



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra zootechnických věd

Bakalářská práce

Prevalence tasemnice *Echinococcus multilocularis* u lišek obecných ve vybraných okresech ČR

Autor práce: David Kratochvíl
Vedoucí práce: Ing. Michaela Horčíčková, Ph.D.
Odborný konzultant: RNDr. Jana Ježková

České Budějovice
2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne 10. 4. 2023

.....
Podpis

Abstrakt

Tato práce byla zaměřena na problematiku parazita ze třídy tasemnice rodu *Echinococcus*. Byla popsána jeho taxonomie, historie, vývojový cyklus, druhy echinokoků, hostitelská specifita, patogenita a klinické příznaky, diagnostika, výskyt v Evropě a v neposlední řadě nákazy člověka.

Praktická část byla zaměřena na detekci dospělců *Echinococcus multilocularis* v tenkém střevě lišky obecné (*Vulpes vulpes*) a zjištění celkové prevalence výskytu. Vzorky byly vyšetřovány mikroskopicky během let 2019 – 2021 na Státním veterinárním ústavu v Jihlavě v rámci monitoringu alveokokózy hrazeném Státní veterinární správou ČR.

Tato práce prokázala výskyt *E. multilocularis* na území ČR s poměrně vysokou prevalencí. Z celkového počtu 867 vzorků odebraných z gastrointestinálního traktu lišek během tříletého vyšetřování ve vybraných okresech bylo detekováno 309 pozitivních kusů, což představuje prevalenci 35,6 %.

Klíčová slova: *Echinococcus multilocularis*, liška obecná

Abstract

This thesis was focused on the parasite of the class of tapeworms of the genus *Echinococcus*. Taxonomy, history, life cycle, *Echinococcus* species, host specificity, pathogenicity and clinical symptoms as well as diagnostics and occurrence in Europe, and last but not least, human infections were described.

The practical part was focused on the detection of adult *Echinococcus multilocularis* in the small intestine of red foxes (*Vulpes vulpes*) and determining the overall prevalence of occurrence. All samples were examined microscopically during 2019 – 2021 at the State Veterinary Institute in Jihlava as a part of a project monitoring alveococcosis disease funded by the State Veterinary Administration of the Czech Republic.

This thesis demonstrated the occurrence of *E. multilocularis* in the Czech Republic with a relatively high prevalence. Out of the total number of 867 samples taken from the gastrointestinal tract of foxes during a three-year investigation in selected districts, 309 positive specimens were detected, representing a prevalence of 35.6 %.

Keywords: *Echinococcus multilocularis*, red fox

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat zejména své školitelce Ing. Michaele Horčíčkové, Ph.D. za její trpělivost, odborné vedení, ochotu a cenné rady. Dále všem pracovníkům laboratoří patologie a parazitologie Státního veterinárního ústavu v Jihlavě, především RNDr. Janě Ježkové, za cenné rady, ochotu a přístup k datům, jež jsou základním pilířem této práce. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině a přátelům za obrovskou podporu při studiu a při psaní této práce.

Obsah

Úvod.....	7
1 Literární přehled.....	8
1.1 Taxonomie <i>Echinococcus multilocularis</i>	8
1.2 Popis tasemnice rodu <i>Echinococcus</i>	8
1.3 Historie	9
1.4 Vývojový cyklus.....	9
1.5 Seznam druhů rodu <i>Echinococcus</i>	11
1.6 Hostitelská specifita	11
1.7 Patogenita a klinické příznaky.....	12
1.8 Výskyt <i>E. multilocularis</i> v Evropě	13
1.9 Diagnostika.....	14
1.10 Nákazy člověka <i>E. multilocularis</i>	14
1.10.1 Prevence a léčba.....	15
1.10.2 Imunologická odpověď při nákaze <i>E. multilocularis</i>	15
1.10.3 Strukturální změny při hepatální fibróze.....	15
2 Cíle práce	18
3 Materiál a metodika.....	19
3.1 Zdroj biologického materiálu	19
3.2 Zpracování vzorku.....	19
3.2.1 Odběr.....	19
3.2.2 Zpracování.....	20
3.2.3 Vyhodnocení	20
3.2.4 Zpracování vzorku – grafické znázornění.....	21
4 Výsledky	22
4.1 Prevalence	22

4.2	Grafické znázornění výskytu <i>E. multilocularis</i>	26
5	Diskuse	27
	Závěr	29
	Seznam použité literatury	30
	Seznam grafů a obrázků	36
	Seznam tabulek	37
	Seznam použitých zkratk	38

Úvod

Zástupci rodu *Echinococcus* jsou drobné tasemnice s dvouhostitelským vývojovým cyklem. Patří do kmene Platyhelminthes, třídy Cestoda, řádu Cyclophyllidea a čeledi Taeniidae. Mezihostitelem echinokoků jsou hlodavci, malí i velcí savci a definitivním hostitelem kočkovité a psovitě šelmy. Onemocnění, které je způsobeno dospělci, nebo larválními stádii této tasemnice se nazývá echinokokóza (cystická hydatidóza). Nejvýznamnějšími druhy echinokoků z medicínského hlediska jsou *E. multilocularis* a *E. granulosus*. Oba tyto druhy představují zoonotický potenciál, kdy je člověk náhodným hostitelem. Larva parazita migruje z trávicí soustavy do jater, kde způsobuje vzácné a v některých případech smrtelné onemocnění (McManus a kol. 2003; Romig a kol. 2017).

Literární část této práce je zaměřena na parazita *E. multilocularis* (měchožil bublinatý, tasemnice liščí) a jeho biologické vlastnosti. Praktická část se zabývá zmapováním výskytu *E. multilocularis* v České republice a porovnání s údaji výskytu ve světě.

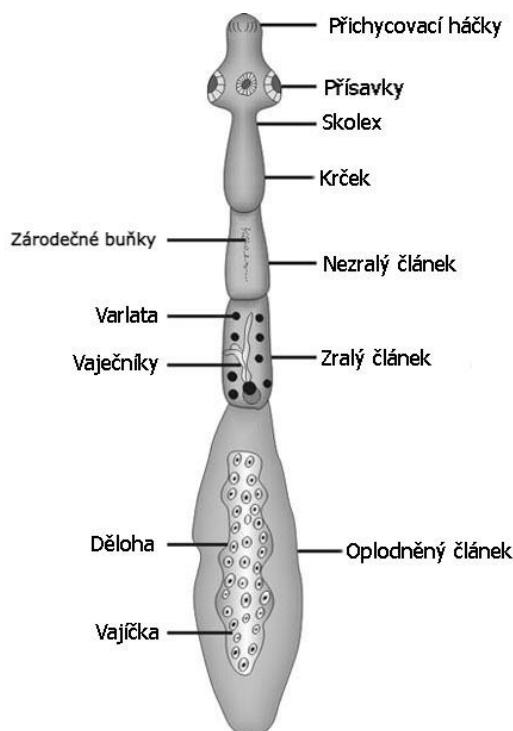
1 Literární přehled

1.1 Taxonomie *Echinococcus multilocularis*

V užším slova smyslu je taxonomie vědní obor zabývající se teorií a praxí klasifikace organismů. Cílem taxonomie je klasifikovat organismy dle určitých pravidel do jednotlivých hierarchicky uspořádaných biologických kategorií (Drozd 2004). *E. multilocularis* patří do říše Animalia (živočichové), kmene Platyhelminthes (ploštenci), třídy Cestoda (tasemnice), řádu Cyclophyllidea (kruhovky), čeledi Taeniidae (tasemnicovití) a rodu *Echinococcus* (měchožil). V literatuře je možné se setkat s vědeckými synonymy pro *E. multilocularis* a to *Alveococcus multilocularis* a *Echinococcus alveolaris*. Jako český název lze použít měchožil bublinatý, měchožil plicní nebo měchožil větvený. Lze se setkat i s lidovým názvem tasemnice liščí (de Jong: Fauna Europaea, 2023).

1.2 Popis tasemnice rodu *Echinococcus*

Echinococcus je jednou z nejmenších tasemnic, která je tvořena skolexem (hlavička), krčkem a pouze třemi články (Goldschmidt 1900). Na obrázku 1 je podrobnější popis tělní stavby dospělé této tasemnice.



Obrázek 1: Popis dospělé tasemnice *E. multilocularis* (CDC, upraveno).

1.3 Historie

Echinokokóza je zoonóza, jejíž historie sahá až do starověku. Ačkoliv je datována do dávných časů, i v současné době je považována za onemocnění s významným socioekonomickým dopadem v různých částech světa (Vuitton a kol. 2015). První náznaky pocházejí ze starověku od Hippokrata, který ve svých aforismech popisoval jedince, kteří mají játra naplněna vodou a pokud se tato tekutina dostane do dutiny břišní, umírají (Fuchs 1895). I další významné historické osobnosti (Galen, Aretaeus, Wolckerus a Théophile Bonet) popisovaly klinické příznaky na játrech, které jsou typické pro echinokokózu (Ackerknecht 1989, Neisser 1877). V roce 1801 Carl Asmund Rudolphi, německý doktor filosofie a medicíny, představil poprvé název *Echinococcus* (Rudolphi 1801).

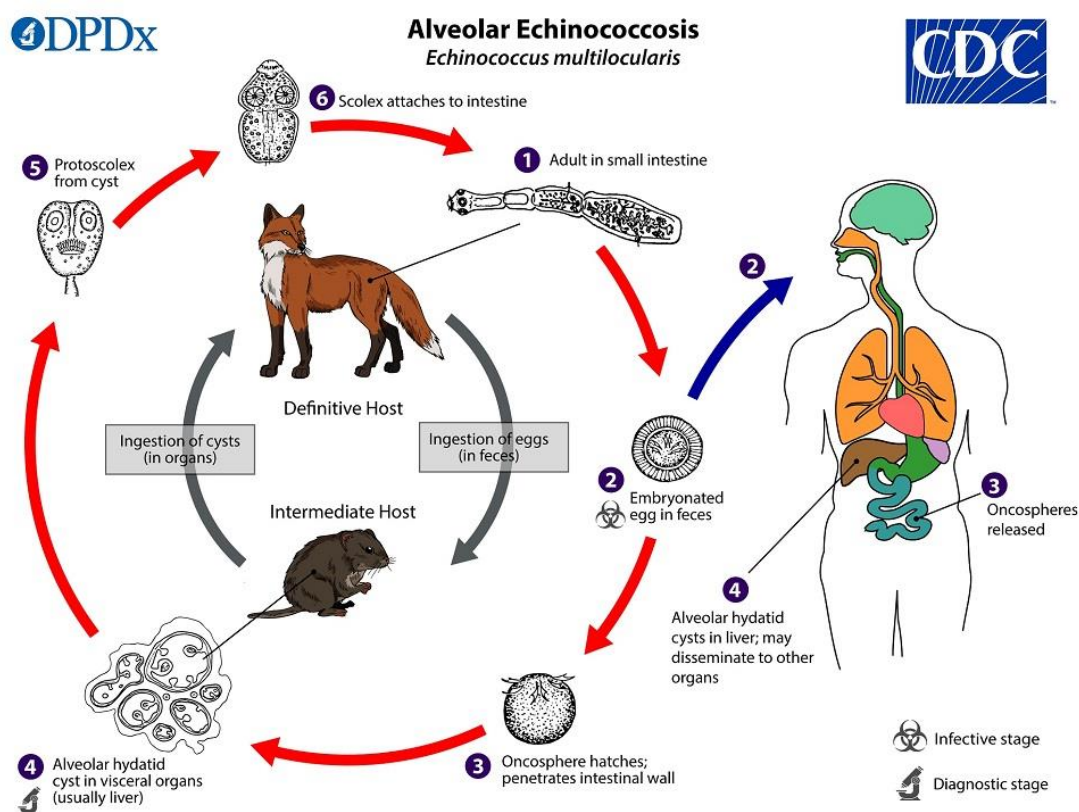
Vývojový cyklus poprvé popsal německý profesor fyziologie Carl Theodor Ernst von Siebold, který v roce 1852 infikoval několik psů protoskolexy z hydatigenních cyst a objevil v tenkém střevě tasemnice 27 dní po infekci. Tyto tasemnice měřily několik milimetrů a byly složeny ze skolexu (hlavička) a 2-3 proglotid (článků) (von Siebold 1853). Nicméně velkou neznámou zůstává, jak se vyvíjí metacestoda (boubel) v meziphostitelích ze střevních tasemnic masožravců. Küchenmeister (1853) infikoval psy metacestody *Taenia multiceps*, následně izoloval vajíčka tasemnic a infikoval jimi ovce, ve kterých později našel nové metacestody. O několik let později Rudolf Leuckart infikoval selata vajíčky „*Taenia echinococcus*“, získanými ze psa a 4 týdny po infekci detekoval malé vezikuly vyskytující se v játrech. Leuckart také popsal a vyobrazil detaily dalších vývojových stádií včetně formování nových pouzder a protoskolexů (Leuckart 1863).

V následujících letech se studiu biologie echinokoků věnovala řada autorů, jako například Felix Dévé, Harold Robert Dew, Ludwig Buhl, Rudolf Ludwig Virchow, Adolf Posselt, Robert Rausch, E. L. Schiller, Johannes Vogel, Robert Rausch ml., Virginia Rausch, Johannes Vogel a další (Eckert a Thompson 2017). Popis druhu nicméně zůstává již zmiňovanému Leuckartovi: *Echinococcus multilocularis* Leuckart, 1863.

1.4 Vývojový cyklus

Tasemnice liščí je parazit s vývojem nepřímým. Jako meziphostitel mohou sloužit drobní hlodavci, typickým příkladem je hraboš. Definitivním hostitelem je psovitá šelma, v závislosti na epidemiologickém prostředí to mohou být jak volně žijící lišky,

šakali, vlci, tak ale i domácí psi. Člověk se ve vývojovém cyklu *E. multilocularis* vyskytuje většinou jen jako aberantní (netypický) mezipřenositel. Vývojový cyklus začíná u infikovaného definitivního hostitele, který trusem vylučuje infekční vajíčka, která se takto dostávají do vnějšího prostředí. Infekční vajíčka jsou pozřena nejčastěji drobným hlodavcem, který se stává mezipřenositelem. V této fázi se může nakazit i člověk. V tenkém střevě mezipřenositele se z vajíčka uvolňuje onkosféra obsahující šest háčků. Uvolněné onkosféry penetrují střevní stěnu a pronikají do krevního řečiště a odtud migrují dále do dalších orgánů. U parazita *E. multilocularis* jsou nejčastěji zasaženým orgánem játra. Usazená onkosféra se vyvíjí ve vícekomorovou, tenkostěnnou (alveolární) hydatigenní cystu, která se množí postupným pučením směrem ven. V cystách se vyvíjejí protoskolexy. Definitivní hostitel se nakazí pozřením jedince, který má v tkáních tyto cysty. V trávicím traktu definitivního hostitele se protoskolexy uvolní z cysty a přichytí se na sliznici střeva, kde se vyvíjí 32-80 dní v dospělce (Casulli a kol. 2019, CDC 2023, McManus a kol. 2003).



Obrázek 2: Životní cyklus *E. multilocularis* (CDC, upraveno).

1.5 Seznam druhů rodu *Echinococcus*

Tabulka 1: Druhy echinokoků včetně jejich meziphostitelů a definitivních hostitelů.

Druh	Meziphostitel	Definitivní hostitel	Reference
<i>E. oligarthra</i>	křeček bavlníkový, pískomil mongolský	jaguár americký, puma americká, ocelot velký	Romig a kol. 2017
<i>E. vogeli</i>	paka nížinná	pes pralesní	D'Alessandro a kol. 2008
<i>E. multilocularis</i>	prase domácí, prase divoké	liška, psík mývalovitý, pes domácí	Wahlström a kol. 2011
<i>E. shiquicus</i>	pišťucha černolící	liška horská	Xiao a kol. 2005
<i>E. equinus</i>	zebry, přímorožec	lev, šakal čabrakový, hyena skvrnitá, karakal	Wassermann a kol. 2014
<i>E. granulosus</i>	ovce, koně	pes domácí, volně žijící psovitě šelmy	McManus a kol. 2003
<i>E. felidis</i>	prase savanové, zebry, pakoni	lev	Hüttner a kol. 2008
<i>E. orteppi</i>	buvoli, velbloudi, ovce, prasata, kozy, opice	psovitě šelmy	Casulli a kol. 2008
<i>E. canadensis</i>	kozy, velbloudi	pes domácí	Soriano a kol. 2016

1.6 Hostitelská specifita

Všichni paraziti využívají určité rozmezí živočišných druhů coby své hostitele. Jinak tomu není ani u echinokoků. Tomuto rozmezí se odborně říká hostitelská specifita. Parazité mohou být úzce nebo široce hostitelsky specifictí. Za druhy echinokoků s úzkou hostitelskou specifikou lze považovat *E. vogeli*, kdy meziphostitelem (MH) je paka nížinná a definitivním hostitelem (DH) pes pralesní a *E. shiquicus* (MH – pišťucha černolící a DH – liška horská). Širokou hostitelskou specifikou vykazuje *E. multilocularis*, *E. granulosus*, *E. oligarthra*, *E. felidis* a další (viz Tabulka 1) (D'Alessandro a kol. 2008, Romig a kol. 2017). Bylo prokázáno, že i úzce hostitelsky specifický druh

E. vogeli může parazitovat v nespecifickém hostiteli, kdy je mezihostitelem v tomto případě člověk (Stijnis a kol. 2015).

1.7 Patogenita a klinické příznaky

Tasemnice rodu *Echinococcus* jsou významnými parazity savců, kteří způsobují onemocnění zvaná echinokokózy. Lidské echinokokózy jsou zoonózy, které v Evropě způsobují dva druhy parazitů: *E. granulosus*, který je původcem cystické echinokokózy nebo hydatidózy a *E. multilocularis*, který způsobuje alveolární echinokokózu (Pawłowski a kol. 2001). Mezihostiteli jsou ovce, kozy, prasata, skot, koně, velbloudi, jeleni, karibu, losi a příležitostně i lidé. Infekční dávka není známá (Badley a kol. 2001).

Cystická echinokokóza je chronické onemocnění způsobené cystami/metacestody *E. granulosus*. Nejčastějším místem vzniku cyst jsou játra (65 %), dále plíce (25 %), slezina (3-8 %), ledviny, srdce, kosti a centrální nervový systém. Jednotlivé typy echinokokózy rozlišujeme podle místa vzniku cyst. Mezi příznaky jaterní echinokokózy patří zvětšení jater, bolesti v pravém nadbřišku, nevolnost a zvracení, zežloutnutí kůže a očního bělma (žloutenka). Ovšem ve většině případů cystické echinokokózy zůstávají asymptomatické, dokud cysty nedosáhnou dostatečně velké velikosti. Nejčastěji vlivem mechanického poškození může dojít k prasknutí cyst a uvolnění hydatidové tekutiny. To může mít za následek alergické reakce, které způsobují pruritus, kopřivku, plicní edém, až smrtelnou anafylaxi (Krauss a kol. 2005).

Klinické příznaky onemocnění jsou variabilní a závisí na umístění, velikosti a stavu cyst. Vzhledem k pomalému růstu cyst se mohou objevit až po několika letech od nakažení. V důsledku šíření protoskolexů *E. granulosus* může dojít k mnohočetným sekundárním infekcím (Godoy 2008, Chelsea a Petri 2021).

Alveolární echinokokóza může být zaměnitelná s karcinomem jater nebo cirhózou a je častěji diagnostikována u lidí v pokročilém věku (Krauss a kol. 2005, Moro a Schantz 2009). U definitivních hostitelů se mohou projevit příznaky jako je svědění kolem řitního otvoru, olizování perianální a anální oblasti, „sáňkování“, hubnutí i při normální chuti k jídlu, zvýšená chuť k jídlu bez očekávaného nárůstu hmotnosti, zhoršení stavu srsti a kůže, distenze, bolestivost břicha, průjem, letargie, podrážděnost (CDC 2023).

Alveolární echinokokóza postihuje primárně jaterní parenchym, ale vezikuly mohou i prorůst do okolních struktur (zejména žlučových cest, cév, bránice) a dále mají schopnost zakládat vzdálená satelitní ložiska (nejčastěji v plicích a mozku). *E. multilocularis* nedozrává v cysty, ale způsobují vezikuly, které napadají a ničí okolní tkáň, způsobující nepříjemné pocity nebo bolest, úbytek hmotnosti a malátnost. Alveolární echinokokóza může způsobit selhání jater a smrt. U definitivního hostitele jsou příznaky alveokokózy obdobné jako u původce *E. granulosus*. Tedy zažívací potíže spojené s diskomfortem a změnami chování (CDC 2023).

1.8 Výskyt *E. multilocularis* v Evropě

Alveolární echinokokóza je nejzávažnějším parazitárním onemocněním lidí v Evropě, postihující zejména střední a východní část kontinentu, nicméně je *E. multilocularis* rozšířen na většině území Evropy. V Evropě je životní cyklus *E. multilocularis* převážně sylvatický, zahrnuje lišky obecné (*Vulpes vulpes*) jako hlavní definitivní hostitele. Hlodavci, jako jsou ondatry a hraboši figurují ve vývojovém cyklu jako mezihostitelé (Romig 2009).

Dle Romiga na území Velké Británie, Norska a Finska nebyla detekována nakažená zvířata, takže se v těchto zemích dá předpokládat velmi nízká prevalence tohoto parazita (Romig 2009). Poslední dostupné informace naznačují, že nejméně ve 24 evropských zemích byla zjištěna přítomnost *E. multilocularis* u definitivního hostitele, lišky obecné. V některých těchto zemích jsou navíc každý rok hlášeny případy alveolární echinokokózy u lidí (Bagrade a kol. 2016, Zancanaro 2021).

Díky novým nálezům výskytu se rozšiřuje dosud známý areál tohoto parazita v Evropě. Další výskyt *E. multilocularis* byl v nedávné době potvrzen v Pobaltí, na většině území Belgie, na jihu a západu Nizozemska, v severní Itálii, ve východním Rakousku, v severním Maďarsku a Slovinsku. Bylo prokázáno zvýšení prevalence *E. multilocularis* u lišek v různých částech Německa (Dolní Sasko, Bádensko-Württembersko, Bavorsko), ve východní Francii, severním Slovensku a jižním Polsku (oblast Vysokých Tater) a pravděpodobně se *E. multilocularis* objevil i v dalších zemích v mnoha dalších regionech v souvislosti s nárůstem populace lišek (Zancanaro 2021).

K šíření také přispívají dva druhy savců, kteří byli nedávno přidáni na seznam hostitelů ve střední Evropě. Prvním je psík mývalovitý (*Nyctereutes procyonoides*), divoká psovitá šelma pocházející z východní Asie, vykazující masivní populační nárůst

v Polsku a východním Německu po vyhubení vztekliny v těchto zemích. Druhým je nutrie říční (*Myocastor coypus*), která byla potvrzena jako vhodný mezipřenositel (Romig 2009, Zancanaro 2021).

Některé studie ukazují, že prevalence *E. multilocularis* v Evropě je signifikantně vyšší u lišek (17,1 %; intenzita infekce 1–7 050 tasemnic) ($P < 0,001$) než u psíků mývalovitých (8,1 %; intenzita infekce 5–815 tasemnic) (Bagrašević a kol. 2016).

Zajímavostí může být, že až v roce 2022 byl potvrzen výskyt *E. multilocularis* v Bosně a Hercegovině. Což je zjevně zapříčiněno absencí programu sledování nebo monitoringu tohoto parazita v této zemi. Přitom v okolních zemích byl potvrzen výskyt *E. multilocularis* daleko dříve a jsou zde zavedeny programy na jeho sledování (Omeragić a kol. 2022).

1.9 Diagnostika

Diagnostika *E. multilocularis* závisí na fázi jeho vývoje. Z tohoto důvodu se u mezipřenositele a definitivního hostitele liší. U MH lze *E. multilocularis* detekovat z krevního séra různými metodami na základě vyhodnocení klinických příznaků pacienta. Za nejspolehlivější a zároveň jako zlatý standard bývá považován imunoblot (IB), následuje imunochromatografický test (ICT) a nakonec dva typy ELISA testů. Krevní testy bývají doplněny zobrazovacími metodami (Chouhan a kol. 2019, Peruzzi a kol. 2022).

U DH lze detekovat vajíčka mikroskopicky přímo z trusu, kde je nezbytná dostatečná zkušenost vyšetřující osoby. Případně lze využít komerčních kitů k detekci ko-proantigenů a za nejspolehlivější metodu lze považovat průkaz specifické DNA pomocí PCR (Al-Jawabreh a kol. 2015, Khan a kol. 2021, Morishima a kol. 2006). Nelze opomenout ani přímý průkaz dospělců v tenkém střevě. Tato metoda je možná po usmrcení vyšetřovaného jedince (Omeragić a kol. 2022).

1.10 Nákazy člověka *E. multilocularis*

Larvální stádium *E. multilocularis* je etiologickým agens alveolární echinokokózy (AE), které odhadem vyvolává 17 400 nových infekcí ročně a nejvíce výskytů je popsáno v Číně (Casali a kol. 2019).

1.10.1 Prevence a léčba

V zemích s potvrzeným výskytem *E. multilocularis* je doporučováno:

- Nedotýkat se živých ani mrtvých lišek nebo dalších divokých psovitých šelem bez použití rukavic. Ty by měly být používány i myslivci, aby nedošlo k infekci.
- Nechovat divoká zvířata, zejména psovitě šelmy jako domácí mazlíčky a ani je nelákat k lidským obydlím.
- Nedovolit domácím psům a kočkám se volně toulat, nebo chytat a konzumovat volně žijící hlodavce.
- Pokud domácí mazlíček (kočka, pes) pozře volně žijícího hlodavce, je vhodné konzultovat možnou preventivní léčbu s veterinárním lékařem.
- Po manipulaci se psy nebo kočkami a před manipulací s jídlem je nezbytné umýt si ruce mýdlem a teplou vodou.
- Učit děti, jak je důležité umývat si ruce, aby se zabránilo infekci.
- Nesbírat a nejíst volně rostoucí ovoce a zeleninu sklizené přímo ze země. Všechny plody sbírané ve volné přírodě by měly být před konzumací pečlivě omyty nebo uvařeny (CDC 2023).

Ve fázi, kdy je možné pacienta operovat, je nezbytné odstranění ložisek a dále chemoterapie, kdy jsou pacientovi podávány vysoké dávky albendazolu po dobu minimálně dvou let. Pacient musí být sledován alespoň 10 let po odstranění ložisek. Ve fázi, kdy již pacienta operovat nelze, probíhá dlouhodobá až doživotní chemoterapie. Kontrola je také doživotní. Bez léčby končí více než 90 % případů smrtí (Volf a Horák 2007).

1.10.2 Imunologická odpověď při nákaze *E. multilocularis*

Při rozvinutí onemocnění do chronického stádia infekce dochází ke snížení imunity či imunitní toleranci. Důležitou roli v reakci při infekci *E. multilocularis* hrají T lymfocyty, vyvolávají do značné míry Th2 odpověď a dále umožňují dlouhodobé přežití parazitů, jejich proliferaci a zranění (Wang a Gottstein 2016).

1.10.3 Strukturální změny při hepatální fibróze

Alveolární echinokokóza (AE), jedna ze smrtelných onemocnění člověka způsobená *E. multilocularis*, se nejčastěji vyskytuje na severní polokouli. Epidemiologické

průzkumy ukazují že AE je běžná v centrální Asii, včetně oblastí Kyrgyzstánu, Kazachstánu a severovýchodní Číny. Protoskolexy *E. multilocularis* invadují játra a spouští jaterní fibrózu. Jaterní buňky v této fázi nemoci jsou pravděpodobně poškozeny produkty metacestod. V játrech se vytváří periparazitické granulomy a způsobují ireverzibilní jaterní fibrózu, která komplikuje chirurgickou resekci a typicky se objevuje sekundární infekce (Brehm a Koziol 2017, Brunetti a kol. 2010, Ritler a kol. 2019, Zhang a kol. 2015).

Labsi a kol. objevil, že vodný roztok z kůry *Punica granatum* (granátovník obecný) a IL-17A (interleukin 17A) jsou vhodné kandidáti v léčbě cystické hydatidózy u lidí. Pacienti s AE mohou zůstat asymptomatictí až po dobu 15 let a často až v pozdní fázi, bývají pacienti poprvé viděni na klinice. AE je v 94 % případů fatální, zejména pokud není včas diagnostikována a léčena (Labsi a kol. 2016, Labsi a kol. 2018, Lu a kol. 2015).

Onkosféry produkované během AE rostou jako nádor, proto bývají také nazývány jako „worm cancer“ (rakovina způsobená červy). Je nemožné kompletně odstranit tumor kvůli jeho růstu. Proto je pro vývoj léčby poškozených jater nezbytné pochopení mechanismů, které jsou základem interakcí mezi parazitem, člověkem a patogenezi AE (Galler a kol. 2016).

Jaterní stelátní buňky (HSCs), které jsou hlavními buňkami zodpovědnými za tvorbu extracelulárních matrix (ECM) proteinů během cirhózy, se nacházejí v Disseho prostoru a fungují jako hlavní úložiště vitamínu A. Jsou stimulovány v reakci na určité růstové faktory, zánětlivé podněty a v případě poškození jater na oxidační stres. Například poškozené jaterní buňky, rezidentní fagocytární buňky poškozující zánětlivé buňky, agregované krevní destičky a Kupferovy buňky mohou aktivovat hlavní histokompatibilní komplex (MHC). Aktivované HSCs se diferencují na svalové fibroblasty, které exprimují alfa-aktin hladkého svalstva (α -SMA) a urychlují proces cirhózy. Za patologických stavů cirhózy, HSCs ztrácí svůj vitamín A a syntetizují velké množství složek ECM včetně kolagenu, proeoglykanů a glykosaminoglykanů (Friedman 2008, Weishkirchen a kol. 2013, Zhang a kol. 2016). Také se množí a migrují, a kromě složek ECM, které vytvářejí (fibronektin, fibrilární kolagen a proteoglykany), vedou k tvorbě sept v chronicky poškozených játrech. Kromě toho může nerovnováha v tvorbě kolagenových vláken způsobit fibrózu. Jaterní parazitární fibróza způsobená *E. multilocularis* (PSC) je odpověď hostitele spojená s infiltrací imunitních buněk, která aktivuje diferenciaci HSCs na fibroblasty. Identifikace mechanismů, které jsou

základem AE-indukované jaterní fibrózy, mohou pomoci pochopit patogenezi AE a vyvinout lepší léčbu tohoto onemocnění (Förster a kol. 2019, Wang a kol. 2013).

2 Cíle práce

- Kritické zpracování literární rešerše k problematice daného tématu.
- Detekce *E. multilocularis* v trávicím traktu lišek ve vybraných okresech v ČR.
- Porovnání prevalence *E. multilocularis* v ČR a v Evropě.

3 Materiál a metodika

3.1 Zdroj biologického materiálu

Lišky byly shromažďovány v rámci monitoringu alveokokózy u lišek dle SVS ČR. Vyšetřovány byly čtyři lišky na 100 km². Pro účely práce byly vybrány lišky z několika okresů, konkrétně Havlíčkův Brod, Chrudim, Jihlava, Jindřichův Hradec, Pelhřimov, Svitavy, Tábor, Třebíč a Žďár nad Sázavou. Z těchto okresů (obrázek 3) bylo po dobu pozorování tří let vyšetřeno celkem 867 lišek.



Obrázek 3: Mapa s vybranými okresy vyšetřovaných lišek na alveokokózu.

3.2 Zpracování vzorku

3.2.1 Odběr

Z každé lišky, vyšetřované v rámci monitoringu, byl při pitvě odebrán vzorek o délce přibližně 20 cm z kaudální části tenkého střeva. Odebrané vzorky byly uloženy do igelitového sáčku a důkladně označeny, aby nemohlo dojít k pozdější záměně. Aby byla dodržena bezpečnost pro manipulaci s biologickým materiálem, byly vzorky následně zmrazeny a uchovány při teplotě $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu minimálně sedmi dní. Po rozmrazení bylo střevo v celé délce podélně rozstřiženo nůžkami a vizuálně zhodnoceno za účelem zjištění případné přítomnosti *E. multilocularis* či jiných helmintů. Opatrně

byl odstraněn hrubý střevní obsah a pomocí mikroskopického podložního skla byl proveden seškrab střevní sliznice v celé délce. Seškrab byl uložen do uzavíratelných odběrových nádob.

3.2.2 Zpracování

Odebraný seškrab střevní sliznice byl dostatečně naředěn vodou tak, aby se po důkladném rozmíchání dal rozlít do Petriho misek, v co nejtenčí, prosvítitelné vrstvě.

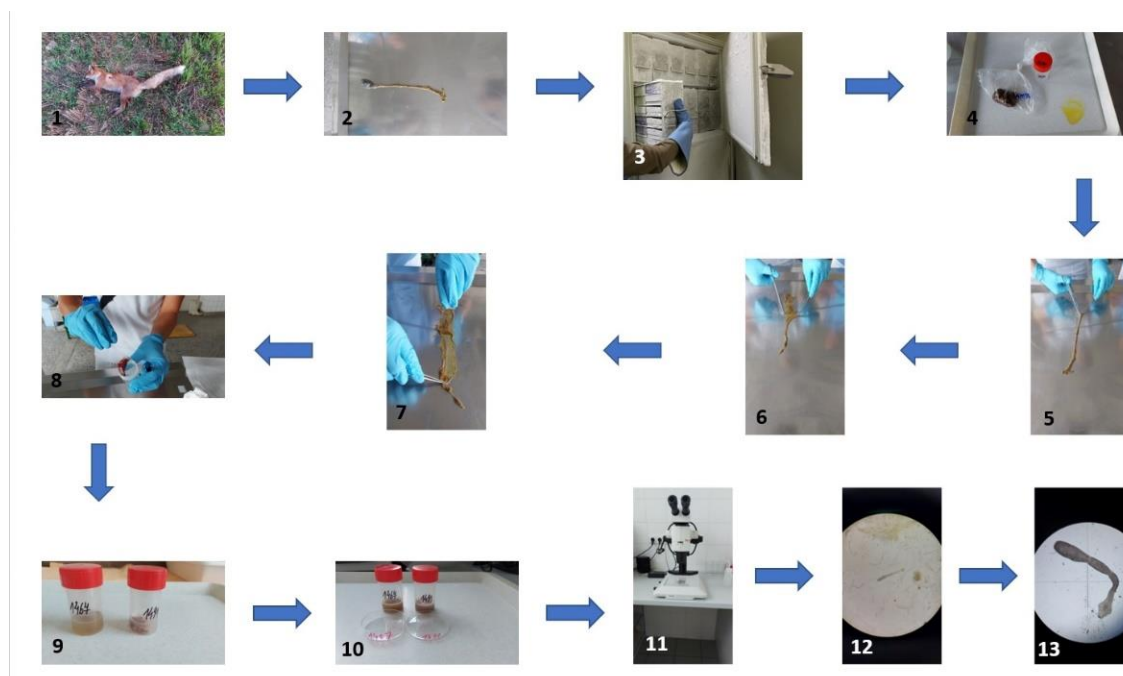
3.2.3 Vyhodnocení

Připravený vzorek na Petriho miskách byl prohlížen pod stereomikroskopem Leica při zvětšení 10-50×. Stereomikroskop neboli binolupa slouží k pozorování vzorku při různém zvětšení ve 3D rozměru. Binolupa využívá menší zvětšení a větší pracovní vzdálenost oproti normálnímu mikroskopu. Dalším rozdílem je konstrukce, u binolupy je obraz k pozorovateli přenášen dvěma nezávislými tubusy už od začátku a každé oko vidí „svůj“ obraz. Oproti tomu u mikroskopu se obraz přenáší přes optickou soustavu do dvou tubusů a obě oči pozorují jeden obraz. Stereomikroskop je tedy vhodnější pro pozorování větších objektů ve větším zorném poli, jako zde při hledání dospělých jedinců *E. multilocularis* ve velké Petriho misce.

Vzorky byly vyhodnocovány jako pozitivní nebo negativní. Za pozitivní je považován vzorek s nálezem dospělých jedinců *E. multilocularis*. Při vyhodnocení nebyla zohledněna intenzita infekce.

3.2.4 Zpracování vzorku – grafické znázornění

Pro názornější představu celého procesu vyšetření bylo vytvořeno následující grafické znázornění (obrázek 4).



1 – zdroj biologického materiálu, 2 – odebrané střevo, 3 – zmrazení na -80 °C, 4 – rozmrazení, 5 – otevření střeva, 6 – rozprostření a očištění střeva, 7 – seškrab sliznice, 8 – přenesení do uzavíratelné nádoby, 9 – ředění a rozmíchání, 10 – vzorky k prohlížení, 11 – použitý stereomikroskop, 12 – detekovaný jedinec *E. multilocularis*, 13 – izolovaný jedinec pod mikroskopem

Obrázek 4: Grafické znázornění vyšetření lišek na alveokokózu

4 Výsledky

4.1 Prevalence

Z celkového počtu 867 vzorků odebraných z gastrointestinálního traktu lišek během let 2019-2021 ve vybraných okresech (tabulka 2) bylo detekováno 309 pozitivních kusů, což představuje prevalenci 35,6 %.

Tabulka 2: Množství vyšetřených lišek v letech 2019-2021 ve vybraných okresech

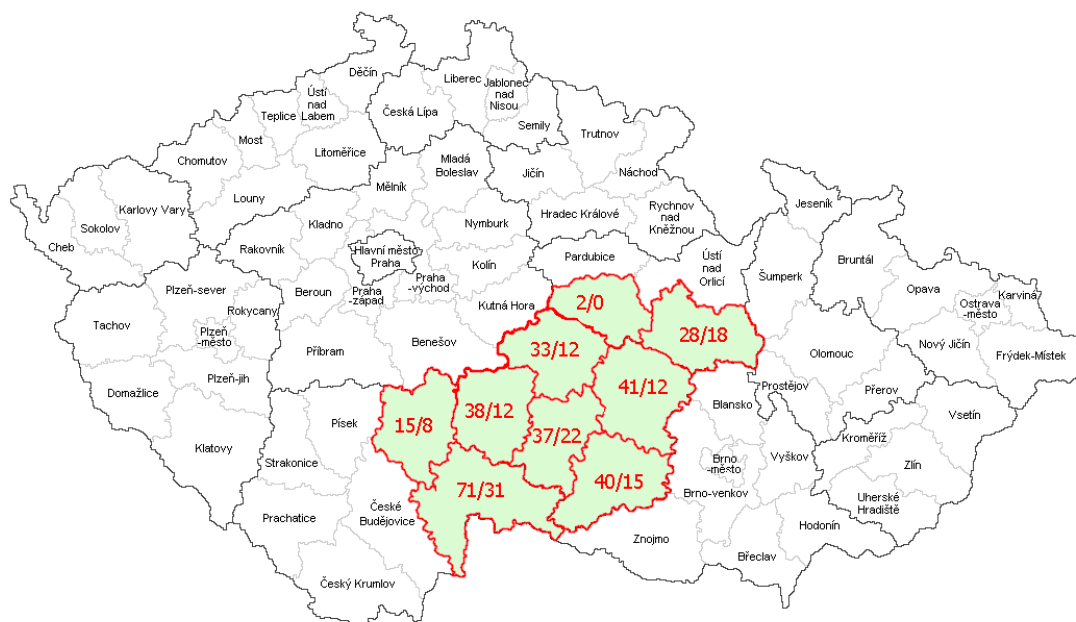
Okres	rok	pozitivní	negativní	celkem
Havlíčkův Brod	2019	9	12	21
	2020	12	21	33
	2021	5	34	39
Chrudim	2019	2	1	3
	2020	0	2	2
	2021	0	0	0
Jihlava	2019	8	13	21
	2020	22	15	37
	2021	22	15	37
Jindřichův Hradec	2019	16	54	70
	2020	31	40	71
	2021	28	47	75
Pelhřimov	2019	11	15	26
	2020	12	26	38
	2021	17	24	41
Svitavy	2019	9	16	25
	2020	14	14	28
	2021	3	16	19
Tábor	2019	6	17	23
	2020	8	7	15
	2021	3	8	11
Třebíč	2019	13	26	39
	2020	15	25	40
	2021	8	31	39
Žďár nad Sázavou	2019	10	23	33
	2020	12	29	41
	2021	13	27	40
Celkem vyšetřeno		309	558	867

Map of the Czech Republic showing the distribution of COVID-19 cases by administrative district (okres) as of April 1, 2020. The map uses a color scale from light yellow (low density) to dark red (high density). The highest case counts are concentrated in the central and eastern parts of the country, particularly in the districts of Prague (Praha) and its surroundings, and in the Moravian region. The map includes labels for major cities and administrative districts.

Tabulka 3: Prevalence *E. multilocularis* u lišek v roce 2019

Okres	TR	JI	ZR	JH	TA	CR	SY	PE	HB
Prevalence [%]	33,3	38,1	30,3	22,8	26,1	66,6	36,0	42,3	42,9

V roce 2020 byla zjištěna celková prevalence 41,3 %. Prevalence v jednotlivých okresech se pohybovaly od 0 % (okres Chrudim) do 59,5 % (okres Jihlava) (Obrázek 6 a tabulka 4).



Obrázek 6: Mapa s vybranými okresy vyšetřovaných lišek na alveokokózu za rok 2020.

Tabulka 4: Prevalence *E. multilocularis* u lišek v roce 2020

Okres	TR	JI	ZR	JH	TA	CR	SY	PE	HB
Prevalence [%]	37,5	59,5	29,3	43,7	53,3	0	50,0	31,6	36,4

V roce 2021 byla zjištěna celková prevalence 32,9 %. Prevalence v jednotlivých okresech se pohybovaly od 12,8 % (okres Havlíčkův Brod) do 59,5 % (okres Jihlava) (Obrázek 7 a tabulka 5).



Obrázek 7: Mapa s vybranými okresy vyšetřovaných lišek na alveokokózu za rok 2021.

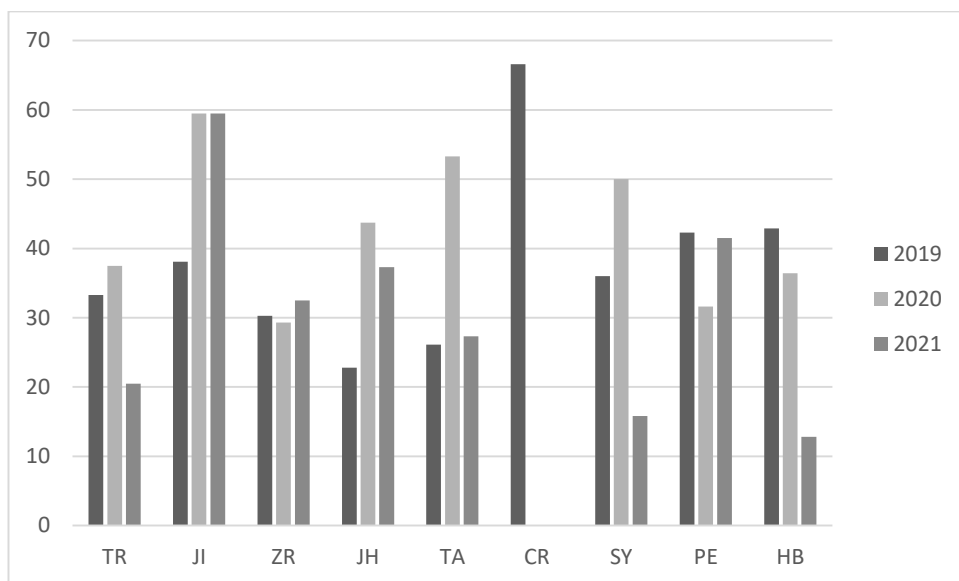
Tabulka 5: Prevalence *E. multilocularis* u lišek v roce 2021

Okres	TR	JI	ZR	JH	TA	CR	SY	PE	HB
Prevalence [%]	20,5	59,5	32,5	37,3	27,3	-	15,8	41,5	12,8

V roce 2021 nebyl vyšetřen žádný vzorek z okresu Chrudim. Z tohoto důvodu není v tabulce uvedena u okresu CR prevalence.

4.2 Grafické znázornění výskytu *E. multilocularis*

Pro názornější představu srovnání všech dat byl vytvořen graf prevalencí za roky 2019-2021 ve vybraných okresech (graf 1). Z grafu vyplývá, že nejvyšší prevalence byla zaznamenána v roce 2019 v okrese Chrudim (66,6 %) a v roce 2020 byl naopak v tomto okrese zaznamenán nulový záchyt.



Graf 1: Procentuální zastoupení výskytu *E. multilocularis* u lišek ve vybraných okresech

5 Diskuse

Dalo by se tvrdit, že paraziti jsou staří jako lidstvo samo. Již kolem roku 1500 BC dokázali lékaři ve starém Egyptě detekovat škrkavky a tasemnice. Záznamy z této doby se dochovaly na papyrech pomocí hieroglyfů. Další zmínka je například ve Starém zákoně, kdy Bůh seslal na Izraelské v Sinajské poušti drakunkulózu. Některá náboženství zakazují požídat vepřové, což s největší pravděpodobností z historického hlediska mělo napomoci ochránit lidi před parazitárními onemocněními (trichinelóza a taenióza). V posvátné knize Židů (Talmud) je dokonce popisováno nebezpečí echinokokózy (Abuseir 2021, Ahmed a kol. 2023).

Již naši dávní předkové si byli vědomi toho, že parazity není radno podceňovat a tak k nim přistupujeme i dnes. Svědčí o tom stovky odborných knih, statisíce článků ve vědeckých časopisech (PubMed) i národní vyšetřovací programy a monitoriny v řadě zemí světa. I v České republice můžeme najít řadu parazitologických laboratoří například na Akademii věd, na univerzitách, ve zdravotním ústavu, ve veterinárních ústavech a v nemocnicích.

Největší důraz bývá kladen na parazity se zoonotickým potenciálem. Takovým případem je i *Echinococcus multilocularis*. Jeho monitoring a eliminace jsou v zemích Evropské unie ošetřeny legislativou (Nařízení komise v přenesené pravomoci (EU) 2018/772). V České republice byl alveokok v roce 2019 detekován pouze v 1 případě u člověka, nicméně v roce 2018 to byly 4 případy. Ve stejných letech byl nejvyšší záchyt v rámci Evropy u lidí v Bulharsku a to 193 respektive 206 případů. Po Bulharsku následovalo Německo se 134 respektive 172 nakaženými pacienty (Zancanaro 2021).

Dle Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA) bylo v roce 2019 vyšetřeno celkem 6 326 lišek s výslednou pozitivitou 13,6 %. V roce 2018 bylo vyšetřeno 6 566 lišek a z toho bylo 17,6 % pozitivních. Lze tedy pozorovat nižší prevalenci, než byla zjištěna v naší práci (35,64 %) u vzorků pouze z České republiky. V jednotlivých státech bohužel není sjednocená metodika vyšetřování, což může do jisté míry ovlivnit výsledky.

V naší práci z celkových 867 lišek bylo zjištěno mikroskopickým vyšetřením 309 pozitivních (35,64 %). Nejvyšší prevalence byla zjištěna v okrese Chrudim (66,6 %) v roce 2019, dále v okrese Jihlava (59,5 %) v letech 2020 a 2021. Nejnižší prevalence pak byla zjištěna opět v okrese Chrudim (0 %) v roce 2020 a dále v okrese Havlíčkův

Brod (12,8 %) v roce 2021. Okres Chrudim figuruje jak ve skupině s nejvyšší, tak i nejnižší prevalencí. Je to zcela jistě ovlivněno tím, že v tomto okrese bylo vyšetřeno velmi malé množství vzorků. V roce 2019 to byly 3 vzorky, v roce 2020 2 vzorky a v roce 2021 dokonce žádný vzorek.

Srovnáme-li tyto výsledky s okolními státy České republiky, zjistíme, že takto vysoké procentuální zastoupení pozitivních jedinců v Evropě téměř nenajdeme. Výjimku tvoří studie na Slovensku, která byla vyhodnocena obdobně jako naše studie po vybraných okresech a vykazuje nejvyšší procenta pozitivních jedinců 47,7 % a 38,5 %. Monitoring byl prováděn po dobu 10 let a prevalence se v jednotlivých letech pohybovala od 26 % až do 58,4 % (Antolová a kol. 2014).

V rámci monitoringu *E. multilocularis* dle dat Státní veterinární správy ČR v letech 2019-2021 bylo na našem území detekováno 23,1 % pozitivních lišek z celkově vyšetřených 8 298 kusů (Státní veterinární správa 2022).

Ze studií provedených v rámci Evropské unie, které byly zaměřeny na monitoring výskytu lišky obecné a promořenosti *E. multilocularis* konkrétních populací přímo ve městech vyplývá, že prevalence v jednotlivých sledovaných městech je nižší než ve vybraných okresech České republiky. Konkrétně se jednalo o města Stuttgart (16,8 %), Kodaň (1 %), Ženeva (43,1 %) a Curych (47,3 %), která jsou spolu s příslušnými zeměmi v člancích uváděna v souvislosti s výrazným rozšířením lišky obecné v posledních letech a tím i přímým rizikem nákazy alveokokózou (Casulli a kol. 2005; Romig a kol. 2009).

Další studie byla provedena v severní části Srbska, kde byla zjištěna prevalence u lišek obecných 13 %. Vyšší výskyt byl prokázán v Estonsku, a to konkrétně 29,4 % (Miljević a kol. 2019, Moks a kol. 2005). Nejnižší hodnoty lze pozorovat například v Chorvatsku, kde byla u lišek pozorována prevalence 7,5 % (2015) a 6,6 % (2016). Celková prevalence za toto sledované období byla tedy 7,2 % (Beck a kol. 2018).

Z této i ostatních prací vyplývá, že lišky a další psovitě šelmy mohou představovat riziko přenosu *E. multilocularis* na člověka zejména v oblastech s vysokou prevalencí tohoto parazita (Antolová a kol. 2014, Miljević a kol. 2019, Romig a kol. 2009).

Závěr

- Bylo vyšetřeno 867 lišek z 9 okresů.
- Byla zjištěna prevalence 35,4 %.
- Prevalence byla porovnána s dostupnými daty z dalších evropských zemí.

Seznam použité literatury

- Abuseir S. (2021):** Meat-borne parasites in the Arab world: a review in a One Health perspective. *Parasitology research*. 120(12): 4153-4166.
- Ackerknecht E.H. (1989):** *Geschichte der Medizin*, sixth ed. Enke-Verlag, Stuttgart.
- Ahmed S.A., Kotepui M., Masangkay F.R., Milanez G.D., Karanis P. (2023):** Gastro-intestinal parasites in Africa: A review. *Advances in parasitology*. 119: 1-64.
- Antolová D., Miterpáková M., Radoňák J., Hudačková D., Szilágyiová M., Žáček M. (2014):** Alveolar echinococcosis in a highly endemic area of northern Slovakia between 2000 and 2013. *Euro surveillance*. 19(34): 20882.
- Al-Jawabreh A., Dumaidi K., Ereqat S., Nasereddin A., Al-Jawabreh H., Azmi K., Al-Laham N., Abdeen Z. (2015):** Incidence of *Echinococcus granulosus* in Domestic Dogs in Palestine as Revealed by Copro-PCR. *PLoS neglected tropical diseases*. 9(7): e0003934.
- Badley A.D., Steckelberg J.M., Wilson W.R. (2001):** Cestodes. In W. R. Wilson, & M. A. Sande (Eds.). *Current diagnostics and treatment in infectious diseases*. United States: McGraw Hill.
- Bagrade G., Deksne G., Ozoliņa Z., Howlett S.J., Interisano M., Casulli A., Pozio E. (2016):** *Echinococcus multilocularis* in foxes and raccoon dogs: an increasing concern for Baltic countries. *Parasites & vectors*. 9(1): 615.
- Beck R., Mihaljević, Breznak R., Bosnić S., Janković I.L., Deplazes P. (2018):** First detection of *Echinococcus multilocularis* in Croatia. *Parasitology research*. 117(2): 617-621.
- Brehm K., Koziol U. (2017):** *Echinococcus*-host interactions at cellular and molecular levels. *Advanced Parasitology*. 95: 147-212.
- Brunetti E., Kern P., Vuitton D.A. (2010):** Expert consensus for the diagnosis and treatment of cystic and alveolar echinococcosis in humans. *Acta Tropica*. 114: 1-16.
- Casulli A., Manfredi M.T., Rosa G.L., Cerbo A.R.D., Genchi C., Pozio E. (2008):** *Echinococcus ortleppi* and *E. granulosus* G1, G2 and G3 genotypes in Italian bovines. *Veterinary parasitology*. 155(1-2): 168-172.
- Casulli A., Manfredi M.T., La Rosa G., Di Cerbo A.R., Dinkel A., Romig T., Deplazes P., Genchi C., Pozio E. (2005):** *Echinococcus multilocularis* in red foxes (*Vulpes vulpes*) of the Italian Alpine region: is there a focus of autochthonous transmission? *International Journal for Parasitology*. 35(10):1079-1083.

-
- Casulli A., Barth T.F.E., Tamarozzi F. (2019):** *Echinococcus multilocularis*. Trends in parasitology. 35(9): 738-739.
- Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics. (n.d.).** Parasites – Echinococcosis. [webová stránka] Získáno 12. 2. 2023 z www.cdc.gov/parasites/echinococcosis/biology.html.
- Chelsea M., William A.P. (2021):** Echinococcosis (Hydatid Disease). [webová stránka] Získáno 1. 2. 2023 z www.msmanuals.com/professional/infectious-diseases/cestodes-tapeworms/echinococcosis.
- Chouhan M.D., Wiley E., Chiodini P.L., Amin Z. (2019):** Hepatic alveolar hydatid disease (*Echinococcus multilocularis*), a mimic of liver malignancy: a review for the radiologist in non-endemic areas. Clinical radiology. 74(4): 247-256.
- D'Alessandro A., Rausch R.L. (2008):** New aspects of neotropical polycystic (*Echinococcus vogeli*) and unicystic (*Echinococcus oligarthrus*) echinococcosis. Clinical microbiology reviews. 21(2): 380-401.
- de Jong Y.S.D.M. (ed.):** Fauna Europaea [webová stránka] Získáno 10. 2. 2023 z <http://www.faunaeur.org> [jako *Echinococcus multilocularis* Leuckart, 1863].
- Drozd P. (2004):** Principy systematiky a taxonomie, Ostravská univerzita, Ostrava 2004, ISBN 80-7042-995-X.
- Eckert J., Thompson R.C.A. (2017):** Historical Aspects of Echinococcosis. Advances in parasitology. 95: 1-95.
- Förster S., Koziol U., Schäfer T., Duvoisin R., Cailliau K., Vanderstraete M., Dissous C., Brehm K. (2019):** The role of fibroblast growth factor signalling in *Echinococcus multilocularis* development and host–parasite interaction. PLoS neglected tropical diseases. 13(3): e0006959.
- Friedman S.L. (2008):** Hepatic stellate cells: protean, multifunctional, and enigmatic cells of the liver. Physiological Reviews. 88: 125-72.
- Fuchs R. (1895):** Hippokrates. Sämtliche Werke ins Deutsche übersetzt und ausführlich commentiert. Verlag, Dr. H. Lüneburg, München.
- Galler K., Requardt R.P., Glaser U., Markwart R., Bocklitz T., Bauer M., Popp J., Neugebauer U. (2016):** Single cell analysis in native tissue: quantification of the retinoid content of hepatic stellate cells. Scientific reports. 6: 24155.
- Goldschmidt R. (1900):** Zur Entwicklungsgeschichte der Echinococcusköpfechen. Zoologische Jahrbücher. 13: 28.

-
- Godoy A.C.R. (2008):** Patogenia de *Echinococcus granulosus*. Universidad de Talca: Facultades de ciencias de la salud escuela de tecnología médica. Pp. 36.
- Hüttner M., Nakao M., Wassermann T., Siefert L., Boomker J.D.F., Dinkel A., Sako Y., Mackenstedt U., Romig T., Ito A. (2008):** Genetic characterization and phylogenetic position of *Echinococcus felidis* (Cestoda: Taeniidae) from the African lion. International journal for parasitology. 38(7): 861-868.
- Khan A., Umhang G., Ullah Z., Boué F., Bastid V., Ullah I., Mahmood S., Afzal M.S., Ahmed H. (2021):** Investigation of *Echinococcus multilocularis* in foxes and dogs in Pakistan by detection of copro-DNA. Parasitology research. 120(2): 731-737.
- Krauss H., Weber A., Appel M., Enders B., Isenberg H., Schiefer H. G., Slenczka W., Graevenitz A. V., Zahner H. (2005):** Zoonoses: Infectious diseases transmissible from animals to humans. Medical Microbiology and Immunology. 194(4): 219-220.
- Küchenmeister F. (1853):** Experimente über die Entstehung der Cestoden 2 ter Stufe, zunächst des Coenurus cerebralis. Zeitschrift für klinische Medizin. 4: 448-451.
- Labsi M., Khelifi L., Mezioug D., Soufli I., Touil-Boukoffa C. (2016):** Antihydatic and immunomodulatory effects of *Punica granatum* peel aqueous extract in a murine model of echinococcosis. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. 9(3): 208-16.
- Labsi M., Soufli I., Khelifi L., Amir Z.C., Touil-Boukoffa C. (2018):** In vivo treatment with IL-17 A attenuates hydatid cyst growth and liver fibrogenesis in an experimental model of echinococcosis. Acta tropica. 181: 6-10.
- Leuckart R. (1863):** Die menschlichen Parasiten und die von ihnen herrührenden Krankheiten. Leipzig, C.F. Winter'sche Verlagshandlung. Band 1 und 2.
- Lu Y., Huang Q., Zhou Z., Lu Y. (2015):** An overview of parasitic diseases by analyzing publications at National Institute of Parasitic Diseases Control and Prevention in the last five years. Chinese Journal Diseases and Control Prevention. 19: 86-90.
- McManus D.P., Zhang W., Li J., Bartley P.B. (2003):** Echinococcosis. The Lancet, 362(9392): 1295-1304.
- Miljević M., Čabrilo O.B., Simin V., Čabrilo B., Miljević J.B., Lalošević D. (2019):** Significance of the red fox as a natural reservoir of intestinal zoonoses in Vojvodina, Serbia. Acta veterinaria Hungarica. 67(4): 561-571.
- Moks E., Saarma U., Valdmann H. (2005):** *Echinococcus multilocularis* in Estonia. Emerging Infectious Diseases. 11: 1973-1974.
- Morishima Y., Sugiyama H., Arakawa K., Kawanaka M. (2006):** *Echinococcus multilocularis* in Dogs, Japan. Emerging Infectious Diseases. 12(8): 1292-1293.
-

-
- Moro P., Schantz P.M. (2009):** *Echinococcosis*: a review. International Journal of Infectious Diseases. 13(2): 125-133.
- NAŘÍZENÍ KOMISE V PŘENESENÉ PRÁVOMOCI (EU) 2018/772** ze dne 21. listopadu 2017, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 576/2013, pokud jde o preventivní zdravotní opatření pro tlumení infekce *Echinococcus multilocularis* u psů, a kterým se zrušuje nařízení v přenesené pravomoci (EU) č. 1152/2011.
- Neisser A. (1877):** Die Echinococcen-Krankheit. Verlag August Hirschwald. Berlin.
- Omeragić J., Goletić T., Softić A., Goletić Š., Kapo N., Soldo D.K., Šupić J., Škapur V., Čerkez G., Ademović E., Semren O., Alić A. (2022):** First detection of *Echinococcus multilocularis* in Bosnia and Herzegovina, International journal for parasitology. Parasites and wildlife. 19: 269-272.
- Pawlowski Z.S., Eckert J., Vuitton D.A., Ammann R.W., Kern P., Craig P.S., Dar K.F., Rosa F., Filice C., Gottstein B., Grimm F., Macpherson C.N.L., Sato N., Todorov T., Uchino J., Sinner W., Wen H. (2001):** Echinococcosis in humans: clinical aspects, diagnosis and treatment, p. 20–66. In Eckert J., Gemmell M.A., Meslin F.X., Pawlowski Z.S. (ed.), WHO/OIE manual on echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern. World Organisation for Animal Health, Paris, France.
- Peruzzu A., Mastrandrea S., Fancellu A., Bonelli P., Muehlethaler K., Masala G., Santucci C. (2022):** Comparison and evaluation of analytic and diagnostic performances of four commercial kits for the detection of antibodies against *Echinococcus granulosus* and *multilocularis* in human sera. Comparative immunology, microbiology and infectious diseases. 86: 101816.
- Portál informačního systému ochrany přírody (ISOP)** [webová stránka] Získáno 10. 2. 2023 z <http://portal.nature.cz>.
- Ritler D., Rufener R., Li J.V. (2019):** In vitro metabolomic footprint of the *Echinococcus multilocularis* metacestode. Scientific reports. 9(1): 19438.
- Romig T., Dinkel A., Mackenstedt U. (2005):** The present situation of echinococcosis in Europe. Parasitology international. 55: 187-191.
- Romig T. (2009):** *Echinococcus multilocularis* in Europe – state of the art. Veterinary research communications. 33(1): 31-34.

-
- Romig T., Deplazes P., Jenkins D., Giraudoux P., Massolo A., Craig P.S., Wassermann M., Takahashi K., de la Rue M. (2017):** Ecology and life cycle patterns of *Echinococcus* species. *Advances in parasitology*. 95: 213-314.
- Rudolphi C.A. (1801):** Beobachtungen über die Eingeweidewürmer. *Archiv für Zoologie und Zootomie*. 2: 1-65.
- Soriano S.V., Debiaggi M.F., Pierangeli N.B., Pianciola L.A., Bergagna H.F.J., Lazzarini L.E., Mazzeo M.L., Basualdo J.A. (2016):** First study about the development of adult *Echinococcus canadensis* G6 genotype of goat origin in experimentally infected dogs. *Veterinary parasitology*. 228: 6-12.
- Státní veterinární správa (2022):** Zpráva o činnosti v oblasti ochrany zdraví zvířat v roce 2021. Informační bulletin č. 2/2022.
- Stijns K., Dijkmans A.C., Bart A., Brosens L.A.A., Muntau B., Schoen C., Barth T.B., van Gulik T., van Gool T., Grobusch M.P., Tappe D. (2015):** *Echinococcus vogeli* in immigrant from Suriname to the Netherlands. *Emerging infectious diseases*. 21(3): 528-530.
- Volf P., Horák P. (2007):** Paraziti a jejich biologie. Praha: Triton, 318 s.s. 103-104. ISBN 978-80-7387-008-9.
- Von Sieboldt C.T.E. (1853):** Ueber die Verwandlung der Echinococcus-Brut in Taenien. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*. 4: 409-425.
- Vuitton D.A., Demonmerot F., Knapp J., Richou C., Grenouillet F., Chauchet A., Vuitton L., Bresson-Hadni S., Millon L. (2015):** Clinical epidemiology of human AE in Europe. *Veterinary Parasitology*. 213: 110-120.
- Wahlström H., Isomursu M., Hallgren G., Christensson D., Cedersmyg M., Wallensten A., Hjertqvist M., Davidson R.K., Uhlhorn H., Hopp P. (2011):** Combining information from surveys of several species to estimate the probability of freedom from *Echinococcus multilocularis* in Sweden, Finland and mainland Norway. *Acta veterinaria Scandinavica*. 53(1): 9.
- Wang J., Zhang C., Wei X., Blagosklonov O., Lv G., Lu X., Manton G., Vuitton D.A., Wen H., Lin R. (2013):** TGF- β and TGF- β /Smad signaling in the interactions between *Echinococcus multilocularis* and its hosts. *PLoS ONE*. 8(2): e55379.
- Wang J., Gottstein B. (2016):** Immunoregulation in larval *Echinococcus multilocularis* infection. *Parasite immunology*. 38(3): 182-192.

-
- Wassermann M., Aschenborn O., Aschenborn J., Mackenstedt T.R. (2014):** A sylvatic lifecycle of *Echinococcus equinus* in the Etosha National Park, Namibia. International journal for parasitology. Parasites and wildlife. 4(1): 97-103.
- Weishkirchen R., Weimer J., Meurer S.K., Kron A., Seipel B., Vater I., Arnold N., Siebert R., Xu L., Friedman S.L., Bergmann C. (2013):** Genetic characteristics of the human hepatic stellate cell line LX2. PLoS One. 8(2013): e75692.
- Xiao N., Qiu J., Nakao M., Li T., Yang W., Chen X., Schantz P.M., Craig P.S., Ito A. (2005):** *Echinococcus shiquicus* n. sp., a taeniid cestode from Tibetan fox and plateau pika in China. International Journal for parasitology. 35(6): 693-701.
- Zancanaro G. (2021):** Annual assessment of *Echinococcus multilocularis* surveillance reports submitted in 2020 in the context of Commission Delegated Regulation (EU) 2018/772. EFSA Journal. European Food Safety Authority. 19(1): e06382.
- Zhang W., Zhang Z., Wu W., Shi B., Li J., Zhou X., Wen H., McManus D.P. (2015):** Epidemiology and control of echinococcosis in central Asia, with particular reference to the People's Republic of China. Acta Tropica. 141: 235-43.
- Zhang C.Y., Yuan W.G., He P., Lei J.H., Wang C.X. (2016):** Liver fibrosis and hepatic stellate cells: Etiology, pathological hallmarks and therapeutic targets. World journal of gastroenterology. 22(48): 10512-10522.

Seznam grafů a obrázků

Graf 1: Procentuální zastoupení výskytu <i>E. multilocularis</i> u lišek ve vybraných okresech.....	26
Obrázek 1: Popis dospělé tasemnice <i>E. multilocularis</i> (CDC, 2023).....	8
Obrázek 2: Životní cyklus <i>E. multilocularis</i> (CDC, 2023).....	10
Obrázek 3: Mapa s vybranými okresy vyšetřovaných lišek na alveokokózu.....	18
Obrázek 4: Grafické znázornění vyšetření lišek na alveokokózu.....	20
Obrázek 5: Mapa s vybranými okresy vyšetřovaných lišek na alveokokózu za rok 2019.....	22
Obrázek 6: Mapa s vybranými okresy vyšetřovaných lišek na alveokokózu za rok 2020.....	23
Obrázek 7: Mapa s vybranými okresy vyšetřovaných lišek na alveokokózu za rok 2021.....	24
Obrázek 8: Graf výskytu <i>E. multilocularis</i>	25

Seznam tabulek

Tabulka 1: Druhy echinokoků včetně jejich mezihostitelů a definitivních hostitelů...	11
Tabulka 2: Souhrná prevalence ve sledovaných letech.....	21
Tabulka 3: Prevalence <i>E. multilocularis</i> u lišek v roce 2019.....	22
Tabulka 4: Prevalence <i>E. multilocularis</i> u lišek v roce 2020.....	23
Tabulka 5: Prevalence <i>E. multilocularis</i> u lišek v roce 2021.....	24

Seznam použitých zkratek

AE	alveolární echinokokóza
α -SMA	alfa-aktin hladkého svalstva
CR	Chrudim
DH	definitivní hostitel
ECM	extracelulárních matrix
HB	Havlíčkův Brod
HSCs	jaterní stelátní buňky
IL-17A	interleukin17a
JH	Jindřichův Hradec
JI	Jihlava
MH	mezihostitel
MHC	histokompatibilní komplex
P	prevalence
PE	Pelhřimov
PSC	jaterní parazitární fibróza způsobená <i>E. multilocularis</i>
SY	Svitavy
TA	Tábor
Th2	pomocné T lymfocyty typu 2
TR	Třebíč
ZR	Žďár nad Sázavou