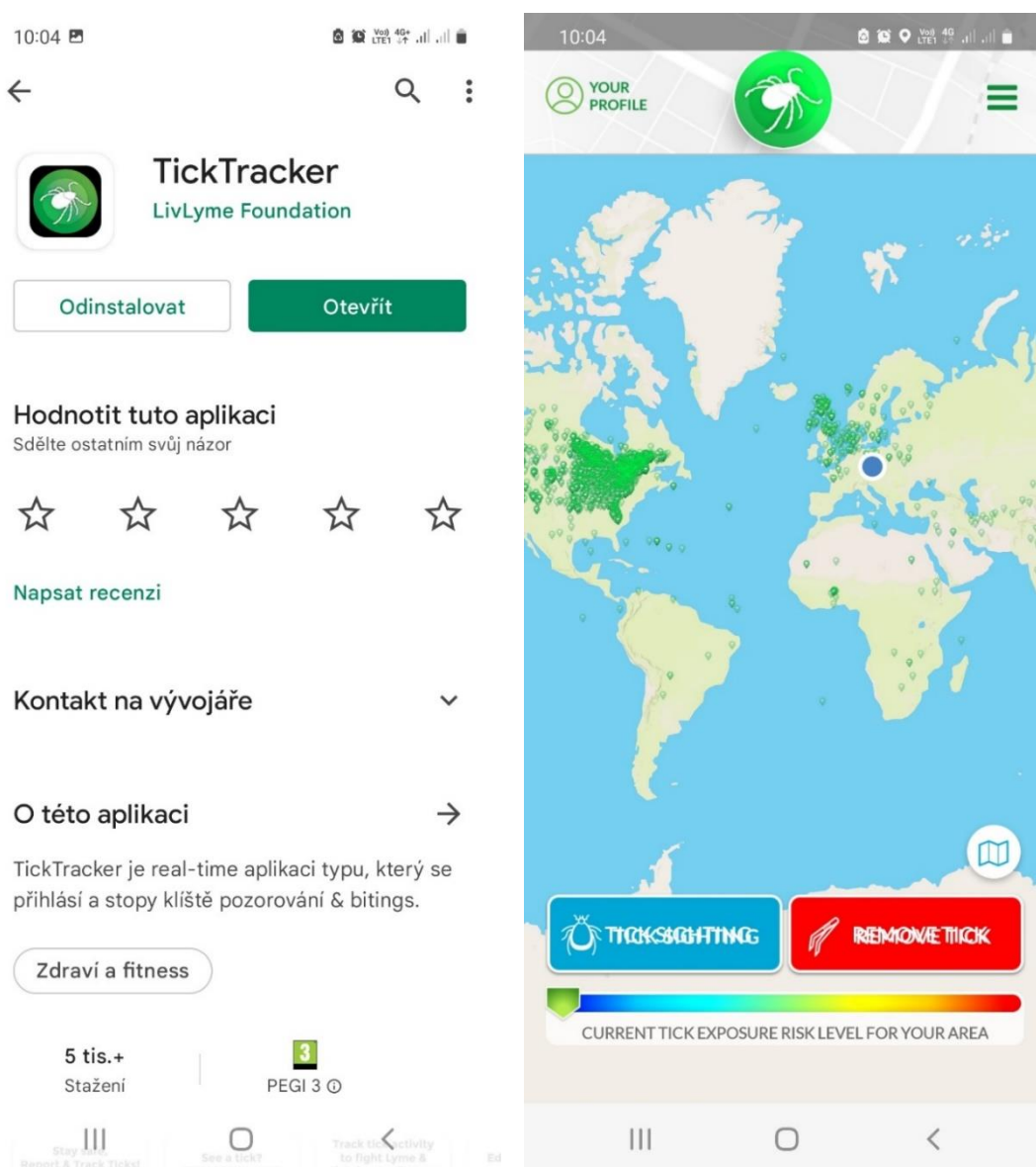


Obr. 4: Prostředí aplikace „Tick Check“.

2.2.5. Aplikace TickTracker

Jedná se o další aplikaci vyvinutou v USA (LivLyme Foundation), tentokrát v Missouri. Primárním cílem je monitoring výskytu klíšťat na základě hlášení ze strany uživatelů. Nejvíce záznamů je reportováno ze Severní Ameriky. V případě Evropy jsou zde četné záznamy především z Velké Británie, Francie či Německa. Četné výskytů jsou hlášeny z okolí velkých měst, což odpovídá zkrslení

výsledků na místech, která jsou častěji navštěvována uživateli aplikace. Otázkou je důvěryhodnost takovýchto dat. Jednotky až nižší desítky záznamů jsou hlášeny např. i z vodní plochy oceánů či za severním polárním kruhem. Jedná se tedy evidentně o nepravdivé informace. Aplikace má prozatím celkem více než 5 000 stažení. V prostředí aplikace jsou také základní informace o prevenci proti napadení klíšťem a základní popis lymeské boreliózy. Širší informační části zcela chybí. Prostředí aplikace je patrné z níže uvedeného obrázku (**Obr. 5**).

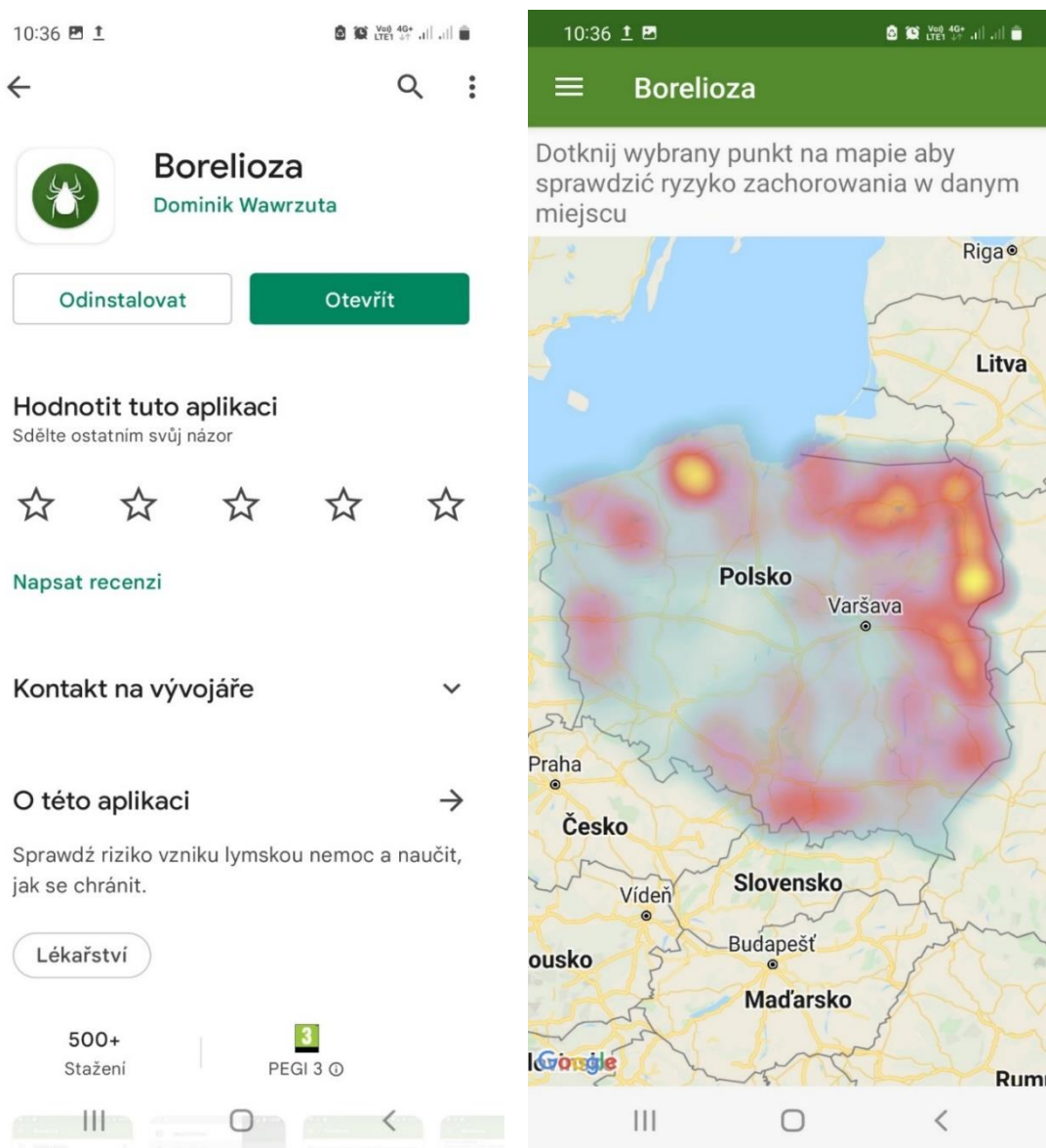


Obr. 5: Prostředí aplikace „TickTracker“ s mapovým výstupem.

2.2.6. Aplikace Borelioza

Aplikace Borelioza je zaměřena výhradně na problematiku lymeské boreliózy, jak již napovídá samotný název. Byla vyvinuta v Polsku, a proto je celé prostředí aplikace dostupné pouze v polském jazyce. Velmi úzké zaměření je cíleno výhradně na predikce míst s popisem rozsahu rizika promoření populací klíšťat lymeskou boreliózou (viz mapa Polska, **Obr. 6**). V aplikaci je k dispozici také

jednoduché uživatelské menu, jehož základem je mapa boreliózy a pak další, jednoduše zpracované záložky s textem, zaměřeným na preventivní opatření proti napadení klíštětem a se schematickým popisem, jak prisáté klíště odstranit. Z aplikace není jasné, na jakém základě je vyobrazená mapa výskytu boreliózy na území Polska konstruována. Informační části, zaměřené na další nemoci a na predikci lokalit s vyšším rizikem výskytu klíšťat však opět chybí.



Obr. 6: Aplikace Borelioza včetně interiéru (mapy s rizikovým výskytem boreliózy).

3. MATERIÁL A METODIKA

3.1. Vývoj aplikace

3.1.1. Zdrojové zajištění práce

Vývoj mobilní a webové verze aplikace KlíšťApka probíhal souběžně, respektive prioritou byla mobilní aplikace (její vzhled a funkčnost), která je klíčovým uživatelským produktem pro širokou veřejnost v České republice. Webová aplikace je určena pro prezentaci projektu a základní náhled na výsledky řešení projektu. V rámci projektu byla vytvořena databáze s již uloženými daty a údaji o lesních porostech (zpracované datasey, zakoupené z Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů v Brandýse nad Labem) na provozním serveru České zemědělské univerzity v Praze, ze kterého načítá mobilní aplikace data k lesním porostům v mapě České republiky pomocí nástroje API. Grafický vzhled mobilní a webové aplikace bude před zveřejněním široké veřejnosti eventuálně dopraven v souladu s marketingovým oddělením zadavatele a grafickými šablonami mobilní aplikace „Klub nového lesa“.

Vývojový tým využíval pro vývoj aplikace a webové stránky vlastní výpočetní techniku a provozní servery České zemědělské univerzity v Praze. Konkrétně se jednalo o notebooky v běžné uživatelské konfiguraci (OS Linux/Windows, 4 až 8 GB RAM, SDD DISK 40 až 60 GB, CPU Intel Core i3 až i7) pro práci týmu a virtuální server (spravováno přes interní web hosting, 1 GB RAM, OS Linux) pro zajištění provozu databáze (disková kvóta 20 GB) a webové aplikace (PHP server, PHP verze 7.2) – technicky plně zajišťováno ze strany OIKT ČZU. Vývoj probíhal s využitím programovacích jazyků PHP, SQL, Java a javascript. Grafické návrhy aplikací byly vytvořeny v prostředí software Figma.com s užitím vlastní tvorby loga a piktogramů.

3.1.2. Provedené aktivity projektu

- Vytvoření grafického návrhu pro mobilní aplikaci a jeho následná implementace.
- Vytvoření základní struktury mobilní aplikace: hlavní okno s mapou České republiky, Wiki.
- Příprava a finalizace základní struktury a vzhledu webové aplikace.
- Vytvoření základních funkcí mobilní aplikace pro uživatele: vyhledávání v mapě, zobrazení textů a fotografií.
- Doplnění rozšiřujících funkcí mobilní aplikace pro uživatele: memobox s ukládáním lokalit, propojení s kalendářem.
- Rozšíření mapy České republiky v mobilní aplikaci o zobrazování polygonů lesních porostů.
- Implementace výpočtu abundance klíšťe obecného a prevalence lymeské boreliózy dle lokality se zahrnutím výzkumných dat.
- Rozlišení polygonů lesních porostů v mobilní aplikaci pomocí barevné škály.
- Optimalizace mobilní aplikace z hlediska rychlosti načítání dat.
- Testování mobilní aplikace z hlediska funkčnosti a použitelnosti.
- Vytvoření grafického návrhu pro finální podobu webové aplikace a jeho implementace.
- Rozšíření mapy České republiky ve webové aplikaci o polygony lesních porostů.
- Rozšíření funkcí webové aplikace o detail lesního porostu s výpočtem abundance a prevalence.
- Predikce vývoje aktivity klíšťat v závislosti na nastavení uživatele (sezonnost, teplota).
- Propojení obou aplikací s webovým portálem Klubu nového lesa (sjednocení barev a rozložení www, užití společného banneru s QR kódem pro stažení mobilní aplikace).

- Nahrání aplikace na Google Play.
- Publicita a propagace projektu a aplikace.

3.2. Statistické analýzy

V rámci tohoto projektu byly zpracovány modely mapových výstupů rizik na základě vstupní databáze vycházející z projektu LČR č. 103. Pro zjištění vlivu stanovených parametrů na počet vzorkovaných jedinců klíštěte obecného byly v roce 2021 a následně i v roce 2022 odebrány vzorky z celkem 150 lokalit. Sběr vzorků probíhal pomocí metody vlajkování – sběr jedinců zachycených na látce smýkané po povrchu vegetace (Springer et al. 2016; Tkadlec et al. 2018). Na každé z těchto lokalit byl sběr dat realizován vždy po dobu 2 hodin. Odebraní jedinci byli uchovávaní ve zkumavkách a v chladu převezeni do laboratoře pro následné přesné určení druhu a analýzu případného nakažení *Borrelia burgdorferi* a *Anaplasma phagocytophilum*.

Lokality byly předem vybrány na základě charakteru prostředí, nadmořské výšky a smíšení lesa ve třech typech biotopů – interiér lesa, okraj lesa a holina. Lokality byly geograficky rozmístěny s ohledem na systematické pokrytí celého území ČR s potenciálním výskytem klíšťat. Na každém stanovišti byly následně zaznamenány stanovištní charakteristiky (nadmořská výška, sklon, expozice, teplota, vlhkost), charakteristiky lesního prostředí (PLO, HS, SLT, zakmenění, druhová skladba, věk porostu, zásoba), struktura vegetace na lokalitě (pokryvnost a výška jednotlivých vegetačních pater) a pobytové znaky zvěře (jejichž intenzita byla následně hodnocena na stupnici 0–5). V prostředí GIS pak byly ke každé lokalitě zjištěny přímé vzdálenosti k nejbližší lesní cestě, vodnímu zdroji, obydlí a okraji porostu.

S ohledem na uživatelskou přívětivost modelu však byla využita pouze část vstupních údajů, které mají signifikantní vliv na abundanci klíšťat a riziko nakažení nemocemi. Využita byla tato vstupní data: nadmořská výška, vzdálenost od okraje porostu, varianta druhového smíšení porostu, bioklimatické parametry a vlhkostní parametry stanoviště odvozené ze SLT. Krajinné indexy jsou v aplikaci načítány dle aktuální GPS pozice uživatele. Pro pokročilé uživatele je v prostředí aplikace zpřístupněna možnost upřesnění modelu zvolením varianty biotopu. Toto upřesnění je možné realizovat výběrem ze tří variant.

Základním výstupem vzorkování a následných analýz je odhad „koncentrace“ klíšťat na jednotlivých lokalitách (resp. v jednotlivých podmínkách). Tento údaj je definován jako počet klíšťat zachycených vlajkováním za 2 hodiny na jednotlivých lokalitách. Pro účely jednodušší interpretace byl tento údaj převeden na relativní škálu 0–100 %, kde 0 % značí minimální potenciální zachycení klíštěte obecného a 100 % maximum zachycených jedinců.

Samotný odhad koncentrace klíšťat a prevalence *Borrelia burgdorferi* byl proveden pomocí lineárních modelů, přičemž byl kladen důraz na jednoduchost a účelnost interpretace modelu. Model byl zkonstruován pomocí techniky zpětné selekce („backward selection“). Do finálního modelu byly přidány bioklimatické parametry a sezónnost (týden, pro který bude odhad proveden). Druhý parametr byl odvozen na základě již publikovaných prací jinými autory. Jako finální model byla zvolena metoda s řádnou schopností předpovědi a co největší jednoduchostí. Prevalence *Anaplasma phagocytophilum* nebyla do aplikace zahrnuta kvůli nízké prevalenci, nesignifikantním závislostem a nepřesnosti predikčního modelu.

3.3.1. Metodický postup

Z hlediska modelu abundance klíšťat byl pro každou lokalitu vypočítán průměr nasbíraných jedinců klíštěte obecného, zahrnující všechna vývojová stadia, z let 2021 a 2022. Tento údaj byl opraven pomocí koeficientů aktuální teploty a týdne v roce na maximální potenciální výskyt a následně normalizován tak, aby tyto hodnoty spadaly do intervalu 0–1 pomocí následující rovnice:

$$x_n = x_i - \min(x) / (\max(x) - \min(x)),$$

kde x_n je normalizovaná hodnota; x_i a x značí vektor průměrů hodnot počtu nasbíraných jedinců klíštěte obecného z let 2021 a 2022 pro každou lokalitu.

Tato hodnota byla poté modelována pomocí zobecněného lineárního modelu (Gamma rozdělení). „Plný“ model, tj. první model byl sestaven na základě všech vybraných parametrů, a to:

- biotop (les, okraj lesa, holina),
- smíšení lesa (jehličnatý, listnatý, smíšený les),
- nadmořská výška (v m n. m.),
- vlhkost dle SLT,
- bioklimatické parametry (BIO1–BIO19 získané z projektu WorldClim – Fick, Hijmans 2017),
- vybrané krajinné indexy (KI_CONTAG, KI_PD, KI_ED, KI_LSI – Václavík et al. 2021).

Tento model byl dále upraven pomocí zpětné selekce na základě signifikance jednotlivých parametrů.

Stejným způsobem byl vytvořen i model rizika nakažení lymeskou boreliózou. Vstupními daty pro tento model byl relativní počet nakažených klíšťat (nymf) v roce 2021 ve vzorku z každé lokality (celkem analyzováno 3 330 jedinců). V tomto případě byl použit obecný lineární model. „Plný“ model i způsob selekce významných parametrů probíhal stejně jako v předchozím případě.

3.3.2. Postup výpočtu – relativní abundance klíšťat

Nejprve byl vypočítán efekt každého z parametrů – absolutní člen se připočítá vždy, u diskrétních parametrů se vybere příslušná varianta a u spojitých parametrů se vynásobí koeficient příslušnou hodnotou (**Tab. 1**). Tyto efekty se následně sečtou, jako u běžného lineárního modelu.

Tab. 1: Koeficienty pro výpočet předpovědi relativní abundance klíštěte obecného.

Parametr	Koeficient
Absolutní člen	16,126109
<i>Diskrétní parametry</i>	
Biotop: lesní porost	-2,989666
Biotop: okraj lesa	-2,963811
Biotop: holina	0
Smíšení: jehličnatý les	0,157987

Smíšení: listnatý les	-0,371419
Smíšení: smíšený les	-0,106716
<i>Spojité parametry</i>	
Nadmořská výška [m n. m.]	0,010213
Bio_ 3	-1,183308
Bio_ 5	1,919665
Bio_ 6	-4,50216
Bio_ 8	-2,442006
Bio_ 11	6,259876
Bio_12	-0,075951
Bio_ 13	-0,270277
Bio_18	0,237441
Bio_19	0,165294
Vlhkost dle SLT	0,105732
KI_CONTAG	0,038926

Zobecněný lineární model však pracuje s tzv. „link funkcí“, která je v tomto případě převrácená hodnota. Po pronásobení, popř. výběru patřičných parametrů je tak nutné následně vypočítat převrácenou hodnotu této hodnoty, která je již výsledkem. Výsledná hodnota modelu se pro studovaná území nachází v intervalu 0–1. V případě, že je tato hodnota pro jiné území mimo tento rozsah, použije se nejbližší možná hodnota.

Vzhledem k prudkému poklesu abundance nad 800 m n. m. je maximální predikovaná hodnota v aplikacích zastropována na 0,2. Takto získané hodnoty byly nakonec opraveny o vliv aktuální teploty, času a dalších parametrů.

3.3.3. Postup výpočtu – relativní riziko nakažení *Borrelia burgdorferi*

V tomto případě se z hlediska postupu nejprve vypočítá efekt každého z jednotlivých parametrů. Absolutní člen se připočítá vždy, u diskrétních parametrů se vybere příslušná varianta a u spojitých parametrů se vynásobí koeficient příslušnou hodnotou (**Tab. 2**). Tyto efekty se následně sečtou. Další úprava výpočtu již neprobíhá – toto je finální výsledek.

Tab. 2: Koeficienty pro výpočet předpovědi relativní prevalence *Borrelia burgdorferi*.

Parametr	Koeficient
Absolutní člen	28,418264
<i>Diskrétní parametry</i>	
Biotop: lesní porost	-0,0334143
Biotop: okraj lesa	0,0447932
Biotop: holina	0
Smíšení: jehličnatý les	0,0067031
Smíšení: listnatý les	-0,0651804

Smíšení: smíšený les	-0,0292386
----------------------	------------

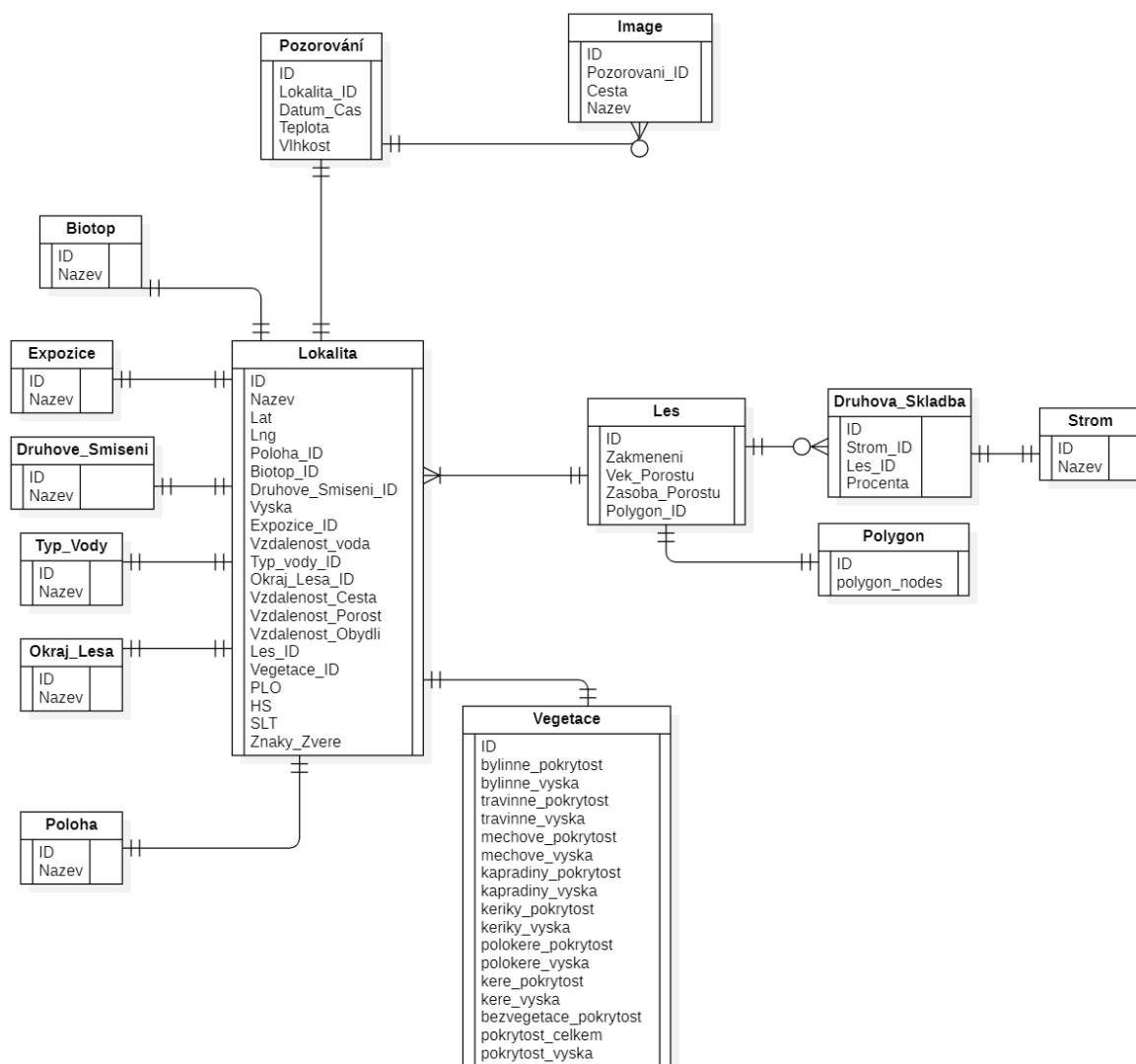
Spojité parametry

Pokryvnost vegetací	-0,0012671
Nadmořská výška v m n. m	0,0014070
Bio_2	4,5825186
Bio_3	-1,1903245
Bio_4	-0,0084664
Bio_5	-1,5935235
Bio_6	1,2905268
Bio_10	0,5767426
Bio_13	0,0119476
Bio_14	0,0245857
Bio_19	-0,0107003
Vlhkost dle SLT	0,0070582
KI PD	-0,0011024
KI_ED	-0,0705422
KI_LSI	6,4578957

4. VÝSLEDKY

4.1. Datový model a databáze

V listopadu 2021 byla ve vývojovém týmu navržena první verze datového modelu (E-R diagram), který je výchozím a širším konceptem a který předpokládá další rozvoj aplikace (navazující projektovou činnost a výzkum). Pro běžný provoz aplikací byl poté vytvořen dílčí datový model, který ze širšího konceptu vychází a který je v současnosti v podobě databáze MySQL na provozním serveru ČZU. Přičemž širší koncept datového modelu vznikl zejména na základě terénního formuláře (byl vyplněn u každé lokality v rámci předchozího projektu GS LČR č. 103) a byl v průběhu vývoje výrazně modifikován a doplněn (**Obr. 7**).



Obr. 7: Návrh první předběžné verze (0.1) datového modelu v podobě E-R diagramu.

Uvedený datový model v podobě E-R diagramu (širší koncept D) v budoucnosti počítá s dalším rozvojem aplikace, zejména s rozšířením aplikace o uživatelské prostředí, o práci s uživateli pro

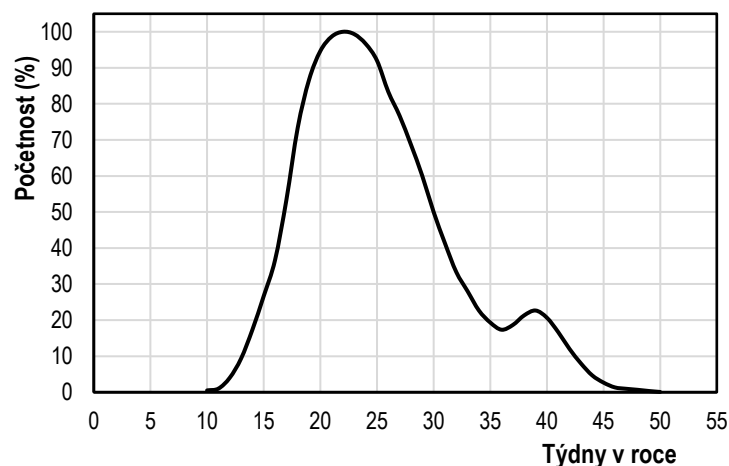
případný sběr dat a pozorování z terénu. Ideou přitom je zpřesňování lokality lesního porostu (místa nálezu) s případným nálezem klíšťe (odesílání fotografií na server) ze strany uživatelů z řad veřejnosti (ověřovaná registrace). V případě, že se podaří zajistit další pokračování a rozvoj aplikace, potom lze tento datový model chápat jako výchozí koncept, který by byl dále rozšiřován a doplňován. Tato idea předpokládá budoucí pojetí aplikace v architektuře CLIENT-SERVER s obousměrnou komunikací a uživatelským prostředím. Současné řešení aplikace je založeno na jednosměrné komunikaci (data na serveru => mobilní aplikace) a bez uživatelského prostředí (data mobilní aplikace jsou ukládána lokálně do daného mobilního zařízení uživatele).

Během dalšího vývoje (rok 2022) byl základní datový model rozšířen o tabulku “polygon”, do které již byla exportována data o lesních porostech (zdroj dat: ÚHÚL; **Obr. 8**).

Table Name	Field Name	Data Type
druhove_smiseni	ID	int(11)
	nazev	text
biotop	ID	int(11)
	nazev	text
Polygon	id	int(11)
	name	text
	LT	text
	SLT	text
	SMISENOST	text
	polygon_path	text
	hranice_sever	float
	hranice_jih	float
hranice_zapad	float	
hranice_vychod	float	

Obr. 8: Nově vytvořený datový model využívá polygony lesních porostů včetně informace o druhovém smíšení s další vazbou na soubory lesních typů.

Tabulka “polygon” v současné době obsahuje přibližně 4,4 mil. řádků. K této tabulce jsou v aplikaci již aktuálně využívány i informace o druhovém složení porostu nebo variantě biotopu (tabulky “druhove_smiseni” a “biotop”), jež významně ovlivňují abundanci klíšťat (Gray 1998; Estrada-Peña 2001; Smrž 2015; Vacek et al. 2023). Data z tabulek umožňují zobrazování polygonů lesních porostů v mapě České republiky. K hraničním porostním skupinám a porostům se dále v tabulce “polygon” vážou další údaje (např. soubory lesních typů, ze kterých jsou odvozeny vlhkostní parametry stanoviště), které umožňují první dílčí výpočet abundancí. Při výpočtu abundancí je následně brána v úvahu teplota a roční období (konkrétně daný týden v roce) – načítáno z externích veřejně dostupných zdrojů – OpenWeather (<https://openweathermap.org/>). OpenWeather poskytuje globální data o počasí prostřednictvím API, včetně aktuálních dat o počasí, předpovědí, aktuálních zpráv a historických dat o počasí pro jakoukoli geografickou polohu, včetně ČR (Yanes 2011). Klíšťata vykazují sezónní aktivitu, riziko napadení tedy není po celý rok stejné. Období větší aktivity klíšťat trvá od dubna do října, v teplejších letech však může začínat již v březnu a na druhé straně trvat až do listopadu (Széll et al. 2006; Daniel et al. 2015; Tkadlec et al. 2018). V ostatních měsících je nebezpečí minimální, ačkoli nikoliv zcela vyloučené (**Obr. 9**).



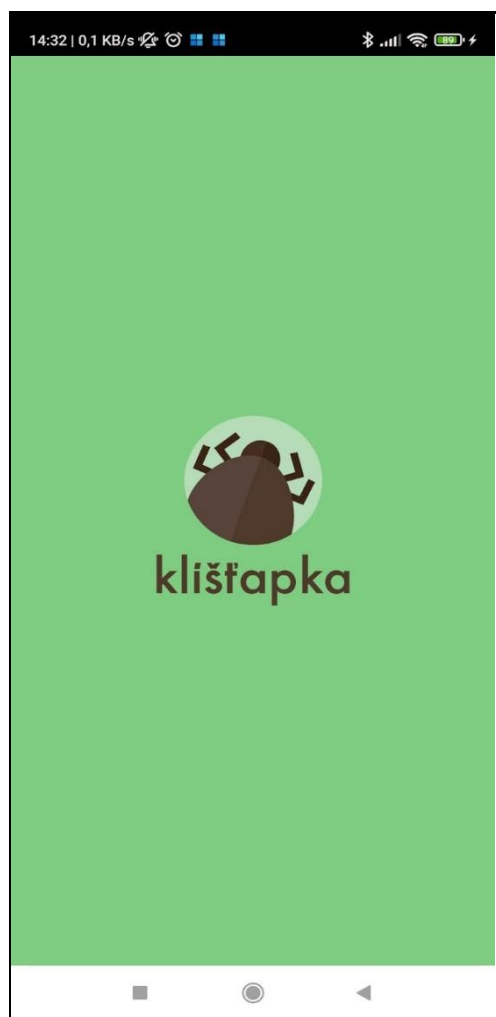
Obr. 9: Dynamika početnosti klíšťe v průběhu roku (upraveno podle Daniel et al. 2015).

Vypočtená číselná hodnota relativního výskytu klíšťat v daném lesním celku (abundance) je pojata barevně, tj. vytváří se barevná mapa s různými odstíny – tzv. Heat Map (Wilkinson, Friendly 2009; Gehlenborg, Wong 2012). Výpočet abundance byl dále zpřesňován přidáváním dalších koeficientů a parametrů, včetně krajinných indexů, dle návrhu statistického modelu.

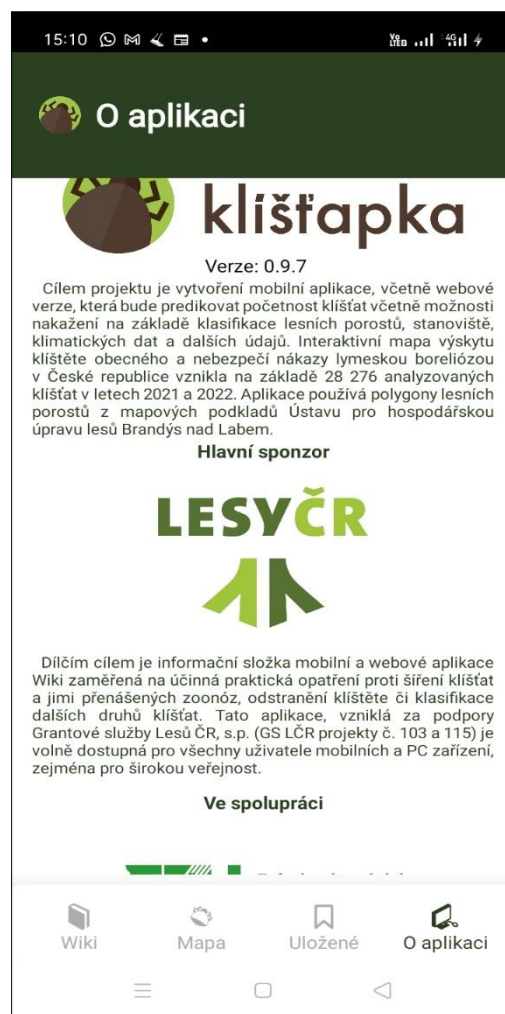
4.2. Mobilní aplikace

4.2.1. Úvodní okno s animací a informace o projektu

Při spuštění mobilní aplikace KlíšťApka se zobrazí úvodní okno s animací a poté textová (edukační a osvětová) část aplikace s fotografiemi (položka „Wiki“ v dolním menu). Dále je k dispozici i okno s informacemi o projektu (položka „O projektu“ v dolním menu). Námětem úvodní animace je lezoucí klíšťe s barevným podbarvením (**Obr. 10**). Okno s informacemi o projektu obsahuje dedikaci na projekt, kontakt na hlavního řešitele projektu, loga zadavatele projektu a loga řešitelů. Ve spolupráci s GS LČR je možné do této části doplnit další obecné informace o projektu se zacílením na širokou veřejnost. (**Obr. 11**).



Obr. 10: Úvodní okno aplikace zobrazuje vedle loga aplikace také úvodní animaci pro uživatele (probíhá po spuštění aplikace v mobilním telefonu).



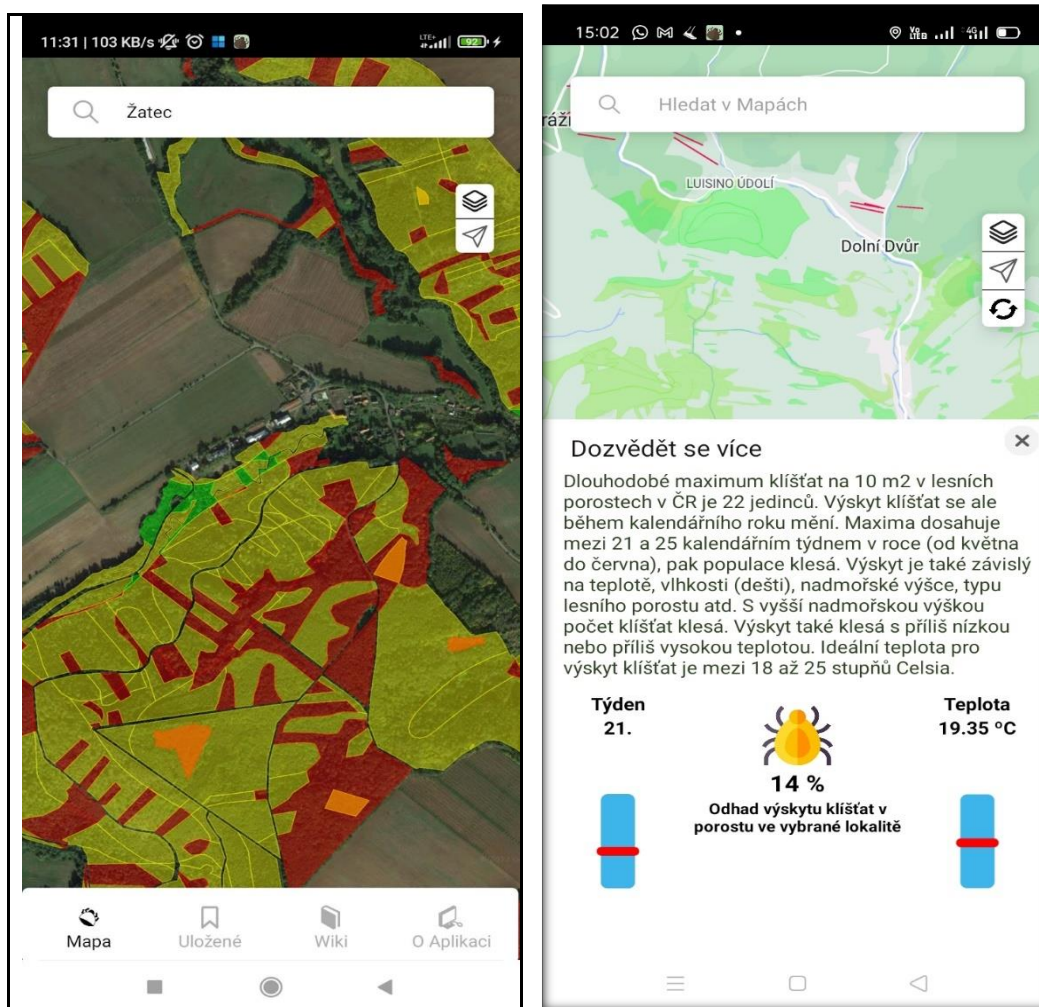
Obr. 11: Okno se základními informacemi o projektu včetně loga zadavatele a klíčových řešitelů.

4.2.2. Hlavní okno aplikace s vyhledáváním

Po úvodní obrazovce je možné si v prostředí mobilní aplikace následně zobrazit náhled s mapou České republiky, a to pro vyhledávání výskytu klíšťat v lesních porostech (položka „Mapa“ v dolním menu). V horní části tohoto okna je umístěno políčko pro vyhledávání lokalit v rámci České republiky. Pod vyhledávacím políčkem je vpravo umístěn blok s tlačítkem pro změnu mapy (první shora) a pro dohledání přesné pozice uživatele v mapě dle GPS souřadnic (druhé shora). Při vývoji aplikace nebylo třeba zavést více tlačítek (např. pro upřesnění lesního porostu) – aplikace je tím uživatelsky přívětivější. Varianta druhového složení lesních porostů (smíšený/jehličnatý/listnatý) a další potřebné údaje jsou načítány z dat Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů (načítání dat z databáze provozního serveru ČZU). Údaje o pobytočných znacích zvěře byly vyloučeny na základě připomínek z I. kontrolního dne projektu.

V mapě České republiky jsou barevně vyznačeny polygony lesních porostů – tzv. Heat Map (**Obr. 12**). Heat Map pracuje na bázi grafického zobrazení dat, ve kterém je každá hodnota

reprezentována barvou určitého spojitého barevného spektra. Barva a její odstín symbolizuje míru abundance (relativní míru výskytu) klíšťat v lesním porostu (od světle zelené až po tmavě červenou – nejvyšší výskyt). Kterýkoliv polygon si může uživatel označit dotykem – tím si zobrazí detailní informaci (míru výskytu klíšťat aj.) a další možnosti (např. uložení lokality do svého seznamu). Při prokliku na „Dozvědět se více“ se uživatel dozví podrobné informace včetně možnosti predikce aktivity klíšťat v závislosti na teplotě a sezonnosti (týdny v roce).



Obr. 12: Heat Map zobrazující míru abundance (relativní míru výskytu) klíšťate obecného v lesním porostu (vlevo) a detailní informace o daném porostu včetně predikce aktivity klíšťat v závislosti na teplotě a sezonnosti (vpravo).

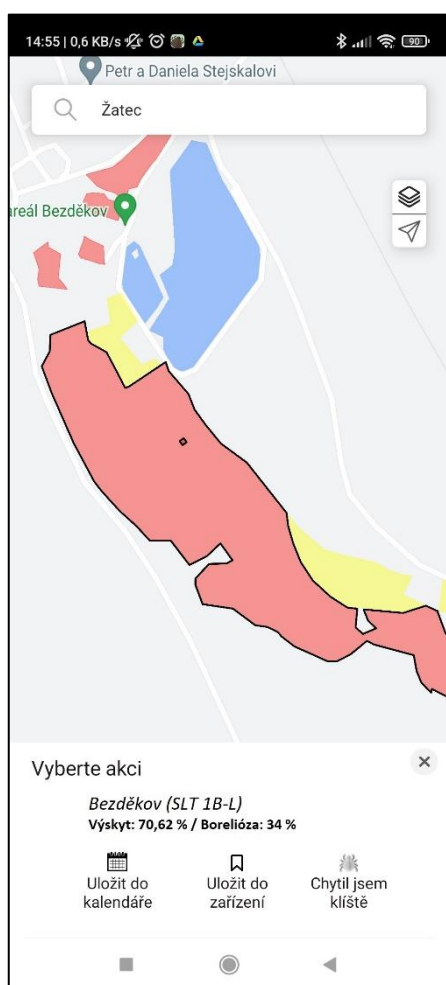
V dolní části okna je umístěno menu s tlačítky pro zobrazení okna s mapou (defaultní okno aplikace), seznamu uložených lokalit (lesních porostů), Wiki, a informativním textu o aplikaci a projektu.

4.2.3. Zobrazení lesního porostu s detailem a funkcemi pro uživatele

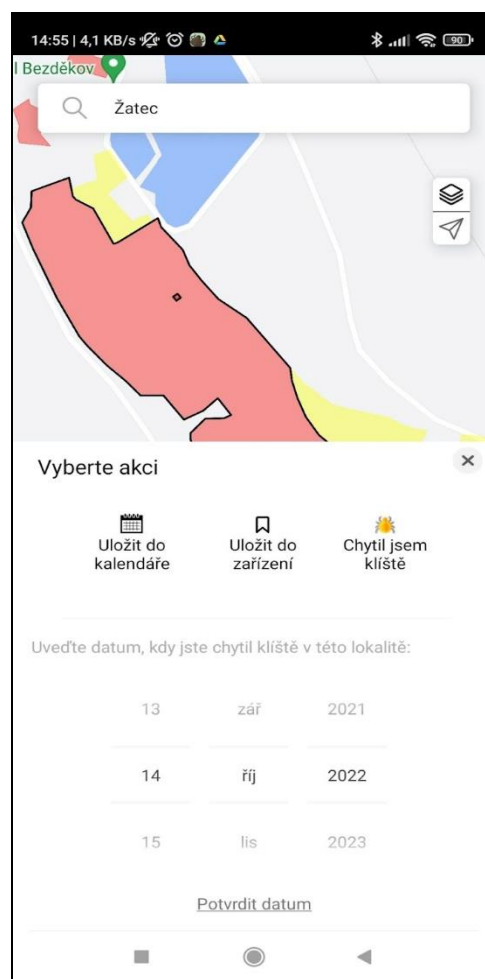
Jakmile uživatel označí dotykem vybraný polygon lesního porostu, objeví se v dolní části okna dialogové okno s tlačítky a informacemi.

V dialogovém okně je ve vztahu k vybranému lesnímu porostu (označený polygon v mapě) nejdříve zobrazena nabídka tří funkcí, a to: uložit informaci o výskytu klíštěte do kalendáře (provázání s kalendářem v mobilním zařízení), uložit do zařízení (memobox aplikace KlíšťApka) a chytit jsem klíště (memobox aplikace KlíšťApka). Dále je přidán místní název lokality, název či typ lesního porostu dle dat a číselné vyjádření míry výskytu klíšťat (abundance a prevalence) pod popisem “Vyberte akci” (**Obr. 13**).

Při výběru funkce “chytit jsem klíště” se uživateli nabídne roleta pro výběr data. Pro další krok (uložení záznamu do memoboxu) uživatel klikne na tlačítko “Potvrdit datum” (**Obr. 14**).



Obr. 13: V dialogovém okně k lesnímu porostu je zobrazena nabídka tří funkcí: uložit do kalendáře, uložit do zařízení, chytit jsem klíště.



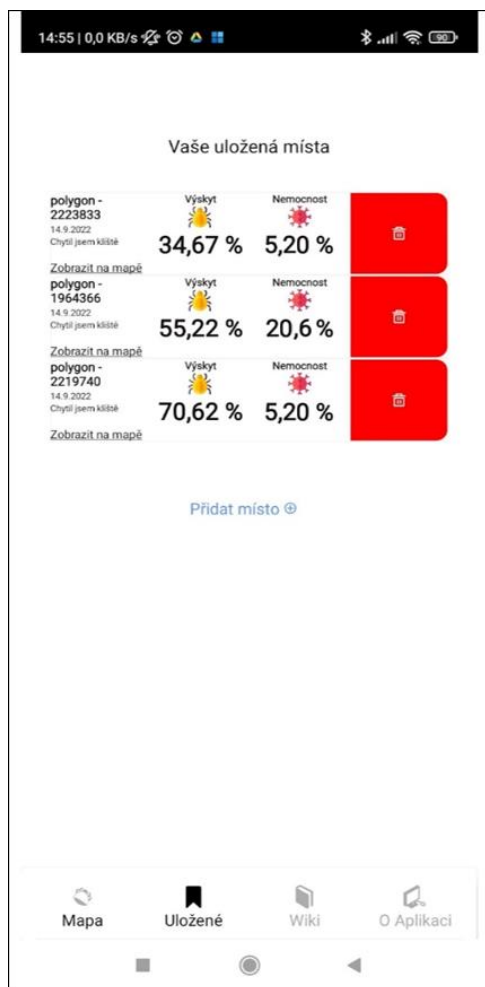
Obr. 14: V aplikaci si může uživatel uložit datum zachyceného/odstraněného klíštěte.

4.2.4. Uživatelské funkce: memobox a propojení s kalendářem

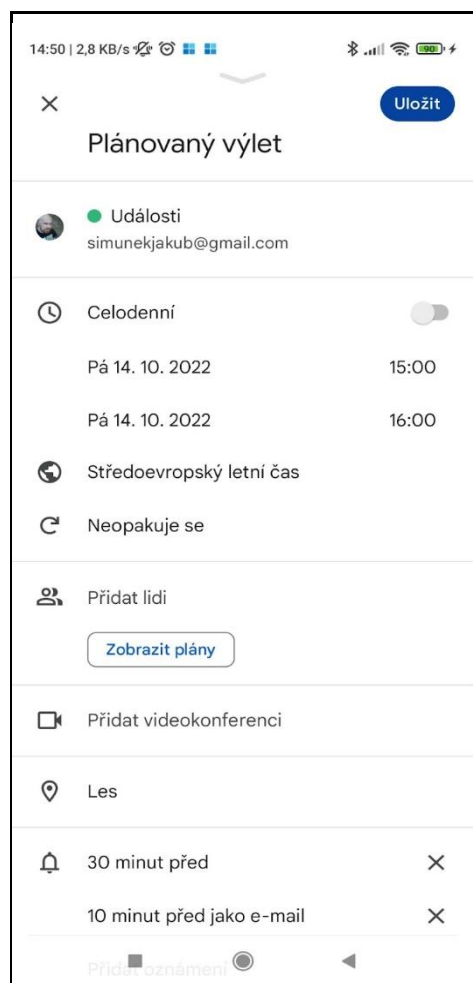
Mobilní aplikace KlíšťApka umožňuje uživatelské funkce: memobox a propojení s kalendářem. Aplikace se tím stává výrazně uživatelsky příjemnější. Zapojení uživatelů zvyšuje jejich angažovanost a může je přimět k častějšímu využívání a sdílení aplikace s jejich přáteli.

Do memoboxu si může uživatel ukládat libovolný počet vybraných lokalit. Záznamy jsou rozlišeny na “chytil jsem klíště” s historickým datem a na “tip na výlet” s budoucím datem. Veškeré záznamy jsou ukládány do daného mobilního zařízení (nejedná se o uživatelský účet s ukládáním dat na server). Záznamy se ztrácí odinstalací aplikace na mobilním zařízení (**Obr. 15**).

Další uživatelskou funkcí je možnost uložení vybrané lokality (s GPS souřadnicemi) do kalendáře, který je nastaven v mobilním zařízení jako hlavní (např. Google Calendar). Uživatel se výběrem funkce “uložit do kalendáře” v nabídce detailu lesního porostu zobrazí příslušný kalendář, resp. nabídka k uložení nového záznamu (**Obr. 16**).



Obr. 15: Uložené lokality uživatelem do mobilního zařízení se zobrazují s rizikem abundance klíštěte obecného a prevalencí lymeské boreliózy.



Obr. 16: Možnost uložení vybrané lokality do kalendáře (např. Google Calendar).

4.2.5. Wiki

Poté, co si uživatel aplikace vybere v menu položku „Wiki“ (třetí zleva), tak se mu zobrazí okno s texty a fotografiemi. Texty Wiki (tematické uspořádání textů a fotografií) jsou dle vhodnosti doplněny vlastními fotografiemi, např. klíšťat nebo lesního porostu. Uspořádání Wiki je tematické. Pořadí témat je možné ještě uspořádat např. dle významnosti z hlediska prevence nebo osvěty.

Seznam témat je tvořen dílčími záložkami, zajišťujícími informovanost veřejnosti (O klíšťeti, Druhy klíšťat, Mýty o klíšťatech) a záložkami s informacemi v oblasti prevence a ochrany zdraví (Závažná onemocnění, Prevence, První pomoc; **Obr. 17**). Po výběru daného tématu se objeví vlastní okno pro dané téma, tj. text s fotografiemi (**Obr. 18**). U každé fotografie je možné provést její zobrazení v detailu v pop-up okně (vyskakovací okno, které se zobrazí při procházení webu). Do Wiki je možné dále přidat další témata, fotografie nebo případně i krátká videa či odkazy na žádost zadavatele projektu.



Obr. 17: Menu Wiki je tvořen seznamem důležitých témat pro osvětu mezi laickou veřejností.

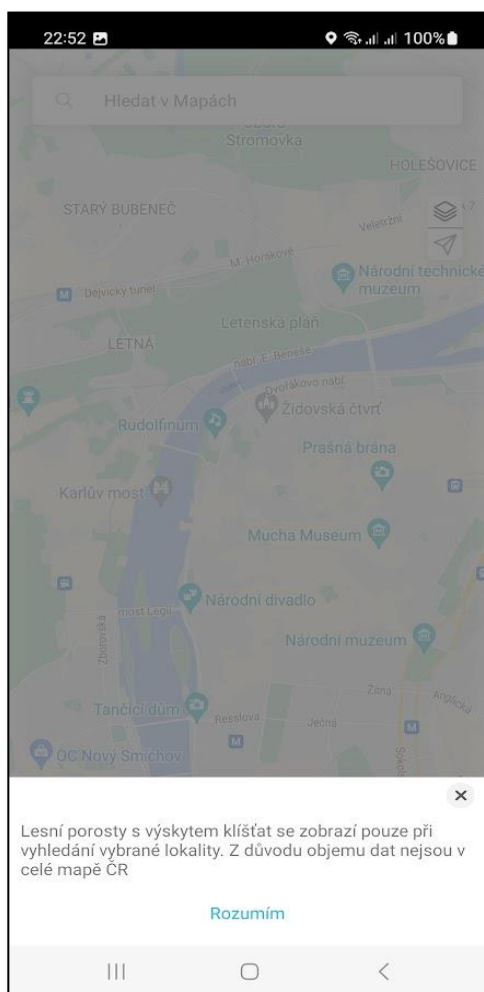


Obr. 18: Náhled na okno Wiki mobilní aplikace KlíšťApka – detail tématu „Mýty o klíšťatech“.

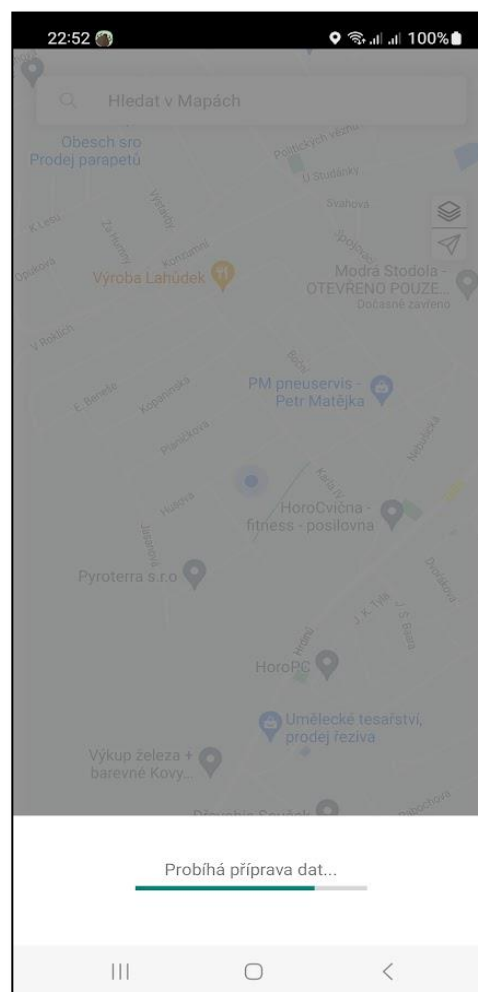
Okno vybraného tématu obsahuje texty, které jsou oddělené v podbarvených boxech a dále fotografie s možností detailního náhledu. Je možné uvažovat o doplnění krátkých videí nebo i odkazů na další odborné externí zdroje. Texty prošly jazykovou korekturou včetně korektury odborných textů zástupci laické veřejnosti.

4.2.6. Mobilní aplikace – Uživatelský komfort: Dialogová okna

Součástí uživatelského prostředí aplikace jsou nepostradatelná dialogová okna. Jedná se o zásadní ovládací prvek, resp. o nevelké okno se zobrazenou informací pro uživatele, jež se zobrazí po spuštění mobilní aplikace. Uživatele například informuje o základní funkčnosti aplikace (**Obr. 19**) či o načítání dat – polygonů lesních porostů v mapě ČR v aplikaci (**Obr. 20**). Klasickými dialogovými okny v aplikaci KlíšťApka jsou informace, upozornění, varování, hlášení chyby, úspěšné dokončení a podobně.



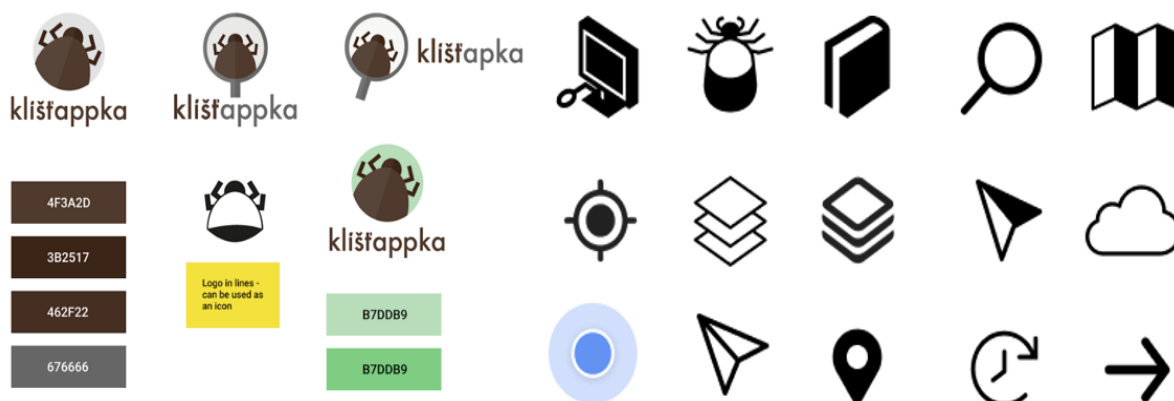
Obr. 19: Náhled na dialogové okno, které se zobrazí uživateli po spuštění mobilní aplikace – uživatele informuje o základní funkčnosti aplikace.



Obr. 20: Náhled na dialogové okno, které informuje uživatele o načítání dat (polygonů lesních porostů v mapě ČR).

4.2.7. Grafika: Loga, barvy a jejich odstíny, piktogramy pro menu

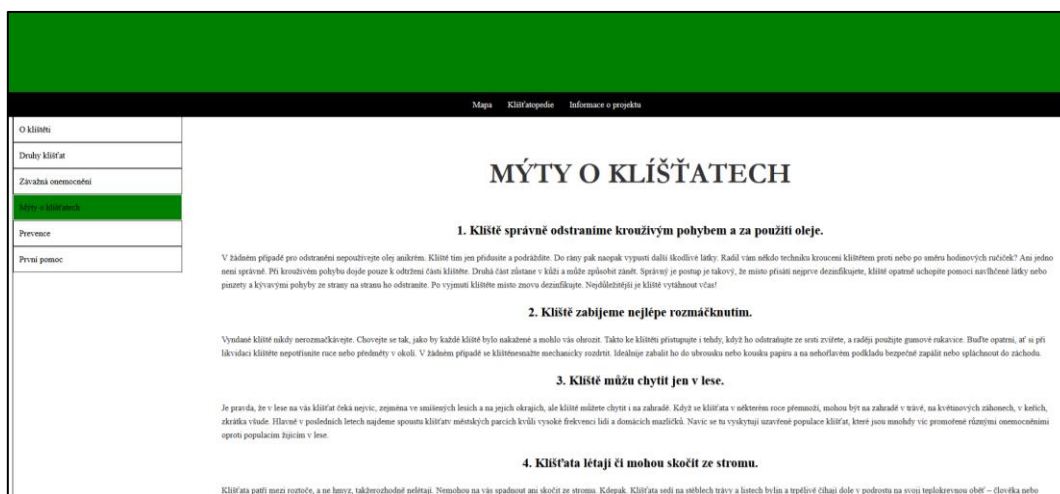
Grafické návrhy KlíšťApky vznikaly v prostředí software Figma s využitím vlastní tvorby loga, piktogramů a také animací (úvodní okno mobilní aplikace po spuštění; **Obr. 21**). Tento program se zaměřuje na návrh uživatelského rozhraní a uživatelské zkušenosti s důrazem na spolupráci v reálném čase s využitím různých vektorových grafických editorů a nástrojů pro tvorbu prototypů.



Obr. 21: Mobilní aplikace, náhled loga a piktogramů pro hlavní menu vytvořené v softwaru prostředí Figma.

4.3. Webová aplikace

Webová aplikace měla původně základní podobu a sloužila primárně pro prezentaci výsledků projektu, resp. výsledků výzkumu (**Obr. 22**). Současná podoba vychází po domluvě se zadavatelem projektu z grafického designu mobilní aplikace „Klub nového lesa“, jež informuje o všech akcích, které pořádají Lesy ČR po celé České republice. Součástí webové prezentace je i společný banner s portálem Klubu nového lesa s QR kódem mobilní aplikace KlíšťApka (odkaz na GooglePlay).



Obr. 22: Grafická ukázka (Mýty o klíšťatech) první verze webové aplikace ve výstavbě.

Webová aplikace KlíšťApka je přístupná na adrese <https://klistapka.czu.cz/> (**Obr. 23**). Webové stránky jsou tvořeny mapou ČR se zobrazením polygonů lesních porostů (klikem se zobrazí detail o abundanci a prevalenci klíšťat), textovou částí s obrázky pro edukativní a osvětové účely („Wiki“) a informacemi o projektu. Tyto tři základní pasáže webové aplikace jsou k dispozici v horním menu, i v dolní patičce stránek. Na stránce o projektu je možné také zobrazit informace o dílčích verzích mobilní aplikace, včetně možnosti stažení instalačního balíčku pro OS Android (**Tab. 3**). Nedílnou součástí stránek jsou kontakty na projektový tým, loga partnerů projektu a dedikace projektu.



Obr. 23: Grafická ukázka současné verze webové aplikace <https://klistapka.czu.cz/> včetně možnosti stažení aplikace.

Tab. 3: Informace o dílčích verzích mobilní aplikace, včetně možnosti stažení instalačního balíčku pro OS Android.

Číslo verze	Datum spuštění	Obsah a funkce aplikace	Nové prvky a změny ve vzhledu	Odkaz ke stažení
0.0	11. dubna 2022	Funkce vyhledávání lokalit, Funkce našeptávání lokalit, Funkce zobrazování témat a jejich obsahu, Funkce zobrazení vzhledu mapy		Stáhnout
0.1	15. července 2022	Funkce vyhledávání lokalit, Funkce našeptávání lokalit, Funkce zobrazování témat a jejich obsahu, Funkce zobrazení vzhledu mapy, Funkce zobrazení vzhledu mapy, Funkce zobrazování fotografií	Funkce zobrazení vzhledu mapy, Funkce zobrazování fotografií, grafické vylepšení	Stáhnout

0.2	11. srpna 2022	Jako u verze 0.1	Funkce zobrazení počasí, grafické vylepšení	Stáhnout
0.3	12. září 2022	Funkce vyhledávání lokalit, Funkce našeptávání lokalit, Funkce zobrazování témat a jejich obsahu, Funkce zobrazení vzhledu mapy, Funkce zobrazení vzhledu mapy, Funkce zobrazování fotografií, Funkce zobrazení Memo, Funkce zobrazení lokality z Memo, Funkce uložení lokality do kalendáře, Funkce uložení lokality do Memo	Funkce zobrazení Memo, Funkce zobrazení lokality z Memo, Funkce uložení lokality do kalendáře, Funkce uložení lokality do Memo	Stáhnout
0.4	10. října 2022	Funkce vyhledávání lokalit, Funkce našeptávání lokalit, Funkce zobrazování témat a jejich obsahu, Funkce zobrazení vzhledu mapy, Funkce zobrazení vzhledu mapy, Funkce zobrazování fotografií, Funkce zobrazení Memo, Funkce zobrazení lokality z Memo, Funkce uložení lokality do kalendáře, Funkce uložení lokality do Memo, Zobrazení polygonů, Výpočet výskytu	Zobrazení polygonů, Výpočet výskytu	Stáhnout
0.5	30.října 2022	Funkce vyhledávání lokalit, Funkce našeptávání lokalit, Funkce zobrazování témat a jejich obsahu, Funkce zobrazení vzhledu mapy, Funkce zobrazení vzhledu mapy, Funkce zobrazování fotografií, Funkce zobrazení Memo, Funkce zobrazení lokality z Memo, Funkce uložení lokality do kalendáře, Funkce uložení lokality do Memo, Zobrazení polygonů, Výpočet výskytu, Optimalizace zobrazení polygonů, Přidávání víc polygonů do uložených	Optimalizace zobrazení polygonů, přidávání víc polygonů do uložených	Stáhnout
0.6	21.prosince 2022	Funkce vyhledávání lokalit, Funkce našeptávání lokalit, Funkce zobrazování témat a jejich obsahu, Funkce zobrazení vzhledu mapy, Funkce zobrazení vzhledu mapy, Funkce zobrazování fotografií, Funkce zobrazení Memo, Funkce zobrazení lokality z Memo, Funkce uložení lokality do kalendáře, Funkce uložení lokality do Memo, Zobrazení polygonů, Výpočet výskytu, Optimalizace zobrazení polygonů, Přidávání víc polygonů do uložených, Progressbar u načítání lesních porostů	Zobrazení progressbaru při načítání lesních porostů, po načítání přechod na wiki	Stáhnout

0.7	<p>Funkce vyhledávání lokalit, Funkce našeptávání lokalit, Funkce zobrazování témat a jejich obsahu, Funkce zobrazení vzhledu mapy, Funkce zobrazení vzhledu mapy, Funkce zobrazování fotografií, Funkce zobrazení Memo, Funkce zobrazení lokality z Memo, Funkce uložení lokality do kalendáře, Funkce uložení lokality do Memo, Zobrazení polygonů, Výpočet výskytu, Optimalizace zobrazení polygonů, Přidávání víc polygonů do uložených, Progressbar u načítání lesních porostů, Predikce aktivity dle teploty a sezónnosti, Aktualizace modelů, Grafické úpravy webové a mobilní aplikace</p>	<u>Stáhnout</u>
31.prosince 2022		<p>Predikce aktivity dle teploty a sezónnosti, Aktualizace modelů, Grafické úpravy webové a mobilní aplikace</p>

5. INFORMAČNÍ OBSAH APLIKACE

Aplikace je složena ze dvou částí, jednak z mapových výstupů rizik napadení klíšťaty a onemocnění. Tato kapitola „5. Informační obsah aplikace“ svými podkapitolami kopíruje menu a obsah informativní části aplikace. Jednotlivé podkapitoly jsou stručné, jsou psány populárně naučnou formou a doplněny o grafické výstupy. Pořadí jednotlivých kapitol je možné měnit v závislosti na průzkumu budoucích uživatelů a důležitosti při vyhledávání klíčových slov.

5.1. O klíštěti

5.1.1. Klíšťatovití

Klíšťata, která se vyskytují v České republice, patří do čeledi klíšťatovitých (*Ixodidae*). Tato čeleď roztočů patří do řádu klíšťatovců (*Ixodida*) a třídy pavoukoců (*Arachnida*). Celkem zahrnuje přes 800 druhů z 17 rodů cizopasníků známých běžně jako klíšťata. Největší druhy dosahují úctyhodné délky až 3 cm. Některé druhy přenášejí patogeny vážných onemocnění. V ČR žije více než 10 druhů klíšťat, přičemž pro člověka jsou z hlediska přenosu infekcí nebezpečné tři druhy. Nejrozšířenější druh a nejvíce nálezů přenáší klíště obecné (*Ixodes ricinus*). Zejména na Moravě se lze setkat i s dalšími dvěma pro člověka potenciálně nebezpečnými druhy – piják lužní (*Dermacentor reticulatus*) a klíšť lužní (*Haemaphysalis concinna*). V posledních letech byly na území ČR zavlečeny nové exotické druhy, například klíšťata rodu *Hyalomma*, jež po nasátí dosahují až 3 cm a mohou přenášet i krymsko-konžskou hemoragickou horečku. Většina zástupců je nutně parazitická, to znamená, že se umí vyživovat pouze cizopasně. Až na výjimky sají všechna vývojová stadia krev na savcích, ptácích nebo plazech. Sání trvá obvykle až několik dní. Klíšťata nejčastěji žijí na vegetaci nebo v norách a hnízdech hostitelů.

5.1.2. Evoluce klíšťat

Čeleď klíšťatovití se objevuje již v průběhu druhohor, přinejmenším před 100 miliony let, tedy v počátku svrchní křídy. Velmi dobře zachovalé druhy známe například z barmského jantaru, třeba *Deinocroton draculi*, pojmenovaný příznačně po nejslavnějším upírovi na světě. Obsah krve u toho nálezu osmkrát převyšoval tělesný objem klíšete. Prehistorické druhy klíšťat se pravděpodobně živily krví tehdejších opeřených dinosaurů a dalších teplokrevných obratlovců, podobně jako jejich současní příbuzní. To dokazuje, že klíšťata jsou velice úspěšnou vývojovou skupinou, která i po vymírání na konci křídy před 66 miliony let pokračovala ve zdárné evoluci až do současnosti. Pro porovnání – první uznávaný předek člověka (*Ardipithecus ramidus*) žil před pouhými 4,5 milionu let. Takže klíště je tu výrazně déle než my, lidé.

5.1.3. Stavba těla

Tělo klíšete je složeno z hlavové části a trupu. Hlavovou část tvoří především dopředu směřující hypostom (hlavní součást ústního ústrojí – **Obr. 24**), chelicery (klepítka, tj. první pár končetin) a pedipalpy (makadla). Hlava je dobře rozpoznatelná, zatímco hypostom, zvaný též chobotek u samečků

skoro není vidět. Chobotek je pokrytý mnoha nazpět směřujícími háčky. Klíšťe pomocí makadel najde vhodné místo na přísátí, chelicery se přichytí a nařízne kůži a poté hypostomem pronikne do vzniklé ranky a zachytí se v kůži hostitele zpětnými háčky. Sliny vylučované klíšťetem poté vytvoří cementovou vrstvu v okolí přísátí a klíšťe tak po několika hodinách době sání tak ještě lépe drží na hostiteli a může nerušeně sát až několik dní. Průsvitná larva má tři páry nohou. Postupně se z ní vyvíjí nymfa se čtyřmi páry nohou a později dospělý jedinec. Podobně jako ostatní roztoči mají i klíšťata odlišená pohlaví. Vlastní tělo klíšťete je na horní části kryto chitinovým hřbetním štítkem. U samečků pokrývá celé tělo, u samic a nedospělých jedinců pouze jeho část, a díky tomu se mohou tyto stádia nasát krve hostitele a zvětšit svůj objem. Dýchací otvory ústí až za posledním, tj. čtvrtým párem nohou. Na konci každé nohy jsou háčky a přichytky, které umožní klíšťeti udržet se na těle hostitele. Na koncích předních nohou je umístěn smyslový Hallerův orgán – což je nepatrná jamka, v níž má klíšťe uloženy receptory vlhkosti, tepla a látek vylučovaných živočichy (kyseliny mléčné, amoniaku či oxidu uhličitého při výdechu). Právě tímto orgánem klíšťe vnímá přítomnost hostitele již z větší dálky. Převážná většina klíšťat je v podstatě nevidomých a nedokáží rozpoznat ani siluetu své oběti.



Obr. 24: Detail ústního ústrojí klíšťete obecného (foto: Karolina Mahlerová).

5.1.4. Životní cyklus klíšťete

Celý cyklus klíšťete od vajíčka přes larvu a nymfu až k dospělci trvá 1–7 let (v ČR nejčastěji 2–3 roky). Jedna samička vyprodukuje 1 000–18 000 vajíček. Jakmile se larva vylíhne z vajíčka, ihned hledá hostitele a na něm sají krev 1 až 3 dny. Následně z hostitele odpadne a tím začíná proces metamorfózy v nymfu. Larva klíšťete obecného je podobná dospělému jedinci, je ovšem výrazně menší. Měří asi 0,8 mm a má jen tři páry nohou. Až na výjimky není nositelem infekce, může však nasát infikovanou krev. Nymfa má oproti larvě čtyři páry nohou a je dlouhá 1,2–1,5 mm. Vyhledá hostitele, nasaje krev a odpadne na půdní substrát nebo na srst zvířete. A pozor, nymfa už může přenášet infekci. Dospělec má podobně jako nymfa 4 páry nohou. Samice je větší (od 3,5 do 4,5 mm) a má hnědo-červený řasení

zadeček. Samci jsou menší (cca 2,2 až 2,5 mm) a jsou celí černí. Úkolem samice je plně se nasát a spářit se, aby mohla naklást vajíčka. Nasát se dokáže až desetinásobek své váhy, což jí umožňuje její vrásčitá kůže zadečku. Po nasátí dokáže zvětšit svůj objem až 300krát (**Obr. 25**). Sání krve trvá 7 až 14 dní, poté samička klíšťe odpadne na zem, kde snáší vajíčka. Samec krev nesaje, přesto ho na hostiteli můžeme najít. Hledá zde totiž samičku, se kterou se spáří (pomocí hypostomu jí předá pohlavní buňky) a pak záhy umírá. Každé životní stadium (larva, nymfa, dospělec) saje na různém spektru hostitelů. Samostatnou kapitolou je náročný proces trávení krve. U dospělé samičky tvoří střevo až 80 % jejího těla. Zajímavostí také je, že v laboratorních podmínkách dokázalo klíšťe přežít bez potravy až 10 let, v přírodě běžně až dva roky.



Obr. 25: Samice klíšťe po nasátí krve dokáže zvětšit svůj objem až 300krát (volná licence).

5.2.5. Podmínky ovlivňující aktivitu

Na většině území ČR jsou klíšťata aktivní v období od března do října. Záleží na okolní teplotě a vlhkosti. Vyhovuje jim teplotní rozmezí mezi 15–30 °C s častými srážkami. Při nižší teplotě se jejich aktivita snižuje, přičemž přibližně od 3 °C níže ustává. Při denní teplotě 10 °C trvá přeměna larvy cca 250 dní, zatímco pokud je 25 °C, trvá pouhý měsíc. Pokud se však teplota přehoupne přes 30 °C, vyžadují klíšťata k jejich aktivitě velmi vysokou vlhkost. V případě, že je spíše sušší období, jejich aktivita silně klesá. Sucho opravdu nesnášejí. Nejlépe se jim daří při vlhkosti vzduchu 80 % a vyšší. Jakmile vlhkost klesne, zalézají klíšťe zpátky do vrchní vrstvy půdy. Při mírné zimě přežívá více klíšťat ve srovnání s tuhou zimou. A pak také záleží na tom, jestli mají dost hostitelů a vhodný druh vegetace.

5.2.6. Výskyt klíšťat v přírodě

Klíšťe obecné žije na většině území ČR, a to od nížin až do hor. Klíšťe můžete chytit i v Krkonoších v nadmořské výšce nad 1300 m. V přírodě se vyskytuje v ohniscích – podle toho, kde má příhodné mikroklimatické podmínky a vhodný hostitele. Ideální jsou pro rozvolněné lesy a okraje porostů, které se střídají s loukami, remízky a křovinami s dostatkem spárkaté zvěře (zejména

jelenovitých). Jelenovití, stejně jako hlodavci, totiž zpravidla obývají okraje lesů (ekotony) s bohatým bylinným patrem a hojnými keři či mlázím. Platí, že čím pestřejší krajina, tím víc klíšťat v ní zpravidla žije. Obecně také platí, že klíšťata vyhledávají vlhčí stanoviště, například podél vodních toků. A pozor! Klíšťata na nás číhají nejen v lesích a na loukách, ale i v parcích a zahradách.

5.3. Druhy klíšťat

5.3.1. Klíště obecné

Klíště obecné (*Ixodes ricinus*) je nejrozšířenějším zástupcem čeledi klíšťatovitých (*Ixodidae*) v Evropě i v České republice (**Obr. 26**). Můžeme se s ním setkat od nížin až po hory. V lese se na jednom hektaru vyskytuje až 12 tisíc klíšťat. Živí se sáním krve na savcích, plazech nebo ptácích s typickým tříhostitelským cyklem. Jeho životní cyklus zahrnuje 4 vývojová stádia: vajíčko, larvu, nymfu a dospělce. Nymfy měří 1,2 až 1,5 mm. Velikost samiček se pohybuje od 3,5 do 4,5 mm (po nasátí i více než 1 cm), samečci měří 2,2–2,5 mm. Dospělá nasátá samička po oplodnění klade snůšku od několika set až tři tisíce vajíček do svrchní vrstvy půdy (hrabanky) a pak umírá. Po splynutí samčích a samičích buněk se z oplozených vajíček líhnou larvy, které za příznivých klimatických podmínek opakovaně vylézají na povrch půdy či na nízkou vegetaci a číhají na procházející hostitele, nejčastěji drobné obratlovce. Tělo klíštěte je složeno z hlavové části a vlastního těla, které je kryto chitinovými štítkem. Dospělci a nymfy mají čtyři páry končetin, zatímco larvy pouze tři. Larva, nymfa a dospělec sají na širokém spektru hostitelů. Samečci krev nesají. Kopulace mezi samečkem a samičkou nejčastěji probíhá na těle hostitele. Klíšťata přenášejí řadu infekčních chorob. Mezi nejfrekventovanější patří lymeská borrelióza, klíšťová encefalitida a anaplazmóza.



Obr. 26: Klíště obecné (*Ixodes ricinus*) ♀ nalezené v nadmořské výšce 1320 m – Liščí hora v Krkonoších (foto: Karolína Mahlerová).

5.3.2. Piják lužní

Piják lužní (*Dermacentor reticulatus*) je roztoč z čeledi klíšťatovitých (**Obr. 27**). Najdeme ho především ve vlhčích a teplejších oblastech, zejména na jižní Moravě na okrajích lužních lesů. Od klíštěte obecného se odlišuje tím, že má na stranách štítku oči. Velikost samičky je od 3,8 do 4,2 mm, ale když se pořádně napije krve, zvětší se až na 10 mm. Sameček je dlouhý 4,2–4,8 mm. Životní cyklus zahrnuje vajíčko, šestinohou larvu, dva stupně osminohých nymf a dospělé. Oplodněná dospělá samička po maximálním nasátí na hostiteli, které trvá 9–15 dnů, odpadne a snese jedinou obrovskou snůšku čítající 3000 až 5000 vajíček. Po naklazení vajíček umírá. Samci se na hostiteli vyskytují jen proto, aby se setkali se samičkou. Pijáci jsou aktivní především v průběhu března a dubna, druhá vlna aktivity následuje koncem léta a začátkem podzimu. Na hostitele čekají většinou na vegetaci. Na zvířata a na člověka přenášejí mnoha patogenů závažných onemocnění, jako je tularémie, omská hemoragická horečka a babezióza psů. Zatímco klíště obecné je hrozbou pro člověka zejména kvůli přenosu klíšťové encefalitidy a borreliózy, piják lužní je pro změnu hlavně postrachem psů.



Obr. 27: Nejčastější výskyt pijáka lužního (*Dermacentor reticulatus*) ♂ je na jižní Moravě (foto: David Modrý).

5.3.3. Klíšť lužní

Klíšť lužní (*Haemaphysalis concinna*) patří mezi další roztoče, nebezpečné pro člověka (**Obr. 28**). Řadí se do čeledi klíšťatovitých, tak jako klíště obecné a piják lužní. V České republice se klíšť lužní vyskytuje relativně vzácně. Najdeme ho především na jihu Moravy, a to hlavně v oblasti vlhkých nížinných lužních lesů a v břehových porostech. Délka těla samic je 3,5–5 mm, u nasátých až 10 mm. Samečci mají velikost okolo 3 mm. Tělo je jako u všech klíšťatovitých oválné a výrazně zploštělé, avšak tento druh nemá vyvinuté oči. Zbarvení je obvykle tmavě hnědé s tmavou kresbou, dobře patrnou zvláště u samečků. Za příznivých okolností se klíšť vyvíjí jeden až dva roky. Typickými

hostiteli jsou stejně jako u ostatních zmiňovaných druhů hlodavci a jiní drobní obratlovci. Je přenašečem řady patogenů – můžeme od něj chytit třeba tularémii, sibiřský tyfus, klíšťovou meningoencefalitidu a klíšťovou encefalitidu.



Obr. 28: Klíšť lužní (*Haemaphysalis concinna*) ♂ z okolí Slavkova u Brna (foto: Karolina Mahlerová).

5.3.4. Létající klíště

„Létající klíště“ neboli kloš jelení (*Lipoptena cervi*) se i přes nápadnou podobnost mezi klíšťatovitě neřadí (**Obr. 29**). Je to druh dvoukřídlého hmyzu z čeledi klošovitých (*Hippoboscidae*). Tento parazit dosahuje délky 4,5–5 mm a živí se krví ptáků, savců a výjimečně i člověka. Tělo kloše je ochlupené a pružné. Silné nohy směřující do stran jsou opatřeny drápky, které usnadňují pohyb v srsti hostitele. Mladý kloš má také křídla, které používá k tomu, aby nalétl na hostitele. Jakmile se kloš na hostiteli usadí, křídla volně odpadnou. Kloš jelení se dokáže pevně držet na kůži nebo v srsti, takže se ho jen tak snadno nezavíte. Samička uvolní vždy jen jedno vajíčko, ze kterého se líhne larva. Jedinec se následně kuklí. Vývoj trvá tři až šest týdnů, záleží však na okolní teplotě. Dospělci se líhnou zejména od začátku září do začátku prosince. Hned po vylíhnutí hledá dospělý okřídlený jedinec hostitele. Z pohledu člověka se jedná o nepříjemného parazita, který vás bude obtěžovat především v lese na podzim. Zdravý člověk odnese bodnutí klošem jen svědivým pupínkem, zato u lidí se sníženou imunitou může dojít k infekci bakterií *Bartonella*, která způsobuje nepříjemný zánět kůže trvající i několik týdnů. Oproti klíštěti kloš nepřenáší ani klíšťovou encefalitidu, ani borreliózu.



Obr. 29: Kloš jelení (*Lipoptena cervi*) se i přes nápadnou podobnost mezi klíšťatovitě neřadí.

5.4. Závažná onemocnění

5.4.1. Promořenost klíšťat

Promořenost klíšťat v souvislosti s globálním oteplováním stoupá. Klíšťe může navíc přenášet i víc nemocí naráz. Pokud je člověk nakažen více nemocemi najednou, probíhá akutní fáze onemocnění intenzivněji včetně více nespecifických příznaků, které diagnózu znesnadňují. Tím se může prodloužit i doba léčby a rekonvalescence. Často se souběh onemocnění objeví až poté, co pacient nereaguje na léčbu původně diagnostikované choroby a je zřejmé, že příznaky jsou způsobeny jiným patogenem. Promořenost klíšťat borreliózou je relativně vysoká a v některých lokalitách v ohniscích může dosahovat 30–50 %. Z výzkumů klíšťat v pražských parcích vyplývá, že v letech 2014 až 2022 přenášelo v ČR některý z patogenů způsobující závažná onemocnění až 37 % klíšťat. Klíšťata pozitivní na borreliu byla ve 3 % případů infikována současně některým z dalších závažných patogenů, zejména anaplasmou a virem klíšťové encefalidity. Obecně však třeba v případě lymeské borreliózy platí, že klíšťe musí být k lidské kůži prisáto nejméně 24 hodin, než přenesou jejího bakteriálního původce.

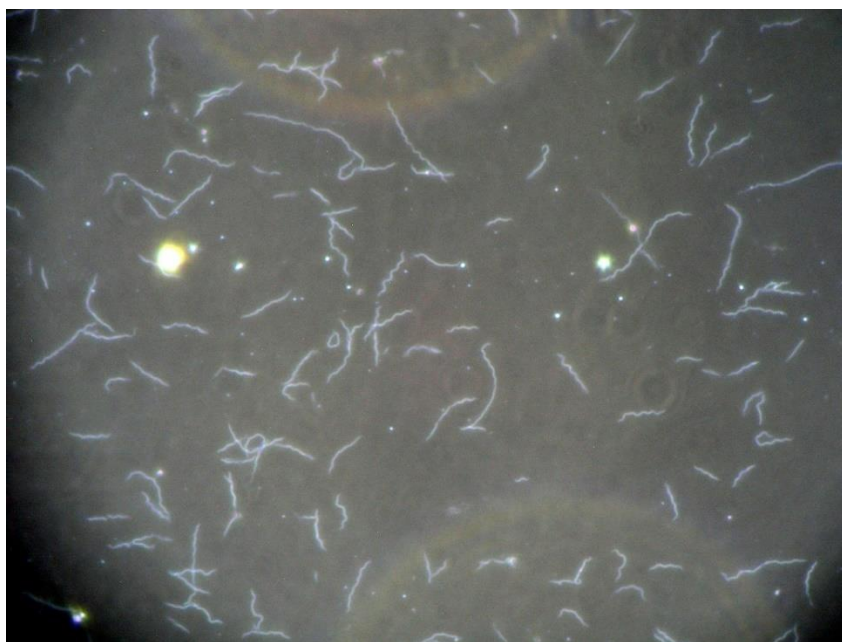
5.4.2. Klíšťová encefalitida

Jedná se o závažné onemocnění vyvolané virem rodu *Flavivirus*. Tyto viry se rozmnožují v těle hostitele, kolují jeho krevním řečištěm a prostřednictvím přenašeče přecházejí na nového hostitele. Přenašečem viru jsou v případě klíšťové encefalidity klíšťata. Koloběh viru je v přírodě dán vzájemným vztahem mezi klíšťetem a hostitelem, virem a hostitelem, virem a klíšťetem. Závažnost průběhu onemocnění klíšťovou encefalitidou může být ovlivněna řadou faktorů – kmenem viru klíšťové encefalidity, množstvím virů, které stihlo během sání klíšťete do vašeho těla proniknout, také závisí na tom jakou máte imunitu, jak jste staří a může záležet i na pohlaví a genetický dispozicích.

Nemoc probíhá od formy s lehkými příznaky až vážné onemocnění. Onemocnění mívá dvoufázový průběh, po inkubační době 7 až 14 dnů (ale i měsíc) dojde k rozvoji první fáze onemocnění, ve kterém příznaky připomínají lehkou chřipku. 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 s postižením centrální nervové soustavy se projevuje krutými bolestmi hlavy provázenými horečkou. Příznakem poškození nervového systému je ztuhnutí svalů na šíji a další příznaky. Tento akutní stav trvá 2 až 3 týdny. Poté obvykle dojde k postupnému zlepšování stavu. Starší lidé snášejí onemocnění obvykle hůře a častěji trpí trvalými následky. Proti této nemoci je dostupné očkování. Pokud to zobecníme, bakteriální onemocnění se z klíšťe přenáší až po delší době sání, zatímco klíšťovou encefalitidou se můžeme nakazit během prvních pár hodin po přísátí klíšťe.

5.4.3. Lymeská borrelióza

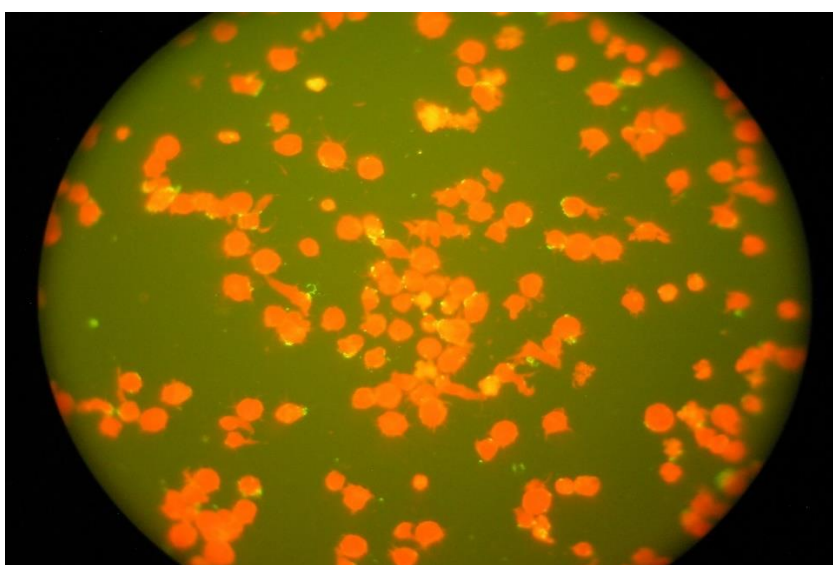
Lymeská borrelióza je onemocnění způsobené bakterií spirochétou *Borrelia burgdorferi* a přenáší ji infikovaná klíšťata (**Obr. 30**). Přírozenou zásobárnou borrelií v přírodě jsou divoce žijící obratlovci, zejména hlodavci, ptáci a plazi. Klíšťe je sice spirochétami nakazí, ale onemocnění se u nich neprojeví. To napomáhá k udržení a šíření nákazy mezi dalšími hostiteli. Onemocnění lymeskou borreliózou se vyznačuje řadou příznaků. Postihuje různé orgány, kůži, klouby, svaly a také centrální a periferní nervový systém. Nejznámější a nejčastějším příznakem je červená skvrna s centrálním vyblednutím, nemusí se však vždy objevit. Zároveň může během onemocnění docházet u nakaženého k vymizení příznaků (vyblednutí červené skvrny), aby se po nějakém čase vrátily stejné či jiné např. neurologické příznaky, onemocnění pak může trvat i několik měsíců. Lymeská borelióza se léčí antibiotiky. Po přísátí infikuje klíšťe člověka spirochétou způsobující borreliózu ve většině případů v rozmezí 36 až 48 hodin, proto je důležité klíšťe co nejdříve odstranit.



Obr. 30: Živé bakterie *Borellia* způsobující klíšťaty nejčastější přenášené onemocnění lymeskou boreliózu, zvětšení 400× (foto: Archiv NRL LB SZÚ).

5.4.4. Anaplazmóza

Granulocytární anaplazmózu způsobují intracelulární bakterie *Anaplasma phagocytophilum*, které infikují bílé krvinky hostitele a vyvolávají závažné onemocnění (**Obr. 31**). Projevuje se po inkubační době 1 až 2 týdnů nespecifickými projevy, jako je horečka, zimnice, bolest hlavy a svalů, nevolnost, zvracení, průjmy, zvětšení uzlin, jater i sleziny a vzácněji i vyrážka na kůži. Anaplazmóza není smrtelné onemocnění, ale infekce může vyústit až v multiorganové selhání. Je to onemocnění především akutní. Závažný průběh má u pacientů s jinými nemocemi. Pokud se včas neléčí, může ohrožovat život pacienta komplikacemi, jako krvácením do některých orgánů v důsledku nedostatku krevních destiček. Onemocnění se léčí antibiotiky.



Obr. 31: 400× zvětšená bakterie *Anaplasma* způsobující závažné onemocnění anaplazmózu (foto: Archiv NRL LB SZÚ).

5.4.5. Babezióza

Toto onemocnění je způsobené prvoky rodu *Babesia*, kteří napadají červené krvinky hostitele. Jedná se o onemocnění především u skotu, psů, koní, ale i lidí. V Evropě je nejvíce rozšířena *Babesia divergens* a toto onemocnění často doprovází lymeská borrelióza (až ve 25 % případů). Životní cyklus babesí zahrnuje dva hostitele – klíště a hlodavce, popřípadě i člověka. Klíště nejdříve saje na obratlovci, například na myši, a během sání do jejich červených krvinek pronikají prvoci. Ti se v nich nepohlavně rozmnožují a následně diferencují v samčí a samičí gamety. Tyto gamety jsou při dalším sání na infikované myši zaneseny do těla klíšete. Dojde k jejich spojení a vstupu do slinných žláz klíšete, kde produkují další vývojové infekční fáze prvoků. Člověk se může nakazit stejně jako myš, ovšem u člověka životní cyklus parazita nepokračuje. Babezióza se projevuje nespecifickými chřipkovými příznaky, mezi něž patří horečka, únava, zimnice, pocení a bolest hlavy. Postihuje obvykle pacienty se sníženou imunitou. Onemocnění se léčí antibiotiky.

5.4.6. Bartonelóza

Bartonelózu způsobují bakterie rodu *Bartonella*, jejichž přirozenou zásobárnou jsou domácí zvířata, a to zejména kočky. Zdrojem přenosu bakterií na hostitele je trus blechy kočičí. Tyto bakterie se množí v zažívacím traktu kočičích blech a přežívají po několik dní v bleším trusu. Zblešené zvíře si během péče o srst infikuje drápy, a jakmile někoho škrábne, infikuje ho. V posledních letech je stále častěji jako přenašeč uváděno i klíšťe obecné. Bakterie se dostávají do těla hostitele ze slinných žláz klíšťete při sání na hostiteli. V místě, kde se vám přisaje klíšťe nebo vás škrábne infikovaná kočka, vzniká za 5 až 10 dní charakteristický tmavý příškrvar podobný tmavšímu strupu. Zduří nejbližší lymfatické uzliny, což může přetrvávat od jednoho týdne do dvou měsíců. Mezi další projevy onemocnění patří horečka, bolesti hlavy, slabost, závratě, malátnost, únava, bolesti svalů, kloubů či očí. U jedinců s narušenou imunitou hrozí závažnější průběh i postižení celého organismu. Onemocnění se léčí antibiotiky.

5.4.7. Rickettsiόza

Jedná se o onemocnění způsobené skupinou intracelulárních bakterií. Přenášejí je klíšťata a způsobují skvrnitě horečky. Rickettsie přenášené prostřednictvím blech a vši vyvolávají skvrnitý tyfus. Průběh a závažnost choroby se liší podle konkrétního typu. V místě, kde se klíšťe přisaje, vzniká vrádek, postupně se utvoří strup a může se přidat vyrážka, provázená krvácením. Nemoc se projevuje typicky horečkou a chřipkovými příznaky. Komplikace mohou být vážné. Při poklesu krevního tlaku dochází k oběhovému selhání, při zánětu mozku nastávají poruchy vědomí, zánět plic zase může působit dechové potíže. Onemocnění se léčí antibiotiky.

5.4.8. Tularémie

Tularémie je závažné onemocnění způsobené bakteriemi *Francisella tularensis*. Hostitelem těchto bakterií jsou divoce žijící zvířata, zejména zajáci, králíci a hlodavci, kteří však v případě akutní nákazy rychle hynou. Hostitelem těchto bakterií se může stát i člověk – tularémií se snadno nakazíte kontaktem s infikovanou zvěří nebo vdechnutím kontaminovaných aerosolů, ale lze se také nakazit z kontaminované vody nebo od infikovaného klíšťete. Bakterie vyvolávající tularémií jsou vysoce infekční, do hostitele mohou pronikat skrze ústa, kůži, plíce a oči. Infekce způsobené klíšťaty nejčastěji doprovází horečka, zimnice, malátnost, únava a zvětšení uzlin. Onemocnění se léčí antibiotiky.

5.4.9. Onemocnění zvířat

Klišťata představují riziko nejen pro člověka, ale také pro domácí mazlíčky, protože i na ně přenášejí různé viry, bakterie, prvoky a hlístice. Nejzávažnější infekce, přenášené klíšťaty na člověka, byly identifikovány také u psů, některé z nich pak i u koček, koní, skotu či koz. Klíšťata napadají psy a kočky především během procházek volnou přírodou. Nejvýznamnější onemocnění, která mohou klíšťata na domácí zvířata přenést, jsou lymeská borrelióza, babezióza, anaplazmóza a klíšťová encefalita. Zásadní roli při přenosu infekcí z klíšťete na zvíře hraje i doba přísátí. Platí pro ně stejná pravidla jako u lidí, takže po příchodu zvenku svého psa, kočku apod. řádně prohlédněte a klíšťata

hned správně odstraňte (**Obr. 32**). Nezapomeňte pak své mazlíčky chránit obojkem, který odpuzuje parazity.



Obr. 32: Po procházce svého mazlíčka řádně zkontrolujte, klíšťata představují riziko nejen pro člověka (volná licence).

5.5. Mýty o klíšťatech

1. Klíšťe správně odstraníme krouživým pohybem a za použití oleje.

Pro odstranění v žádném případě nepoužívejte olej ani krém. Klíšťe tím jen přidusíte a podráždíte a začne více slinit a do rány pak rychleji proniká infekce. Radil vám někdo techniku kroucení klíšťetem proti nebo po směru hodinových ručiček? Ani jedno není správně. Při krouživém pohybu dojde pouze k odtržení části klíšťete. Druhá část zůstane v kůži a může způsobit zánět. Správný postup je takový, že místo přisátí nejprve dezinfikujete, klíšťe opatrně uchopíte pomocí navlhčené látky nebo pinzety a kývavými pohyby ze strany na stranu ho odstraníte. Po vyjmutí klíšťete místo znovu dezinfikujte. Nejdůležitější je klíšťe vytáhnout včas!

2. Klíšťe zabijeme nejlépe rozmáčknutím.

Vyndané klíšťe nikdy nemačkejte (**Obr. 33**). Chovejte se tak, jako by každé klíšťe bylo nakažené a mohlo vás ohrozit. Takto ke klíšťeti přistupujte i tehdy, když ho odstraňujete ze srsti zvířete, a raději používejte gumové rukavice. Buďte opatrní, ať si při likvidaci klíšťete nepotřísníte ruce nebo předměty v okolí. V žádném případě se klíšťe nesnažte mechanicky rozdrtit. Ideální je zabalit ho do ubrousku nebo kousku papíru a na nehořlavém podkladu bezpečně zapálit nebo spláchnout do záchodu.



Obr. 33: Vyndané klíšťe nikdy nerozmačkávejte, může být nakažené (volná licence).

3. Klíšťe můžu chytit jen v lese.

Je pravda, že v lese na vás klíšťat čeká nejvíce, zejména na okraji lesních porostů v nižších a středních polohách. Druhové složení lesa nehraje až tak významnou roli. Klíšťe však můžete chytit i na zahradě! Když se klíšťata v některém roce přemnoží, mohou být na zahradě v trávě, na květinových záhonech, v keřích, zkrátka všude (**Obr. 34**). Hlavně v posledních letech najdeme spoustu klíšťat v městských parcích kvůli vysoké frekvenci pohybu lidí a domácích mazlíčků. Navíc se tu vyskytují uzavřené populace klíšťat, které jsou mnohdy víc promořené různými onemocněními oproti populacím klíšťat žijících v lese.



Obr. 34: Když se klíšťata přemnoží, mohou být na zahradě v trávě, na květinových záhonech, v keřích, zkrátka všude (volná licence).

4. Klíšťata létají či mohou skočit ze stromu.

Klíšťata patří mezi roztoče a nikoliv mezi hmyz, tudíž rozhodně nelétají. Nemohou na vás spadnout ani skočit ze stromu. Kdepak. Klíšťata sedí na stéblech trávy a listech bylin a trpělivě číhají dole v podrostu na svoji teplokrevnou oběť – člověka nebo zvíře, až se k nim přiblíží (**Obr. 35**).



Obr. 35: Klíšťata sedí na stéblech trávy a listech bylin a trpělivě číhají na svoji oběť (volná licence).

5. Klíšťe mohou chytit pouze v létě.

Ano, největší výskyt klíšťat a počet nálezů evidujeme na přelomu jara a léta, ale dospělá klíšťata mohou být aktivní již při teplotách přesahujících 4 °C. Nymfy dokonce už při teplotách okolo 1,5 °C. Protože jsou v posledních letech v důsledku probíhající klimatické změny zimy mírnější a průměrné teploty během roku stoupají, prodlužuje se i sezona klíšťat, a to od brzkého jara až do pozdního podzimu. Není výjimkou, že lidé najdou na sobě či na svém mazlíčkovi klíšťe i v průběhu zimy.

6. Nic mi nehrozí, když se po odstranění klíšťete na kůži nevytvořila žádná skvrna.

Zčervenáním pokožky a vytvořením typické skvrny po přisátí klíšťete se v polovině případů projevuje lymeská borrelióza, kterou vás klíšťe může nakazit. Virová klíšťová encefalitida se však projevuje příznaky velmi podobnými klasické chřipce, a to až několik týdnů poté, co jste klíšťe odstranili. Zarudlá skvrna na kůži tedy není vždy jednoznačným indikátorem onemocnění. Proto je při projevech nevolnosti, únavy, bolestech kloubů atd. důležité navštívit lékaře a upozornit ho, že jste v nedávné době měli přisáté klíšťe. V laboratoři vám provedou rozbor krve a podle něj lékař nasadí správnou léčbu, která pomůže předejít závažným následkům onemocnění.

7. Při použití repelentu a správného oblečení žádné klíšťe nechytí.

Repelent s účinnými látkami, zvláště pak s DEET a IR3535 (viz. kapitola Prevence) představuje určitou míru ochrany proti klíšťatům a ostatnímu nepříjemnému hmyzu, ale bohužel na něj nelze plně

spoléhat. Repellent se musí velmi pečlivě nanést po celém povrchu těla zvláště na nohy. Ale ani tak není ochrana stoprocentní, protože účinná látka časem vyprchá. Proto je důležité aplikaci v doporučených intervalech opakovat. Klíšť nemá vyvinutý zrak, tudíž barva vašeho zvoleného oblečení nijak nevnímá. Na druhou stranu má světlá látka tu výhodu, že na ní klíšťe snáze zahlédnete a můžete ho hned odstranit ještě před přisátím (**Obr. 36**). Dále je také vhodné volit hladký materiál, po kterém se klíšťata hůře pohybují. Repellentní náramky, jež jsou často prezentovány jako vynikající ochrana, nejsou pro děti a dospělé účinné!



Obr. 36: Klíšťe nemá vyvinutý zrak, ale když si obléknete světlé oblečení, klíšťe na sobě snáze uvidíte (volná licence).

5.6. Prevence

5.6.1. Výběr míst pro pobyt v přírodě

Riziko napadení klíšťem lze snížit hned několika způsoby. Je všeobecně známo, že se klíšťata nejvíce vyskytují v lesním prostředí – v okolí lesních cest, při kraji lesa a na mýtinách (**Obr. 37**). První doporučení tedy zní, se těmito lokalitám jednoduše vyhnout, omezit zde trávený čas a v tomto rizikovém prostředí si neseďat ani nelehat. Na druhou stranu jsou klíšťata náchylná vůči vysychání, a proto je v takovém množství nenajdeme na slunných místech, která se nám lidem naopak líbí. Větší počty klíšťat se nacházejí v zamokřených lokalitách a podél vodních toků, takže pokud chceme riziko snížit, primárně se vyhýbáme těmito místům. Také platí pravidlo, že s narůstající nadmořskou výškou se snižuje riziko přichycení klíšťete s ohledem na jejich klesající početnost. Nicméně mějte nepaměti, že i ve vrcholových partiích Krkonoš či Šumavy je možné klíšťe ve výjimečných případech „chyťt“. V neposlední řadě je prokázáno, že se zvýšená početnost klíšťat nachází v hustě obydlených a frekventovaných oblastech (např. městské lesoparky), naopak velké komplexy lesa tyto krevsající členovce tolik nelákají.



Obr. 37: Klíšťata se vyskytují nejčastěji v okolí lesních cest, při kraji lesa a na mýtinách (volná licence).

5.6.2. Ochrana před klíšťaty

Většina z nás však chce do přírody vyrazit i přes toto riziko nákazy klíšťaty přenosných nemocí. Pokud chceme riziko co nejvíce minimalizovat, můžeme se bránit známými opatřeními. Prvním a základním preventivním opatřením je výběr vhodné obuvi a vhodného oblečení. Riziko můžeme snížit použitím pevné boty, dlouhých kalhot s gumou přes kotníkovou obuv nebo nohavice zasunuté v ponožkách. Klíšťata jsou špatně viditelná, ale na světlém oblečení je spatříte snáz. Oblečení je vhodné zastrčit tak, abychom klíšťatům neusnadňovali přístup k holé kůži, kde se mohou ihned přisát. Efektivním preventivním opatřením je pak používání repelentních přípravků. Mezi účinné, dostupné a prověřené syntetické repelenty patří repelenty s účinnou látkou DEET, IR3535, či picaridin. Pouze tyto ověřené repelenty jsou vhodné pro častý a dlouhodobý pobyt v přírodě. Mezi preventivní opatření patří zároveň i důkladná prohlídka po návratu z přírody, a to zejména na místech, na kterých se klíšťata nejvíce vyskytují.

5.6.3. Očkování

Očkování představuje jeden z hlavních pilířů prevence. Dostupné je však pouze očkování proti klíšťové encefalitidě, které poskytuje velmi účinnou ochranu proti této nemoci. Základní očkování se skládá ze tří injekčně podávaných dávek. Ochrana proti onemocnění se začíná projevovat již asi za 14 dní po druhé dávce. V současné době však není možné se nechat očkovat proti dalším nemocem, jako je například borrelióza, která je u nás nejčastější infekcí přenášenou klíšťaty. I proto je tak důležité zaměřit se na jiná preventivní opatření, která minimalizují riziko napadení člověka klíštětem.

5.6.4. Prevence u domácích mazlíčků

K přenosu klíšťat na člověka dochází velmi často přes domácí mazlíčky (**Obr. 38**). Riziko hrozí především v případě psů, kteří se často pohybují v místech pro klíšťata atraktivních. Ochrana mazlíčků je relativně jednoduchá. Stačí použít antiparazitní sprej nebo antiparazitní obojek, který účinkuje nejenom proti klíšťatům, ale také proti dalším parazitům. Výhodou obojku je jeho dlouhodobá účinnost trvající několik měsíců. Ty nejlepší, ovšem také často nejdražší obojky účinkují proti klíšťatům celou sezónu. Na zahradě je možné omezit výskyt klíšťat tím, že budete udržovat nízký trávník a keře ostříhané u země. Klíšťata se těmto sušším místům vyhýbají, což snižuje riziko napadení nejenom mazlíčků, ale také vás a vašich ratolestí.



Obr. 38: K přenosu klíšťat na člověka dochází často přes domácí mazlíčky (volná licence).

5.7. První pomoc

Pokud se vám nepodařilo preventivními opatřeními zabránit přisátí klíšťete, měla by co nejrychleji následovat fáze jeho odstranění. Vědecké studie potvrdily, že během prvních 24 hodin po přisátí klíšťete je riziko nakažení borreliózou poměrně nízké. Toto riziko naopak stoupá s prodlužující se dobou sání. Včasně odstranění klíšťete proto hraje velmi podstatnou roli.

5.7.1. Odstranění klíšťete

V případě odstraňování přisátého klíšťete je potřeba postupovat velmi obezřetně. Místo, na kterém je klíšťe přisáté, nejprve důkladně dezinfikujeme. Poté klíšťe odstraníme opatrnými kývavými pohyby pinzetou. Pro odstranění je možné také použít běžně dostupné pomůcky, jako je například umělohmotná karta se zářezy, jimiž klíšťe odstraníme, aniž bychom ho rozmáčkli. Jakmile je klíšťe z kůže venku, postižené místo je vhodné opět dezinfikovat. V průběhu celé manipulace s klíšťetem doporučují odborníci použít jednorázové rukavice, aby se zamezilo nežádoucímu kontaktu s potenciálně infekčním klíšťetem. Naopak mezi nevhodné techniky odstranění klíšťete patří často

používané zakápnutí klíšťete olejem nebo mastičkou. Klíšťe se přidusí, zvýší produkci slinných žláz, a tím roste riziko, že na nás přenesou infekci.

5.7.2. Likvidace

Pozor! I vytažené klíšťe může ve výjimečných případech přenášet infekci nebezpečných nemocí. Proto rozhodně není vhodné klíšťe rozmačkávat prsty nebo nehty. Příímý kontakt s ním omezíme jen na nutné minimum při vytažení. Jak se tedy vytaženého klíšťete zbavit? Bezpečné je zabalit klíšťe do papíru a na nehořlavém povrchu zapálit, aby se infikované části nedostaly ven. Nebo je možné klíšťe vhodit do toalety a spláchnout. Klíšťata také spolehlivě usmrtí lékařský líh. Podobné zásady platí i při likvidaci klíšťat u našich domácích mazlíčků.

5.7.3. Kontrola místa přichycení

Pokud se vám podaří klíšťe bezpečně odstranit, problémy ještě nemusí být u konce. I v následujících dnech po vytažení je potřebné být velmi opatrný. Na postiženém místě se může objevit zarudlá pokožka, která svědí a je teplejší než okolí. Průměr zarudnutí může být až 5 centimetrů a přetrvává asi 3 dny, avšak nijak se nezvětšuje. Pokud se zarudnutí znovu objeví v následujících týdnech a postupně se zvětšuje, je bezpodmínečně nutné vyhledat lékařskou pomoc (**Obr. 39**). Tyto příznaky s dalšími projevy, které jsou podobné chřipce (bolesti hlavy, teplota), mohou znamenat důvodné podezření na lymeskou boreliózu.



Obr. 39: *Erythema migrans* – červená skvrna objevující se okolo místa přisátí je typickým příznakem lymeské boreliózy (foto: Archiv Dermatovenerologické kliniky 2.LF UK a FNB).

5.7.4. Kontrola celého těla po návratu z přírody

Nesmíte zapomínat na důkladnou kontrolu celého těla během pobytu, ale zejména po návratu z přírody, ať už jste byli v lese, anebo na procházce po stezkách v městském lesoparku (**Obr. 40**). Při

prohlídce nezapomeňte na oblíbená místa, kam se klíšťata rádi přichytí, jako jsou třísla, podkolenní jamka, podpaždí apod., a u dětí třeba i ve vlasech. Přisátá klíšťata odstraňte. Kontrolu nejlépe zopakujte i druhý den ráno, protože klíšťe může putovat po těle několik hodin, či se schovat v oblečení a přisát se později. Oblečení, které jste měli v přírodě, prohlédněte, vyklepejte, nejlépe však vyperte.



Obr. 40: Kontrola těla je nezbytným opatřením před přichycením klíšťete (volná licence).

6. PUBLICITA PROJEKTU

6.1. Populárně naučné články

6.1.1. Klíšťata jako velké nebezpečí v lese a možnosti, jak se jim bránit

V rámci projektu byl publikován populárně naučný článek v zářiovém čísle časopisu Svět myslivosti pod názvem „*Klíšťata jako velké nebezpečí v lese a možnosti, jak se jim bránit*“. Níže je uvedena citace a také příložený článek, který byl před zasláním do redakce schválen garantem projektu.

Citace: Cukor, J., Vacek, Z., Vacek, S., Bartoška, J. (2022a): Klíšťata jako velké nebezpečí v lese a možnosti, jak se jim bránit. Svět myslivosti 9: 26–27.

Klíšťata jako velké nebezpečí v lese a možnosti, jak se jim bránit

Jan Cukor, Zdeněk Vacek, Stanislav Vacek, Jan Bartoška

Lesní prostředí chápe většina veřejnosti jako místo pro ideální odpočinek. Les je velmi často navštěvován kvůli různým sportovním aktivitám a relaxaci. V takovém světle je zároveň vnímán jako bezpečné místo, kde člověku nic nehrozí. Za aktivním odpočinkem chodíme do lesa rádi i my, myslivci. Ovšem ani zde bychom neměli zapomínat na různé nástrahy, které nám potenciálně hrozí. K těm nejnebezpečnějším patří klíště obecné, jeden z nejvýznamnějších přenašečů závažných onemocnění včetně klíšťové encefalitidy a lymeské boreliózy. Tuto hrozbu není radno brát na lehkou váhu a kontakt s klíšťaty bychom měli minimalizovat. Jaké možnosti snížení rizika přisátí velmi rozšířeného parazita ale máme?

ZÁKLADNÍ POPIS KLÍŠTĚTE A JEHO VÝVOJ

Životní cyklus klíštěte obecného zahrnuje čtyři vývojová stadia, a to vajíčko, larvu, nymfu a dospělé. V přírodě se setkáváme především s dospělci, které je velmi snadné odhalit díky jejich tělesným rozměrům. Velikost samic se pohybuje od 3,5 do 4,5 mm, po nasátí to může být i více než centimetr (svůj objem zvět-

ší až 300krát). Samci dosahují velikosti 2,2–2,5 mm. S přisátými dospělými samicemi klíštěte se v myslivecké praxi setkáváme buď na ulovené zvěři, nebo také velmi často u našich čtyřnohých partáků. Nymfy měří 1,2 až 1,5 mm a již z jejich strany hrozí značné riziko nepozorovaného přisátí na člověka.

Celkový životní cyklus klíštěte trvá i sedm let. Vliv na to mají klimatické podmínky, ale především dostatek vhodných hostitelů. Dospělá nasátá samice klade snůšku čítající několik set až deset tisíc vajíček a následně hyne. Životní cyklus se poté opakuje. Z vajíček se líhnou larvy, jejichž klíčovým hostitelem jsou drobní savci, zejména hlodavci (Tkadlec a kol. 2019). Pokud se hostitel neobjeví do doby, než larva vyčerpá veškeré své energetické zásoby ještě z vajíčka, uhynie. Další vývojovou fází – nymfu – již důvěrně známe. Je to totiž ona, kdo nejčastěji napadá člověka. Nicméně obecně je hlavním hostitelem nymf a dospělých samic spárkatá zvěř a další druhy větších savců včetně člověka. Za primárního hostitele bývá označována srnčí zvěř, takže pozorovaný nárůst početnosti klíšťat může souviset i se zvyšujícími se stavy spárkaté zvěře.



Samice klíštěte, čekající na potenciálního hostitele.
Foto www.pixabay.com

ROZŠÍŘENÍ KLÍŠTĚT V LESNÍM PROSTŘEDÍ

Početnost klíšťat v lesích České republiky, ale i v celém regionu střední Evropy v posledních desetiletích každým rokem pozvolna narůstá. Tento proces má na svědomí hned několik příčin. Jednou z nich je zvýšení průměrných ročních teplot, což vede k prodloužení období, kdy je klíště obecné aktivní, takže dochází k urychlení vývojového cyklu. Jen na našem území vzrostla průměrná roční teplota za posledních 60 let o 2 °C (ČHMÚ 2022). Změny klimatu tak umožňují rozšíření areálu klíšťat do vyšších nadmořských výšek. Jejich výskyt a s tím související riziko přisátí na člověka bylo dříve výrazně vyšší v oblastech s nadmořskou výškou od 200 do 800 metrů. Postupem času se ale klíšťata dostávají až do oblastí s nadmořskou výškou 1100 a více metrů, kde se dříve vůbec nevyskytovala. Pro šíření mezi různými výškovými stupni mohou hrát podstatnou roli také sezónní migrace spárkaté zvěře, kdy například jelen může klíšťata v létě „vynést“ do podhorských až horských poloh. Samice tam následně naklade vajíčka a larvy se již líhnou ve vyšší poloze.

Početnost klíšťat je zásadně ovlivněna charakterem lesního prostředí. Na výskyt tohoto parazita v lesních porostech má do značné míry vliv jejich struktura, a to zejména druhová, věková a prostorová. Klíšťata se vyskytují ve vyšších počtech v biotopech se smíšenými a listnatými porosty, ale i v městských parcích a lesoparcích. Především listnaté lesy jsou na základě dříve provedených výzkumů považovány za stanoviště pro klíšťata velmi vhodná (Tack a kol. 2012). Nárůstu početnosti tak nahrává i současná přeměna lesních porostů, související s doznívající kůrovcovou kalamitou. V mnoha evropských státech dochází k transformaci jehličnatých monokultur ve smíšené, strukturně bohaté lesy s převahou listnáčů. V nově zakládaných porostech dominují původní listnaté druhy, s čímž velmi úzce souvisí zvýšená početnost klíšťat. Počet všech vývojových fází klíštěte v těchto lokalitách může dosahovat i více než 10 000 jedinců na hektar.

Vyšší početnost klíšťat zaznamenáváme více v mozaikovitě krajině než v homogenních zalesněných oblastech. Vyplývá to především z více potenciálních hostitelů pro vývojové fáze klíšťat. Spárkatá zvěř, ale i menší savci, sloužící jako hostitelé larv a nymf, obývají mnohem častěji okraje lesních porostů než střed lesních komplexů. Fragmentace krajiny má tedy vliv na početnost klíšťat i nepřímo, pomocí zvýšené rozmanitosti a hojnosti hostitelských druhů (Ostfeld, Keesing 2000).

PŘEDPOVĚĎ POČETNOSTI KLÍŠŤAT PODLE CHARAKTERU STANOVIŠŤE

Podle charakteru prostředí je tak možné předpokládat, do jaké míry budou daná stanoviště pro klíšťata vhodná, což se přímo odrazí v jejich početnosti. S využitím znalostí o preferenci stanovišť je možné vytipovat lokality, jimž bychom se měli přednostně vyhýbat. Aktivitu klíštěte lze odhadnout také na základě venkovních teplot. Nymfy začínají být při hledání hostitele aktivní v teplotním rozmezí od 5 do 7 °C, larvy až při teplotě 10 °C. Díky těmto poznatkům můžeme velmi efektivně dosáhnout výrazného snížení rizika přísátí klíštětem, s nímž je spojen přenos řady patogenů včetně nejběžnější boreliózy a klíšťové encefalidity. Promořenost klíšťat těmito nemocemi se pohybuje v řádu nižších desítek procent, ovšem v posledních letech se k nám dostávají také choroby, které se zde dříve nevyskytovaly. Negativní význam klíštěte jako přenašeče patogenů tedy rok od roku narůstá.

MŮŽE NÁM POMOCI MOBILNÍ APLIKACE?

Zvyšující se význam klíštěte obecného a jeho dopadů na lidské zdraví si uvědomil také státní podnik Lesy České republiky, který prostřednictvím své grantové služby vypsál projekt na téma „Smart aplikace pro predikci početnosti a prevalence klíštěte obecného v lesních ekosystémech (KlíšťApka)“. Zamýšleného vývoje aplikace se

ujala Česká zemědělská univerzita v Praze. Výsledky můžeme očekávat v dubnu 2023, tedy na začátku příští sezóny se zvýšenou aktivitou klíštěte obecného.

Na vývoji aplikace se podílejí pracovníci Provozně ekonomické fakulty ČZU, kteří zajišťují technické provedení, ve spolupráci se zaměstnanci Fakulty lesnické a dřevařské, disponujícími daty o výskytu klíšťat v lesních porostech na základě parametrů struktury lesa. Aplikace je koncipována interaktivně, se zamýšleným zapojením uživatele. Ten si bude moci v aplikaci vybírat z nabízených piktogramů lesního stanoviště s popisem bylinného patra i lesního porostu. Některá další data si aplikace naopak zajistí automaticky. Mezi taková data bude patřit především GPS poloha místa, kde se uživatel právě zdržuje. Pomocí polohy bude možné odečíst nadmořskou výšku a fragmentaci okolní krajiny. Součástí aplikace bude také informační část, ve které budou popsány možnosti prevence a správné postupy odstraňování klíštěte po přísátí.

Vyvíjená aplikace bude dostupná také ve verzi standardního internetového prohlížeče. Webový portál/aplikace s potenciálem desetitisíců uživatelů najde uplatnění v řadách široké laické, ale i odborné veřejnosti včetně myslivců, kteří tráví čas v přírodě a tudíž patří mezi ohroženou skupinu z hlediska napadení klíštětem. Myslivecká veřejnost si v posledních letech pomalu zvyká na časté používání mobilního telefonu, o čemž svědčí i vyvíjené myslivecké aplikace, které mají již tisíce uživatelů. I proto předpokládáme vysokou míru využití takto zaměřené aplikace, která sníží rizika spojená s návštěvou přírody.

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

Seznam použité literatury je k dispozici u autorů příspěvku.



Autoři:

Ing. Jan Cukor, Ph.D., Česká zemědělská univerzita v Praze a Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

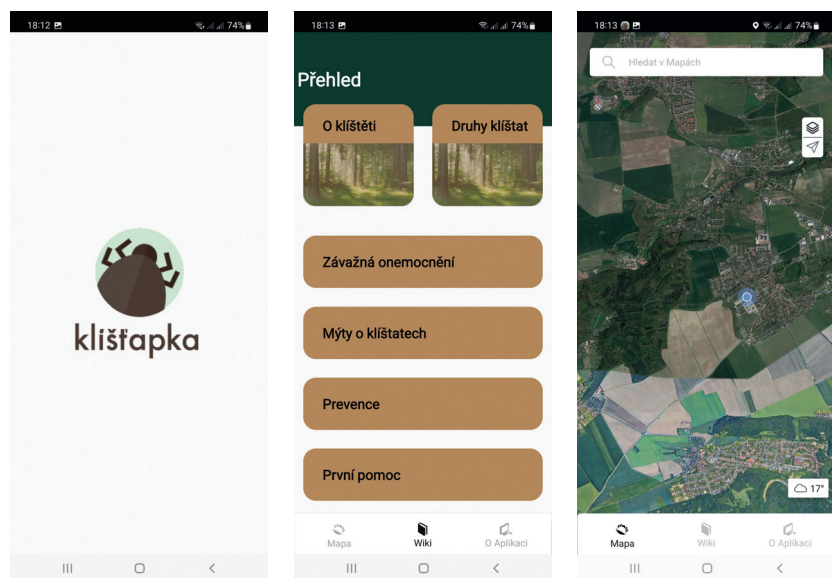
Ing. Zdeněk Vacek Ph.D.,

Česká zemědělská univerzita v Praze a Česká lesnická společnost

prof. RNDr. Stanislav Vacek, Dr.Sc.,

Česká zemědělská univerzita v Praze doc. Ing. Jan Baroška, Ph.D.,

Česká zemědělská univerzita v Praze



3x repro archiv autorů

6.1.2. Vliv druhového složení a struktury lesa na početnost klíšťat a vznik mobilní aplikace pro veřejnost

V rámci projektu byl dále publikován populárně naučný článek v říjnovém čísle Lesnické práce pod názvem „*Vliv druhového složení a struktury lesa na početnost klíšťat a vznik mobilní aplikace pro veřejnost*“. Časopis Lesnická práce je určena pro lesnickou vědu a praxi s nákladem 3 500 kusů (pouze předplatitelé) s čteností okolo 15 000 zájemců. Níže je uvedena citace a také příložený článek, který byl taktéž schválen odborným garantem.

Citace: Vacek, Z., Cukor, J., Vacek, S., (2022a): Vliv druhového složení a struktury lesa na početnost klíšťat a vznik mobilní aplikace pro veřejnost. Lesnická práce 10: 26–27.

VLIV DRUHOVÉHO SLOŽENÍ A STRUKTURY LESA NA POČETNOST KLÍŠŤAT A VZNIK MOBILNÍ APLIKACE PRO VEŘEJNOST

Zdeněk Vacek, Jan Cukor, Stanislav Vacek

Nemoci přenášené klíšťaty jsou závažným problémem, který v souvislosti s probíhající globální klimatickou změnou nabývá na významu. V posledních letech dochází na našem území nejen k výskytu nových druhů klíšťat, ale zejména k nárůstu populace klíštěte obecného a ke změně jeho geografického rozšíření. Víme však, jaké lesy jsou pro klíšťata nejvhodnějším domovem? Jak ovlivňuje struktura a diverzita lesa jejich početnost? Cílem tohoto příspěvku, který navazuje na rešeršní článek v *Lesnické práci* 8/2021, je popsat vliv dřevinné skladby a struktury lesa na abundanci klíštěte obecného v různých lesních porostech v ČR.

Rozsáhlý výzkum proběhl na 150 výzkumných plochách napříč všemi kraji ČR a celkem bylo analyzováno 13 645 klíšťat. Získaná data o abundanci byla porovnána s produkčními a strukturálními parametry jednotlivých porostů. Na základě těchto poznatků je možné předpovědět abundanci klíštěte obecného v měnících se podmínkách středoevropského regionu. Klíšťata byla také testována na lymeskou boreliózu a lidskou granulocytární anaplazmózu. V této souvislosti je vyvíjena smart aplikace pro predikci počet-

nosti a prevalence (podíl infikovaných jedinců k celkovému počtu) klíštěte obecného.

VÝSKYT KLÍŠŤAT A ZMĚNA KLIMATU

Klíšťata patří k nejdůležitější skupině parazitů, jejichž populace a areál rozšíření v posledních desetiletích v Evropě stále narůstá (OMERAGIĆ ET AL. 2022). Klíště obecné (*Ixodes ricinus*) je z pohledu člověka nejvýznamnějším druhem klíštěte z důvodu přenosu virových a bakteriálních patogenů. Mezi závažná onemocnění přenášená klíšťaty patří klíšťová encefalitida, borelióza, anaplazmóza, babesióza a řada dalších (GRAY ET AL. 2021).

Pro výskyt klíštěte jsou vhodnými stanovišti vlhké lesy a městské parky s výjimkou suchých biotopů, protože klíšťata jsou náchylná k vysychání (VOLF 2007). Zvyšující se početnost klíštěte obecného je spojena s několika faktory. Expanze do vyšších nadmořských výšek je způsobena rostoucími teplotami, což má za následek prodloužené období umožňující jejich vývoj (DANIEL 2004). Výskyt klíšťat je také ovlivněn strukturou lesa. Listnaté a smíšené lesy bohaté na zvěř jsou považovány za ideální stanoviště pro klíšťata. Na jejich početnost má vliv i fragmentace lesa, jelikož zvěř často preferuje okraje lesních porostů (TACK ET AL. 2012).

Změna klimatu mění i podmínky pro růst jednotlivých dřevin. Sucho a kůrovcová kalamita výrazně ovlivnily strukturu lesů ve střední Evropě. Vzniklé holiny musí být zalesněny směsí dřevin s vyšším podílem listnáčů z důvodu lepší adaptability na probíhající změny. Nicméně listnaté lesní porosty jsou považovány za vhodná stanoviště pro výskyt klíšťat (TACK ET AL. 2012). Cílem článku je proto popsat vztahy mezi diverzitou lesa a početností klíštěte obecného.

CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ A METODIKA

Sběr klíšťat proběhl na 150 výzkumných plochách napříč všemi kraji v ČR ve výškovém gradientu 154–1 341 m n. m. Na lokalitách byl sběr dat realizován ve třech variantách biotopů, a to a) v dospělých lesních porostech, b) na holinách a c) v porostních okrajích. Jednotlivé porosty byly dále rozděleny na lesy 1) listnaté, 2) jehličnaté a 3) smíšené. Sběr dat probíhal od 7. května do 24. června v roce 2021 vlajkováním. Touto nejpoužívanější metodou sběru klíšťat dochází smýkáním vlajky (bílé plátno připevněné na tyči) k přímému kontaktu s vegetací, na které se klíšťata vyskytují při aktivním vyhledávání hostitele. Nasbíraná klíšťata byla po 120 minutách vlajkování analyzována dle druhu a vývojového stadia. Na výzkumných plochách proběhla také analýza stro-



Klíště svého hostitele nevyhledává aktivně jako například ovád, místo toho na něj trpělivě číhá s roztaženým předním párem nohou. Foto: Pixabay



Samice klíštěte obecného při nasávání krve, které trvá 4–10 dní, dokáže zvětšit svůj objem až 300x.
Foto: Pixabay

mového patra, vegetačního pokryvu či pobytových znaků zvěře.

VLIV STRUKTURY A DRUHOVÉ SKLADBY LESA NA VÝSKYT KLÍŠŤAT

Na plochách bylo analyzováno celkem 13 645 klíšťat, z toho 13 632 jedinců klíštěte obecného, 5 jedinců pijáka lužního (*Dermacentor reticulatus*) a 8 jedinců klíště lužního (*Haemaphysalis concinna*). U klíštěte obecného bylo zastoupeno 31 % larev, 57 % nymf a 12 % dospělých jedinců, přičemž zastoupení obou pohlaví bylo rovnoměrné.

Signifikantně nejnížší abundance klíšťat ($p < 0,05$) byla zjištěna na holině (24 jedin-

ců/hodina vlajkování). Poté následoval lesní porost (47 ks/hod.) a naopak nejvyšší početnost byla zjištěna v lesních okrajích (52 ks/hod.). Z hlediska druhového složení byl nejnížší počet zjištěn ve smíšených lesích (46 ks/hod.), následně v listnatých porostech (52 ks/hod.) a nejvyšší v jehličnanech (56 ks/hod.), především s převahou borovice lesní. Tato zjištění jsou v přímém rozporu s dostupnou literaturou, která udává nejvyšší početnost klíšťat v listnatých porostech. Z hlediska strukturálních parametrů měly negativní vliv na abundanci klíšťat vertikální rozrůzněnost porostu, druhová diverzita či počet stromů. Kromě těchto parametrů se početnost klíšťat zvyšovala s vyšším výskytem zvěře či se snižující se nadmořskou výškou.

SMART APLIKACE KLÍŠŤAPKA

V této souvislosti vzniká v rámci výzkumného projektu Grantové služby Lesů ČR mobilní aplikace pro veřejnost s názvem KlíšťApka. Tato aplikace na základě dříve zjištěných dat umožní predikci početnosti a promořenosti klíšťat nemocemi v lesních porostech včetně možnosti zaznamenání informace o „chyceném“ klíštěti. Další část bude zaměřena na vzdělávání uživatelů a na popis pre-

vence omezující přísátí klíštěte. Aplikace bude dostupná pro mobilní zařízení s OS Android, bude umožňovat dohledávání lokality automaticky dle aktuální pozice uživatele nebo dohledání lokality manuálně dle jeho zadání. Ve vyhledané lokalitě se uvedené údaje vždy zobrazí pomocí infografiky s možnými riziky o promořenosti a početnosti klíšťat. Aplikace bude volně zpřístupněna pro širokou veřejnost v dubnu roku 2023.

ZÁVĚR

Pěstování lesa v kontextu s klimatickými změnami výrazně ovlivňuje druhovou skladbu a prostorovou strukturu lesních porostů, což má zásadní vliv na početnost klíšťat a epidemiologii chorob jimi přenášených. Okraj lesa s vysokým výskytem zvěře byl nejpreferovanějším biotopem s nejvyšší abundancí klíšťat. Z hlediska druhového složení pak byla nejvyšší početnost zjištěna v porostech s dominancí borovice lesní. Naopak nejnížší četnost klíšťat byla pozorována ve smíšených lesních porostech, což je v přímém rozporu s dříve publikovanými výzkumy. Na základě získaných dat lze konstatovat, že pěstování strukturálně bohatých smíšených lesů, odolných vůči klimatickým změnám, s vysokou druhovou rozmanitostí a počtem stromů může snížit početnost klíšťat a množství lidí infikovaných chorobami přenášenými klíšťaty.

Príspevek vznikl za podpory Grantové služby Lesů ČR, s. p. (GSLČR projekt č. 103 a č. 115) a Ministerstva zemědělství v rámci osvěty České lesnické společnosti, z. s.

Seznam použité literatury je na vyžádání k dispozici u autorů.

Autoři:

Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

FLD ČZU v Praze, Katedra pěstování lesů

Česká lesnická společnost, z. s.

E-mail: vacekz@fld.czu.cz

Foto: Zdeněk Vacek a Pixabay

Ing. Jan Cukor, Ph.D.

FLD ČZU v Praze, Katedra pěstování lesů

VÚLHM, Útvar myslivosti

prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.

FLD ČZU v Praze, Katedra pěstování lesů



Vlajkování – sběrná vlajka je vyrobena z bílé bavlněné látky se středně dlouhým chlupem, připomínajícím srst zvířat, a je připevněna na dřevěné tyči. Foto: Zdeněk Vacek

6.1.3. Klimatická změna ovlivňuje populační nárůst klíšťat na území České republiky

V rámci projektu byl také publikován populárně naučný článek v říjnovém čísle magazínu AGRObase pod názvem „*Klimatická změna ovlivňuje populační nárůst klíšťat na území České republiky*“. Níže je uvedena citace a také přiložený článek.

Citace: Cukor, J., Vacek, Z., Vacek, S., (2022b): Vliv druhového složení a struktury lesa na početnost klíšťat a vznik mobilní aplikace pro veřejnost. AGRObase 10: 42–43.

Klimatická změna ovlivňuje populační nárůst klíšťat na území České republiky

Klíště obecné je jedním z nejvýznamnějších zástupců krev sajících členovců na našem území. Jeho negativní význam pro lidskou populaci je v poslední době stále více zdůrazňován ve vztahu k přenosu závažných onemocnění včetně lymeské boreliózy, klíšťové encefalitidy nebo i méně známých nemocí, jako je anaplazmóza či babezióza.



Nebezpečí pro člověka narůstá se zvýšením početnosti klíšťat a s jejich šířením do míst, která dříve neobývala z důvodu nevhodných klimatických podmínek. Tyto jevy mají za následek každoročně narůstající počet nakažených osob, ale i domácích a hospodářských zvířat, přičemž akutní stadium u oslabených jedinců může ve výjimečných případech končit i smrtí. Víme ale, jaký vývoj početnosti klíšťat můžeme očekávat v následujících letech a jaké máme možnosti se těmto nebezpečím bránit?

Vývojový cyklus klíštěte

Životní cyklus klíštěte obecného se skládá ze čtyř navazujících vývojových stádií, a to z vajíčka, larvy, nymfy a dospělého. V přírodě nejčastěji narazíme na dospělého jedince, kterého můžeme pro svou velikost 3,5 až 4,5 mm snadno spatřit. Tato velikost rapidně narůstá po přisátí samice, která následně měří i více než 1 cm a svůj objem může zvětšit i více než 300krát. Z hlediska napadení člověka je neméně nebezpečné také vývojové stadium

nymfy. Zde je nebezpečí o to větší z důvodu jejich malé velikosti, která se pohybuje v rozmezí od 1,2 do 1,5 mm. Nymfy můžeme snadno přehlédnout a tím nám hrozí vysoké riziko nepozorovaného přisátí ať už na člověka, nebo na domácí mazlíčky.

Samotný vývoj klíštěte z vajíčka až do fáze dospělého může v našich podmínkách trvat 1–7 let v závislosti na dostupnosti hostitelů a klimatických podmínkách v lokalitě vývoje. Dospělá samice klade po nasátí snůšku několik set až 10 tis. vajíček a poté umírá. Z vajíček se líhnou larvy, které čekají v lesní hrabance na první hostitele. Těmi jsou drobní savci a hlodavci [TKADLEC ET AL. 2019]. V dalších vývojových fázích klíšťata sají již na větších savcích včetně člověka. Primárním hostitelem nymf a dospělých samic bývá označován srnec obecný a další druhy spárkaté zvěře.

Jaké nebezpečí představuje klíště pro člověka?

Riziko přisátí klíštěte obecného je pro člověka

spojeno především ve vztahu k přenášení širokého spektra nebezpečných nemocí. Alespoň jeden z nebezpečných patogenů ve svém těle přenáší více než jedna pětina nymf a dospělců klíštěte. Mezi dlouhodobě známé nemoci patří klíšťová encefalitida a lymeská borelióza. V případě klíšťové encefalitidy je možné se aktivně chránit preventivním očkováním, avšak proti lymeské borelióze tato možnost ochrany neexistuje. Obě nemoci mohou mít velmi vážné důsledky, a proto není radno napadení klíštětem podceňovat. Riziko můžeme výrazně zmírnit preventivními opatřeními, mezi která patří vhodné oblečení, jež klíšťatům znesnadní přístup k holé pokožce. Na světlém oblečení můžeme klíšťata lépe vidět a odstranit je ještě před přisátím. Další možností prevence představují účinné repelenty. V případě přisátí klíštěte je pak bezpodmínečně nutné klíště co nejdříve vytáhnout, čímž můžeme výrazně snížit nebezpečí přenosu nemocí, které narůstá spolu s dobou přisátí klíštěte. Mezi nemoci s méně častým výskytem patří anaplazmóza, babezióza, bartonellóza a další nemoci. Jejich společným rysem je narůstající promořenost klíšťat, a tedy i vyšší hrozba přenosu nákazy na hostitele včetně člověka.

Klíšťata a klimatická změna

Životní cyklus klíštěte je ovlivňován především dvěma faktory, a těmi jsou vhodné teploty a dostupnost hostitelů. Oba zmíněné předpoklady jsou v posledních desetiletích více než příznivé, a proto dochází nejenom ke geografickému rozšiřování klíšťat, ale také k nárůstu jejich početnosti [OMERAGIĆ ET AL. 2022]. Souhra těchto okolností se projevuje mimo jiné i v expanzi klíšťat do vyšších nadmořských výšek, kde v minulosti pro ně nebyly vhodné podmínky. Nárůst teplot však prodlužuje období umožňující zdárný vývoj klíštěte i v podhorských až horských polohách [DANIEL 2004].

Jejich výskyt také velmi úzce souvisí se strukturou lesa na daném stanovišti. Smíšené a listnaté lesy bohaté na zvěř jsou obecně považovány za ideální stanoviště pro klíšťata. I zde budoucímu nárůstu populace a plošné-



Piják lužní (*Dermacentor reticulatus*), Foto: David Modrý

mu šíření nahrává klimatická změna v souvislosti s větším podílem vysazovaných listnatých dřevin. Na početnost klíšťat má vliv i fragmentace lesa, jelikož zvěř často preferuje okraje lesních porostů (TACK ET AL. 2012). Z hlediska struktury, vertikálně bohatě strukturované a zapojené lesy s vysokým počtem stromů nejsou pro výskyt klíšťat vhodné. Naopak vysoká početnost klíšťat je typická pro rozvolněné porosty s bohatou pokrývností vegetace, poblíž lesních cest a vodních zdrojů.

Klimatická změna ovlivňuje nejenom početnost původních druhů krev sajících členovců. V souvislosti s nárůstem průměrných ročních teplot se na naše území dostávají i nové druhy, a to například klíšť lužní nebo piják lužní (viz Obr. 1 a 2). Oba tyto druhy jsou prozatím vázány na vhodné přírodní podmínky, které nacházejí prozatím pouze na jihu Moravy v lužních lesích v povodí řeky Dyje. Nicméně i v případě rozšíření těchto druhů lze v blízké budoucnosti očekávat jejich další šíření.

Vývoj smart aplikace „KlíšťApka“

Zvýšené riziko výskytu klíšťat a souvisejících nemocí s dopadem na lidské zdraví si uvědomil také státní podnik Lesy České republiky, který zadal v rámci své Grantové služby řešení projektu „Smart aplikace pro predikci početnosti a prevalence klíšťat“. Mobilní aplikace, kterou vyvíjí výzkumný tým České zemědělské univerzity a další spoluřešitelé tak umožní predikci početnosti a promořenosti klíšťat nemocemi v lesních porostech včetně možnosti zaznamenání informace o „chyceném“ klíšťěti. Uživatelé budou moci v prostředí aplikace zadat zjednodušené parametry lesního porostu,

jako je rámcové druhové složení (listnatý, jehličnatý, smíšený) nebo pokrývnost bylinného patra. Aplikace zároveň automaticky načte nadmořskou výšku, která je jedním z hlavních prediktorů početnosti klíšťat a možného rizika napadení klíšťaty.

Další část aplikace bude zaměřena na vzdělávání uživatelů a na popis prevence omezující přísátí klíšťěte. Aplikace bude dostupná pro mobilní zařízení s OS Android a zároveň také ve formě webové stránky, kterou bude možné otevřít v prohlížeči na běžném stolním počítači.

Aplikace bude volně zpřístupněna pro širokou veřejnost v dubnu roku 2023.

Příspěvek vznikl za podpory Grantové služby Lesů ČR, s. p. a Ministerstva zemědělství v rámci osvěty České lesnické společnosti, z. s.

*Ing. Jan Cukor, Ph.D., FLD ČZU v Praze, VÚLHM, Útvar myslivosti
Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D., FLD ČZU v Praze, Česká lesnická společnost, z. s.
prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc., FLD ČZU v Praze*



Klíšť lužní (*Haemaphysalis concinna*), Foto: David Modrý

6.2. Prezentace na odborném semináři

První návrhy aplikace byly představeny na semináři pořádaném pro odbornou a širokou laickou veřejnost s názvem „*Klíště – zbytečná panika nebo reálná brožba v lesích? Výskyt, ochrana a onemocnění*“, který byl pořádán v rámci projektu GS LČR č. 105. Seminář proběhl dne 12. dubna 2022 na zámku v Kostelci nad Černými lesy za účasti 35 zájemců z řad odborné veřejnosti. Vzdělávací akce byla uspořádána ve spolupráci s Lesy České republiky, Českou lesnickou společností, Ministerstvem zemědělství a Fakultou lesnickou a dřevařskou ČZU v Praze. Níže je přiložena pozvánka s podrobným programem a následně i příspěvek ve sborníku „Mobilní aplikace „KlíšťApka“ – první verze k diskuzi“, který byl publikován s dedikací na tento projekt. Celý sborník s ISBN je součástí předchozího projektu včetně vyhodnocení zpětné vazby účastníku, která byla velmi pozitivní.

Česká lesnická společnost, z. s.



Vás srdečně zve na **odborný seminář:**

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

Pořádáno za podpory

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



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ



Termín: 12. dubna 2022 (úterý)
Místo konání: Zámek – sál Smiřických, nám. Smiřických 1,
Kostelec nad Černými lesy

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, rickettsiíza, 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 po ČR začínají šířit i další 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 abundance klíšťat, možnostmi prevence a onemocněními přenášenými klíšťaty včetně jejich léčby. V závěru semináře bude představena nově vyvíjená mobilní aplikace „KlíšťApka“.

Akce je akreditována v systému agroporadenství MZe. Účastníci obdrží osvědčení o účasti. Česká lesnická společnost je akreditovaná vzdělávací instituce u MV ČR pod číslem AK/I-4/2019.

Odborní garanti:

Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

vědecký pracovník FLD ČZU v Praze

tel.: +420 724 273 683, e-mail: vacekz@fld.czu.cz

Ing. Jan Cukor, Ph.D.

vedoucí Útvaru Myslivosti VÚLHM, vědecký pracovník FLD ČZU v Praze

tel.: +420 725 970 771, e-mail: tajemnik@cesles.cz

Organizační garant:

Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

tajemník ČLS

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

Program semináře

(změna programu vyhrazena)

- 8:30 – 9:00 *Registrace*
- 9:00 – 9:10 Zahájení odborné akce
Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D. (Česká zemědělská univerzita)
- 9:10 – 9:40 **Klíšťata v České republice, životní cyklus a aktivita**
doc. RNDr. Jan Votýpka, Ph.D. (Univerzita Karlova)
- 9:40 – 10:10 **Repelenty a další preventivní opatření před klíšťaty**
Ing. Martin Kulma, Ph.D. (Státní zdravotní ústav)
- 10:10 – 10:40 **Klíšťaty přenášená onemocnění a jejich léčba**
RNDr. Kateřina Kybicová, Ph.D. (Státní zdravotní ústav)
- 10:40 – 11:00 *Přestávka na kávu*
- 11:00 – 11:30 **Vliv krajinných parametrů prostředí na distribuci klíšťat**
doc. RNDr. Tomáš Václavík, Ph.D. (Univerzita Palackého v Olomouci)
- 11:30 – 12:00 **Vliv struktury a druhové skladby lesů na abundanci klíšťat**
Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D., Ing. Jan Cukor, Ph.D.
(Česká zemědělská univerzita, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti)
- 12:00 – 12:30 **Mobilní aplikace „Klíšťapka“ – první verze k diskuzi**
doc. Ing. Jan Bartoška, Ph.D. (Česká zemědělská univerzita)
- 12:30 – 13:00 Diskuse a ukončení semináře
Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D. (Česká zemědělská univerzita)
- 13:00 – 14:00 *Oběd*

Na Vaši účast se těší pořadatelé!

Organizační pokyny:

1. Odborná akce se koná **12. 4. 2022 v Kostelci nad Černými lesy, nám. Smiřických 1, na zámku v sále Smiřických.**
2. Přihlásit se můžete on-line (formulář u akce na webu ČLS) nebo vyplněním elektronického formuláře v MS Word (stačí zaslat e-mailem). Vyplněné přihlášky zašlete nejpozději **do 10. 4. 2022.**

Adresy: e-mail pro zaslání přihlášky..... prihlasky@cesles.cz
on-line formulář www.cesles.cz (kalendář akcí)
 (Při on-line přihlášení již nemusíte zasílat formulář v MS Word!)

3. Na jednu přihlášku lze přihlásit i více účastníků, kteří mají stejnou kategorii vložného, a úhradu provést jednou platbou. Při platbě **do zprávy pro příjemce uveďte jméno/a účastníka/ů.**

4. Účastnický poplatek (kategorie vložného):

A1 – základní vložné placené bezhotovostně **590,- Kč**
 (zahrnuje účast na semináři, sborník, občerstvení)

A2 – základní vložné placené v hotovosti na místě..... **650,- Kč**
 (zahrnuje účast na semináři, sborník, občerstvení)

S1 – vložné pro členy ČLS a studenty placené bezhotovostně **440,- Kč**
 (zahrnuje účast na semináři, sborník, občerstvení)

Při přihlášení uveďte slevový kód „CLS“.

S2 – vložné pro členy ČLS a studenty placené v hotovosti na místě **500,- Kč**
 (zahrnuje účast na semináři, sborník, občerstvení)

Částka je včetně DPH 21 %. Daňový doklad obdrží účastníci na místě.

5. Poplatek za účastníka (účastníky) uhradte **do 10. 4. 2022** ve prospěch účtu ČLS. Č. ú.: 262516170/0300 ČSOB, **var. symbol: číslo proforma faktury** při registraci on-line nebo vaše IČ při registraci přes Word přihlášku, **spec. symbol: 2203**, k. s. 0308.

Do poznámky pro příjemce na platebním příkaze **uveďte jméno** přihlášeného účastníka!

6. Preferujeme bezhotovostní platbu, daňový doklad obdrží účastníci na semináři. Je možné provést platbu i v hotovosti na místě.
7. Cestovné a případné další náklady si hradí účastníci sami nebo jejich vysílající organizace.
8. Neúčastníte-li se semináře, pošlete za sebe náhradníka. Poplatek nebude vrácen, ale zašleme sborník.



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



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ



Fakulta lesnická
a dřevařská



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:

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

MOBILNÍ APLIKACE „KLÍŠŤAPKA“ – PRVNÍ VERZE K DISKUZI

Doc. Ing. Jan Bartoška, Ph.D.¹, Ing. Jakub Šimůnek¹,
Ing. Dominik Hruška¹, Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.²

¹Provozně ekonomická fakulta ČZU v Praze

²Fakulta lesnická a dřevařská ČZU v Praze

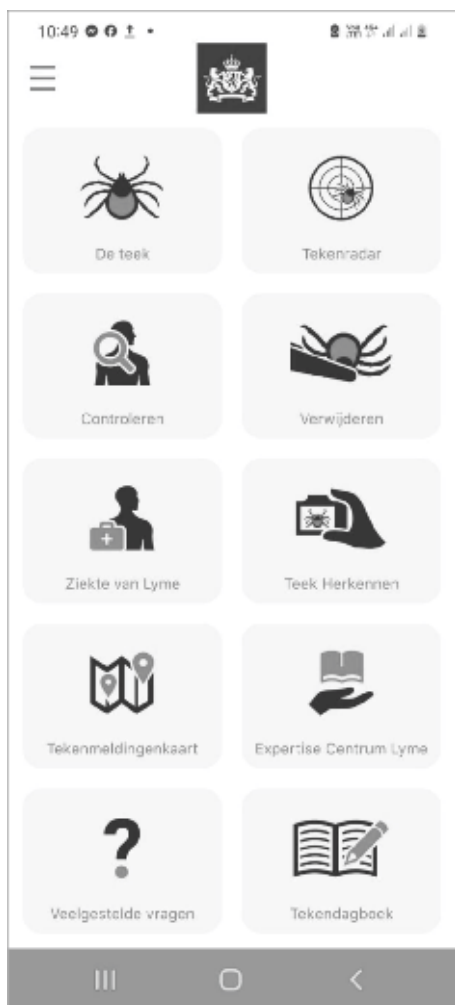
Abstrakt

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*.

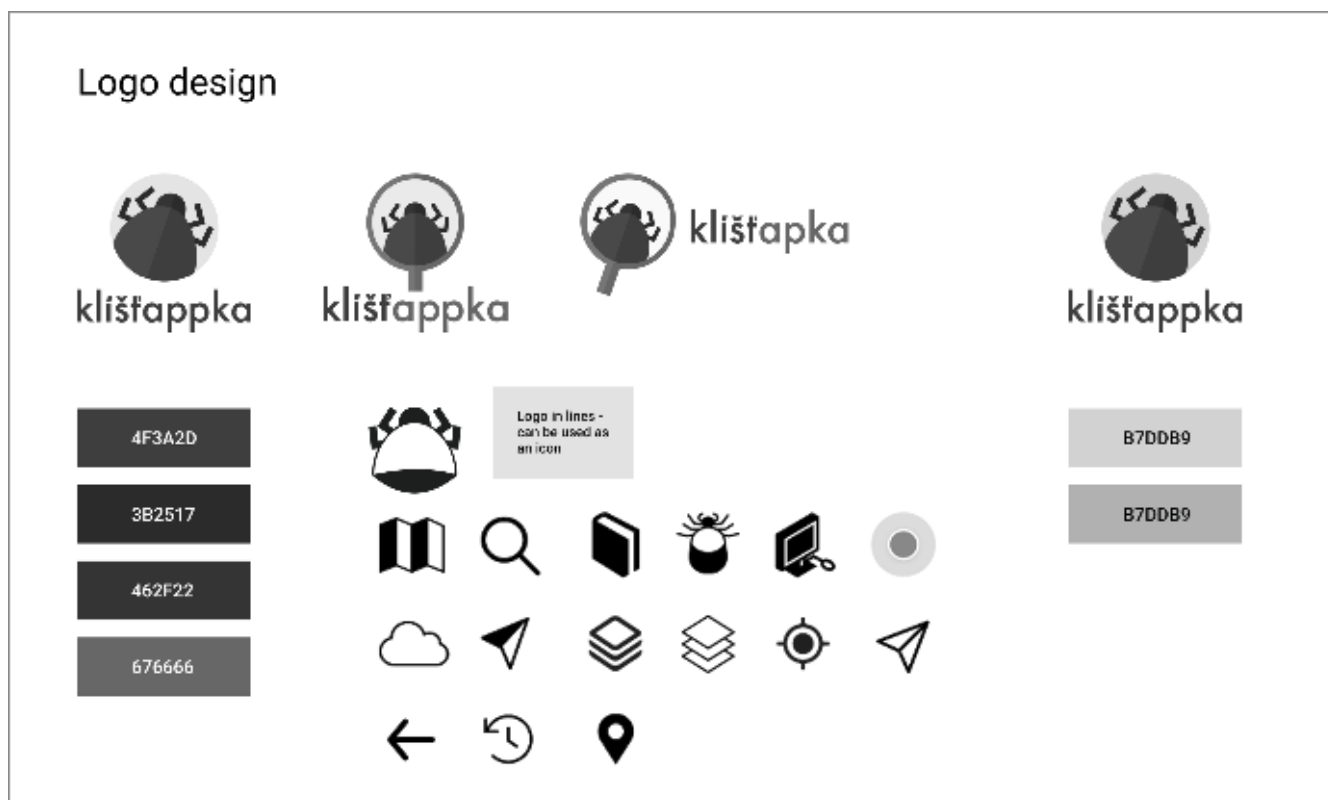
2. PŘEDPOKLADY PRO VÝVOJ MOBILNÍ APLIKACE

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.

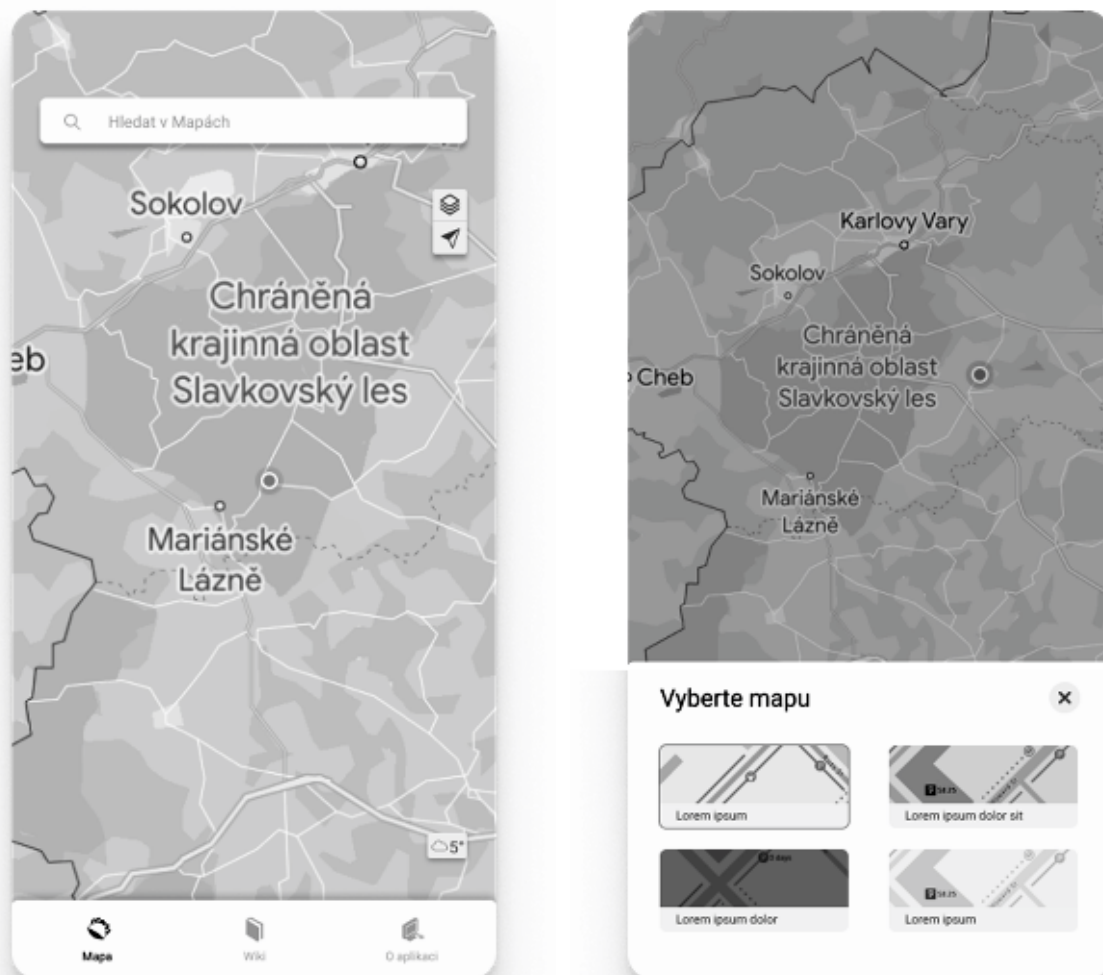
3. DÍLČÍ VÝSLEDKY VÝVOJE MOBILNÍ APLIKACE

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 klíšťeti 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).

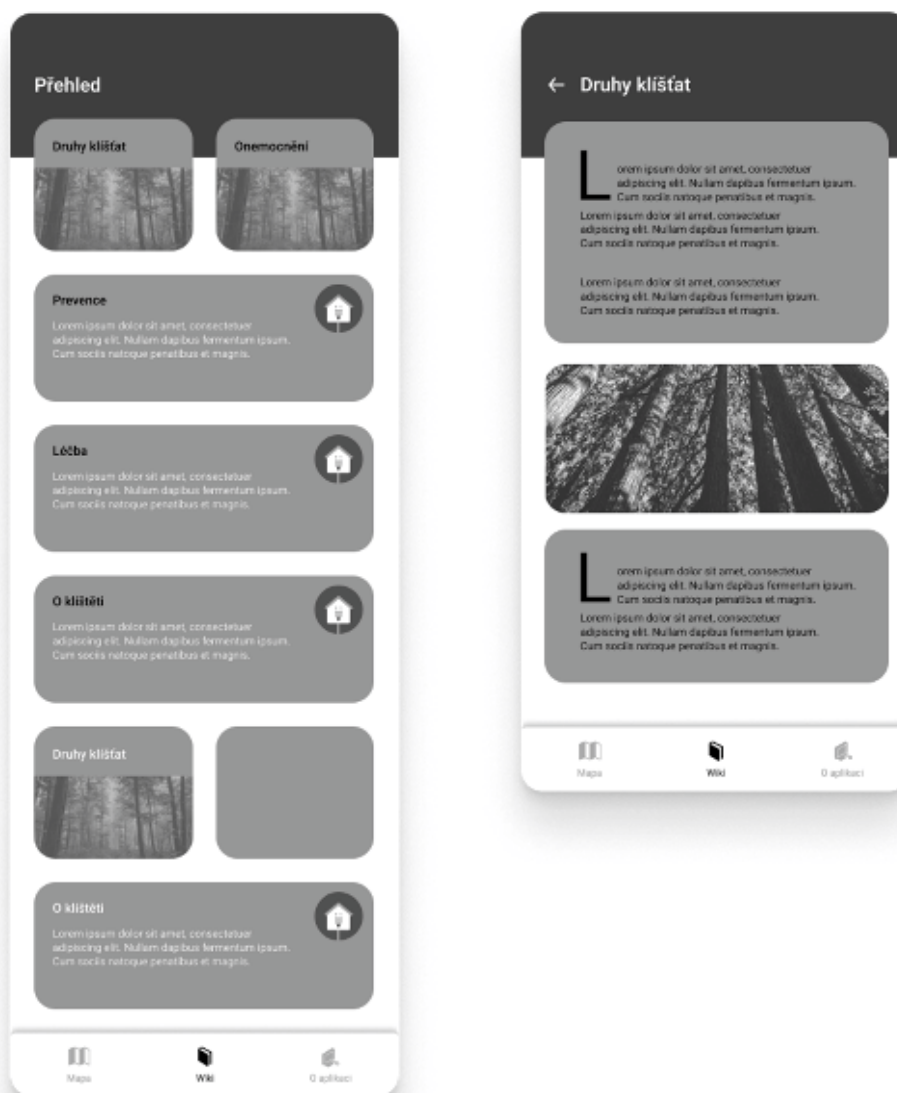


Obr. 3 a 4 Hlavní stránka po spuštění mobilní aplikace

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

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



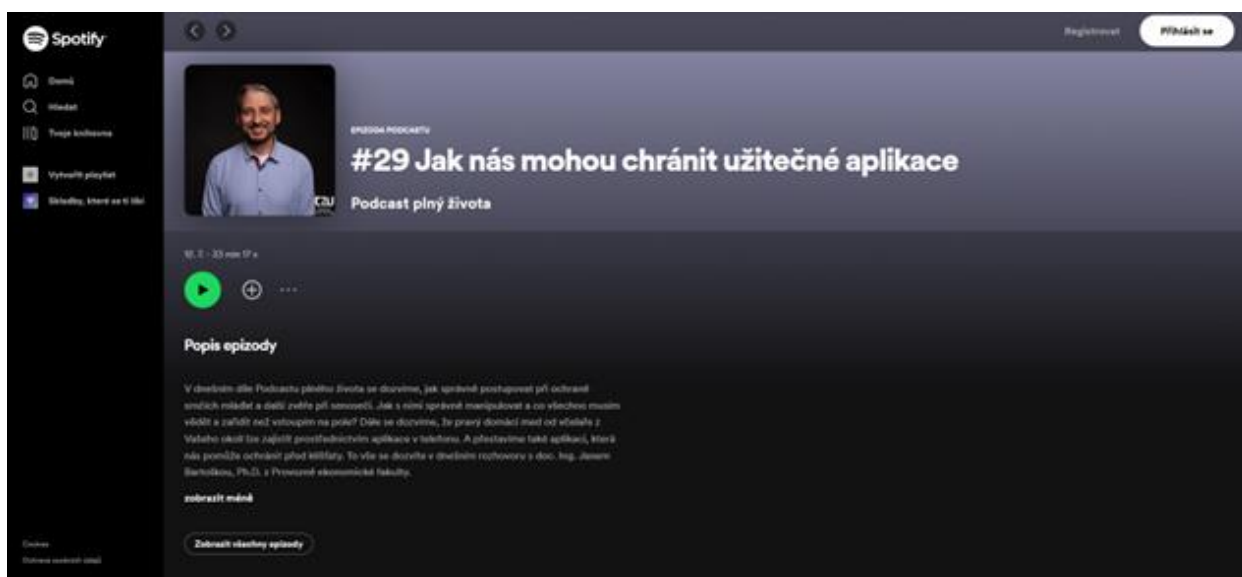
6.3. Reportáž, Podcast a další PR

Dne 29. dubna 2022 byla v hlavních Událostech na České televizi odvysílána reportáž o klíšťatech v rámci obou probíhajících projektů Lesů ČR (č. 105 a 113; **Obr. 41**). Natáčení se kromě Ing. Zdeňka Vacka, Ph.D. zúčastnil také garant projektu Ing. Martin Zavrtálek a doc. Ing. Jan Bartoška, Ph.D., který představil vyvíjenou aplikaci KlíšťApka. V návaznosti na tuto reportáž proběhne v květnu 2023 tisková konference, která se zaměří především na aplikaci, ale také na prevalenci jednotlivých onemocnění přenášených klíšťaty.



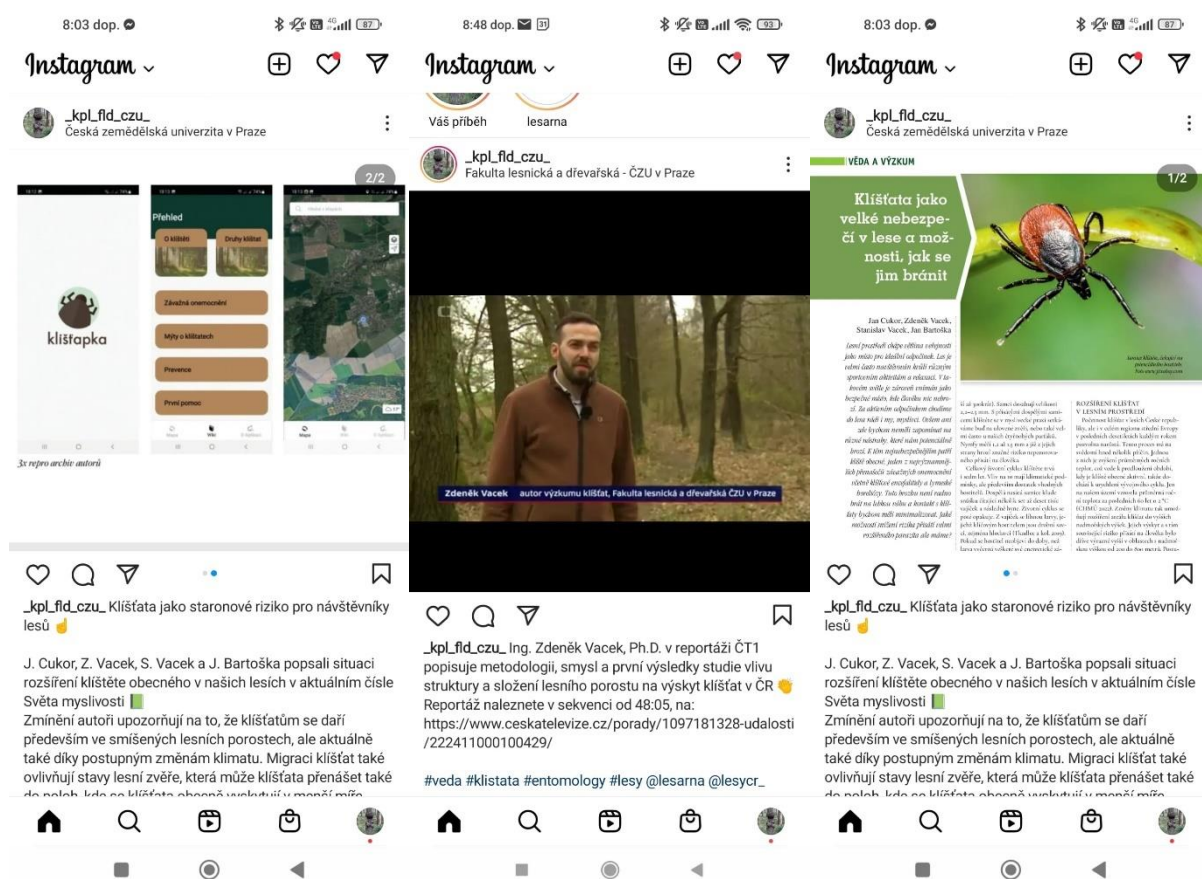
Obr. 41: Ukázka z natáčení České televize o klíšťatech do pořadu Událostí, které byly odvysílány dne 29. dubna 2022.

Propagace aplikace včetně projektu a zadavatele proběhla také v rámci vzdělávací série „Podcast plný života“ (**Obr. 42**). Zde představil doc. Ing. Jan Bartoška, Ph.D. z PEF ČZU v Praze posluchačům, jak je aplikace pomůže ochránit před klíšťaty. Podcast byl uveřejněn dne 12. 7. a jeho plná verze je dostupná na Spotify [zde](#).



Obr. 42: Podcast plný života, epizoda 29 – Jak nás mohou chránit užitečné aplikace, kde doc. Ing. Jan Bartoška, Ph.D. představil aplikaci KlíšťApka.

Projekt „Smart aplikace pro predikci početnosti a prevalenci klíšťete obecného v lesních ekosystémech (KlíšťApka)“ byl společně s předchozím projektem prezentován nejen v tištěných médiích či televizi, ale také na sociálních sítích, zejména na Facebooku a Instagramu Fakulty lesnické a dřevařské České zemědělské univerzity v Praze (**Obr. 43**). Tyto moderní směry propagace mají mnohdy násobně vyšší dopad než publikované odborné články. Jako příklad lze uvést facebookovou stránku Fakulty lesnické a dřevařské CZU v Praze. Její oficiální facebookové stránky mají více než 4 500 odběratelů.



Obr. 43: Propagace projektu na Instagramu Katedry pěstování lesů Fakulty lesnické a dřevařské České zemědělské univerzity v Praze.

V rámci projektu byly také vytvořeny četné propagační materiály, pozvánky na tiskové konference atd. včetně vytvoření rollupu prezentovaných na těchto akcích (**Obr. 44**). Na rollupu je QR kód pro možnost stažení aplikace na Google Play. Aplikace bude navíc prezentována na akci LČR „Den za obnovu lesa 2023“.

**APLIKACE
KLÍŠŤAPKA**

PRO PŘEDPOVĚĎ AKTIVITY KLÍŠŤAT A NÁKAZY
BORRELIÓZOU V LESÍCH ČESKÉ REPUBLIKY

klišťapka

GENERÁLNÍ PARTNER

LESYČR

VE SPOLUPRÁCI

CZU Fakulta lesnická a dřevařská

CZU Provozně ekonomická fakulta

SZU

Česká lesnická společnost

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, s.r.l.

Průmyslová fakulta
Univerzita Palackého v Olomouci

Obr. 44: Rollup prezentovaný na odborných akcích a tiskových konferencích s odkazem na stažení na Google Play.

7. SHRNU TÍ

Cílem projektu GS LČR č. 115 „*Smart aplikace pro predikci početnosti a prevalence klíšťete obecného v lesních ekosystémech (KlíšťApka)*“ byl vývoj mobilní a webové aplikace „KlíšťApka“, primárně zaměřené na mapy rizik z hlediska abundance klíšťat a jimi přenášených nemocí, ale i na osvětovou část pro laickou veřejnost. Z detailního screeningu v první kontrolní zprávě vyplývá, že dosavadní aplikace nejsou pojaty komplexně, jsou v mnoha případech nefunkční a chybí jim informativní obsah. U těchto běžných aplikací zároveň zcela absentují mapy predikce rizik, které mohou být klíčové z hlediska vyvolání zájmu potenciálních uživatelů.

Na základě provedeného screeningu byla navržena tato předložená mobilní aplikace, která reaguje na zjištěné nedostatky a klade si za cíl na tato zjištění navázat svým uceleným řešením problematiky. Zjištěné nedostatky bere v potaz a jejich analýzu využívá jako silnou stránku tohoto projektu. V navržené mobilní aplikaci jsou vytvořeny tzv. Heat Mapy, které barevně vizualizují relativní míru abundance klíšťete obecného a prevalence lymeskou boreliózou v lesních porostech.

Součástí aplikace je detailní informační a vzdělávací stránka Wiki. Aplikace zároveň nabízí interaktivní možnost zaznamenání zachyceného klíšťete uživatelem. Tento interaktivní prvek vnímáme jako zásadní z pohledu „vtažení“ uživatele do prostředí aplikace s předpokladem jejího častějšího využívání. V rámci tohoto projektu byly souběžně provedeny všechny avizované laboratorní analýzy jedinců klíšťete obecného na přítomnost *B. burgdorferi* s.l. a *A. phagocytophilum*, které byly na připomínky garanta uvedeny v souběžně řešeném projektu GS LČR č. 103. Závěrem je důležité zmínit, že vyvíjená aplikace má vysoký uživatelský potenciál a již nyní je o ni značný zájem, a to jak z řad odborné lesnické a myslivecké, ale i laické veřejnosti. Předpokládaný zájem zároveň dokazuje značný interest ze strany médií. Cílem řešitelů je i po skončení projektu pokračovat v další propagaci aplikace a zejména v její aktualizaci. Aplikace bude po rozsáhlém testování veřejnosti volně zpřístupněna na Google Play v květnu 2023.

8. PODĚKOVÁNÍ

Zpráva a související výzkum vznikl za podpory Grantové služby Lesů ČR, s. p. (GS LČR projekt č. 115) v rámci rozsáhlé spolupráce širokého řešitelského týmu. Data o sběru dat vycházejí z projektu GS LČR č. 105. Na sběru dat se vyjma hlavního řešitele projektu podíleli Jan Cukor, Josef Gallo, Oldřich Kouřilek, Vojtěch Hájek, Pavel Brabec, Zdeněk Fuchs a Libuše Vacková. Pokročilé statistické analýzy prováděl Rostislav Linda a Tomáš Václavík. Analýzy druhového složení a vývojových stadií v laboratoři hodnotila Karolina Mahlerová, Matěj Škrleta a Stanislav Večeřa. Poděkování za laboratorní analýzy patří týmu Kateřiny Kybicové. Na vývoji aplikací se za Provozně ekonomickou fakultu ČZU podíleli Jan Bartoška, Dominik Hruška a Jakub Šimůnek. Na přípravě textů, metodiky a designu se podílel Jan Bartoška, Jan Cukor a Stanislav Vacek. Gramatickou stránku a jazykové korektury provedla Jitka Šišáková. Bez úzké a plodné spolupráce všech jmenovaných by tento jedinečný a inovační výzkum nemohl proběhnout.

9. CITOVANÁ A POUŽITÁ LITERATURA

- Cukor, J., Vacek, Z., Vacek, S., Bartoška, J. (2022a): Klíšťata jako velké nebezpečí v lese a možnosti, jak se jim bránit. *Svět myslivosti* 9: 26–27.
- Cukor, J., Vacek, Z., Vacek, S. (2022b): Vliv druhového složení a struktury lesa na početnost klíšťat a vznik mobilní aplikace pro veřejnost. *AGRObase* 10: 42–43.
- Daniel, M., Danielová, V., Kříž, B., Kott, I. (2004): An attempt to elucidate the increased incidence of tick-borne encephalitis and its spread to higher altitudes in the Czech Republic. *International Journal of Medical Microbiology Supplements* 293: 55–62.
- Daniel, M., Materna, J., Hönig, 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.
- Danielová, V., Daniel, M., Schwarzová, L., Materna, J., Rudenko, N., Golovchenko, M., Holubová, J., Kilián, P. (2010): Integration of a tick-borne encephalitis virus and *Borrelia burgdorferi sensu lato* into mountain ecosystems, following a shift in the altitudinal limit of distribution of their vector, *Ixodes ricinus* (Krkonoše mountains, Czech Republic). *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 10(3): 223-230.
- 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.
- Fick, S.E., R.J. Hijmans (2017): *Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas*.
- Gehlenborg, N., Wong, B. (2012): Heat maps. *Nature Methods* 9(3): 213.
- Gray, J. S. (1998): Review the ecology of ticks transmitting Lyme borreliosis. *Experimental & Applied Acarology* 22(5): 249-258.
- Halos, L., Bord, S., Cotté, V., Gasqui, P., Abrial, D., Barnouin, J., Boulouis, H. J., Vayssier-Taussat, M., 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.
- Kybicová, K., Baštová, 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.
- Lindström, A., Jaenson, T.G. (2003): Distribution of the common tick, *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae), in different vegetation types in southern Sweden. *Journal of Medical Entomology*, 40(4): 375-378.
- Materna, J., Daniel, M., Metelka, L., Harčarik, J. (2008): The vertical distribution, density and the development of the tick *Ixodes ricinus* in mountain areas influenced by climate changes (The Krkonoše Mts., Czech Republic). *International Journal of Medical Microbiology* 298: 25-37.
- Merow, C., Smith, M. J., Silander Jr, J.A. (2013): A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography* 36(10): 1058-1069.

- Mols, B., Churchill, J.E., Cromsigt, J.P.G.M., Kuijper, D.P.J., Smit, C. (2022): Recreation reduces tick density through fine-scale risk effects on deer space-use. *Science of The Total Environment* 839: 156222.
- Springer, Y.P., Hoekman, D., Johnson, P.T., Duffy, P.A., Hufft, R.A., Barnett, D.T., et al. (2016): Tick-, mosquito-, and rodent-borne parasite sampling designs for the National Ecological Observatory Network. *Ecosphere* 7: e01271.
- Srmž, J. (2015): *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů*. Karolinum, Praha.
- Szél, Z., Sréter-Lancz, Z., Márialigeti, K., Sréter, T. (2006): Temporal distribution of *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus* and *Haemaphysalis concinna* in Hungary. *Veterinary Parasitology* 141(3-4): 377-379.
- 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.
- Toledo, A., Olmeda, A. S., Escudero, R., Jado, I., Valcárcel, F., Casado-Nistal, M. A., Rodriguez-Vargas, M., Gil, H. Anda, P. (2009): Tick-borne zoonotic bacteria in ticks collected from central Spain. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 81(1): 67-74.
- 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., Cukor, J., Vacek, S. (2022a): Vliv druhového složení a struktury lesa na početnost klíšťat a vznik mobilní aplikace pro veřejnost. *Lesnická práce* 10: 26–27.
- Vacek, Z., Cukor, J., Vacek, S., Václavík, T., Kybicová, K., Bartoška, J., Mahlerová, K. (2022b): Effect of Forest Structure and Tree Species Composition on Common Tick (*Ixodes ricinus*) Abundance – Case Study from Czechia. *Forest Ecology and Management*: in review.
- Vacek, Z., Cukor, J., Vacek, S., Václavík, T., Kybicová, K., Bartoška, J., Mahlerová, K., Molina, S. M. (2023): Effect of forest structures and tree species composition on common tick (*Ixodes ricinus*) abundance—Case study from Czechia. *Forest Ecology and Management* 529: 120676.
- Václavík, T., Balážová, A., Baláž, V., Tkadlec, E., Schichor, M., Zechmeisterová, K., et al. (2021): Landscape epidemiology of neglected tick-borne pathogens in central Europe. *Transboundary and Emerging Diseases* 68(3): 1685-1696.
- Yanes, A. (2011): OpenWeather: a peer-to-peer weather data transmission protocol. ArXiv preprint arXiv:1111.0337, 137 s.

Wilkinson, L., Friendly, M. (2009): The history of the cluster heat map. *The American Statistician*, 63(2), 179-184.