

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**NEBEZPEČÍ KONTAMINACE PROSTŘEDÍ**

**VAJÍČKY MĚCHOŽILA BUBLINATÉHO  
(*ECHINOCOCCUS MULTILOCULARIS*)**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Radek Zemánek**

**Ochrana a využívání přírodních zdrojů**

**Vedoucí práce: prof. Ing. Ivana Jankovská, Ph.D.**

**© 2020 ČZU v Praze**

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Nebezpečí kontaminace prostředí vajíčky měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*)“ vypracoval samostatně a použil jsem jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

Radek Zemánek

V Praze dne:

## Poděkování

Děkuji vedoucí práce prof. Ing. Ivaně Jankovské, Ph.D. za odborné vedení, doporučenou literaturu, lidský přístup a velkou pomoc při tvorbě této práce.

Radek Zemánek

## SOUHRN

Tato diplomová práce se zaměřuje na posouzení vlivu kontaminace životního prostředí výkaly volně žijících šelem (lišek). Tyto výkaly často obsahují infekční stádia zoonotických parazitů. Cílem práce je zpracovat literární rešerši a posoudit možnost kontaminace prostředí vajíčky zoonotické tasemnice měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*).

První kapitoly práce se zabývají parazity lišek. Lišky se podílejí nejen na udržování přírodních cyklů, ale také na šíření parazitárních onemocnění, z nichž nejzávažnější je alveolární echinokokóza. Je to jedna z nejnebezpečnějších zoonóz v Evropě způsobená měchožilem bublinatým (*Echinococcus multilocularis*). V životním cyklu této tasemnice vystupují lišky jako hlavní hostitel. Následující kapitoly popisují vývojový cyklus tasemnic rodu *Echinococcus* a zaměřují se na rozšíření *Echinococcus multilocularis* v Evropě. Další část práce je věnována alveolární echinokokóze, léčbě a prevenci této nebezpečné zoonózy se zaměřením na používání a rozmisťování návnad s anthelmintiky. Vzhledem k závažnosti onemocnění alveolární echinokokózou je prevence velice důležitá. K nákaze dochází pozřením vajíček *Echinococcus multilocularis*, která se objevují např. na kontaminované zelenině, lesních plodech, trávě,... Výzkumy ukazují, že rozmisťování návnad s obsahem praziquantelu vede ke snížení výskytu nejen *Echinococcus multilocularis*, ale i dalších tasemnic u lišek. Další kapitoly práce se zaměřují na výsledky získané při zkoumání šetřených zvířat, na zjišťování přítomnosti parazitů v jejich střevních traktech. Z celkem 17 vyšetřovaných zvířat bylo 12 pozitivních na přítomnost parazitů. Hostiteli parazitů byly ve všech případech lišky. Převážně byly zastoupeny tasemnice rodu *Mesocestoides* spp. (10/17), dále tasemnice rodu *Taenia* spp. (7/17), přítomnost měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) byla prokázána u 4 ze 17 šetřených zvířat, nejméně zastoupená byla tasemnice psí (*Dipylidium caninum*), a to u jedné lišky.

Tato práce se rovněž vyjadřuje ke kontrole výskytu *Echinococcus multilocularis*, ke kontaminaci venkovského a městského prostředí výkaly volně žijících lišek a k případnému řešení situace utracením lišek. Řešení problému touto cestou by ale jistě mělo dalekosáhlé ekologické i etické důsledky. Pro ochranu lidské populace je nutné brát v úvahu alternativní metody, a to především používání anthelmintických návnad na bázi praziquantelu, a dále hlavně dodržování správné hygieny, aby člověk „nesnědl“ vajíčka tasemnice. Toto se ukazuje jako účinný způsob kontroly přenosu měchožila bublinatého (*Echinococcus*

*multilocularis*) a kontroly snížení kontaminace prostředí vajíčky této zoonotické tasemnice, zároveň je to významné opatření při ochraně lidského zdraví.

Klíčová slova:

Tasemnice, *Echinococcus multilocularis*, návnady s anthelmintiky, kontaminace prostředí.

## SUMMARY

The thesis is focused on the assessment of the impact of environmental contamination of faeces wild beast (foxes). These feces contain infectious stages of zoonotic parasites often. The objective of the thesis is elaborate literary recherche and to assess the possibility of contamination of the environment by the eggs of the zoonotic tapeworm (*Echinococcus multilocularis*). The first chapters are about fox's parasites. Foxes are involved y in the maintenance of natural cycles and also in the spread of parasitic diseases. The most serious disease is alveolar echinococcosis. It is one of the most dangerous zoonoses in Europe caused by Bladderwort (*Echinococcus multilocularis*). In the life cycle of this tapeworm, foxes act as the main host. The following chapters describe the developmental cycle of tapeworms of the genus *Echinococcus* and focus on the distribution of *Echinococcus multilocularis* in Europe. The next part of the work is devoted to alveolar echinococcosis, treatment, and prevention of this dangerous zoonosis with a focus on the use and placement of baits with anthelmintics. Prevention is a very important appearance of the severity of disease alveolar echinococcosis. The infection is caused by the ingestion of *Echinococcus multilocularis* eggs, which occur eg on contaminated vegetables, forest berries, grass, etc. Research shows that the placement of baits containing praziquantel leads to a reduction in the occurrence of not only *Echinococcus multilocularis* but also other tapeworms in foxes. The next chapters of the thesis focus on the results obtained during the examination of the examined animals, on the detection of the presence of parasites in their intestinal tracts. Out of a total of 17 animals examined, 12 were positive for the presence of parasites. The parasites were hosted by foxes in all cases. Tapeworms of the genus *Mesocostoides* spp. (10/17), as well as tapeworms of the genus *Taenia* spp. (7/17), the presence of *Echinococcus multilocularis* was detected in 4 of the 17 animals examined, the least common was the tapeworm (*Dipylidium caninum*), in one fox. The thesis also gives an opinion to the control of *Echinococcus multilocularis*, the contamination of rural and urban environments with feces of wild foxes and the possible solution of the situation by killing foxes. Solving the problem in this meaning would certainly have far-reaching environmental and ethical consequences. Alternative methods should be considered for the protection of the human population, in particular the use of anthelmintic baits based on praziquantel, and also, above all, observing proper hygiene so that one does not "eat" the tapeworm eggs. This has been shown to be an effective way of controlling the transmission of *Echinococcus multilocularis* and reducing the contamination of the egg

environment of this zoonotic tapeworm while being an important measure in protecting human health.

Keywords:

Tapeworms, *Echinococcus multilocularis*, baits with anthelmintics, environmental contamination

## OBSAH

1. Úvod .....	10
2. Cíl práce a hypotéza .....	11
3. Literární rešerše .....	12
3.1. Paraziti lišek.....	12
3.2. Měchožil bublinatý ( <i>Echinococcus multilocularis</i> ) .....	14
3.2.1. Tasemnice rodu <i>Echinococcus</i> .....	14
3.2.2. Vývojový cyklus tasemnice rodu <i>Echinococcus</i> .....	14
3.2.3. Rozšíření tasemnic rodu <i>Echinococcus</i> v Evropě .....	16
3.2.3.1. Česká republika .....	17
3.2.3.2. Slovensko .....	18
3.2.3.3. Polsko.....	19
3.2.3.4. Německo.....	21
3.2.3.5. Itálie.....	22
3.2.4. Alveolární echinokokóza.....	23
3.3. Prevence a léčba alveolární echinokokózy .....	25
3.3.1. Používání a rozmíst'ování návnad s anthelmintiky .....	27
3.3.2. Distribuce návnad.....	28
3.3.3. Levamisol a jeho využívání do pokládaných návnad u divokých lišek .....	29
3.3.4. Kontrola <i>Echinococcus multilocularis</i> .....	29
3.4. Metformin podporuje autofagii u měchožila zhoubného ( <i>E. granulosus</i> ) ve stádiu larvy .....	31
3.5. Kontaminace venkovského a městského prostředí výkaly volně žijících šelem a domácích zvířat .....	31
3.5.1. <i>Echinococcus ortleppi</i> u lidí .....	32
3.6. Odstřel lišek a vliv na šíření <i>E. multilocularis</i> : nevhodné paradigma .....	34
4. Materiál a metody .....	36
4.1. Původ zvířat .....	36
4.2. Postup helmintologické pitvy .....	36
4.3. Mikroskopické vyšetřování .....	37
4.4. Statistické hodnocení .....	37
5. Výsledky .....	41
6. Diskuze.....	45



7. Závěr.....	48
8. Seznam literatury .....	50

## 1. ÚVOD

Pracovní nebo rekreační pohyb v přírodě může být pro člověka spojen s různými riziky. V neposlední řadě mezi ně patří infekce alveolární echinokokózy. Je to onemocnění, které je velmi nebezpečné. Patří mezi aktuální zoonózy – to znamená nemoci přenosné mezi zvířaty a lidmi. Původcem je tasemnice měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*). Dospělé tasemnice parazitují ve střevě definitivních hostitelů. Jsou to převážně psovitě a kočkovitě šelmy, jež se nakazí pozřením mezihostitelů, to znamená hlodavců. Příležitostným mezihostitelem je i člověk. Spolu s parazitem zimničkou tropickou (*Plasmodium falciparum*) – jedná se o původce tropické malárie - je měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) považován za nejnebezpečnějšího parazita na světě.

Nejlepší ochranou u každého člověka je znalost rizika a zároveň osobní kontrola chování především v lese (brát si pitnou vodu s sebou, nežvýkat stébla trav,...). Dále je důležité dávat pozor na špinavé ruce, jíst pouze omytou zeleninu a ovoce. Frekvence podávání účinných prostředků proti tasemnicím psům a kočkám by se mělo odvíjet od místa bydliště a způsobu života, především možnosti lovit hlodavce. Alveolární echinokokóza je závažné onemocnění. Stejně jako u jiných přenosných onemocnění je důležité znát původ a způsob přenosu infekce. Je ale stejně důležité znát i opatření, pomocí kterých můžeme chránit své zdraví.

## 2. CÍL PRÁCE A HYPOTÉZA

Cílem práce bylo podle nejnovějších vědeckých poznatků zpracovat literární rešerši a posoudit možnost kontaminace prostředí vajíčky zoonotické tasemnice měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*).

Hypotéza:

Lišky v České republice kontaminují prostředí vajíčky měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*).

### 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

#### 3.1. Paraziti lišek

Liška obecná (*Vulpes vulpes*) je nejvíce zastoupená divoká šelma na území naší republiky a na území Slovenské republiky. Koncem 90. let minulého století byl všeobecně zaznamenán významný nárůst lišek v důsledku výrazného snížení výskytu vztekliny po očkování a každým rokem se stav liščí populace zvyšoval, přestože bylo každoročně zastřeleno tisíce lišek. Ačkoliv je liška především predátor, je schopna se žít jako vegetarián i masožravec, ale i odpadem od obyvatel, který liškám pomáhá přežít v oblastech, ve kterých se přizpůsobují městským podmínkám. Urbanizace lišky je dobře známý jev v mnoha městech Evropy i Ameriky (Gloor et al., 2001) a byl pozorován i na Slovensku (Dubinsky et al., 2003).

Jako součást biocenózy (společenství organismů obývajících určitý prostor) se lišky podílejí nejen na udržování přírodních cyklů, ale i na šíření několika parazitární onemocnění. Mnoho z nich může být přenášeno na člověka i domácí zvířata. Nejznámější je alveolární echinokokóza způsobená měchožilem bublinatým (*Echinococcus multilocularis*). V životním cyklu této tasemnice vystupují lišky jako definitivní hostitel.

V širokých regionech Evropy, s výjimkou Velké Británie (Smith a kol., 2003), jsou lišky infikovány *Echinococcus multilocularis* (Eckert a kol., 2001; Romig a kol., 2002). Míra infekce u lišek se liší podle regionálních podmínek (Romig et al., 2002). Od počátku devadesátých let se populace lišek ve střední Evropě zvýšila trojnásobně až čtyřnásobně (Breitenmoser-Würsten a kol., 2001; Gloor a kol., 2001; König a kol., 2005). Lišky, které původně obývaly lesy a krajinu, se rozšířily do měst a vesnic (Gloor et al., 2001; König et al., 2005). Lišky žijící v těsné blízkosti lidí mohou být nositeli tasemnic (Hofer a kol., 2000; Deplazes a kol., 2002; König a kol., 2005).

Dalším parazitem, který se rovněž může vyskytnout u lišek, je škrkavka psí (*Toxocara canis*). Tento parazit může při přenosu na domácí zvířata způsobovat závažné infekční onemocnění, u lidí může tento parazit vyvolat onemocnění zvané larvální toxokaróza. V letech 2000 až 2004 byla na Slovensku v Letkové zjištěna u lišek prevalence *Toxocara canis* ve výši 25,8 % (Miterpáková et al., 2006).

Velice rozšířeným parazitem u lišek v celé Evropě jsou také tasemnice rodu *Mesocestoides* spp. Žijí v liškách jako v definitivním hostiteli, ale mohou se sporadicky vyskytovat i u lidí jako náhodných hostitelů. Lidé mohou být nakaženi larválními formami této tasemnice. Bylo

popsáno 26 případů lidské infekce tasemnicemi rodu *Mesocestoides* spp., z toho nejvíce případů bylo v Japonsku (14 případů) (Fuentes et al., 2003; Malone et al., 2003).

V Evropě byly u lišek také identifikovány tasemnice rodu *Taenia* spp., a to nejvíce 17,5% v Itálii a 22,1% v Nizozemsku (Fiocchi et al., 2016; Gustinelli et al., 2016; Franssen et al., 2014). Velice nízké bylo u lišek pozorovaných ve studii Tylkowske a kol. (2019) rozšíření infekce tasemnice psí (*Dipylidium caninum*).

Bylo pozorováno, že vysoká intenzita infekce *Echinococcus multilocularis* lišky významně neoslabuje, protože malé tasemnice žijící mezi střevními klky jsou pro definitivního hostitele prakticky nepatogenní. Mezi přechodné hostitele *Echinococcus multilocularis* patří malí hlodavci, jako je hraboš polní (*Microtus arvalis*), hraboš červený (*Clethrionomys glareolus*), hraboš evropský (*Arvicola terrestris*), ondatra pižmová (*Ondatra zibethicus*), myš domácí (*Mus musculus*), myš polní (*Apodemus agrarius*), hraboš evropský (*Pitymus subterraneus*), jakož i členové čeledi krtkovitých (Talpidae) (Eckert et al., 2001; Gemmell et al., 2001; Meslin et al., 2001).

Výskyt lišek infikovaných měchožilem bublinatým (*Echinococcus multilocularis*) v blízkosti lidských sídel byl spojen s alarmujícím nárůstem parazitární infekce u domácích zvířat žijících v blízkosti lidí, většinou koček a psů. Psi se nakazili *Echinococcus multilocularis* tak, že jedí přechodné hostitele žijící v městských oblastech, v zahradách nebo v městských parcích (Moro et al., 2009; Schantz et al., 2009). To může představovat hrozbu pro člověka, pokud mají psi neomezený přístup do lesních oblastí, luk a polí; mohou lovit malé savce a poté se vrátit do lidských sídel. U infikovaných psů a koček je však méně pravděpodobné, že by přenášeli tuto tasemnici na člověka (Eckert et al., 2001; Gemmell et al., 2001; Meslin et al., 2001).

Co se týká umístění různých druhů tasemnice ve střevě, zjištění ukazují, že tasemnice rodu *Mesocestoides* spp. upřednostňuje lačník, na rozdíl od tasemnic rodu *Taenia* spp., které se nejčastěji objevují ve dvanáctníku. Nízká prevalence *Dipylidium caninum* u lišek neumožňuje přesný odhad její preferované polohy. Existující údaje však naznačují, že se nejčastěji jedná o dvanáctník (část tenkého střeva navazující na žaludek) a lačník (střední úsek tenkého střeva). Tackmann a kol. (2006) poznamenali, že upřednostňovaným umístěním dospělých jedinců měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) je spodní část tenkého střeva. Karamon a kol. (2018) navrhl, že vzhledem k tomu, že zralá forma *Echinococcus multilocularis* je častěji pozorována u lišek ve spodních částech tenkého střeva, není horní část pro diagnostické testování nezbytná.

## **3.2. Měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*)**

### **3.2.1. Tasemnice rodu *Echinococcus***

Třída tasemnice (*Cestoda*) se dělí na dvě podtřídy. První podtřídou jsou primitivní tasemnice (*Cestodaria*) a druhou podtřídou jsou tasemnice (*Eucestoda*). Kruhovky (*Cyclophyllidea*) jsou nejpočetnějším řádem této podtřídy. Parazitují především u ptáků a savců (včetně člověka). Jsou nejvíce zastoupeným řádem tasemnic. Jejich scolex, což je tzv. „hlavička“ tasemnice, je opatřený kruhovitými přísavkami. Často se zde vyskytuje i věnec háčků – tak zvané rostelum, sloužící k pevnějšímu uchycení ve střevě hostitele. Ve vývojovém cyklu těchto tasemnic se objevuje většinou jeden mezihostitel (Volf et al., 2007).

Tasemnice, které jsou nebezpečné pro člověka, řadíme do rodu *Echinococcus*. Patří sem především měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) a měchožil zhoubný (*Echinococcus granulosus*), ale i řada dalších nově popsáných druhů rodu *Echinococcus*.

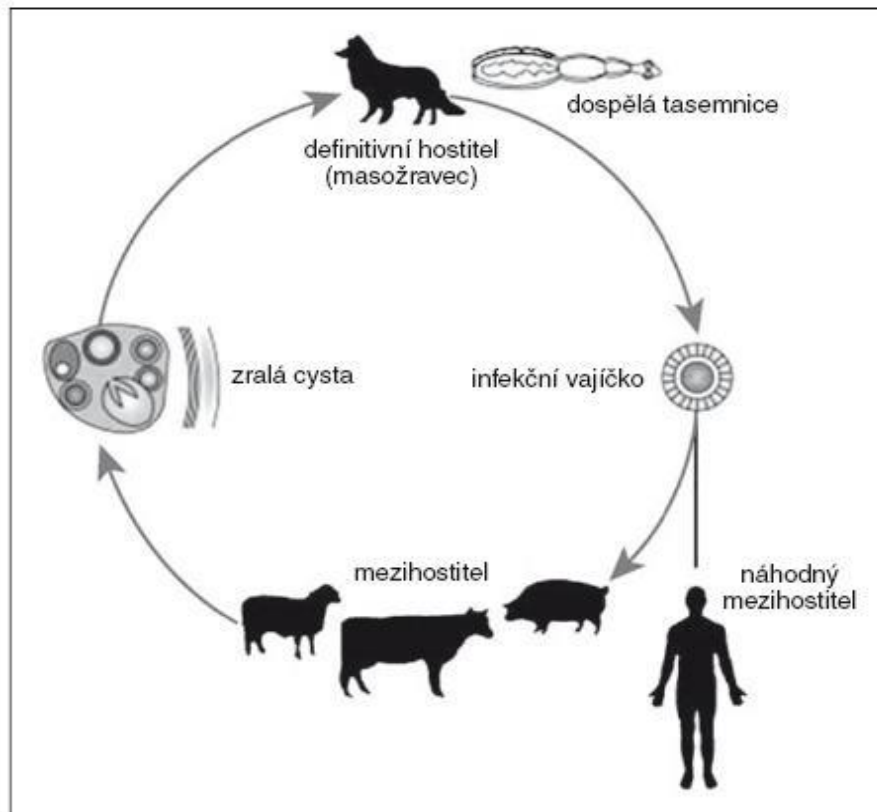
### **3.2.2. Vývojový cyklus tasemnic rodu *Echinococcus***

#### **Měchožil zhoubný (*Echinococcus granulosus*)**

Parazituje v dospělé podobě u psovitých šelem (psi, vlci, lišky). Je to malá tasemnice, dlouhá 2-6 mm, tvořená 3-4 články. Dospělá tasemnice žije v tenkém střevě definitivního hostitele, jehož výkaly obsahují vajíčka. Ta jsou ve vnějším prostředí odolná, při teplotě -26 °C přežívají dva měsíce, nesnáší pouze hluboké zmrazení a vyschnutí. Mezihostitelé (savci, včetně člověka) se nakazí pozřením vajíček. Z vajíček se v těle mezihostitele uvolňují larvy (onkosféry), které pronikají do krevního oběhu, a jsou tak dopravovány k orgánům, kde se tvoří boubele – nejčastěji jsou těmito orgány játra, plíce, ale i mozek. Boubele rostou několik měsíců. Finální hostitel se nakazí pozřením boubele nebo jeho tekutiny. Vývoj tasemnice (obr. 1) do dospělosti trvá v tenkém střevě 5-7 týdnů. Dospělá tasemnice žije pak asi jeden rok.

Působení na mezihostitele závisí na tom, jaké je umístění boubele. V případě prasknutí dochází k vylití cystické tekutiny a nastává anafylaktický šok, což je v podstatě vystupňovaná reakce imunitního systému. Dojde k cystické echinokokóze. Onemocnění se nejčastěji projevuje nechutenstvím, průjmem, hubnutím, postižení plic se projevuje silným kašlem.

Pramenem nákazy a velkým nebezpečím pro člověka jsou vajíčka přichycená na srsti psů. U zvířat při silné nákaze může dojít k úmrtí. Nejcitlivější na echinokokózu jsou ovce (Volf et al., 2007).



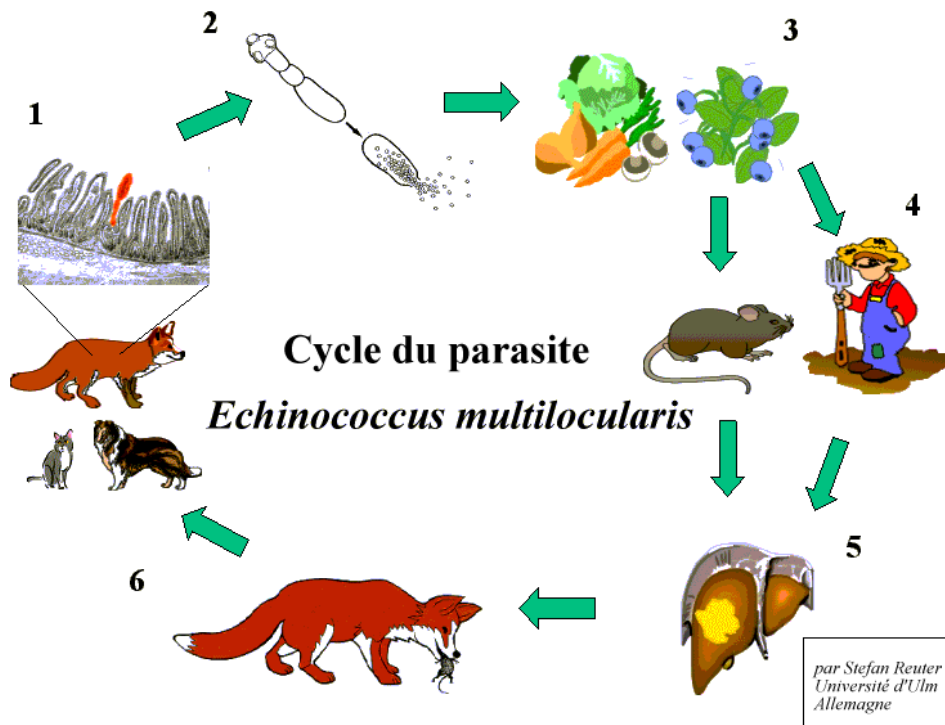
Obrázek 1: Vývojový cyklus měchožila zhoubného (*Echinococcus granulosus*)

(převzato z [http://www.prolekare.cz/cop-clanek/plicni-cysticka-echinokokoza-32680?confirm\\_rules=1,/obr.](http://www.prolekare.cz/cop-clanek/plicni-cysticka-echinokokoza-32680?confirm_rules=1,/obr.) 2012-02.12/)

### Měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*)

Parazituje nejvíce u lišek a vlků, méně často u koček a psů (obr. 2). Dospělá tasemnice je menší než *Echinococcus granulosus*, většinou se její délka pohybuje v rozmezí 1 - 4,5 mm. Boubelky se vyvíjejí v těle mezipostitelů (obr. 2-„4-5“), což jsou hlavně hlodavci a savci (včetně člověka), a to převážně v játrech mezipostitelů. Finální hostitel se nakazí tak, že pozře infikovaného hlodavce (obr. 2-„6“). Cysty, způsobující infekci, vznikají totiž jen u hlodavců (obr. 2-„4“). Tasemnice se u definitivního hostitele usazují v tenkém střevě (obr. 2-„2“). Mezipostitel se nakazí pozřením vajíček, která jsou, podobně jako u měchožila zhoubného, velice odolná ve vnějším prostředí. Člověk se může nakazit například při sbírání

a konzumování lesních plodů (obr. 2 -„,3“), které jsou znečištěny výkaly lišek. Průběh onemocnění (alveolární echinokokóza) má stejné příznaky jako u *Echinococcus granulosus* (Volf et al., 2007).



Obrázek 2: Vývojový cyklus měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*)

(převzato z [http://planetarough.info/images/zdravi/lifecycle2\\_fr.gif/obr.2012-02-12/](http://planetarough.info/images/zdravi/lifecycle2_fr.gif/obr.2012-02-12/))

### 3.2.3. Rozšíření tasemnic rodu *Echinococcus* v Evropě

Veřejné informace o prevenci zoonóz (infekční nemoci přenosné ze zvířat na člověka) by měly být založené na pečlivém vnímání problému veřejností a měly by se přizpůsobovat regionálním podmínkám. Nárůst populace lišek v Evropě vedl ke zvýšení zájmu o alveolární echinokokózu, která je způsobená tasemnicí *Echinococcus multilocularis*, jejímž definitivním hostitelem je právě nejčastěji liška. Tato infekce je jednou z nejvíce nebezpečných zoonóz v Evropě a způsobí častěji smrt člověka než vzteklna. Poslední údaje ukazují, že se v Evropě šíří s rostoucí rychlostí. Od roku 1995 byl parazit nalezen v Polsku, ČR, Slovensku, Bělorusku, Maďarsku a Rumunsku. Šíření infekce mezi lidmi od roku 1990 je ve střední a východní Evropě rozsáhlejší. Stejně tak od roku 1990 bylo podobné rozsáhlejší šíření infekce u lišek i u lidí pozorováno také v zemích západní Evropy, včetně východního Rakouska, severního Německa, Dánska, Nizozemska, Lucemburska a Belgie (Kern et al,



2003; Sréter et al., 2003; Kolárová et al., 1999; Dubinský et al., 2001; Losson et al., 2003). I přes zvyšující se výskyt *Echinococcus multilocularis* u lišek, počet případů infekce u lidí se neměnil v oblasti východní Francie, ve Švýcarsku, v jižním Německu a v západním Rakousku. Bylo tomu tak pravděpodobně díky zvýšenému veřejnému povědomí a kontrolním opatřením. Aby bylo možné naplánovat informační kampaně, je nutné vyhodnotit právě stav veřejného povědomí o tasemnici. V roce 2004 byl zejména prostřednictvím telefonních rozhovorů proveden průzkum povědomí veřejnosti o riziku a předcházení alveolární echinokokózy v Čechách, ve Francii, v Německu a ve Švýcarsku. Na základě toho byly zjištěny významné rozdíly v povědomí lidí v jednotlivých zemích. Bylo poměrně málo lidí, kteří vůbec někdy něco slyšeli o *Echinococcus multilocularis* - v České republice (14%) a ve Francii (18%), naproti tomu byl stav v Německu (63%) a ve Švýcarsku (70%) o poznání lepší. Stejný efekt byl pozorován, když bylo zjišťováno, kolik lidí je o tasemnici informováno podrobněji - ČR 20%, Francie 17%, Německo 77%, Švýcarsko 61%. V některých zemích slibují různá opatření, jako je například odčervení psů (ČR, Švýcarsko), to ale zrovna není uznáváno jako podstatná prevence.

Je nezbytné, aby vznikaly různé informační programy, které by umožňovaly, aby byly veřejnosti poskytnuty jasné informace, aby lidé byli schopni minimalizovat riziko infekce a aby zároveň bylo zabráněno přehnaným reakcím a úzkosti (Hegglin et al., 2008).

### 3.2.3.1. Česká republika

V České republice je od roku 2004 klasifikován zánik vztekliny u lišek (Holejšovský et al., 2004). Předpokládá se, že za posledních deset let zaznamenala populace lišek výrazný nárůst (Martinek et al., 2001). Městské lišky jsou hlášeny i z takových měst, jako je Praha, či Plzeň. Nicméně povědomí veřejnosti o městských liškách je minimální, neboť přestože došlo k určitému nárůstu výskytu lišek v městských částech, jejich celkové množství je stále poměrně nízké (Martinek et al., 2001). Rozšíření lišek má za následek, že začíná být stále aktuálnější brát v úvahu přítomnost tasemnice rodu *Echinococcus*, která hojně parazituje právě u lišek. Na území naší republiky byl prokázán pouze jeden případ, kdy u člověka byla zjištěna alveolární echinokokóza. Tento pacient žil v západních Čechách. V této oblasti je prevalence *Echinococcus multilocularis* u lišek až 63% (Martinek et al., 2001).

Výskyt *Echinococcus multilocularis* byl zjištěn také u lišek v severních, středních a jižních Čechách (Pavlásek et al., 1997). O přítomnosti *Echinococcus multilocularis* u lišek byla česká veřejnost vůbec poprvé informována na jaře roku 1999 prostřednictvím televizního vysílání. Příspěvek byl připraven jako šokující reportáž. Následně bylo zveřejněno mnoho článků s velmi nepřesnými vyjádřeními, a proto státní televize ve spolupráci s Akademií věd České republiky poskytla na národní úrovni veřejnosti základní informace (Hegglin et al., 2008).

### 3.2.3.2. Slovensko

I na Slovensku byla u ondatry pižmové (*Ondatra zibethicus*) diagnostikována infekce larvy *Echinococcus multilocularis*. Podle všech podkladů se jednalo o první dokumentaci týkající se měchožila bublinatého u přirozeně infikovaných hlodavců na území Slovenské republiky (Reiterova et al., 2005).

Alveolární echinokokóza způsobená larválním stádiem tasemnice *Echinococcus multilocularis* u lišek je jednou z nejvíce nebezpečných zoonóz pro lidi – tedy infekční nemocí přenosnou ze zvířat na člověka. Geografická poloha Slovenska poskytuje vhodné podmínky pro přenos a šíření této zoonózy, která představuje současně zdravotní i veterinární problém (Turčeková et al., 2004). Přirozený cyklus zahrnuje především lišky, ale i další masožravce, kteří jsou definitivními hostiteli, stejně jako mnoho druhů hlodavců, jež vystupují jako mezihostitelé. Lidé a savci jsou náhodnými hostiteli, kteří nehrají roli v přenosu parazita a mohou být nakaženi. Na Slovensku byl *Echinococcus multilocularis* poprvé zjištěn u lišky v roce 1999 (Dubinský et al., 1999). Nedávné studie prokázaly přítomnost parazita ve všech oblastech země (Miterpáková et al., 2003). Vysoce endemická ložiska s odhadovaným výskytem více než 60% v některých okresech byla nalezena v severní části země v regionech Žiliny a Prešova. Také prvních pět případů alveolární echinokokózy ve Slovenské republice bylo diagnostikováno u pacientů žijících od roku 2001 v okresech v severních částech země, které se vyznačují nejvyšší prevalencí *Echinococcus multilocularis* u lišek (Miterpáková et al., 2003).

Podle Miterpáková et al. (2011) byl v letech 2000 až 2010 na území Slovenska proveden podrobný epidemiologický průzkum šíření *Echinococcus multilocularis* u lišek. Bylo celkem vyšetřeno 4 761 červených lišek ze všech okresů Slovenska (Miterpáková et al., 2011). *Echinococcus multilocularis* byl nalezen v tenkém střevě 1 441 zvířat, což představuje celkovou prevalenci 30,3%. Počet tasemnic nalezených u jednotlivých lišek se pohyboval

v rozmezí 1 až 245 000 jedinců (Miterpáková et al., 2011). Výsledky výzkumu během deseti let potvrdily existenci vysoce endemických lokalit s výskytem *Echinococcus multilocularis* v severních oblastech Slovenska. Doposud bylo registrováno 16 případů alveolární echinokokózy u lidí a 14 z nich bylo diagnostikováno u pacientů žijících v endemických lokalitách (Miterpáková et al., 2011).

### 3.2.3.3. Polsko

První zmínka o výskytu tasemnice *Echinococcus multilocularis* v Polsku se objevila v roce 1994 (Malczewski et al., 1995). Během dalších studií v letech 1994 až 1998 bylo zkoumáno celkem 2 951 lišek z 89% celkového území Polska. Průměrná prevalence infekce byla nízká (2,6%), ale hodnoty mezi jednotlivými oblastmi Polska se lišily (Malczewski et al., 1999).

Celkově byl v Polsku zaznamenán výrazný nárůst počtu lišek. Podle údajů Polské lovecké asociace se jejich počet v letech 1990 – 2001 zvýšil z 56 000 na 148 000, v dalších letech se pak zvýšil na více než 200 000. V současné době se počet lišek odhaduje na 209 000 (Tylkowska et al., 2019; Pilarczyk et al., 2019; Zyško et al., 2019). K tak rychlému nárůstu populace lišek přispívá také používání orálních vakcín proti vzteklině od roku 1993 na západě Polska a po celé zemi od roku 2002.

Nárůst populace lišky obecné přispěl k její expanzi do nových stanovišť a během této expanze se lišky často dostaly do prostředí obývaného lidmi. Běžně se vyskytovaly v blízkosti vesnic, parků, příměstských oblastí a uvnitř sídlišť ve velkých městských aglomeracích (Tylkowska et al., 2019; Pilarczyk et al., 2019; Zyško et al., 2019). Takový úzký kontakt mezi liškou, člověkem a domácími mazlíčky může mít velmi negativní a potenciálně fatální důsledky pro lidské zdraví, neboť liška přenáší nebezpečnou tasemnici měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) (Eckert et al., 2001; Gemmell et al., 2001; Pawłowski et al., 2001). U lidí způsobují larvy této tasemnice onemocnění zvané alveolární echinokokóza. Údaje z Polského národního hygienického ústavu uvádějí diagnózu alveolární echinokokózy u 109 pacientů z Polska v období let 2009 až 2012. Nejvyšší počet alveolární echinokokózy byl zaznamenán v provincii Warmia - Masuria (Pawłowski et al., 2013; Knap et al., 2013; Nahorski et al., 2013), kde byl nalezen nejvyšší počet infikovaných lišek (Karamon et al., 2018; Kochanowski et al., 2018).

V rámci programu pro posuzování rizik a prevence alveolární echinokokózy byly v průběhu tří let (2001-2004) zkoumány lišky ze tří oblastí Polska, a to ze severovýchodu

z oblasti Pomořanska, z Varmijsko-mazurského vojvodství a z jihovýchodní oblasti Karpat. Vyšetřeno bylo celkem 1514 lišek. Průměrná prevalence infekce *Echinococcus multilocularis* u těchto lišek byla 23,8% (tabulka č. 1) (Malczewski et al., 2008; Miterpáková et al., 2006; Reiterová et al., 2004).

Oblast	Vyšetřování	Infikovaní	Prevalence (%)
Pomořansko	719	57	7,9
Varmijsko-mazursko	376	149	39,6
Oblast Karpat	419	154	36,8
Celkem	1 514	360	23,8

Tab 1: Rozšíření infikovaných lišek *Echinococcus multilocularis* v roce 2001-2004 v Polsku (Malczewski et al., 2008)

Výskyt *Echinococcus multilocularis* u lišek představuje vysoké riziko infekce pro člověka, protože většina ohnisek se nachází v regionech, které jsou hustě osídlené a atraktivní pro turisty. Míra infekce u lišek *Echinococcus multilocularis* v severozápadním Polsku byla nižší ve srovnání s ostatními regiony (Tylkowska et al., 2019; Pilarczyk et al., 2019; Zyško et al., 2019). V dalších regionech Polska bylo zjištěno, že se infekce *Echinococcus multilocularis* u lišek obecně postupem času zvyšovala: ze 6,5% na 42,7% v provincii Podlasie a z 0,6% na 39,3% v provincii Subcarpathia (Gawor et al., 2004; Malczewski et al., 2004; Karamon et al., 2018; Kochanowski et al., 2018). Rozsah se liší na celém evropském kontinentu. Zatímco měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) se nejčastěji vyskytuje v Německu, Francii, Švýcarsku a Litvě; v jiných zemích, jako je Irsko, Švédsko a Finsko, je výskyt méně častý (Oksanen et al., 2016; Karamon et al., 2016; Romig et al., 2016).

Z epidemiologického hlediska jsou aktuální údaje o prevalenci *Echinococcus multilocularis* mezi definitivními hostiteli velmi důležité. Cílem studie Michalski et al. (2011) bylo zjistit prevalenci a intenzitu infekce *Echinococcus multilocularis* u červených lišek (*Vulpes vulpes*) v Polsku v provincii Świętokrzyskie (kde do té doby neexistovala žádná data o existenci tohoto parazita) a Lubelskie (kde dosavadní data o výskytu vyžadovala doplnění). Pozitivních vzorků na *Echinococcus multilocularis* v provincii Lubelskie na základě výzkumu bylo 18,2%. Tento stav byl významně vyšší než procento lišek pozitivních na tohoto parazita nalezených v této oblasti v letech 1994–1999. V té době bylo zjištěno, že pouze 1% lišek bylo

infikováno tasemnicí *Echinococcus multilocularis* (Michalski et al., 2011). Takový nárůst výskytu parazita při srovnání studií prováděných v devadesátých letech 20. století a pak od roku 2002 a později byl pozorován také v některých dalších polských provinciích (Michalski et al., 2011). Z výzkumu dále vyplynulo, že v provincii Świętokrzyskie byla průměrná prevalence *Echinococcus multilocularis* 3,6% (Michalski et al., 2011).

Nárůst prevalence *Echinococcus multilocularis* je způsoben zejména postupným zvyšováním populace lišek v Polsku, stejně jako v mnoha dalších evropských zemích. Je pak velmi překvapující relativně nízká prevalence zjištěná v provincii Świętokrzyskie (Michalski et al., 2011). Je to velmi zajímavé, protože Świętokrzyskie sousedí s provinciemi (Lubelskie, Małopolskie, Podkarpackie, Mazowieckie), kde výsledky výskytu parazita byly daleko vyšší. Důvody nižší prevalence ve Świętokrzyskie pravděpodobně spočívají v některých specifických podmínkách prostředí, které se v této oblasti vyskytují. Vysvětlení však vyžaduje další vyšetřování (Michalski et al., 2011).

Tasemnice u lišek se v Polsku nejčastěji vyskytují v jihozápadní části provincie Západní Pomořansko. Současná zjištění naznačují, že *Echinococcus multilocularis* se u lišek vyskytuje v 11 okresech této provincie. Velké počty lišek infikovaných *Echinococcus multilocularis* byly nalezeny i na dalších místech v Polsku – například v okrese Nidzica (53,8%), v okrese Ketrzyn (55,9%), v provincii Warmia-Masuria (39,6%) (Karamon et al., 2018; Kochanowski et al., 2018).

Souhrnně lze říci, že parametry výskytu tasemnice u lišek v provincii Západní Pomořansko dosáhly vysokých hodnot, často vyšších než byly hodnoty zjištěné v předchozích letech v dané oblasti. Tento jev určitě předurčuje lidi a domácí zvířata ke zvýšenému riziku přenosu parazitů, což může ohrozit jejich zdraví nebo dokonce jejich životy. Riziko nákazy se zvyšuje také kvůli rostoucí populaci lišky, z nichž mnoho členů musí hledat nová území a zasahovat do oblastí lidského osídlení (Tylkowska et al., 2019; Pilarczyk et al., 2019; Zyško et al., 2019).

#### **3.2.3.4. Německo**

S poklesem výskytu vztekliny v Německu paralelně roste populace lišek (Chautan et al., 2000). V Německu neexistuje žádný systematický průzkum týkající se výskytu městských lišek na území státu. Zdá se ale, že budou přítomny v mnoha městech, jako jsou například Berlín (Schöffel et al., 1991), Kassel, Mnichov (König et al., 2004) a Stuttgart (Romig et al., 1999).

V období let 1981 až 2000 bylo zaznamenáno celkem 102 případů alveolární echinokokózy. Většina případů pocházela z oblastí Baden – Württemberg a Bavorska (Kern et al., 2003). Dnes už je tasemnice *Echinococcus multilocularis* rozšířena ve všech regionech Německa. Nicméně vyšší prevalence lišek překonávající 30 % je ohlášená z jihu země (Romig et al., 1999). V severních německých oblastech je výskyt tasemnice rodu *Echinococcus* ohraničený několika málo ohnisky. Obecně se dá říci, že tato tasemnice je v této části země velice mírně rozšířená (Berke et al., 2001; Tackmann et al., 1998). *Echinococcus multilocularis* si získal pozornost veřejnosti díky četným článkům a vysíláním během minulých dvou desetiletí. Na celonárodní úrovni ale žádná informační kampaň neproběhla. Ve federativních státech s vysokým výskytem této tasemnice informují úřady veřejnost prostřednictvím letáků a novinových článků (Hegglin et al., 2008).

### 3.2.3.5. Itálie

Itálie byla do roku 2001 považována za oblast, kde nebyl *Echinococcus multilocularis* zaznamenán. Předchozí průzkumy prováděné v alpských oblastech naznačovaly, že alpské hory mohou působit jako nepřekonatelná (mechanická, klimatická, ekologická) bariéra pro šíření parazitů. Poté byla tasemnice poprvé pozorována u červených lišek provincie v Bolzanu, nejsevernější části země, a její přítomnost byla následně potvrzena ve stejné zeměpisné oblasti (Calderini et al., 2009). Přítomnost tasemnice v oblasti pravděpodobně není výsledkem nedávné imigrace infikovaných lišek z okolních oblastí, ale je to prastará přítomnost, velmi pomalu konsolidovaná a teprve nyní detekovaná (Calderini et al., 2009). Je tedy třeba provést další průzkumy v jiných italských regionech, aby bylo možné monitorovat existenci *Echinococcus multilocularis* a definovat možné případné přechodné hostitele. Kromě toho musí být zkoumaná oblast v určité vzdálenosti od provincie Bolzano, aby se stanovily distribuční limity tasemnice (Calderini et al., 2009).

Nárůst prostoru v Evropě, kde je nyní *Echinococcus multilocularis* registrován, by mohl být způsoben jeho rozšířením do oblastí, které byly dosud vedené bez parazitů – mohlo to ale být způsobeno i předchozím nedostatkem informací z těchto oblastí (Calderini et al., 2009). Itálie je jednou z těchto nově pozitivních zemí, kde zjištění parazita ve východním alpském regionu vyvolalo otázku, zda v Itálii cyklus *Echinococcus multilocularis* existuje, nebo zda výskyt pocházel přenosem ze sousedních zemí. Průzkum, který byl prováděn, byl v určité vzdálenosti od pozitivní provincie. Měchožil bublinatý (*Echinococcus*

*multilocularis*) však nebyl nalezen. Je ale nutné provádět výzkumy i v dalších oblastech (Calderini et al., 2009).

#### 3.2.4. Alveolární echinokokóza

Alveolární echinokokóza (AE) je pro člověka potenciálně smrtelná zoonóza (Schweiger et al., 2007). Je způsobena helmintózou (parazitální onemocnění člověka a živočichů vyvolané helminty – cizopasnými bezobratlými živočichy), která je rozšířená u lišky obecné (*Vulpes vulpes*). Ve střední Evropě je v posledních letech pozorován nárůst populace lišek, které rozšířily svá stanoviště do městských oblastí. Proto dochází ve zvýšené míře i k šíření alveolární echinokokózy (Deplazes et al., 2004). Epidemiologické a ekologické studie prokázaly, že městské periferie poskytují vhodné podmínky pro vysokou hustotu citlivých definitivních hostitelů, kterými jsou lišky, a mezihostitelů – hrabošů (Hegglin et al., 2007). V důsledku toho mohou být tyto hustě obydlené oblasti silně kontaminované vajíčky měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) předmětem zvláštního zájmu pro rozvoj efektivních kontrolních strategií (Deplazes et al., 2004).

Tasemnice měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) se ke sliznici tenkého střeva lišek přichytí pomocí háčků a přísavek na hlavičce. Za ní následují články (tři až pět). Poslední článek je vyplněný vajíčky. S výkaly články odcházejí z těla lišek a uvolněná vajíčka kontaminují prostředí. V přírodních klimatických podmínkách střední Evropy jsou vajíčka velmi odolná a přežívají i několik měsíců. V játrech, ale i v jiných orgánech mezihostitelů, se vyvíjejí larvální stádia - alveolární echinokokóza. U člověka se může šířit i do dalších orgánů.

Alveolární echinokokóza (AE) je považována za jednu z nejvíce nebezpečných zoonóz v Evropě (Pawlowski a kol., 2001; Romig a kol., 2002). Je v podstatě nevyléčitelná, vyžaduje celoživotní užívání léků. Pokud se neléčí, je fatální (Pawlowski a kol., 2001; Romig a kol., 2002). Protože existuje souvislost mezi hustotou populace lišek a výskytem choroby u lidí (Notdurft a kol., 1996; Schweiger a kol. 2007; König a kol., 2008), lze očekávat rozšíření AE v příměstských oblastech poté, co se zde lišky usadí (Deplazes et al., 2004).

Léčba AE je možná pomocí radikální operace, ale pouze v raném stádiu nemoci. Po operaci následuje alespoň dvouletá chemoterapie. V průběhu příštích 10 let jsou rovněž nutné následné kontroly. Většina pacientů je však diagnostikována v pokročilém stádiu, kdy je zasažen více než jeden jaterní lalok. V takových případech může být zvolena chemoterapie

s benzimidazoly (mebendazol a albendazolsulfoxid). To ve většině případů potlačuje růst parazitárního poškození, ale nepovede k vyléčení (Romig et al., 1999). U pacientů s nežádoucími reakcemi na benzimidazoly není v současné době žádná jiná možnost léčby. Úmrtnost přesahuje 90% během 10 let od diagnózy u neléčených pacientů; chirurgická léčba a dlouhodobá chemoterapie však mohou toto číslo snížit na 10 – 14%. Přesto se často vyskytuje návrat tohoto onemocnění (Grzeszuk et al., 2001; Prokopowicz et al., 2001).

Přestože počet případů AE u lidí je v Evropě stále nízký, zdá se, že se tato situace může měnit. Například ve Švýcarsku výrazně stoupl výskyt AE u lidí, a to z 0,1 případů na počet 1 000 000 obyvatel během let 1993-2000 na 236 případů na 1 000 000 obyvatel v průběhu let 2001-2005 (Schweiger et al., 2007). Za tento vývoj pravděpodobně může stále užší kontakt mezi volně žijícími liškami a lidmi, a to hlavně díky nově vzniklé městské populaci lišek (Deplazes et al., 2004). Regiony endemické pro AE se vyskytují po celém světě. V některých provinciích Číny je diagnostikováno více než 400 nových případů onemocnění AE ročně na 100 000 obyvatel. Evropský registr případů AE odhaduje počet diagnostikovaných pacientů v letech 1982 – 2000 na 559. V letech 2013 a 2014 bylo hlášeno dokonce 811 případů AE na 100 000 obyvatel (Gawor et al., 2016).

V Evropě je AE převážně přenášena liškami. Domácí psi a kočky jsou infikováni ojediněle, ale jejich kvantitativní přínos k přenosu parazita je mnohem menší. Přestože věříme, že prevence infekce u psů je důležitým prostředkem ke snížení rizika výskytu AE u lidí, veškerá kontrolní opatření s cílem přerušit nebo oslabit životní cyklus *Echinococcus multilocularis* musí být zaměřena na lišky (Ito et al., 2003). To by mohlo být teoreticky proveditelné buď snížením hustoty populace hostitelských zvířat (např. zvýšeným lovem), nebo snížením výskytu parazita pomocí léčby anthelmintiky u lišek. Konvenční techniky lovu nezabránily nárůstu populace lišek po výrazném snížení výskytu vztekliny. Navíc měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) byl úspěšně přenášen i během výrazného výskytu vztekliny před rokem 1990. Nic nenasvědčuje tomu, že intenzivnější lov může snížit populaci lišek na takovou úroveň, aby byl životní cyklus měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) přerušen (Deplazes et al., 2004).



### 3.3. Prevence a léčba alveolární echinokokózy

Tasemnice *Echinococcus multilocularis* vyskytující se u lišek v rozsáhlých oblastech Evropy, Asie a Severní Ameriky může u lidí způsobit infekci alveolární echinokokózu (König and Romig, 2010). V rámci prevence byl vyvinutý model závislý na několika faktorech: na míře prevalence u lišek, na hustotě liščích populací a na hustotě lidského osídlení (Romig et al., 2010). Cílem studie Roming et al. (2010) bylo odhadnout intenzitu kontaminace v různých prostředích a pravděpodobnost, že lidé přijdou s infekcí do styku. Na základě údajů ze šesti bavorských regionů bylo výpočty prokázáno, že při zohlednění hustoty lidské populace je pravděpodobnost kontaktu mezi lidmi a infekčním trusem vyšší v příměstských a městských oblastech než ve venkovských oblastech (Romig et al., 2010).

Vzhledem k závažnosti nemoci a enormním nákladům na léčbu jsou na úrovni obcí nutná opatření ke snížení rizika infekce člověka (Ito et al., 2003). Protože v současné době neexistuje účinný lék pro člověka, riziko infekce lze snížit pouze preventivními opatřeními, která jsou zaměřená na minimalizaci podmínek, jež vyvolávají hromadění infekčního materiálu (Beagleholde et al., 1997). Přestože vzdělávací programy mohou pomoci snížit riziko infekce pro lidskou populaci, jsou často časově náročné a neefektivní (Eckert et al., 2001). Kvůli loveckým předpisům není povolen lov lišek nikde v příměstských a městských oblastech (Anderson a kol. 1981, Romig a kol. 2007). Jediným zbývajícím účinným opatřením je proto léčit lišky pomocí návnad obsahujících praziquantel. Tento lék ničí parazita v hostitelském organismu a následně snižuje množství infekčního materiálu v životním prostředí (Hegglin a kol. 2003, Romig a kol. 2007, König a kol. 2008), čímž se minimalizuje riziko infekce pro člověka.

První pokus s léčbou pomocí anthelmintik u divokých lišek byl proveden v Schellingu v jihozápadním Německu (Tackmann et al., 2001), a to v letech 1995 – 1999. Lék praziquantel byl podáván v návnadách, které byly pokládány v hustotě 15-20 návnad na km<sup>2</sup> v prostoru o celkové výměře 566 km<sup>2</sup>. Po šesti kolech rozprostírání návnad se během 14 měsíců výskyt parazita u lišek snížil z 16-52% na 2-7%. V severovýchodním Německu byly pomocí letadla návnady pokládány na území o rozloze 5000 km<sup>2</sup> (Tackmann et al., 2001). Rozdělení návnad bylo provedeno v šestitýdenních intervalech po dobu jednoho roku. Výskyt parazitů byl snížen z 16-27% na 2-6%. Není vyloučeno, že podobné výsledky výrazného snížení výskytu parazitů se objeví i v jiných oblastech. Nicméně nejsou však k dispozici žádné podklady, které by byly důkazem dlouhodobého vlivu návnad

s praziquantem na snížení výskytu měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) u lišek, ani o dopadu této metody na jiné parazity (Tackmann et al., 2001).

V některých evropských oblastech může být infikováno *Echinococcus multilocularis* 40 až 75 % liščí populace. Jako hostitelé se dají zcela vyloučit lasicovité šelmy (např. kuna, tchoř, jezevec,...) i medvědovité šelmy. Naopak nejdůležitějšími mezihostiteli jsou hraboš polní (*Microtus arvalis*), hryzec vodní (*Arvicola terrestris*) a ondatra pižmová (*Ondatra zibethicus*). Rizikové pro člověka z hlediska nakažení je například sbírání a konzumace lesních plodů (jahody, borůvky). Snaha snížit onemocnění AE na minimální míru je pro lidskou populaci velmi důležitá. Snižování výskytu měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) pomocí distribuce návnad je vhodné a rozumné opatření (Konig et al., 2005).

„V České republice proběhlo plošné sledování *Echinococcus multilocularis* u lišek v letech 1994 až 1998. Průměrný výskyt se v různých krajích pohyboval v rozmezí 2,5% až 22,9%. Extrémně vysoký byl zjištěn v oblasti Českého Krumlova a Klatov (63,3% až 70,6%). V téže oblasti bylo prováděno v roce 2003 až 2004 vyšetření trusu psů a koček. Echinokokóza byla zjištěna u 8,1% psů, jejichž majitelé potvrdili častý pobyt v přírodě. U koček s volným pohybem byl výskyt echinokokózy 3,7%. Na Klatovsku se vyskytl v roce 1979 dosud jediný případ AE u člověka v ČR. Rozšíření měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) vedlo k používání návnad s praziquantem. Je to účinný lék na tasemnice. Pro jiné druhy volně žijících zvířat není škodlivý.“ (Prof. MVDr. Vlasta Svobodová, CSc., Nebezpečí echinokokózy v přírodě, Myslivost, /2006, str. 30).

U psů a koček je doporučována terapie praziquantem v intervalech 4 týdnů v rizikových oblastech s vysokým výskytem tasemnice u lišek. Cílem je snížení rizika nakažení lidí. Tato opatření mají svůj význam tehdy, jestliže se zvířata pohybují volně v přírodě a může dojít k tomu, že budou požírat hlodavce. U ostatních psů a koček preventivně postačí odčervování, jak doporučují veterinární lékaři, a to nejlépe dvakrát za rok (Prof. MVDr. Vlasta Svobodová, CSc., Nebezpečí echinokokózy v přírodě, Myslivost, /2006).

Vzhledem k závažnosti onemocnění AE je nejdůležitější prevence. K nakažení dochází požitím vajíček *Echinococcus multilocularis*, která se nacházejí třeba na kontaminované zelenině nebo lesních plodech. Vajíčka jsou také na povrchu půdy, na trávě, na spadlých větvích. Objevují se také na srsti psů a koček. Přežívají i ve vodě. Je proto krajně nebezpečné pít vodu z lesních studánek a neznámých vodních zdrojů. Největšímu riziku v oblastech s vysokým výskytem tasemnic u lišek jsou vystaveni třeba myslivci, lesníci, sběrači lesních

plodů a hub, farmáři, zahrádkáři (Prof. MVDr. Vlasta Svobodová, CSc., Nebezpečí echinokokózy v přírodě, Myslivost, /2006).

Ačkoli se náklady na léčebný program s praziquantelem odhadují na 100 - 300 EUR na osobu a rok, je třeba pečlivě posoudit účinnost a nezbytnost tohoto přístupu (Siebert et al., 2006). Cílem studie (König et al., 2010; Romig et al., 2010) bylo vytvořit model, který by vyhodnotil současná rizika pro lidi, kteří mohou onemocnět AE. Podklady a výpočty prokázaly nárůst AE v příměstských oblastech. Lidé, kteří tráví velké množství času na zahradě, v přírodě, nebo chovají domácí zvířata, jsou vystaveni vyššímu riziku než ti, kteří tak nečiní (König et al., 2010; Romig et al., 2010).

### 3.3.1. Používání návnad s anthelmintiky

Šestiletá experimentální studie (Romig et al., 2007) podává základní informace o rozšíření měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) v Německu. Kontrolních strategie byly zaměřené na městské oblasti. Pravidelné měsíční pokládání návnad s anthelmintiky výrazně snížilo výskyt měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) u lišek. Ukázalo se, že i když návnady pokládány v intervalech 3 měsíců snížily výskyt měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) u lišek, toto snížení nebylo tolik významné jako v případě, kdy návnady byly pokládány v měsíčních intervalech – po této změně došlo ke snížení výskytu tasemnice z 30,4% na 17,6%. Kromě toho po skončení pokládání návnad v měsíčních intervalech výskyt měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) u lišek zůstal stále na nízké úrovni, a to 6% - 8,7% (Romig et al., 2007). Velmi povzbuzující bylo zjištění, že kontaminace byla stále velmi nízká ještě tři roky potom, co bylo celkově ukončeno pokládání návnad v dané oblasti, ve které byly původně návnady rozprostírány jednou měsíčně 3,5 roku (Romig et al., 2007). Lze tedy soudit, že dlouhotrvající strategie kontroly a pokládání návnad s anthelmintiky dosáhla svého efektu. Díky pravidelnému pokládání návnad v měsíčních intervalech po dobu několika let bylo dosaženo výrazného snížení výskytu parazita (Romig et al., 2007). Na základě zkušeností z těchto výzkumů bylo doporučeno pokračovat v rozprostírání návnad v časovém intervalu 4 - 6 týdnů (Romig et al., 2007). Je proto doporučováno v intenzivním pokládání návnad pokračovat i v případě, že výskyt parazita bude výrazně snížen (Romig et al., 2007). Výzkumy potvrzují, že přenos měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) přetrvával i v období pokládání návnad – výskyt se sice snížil, ale nestalo se, že by parazit vymizel zcela (Romig et al., 2007). Pozitivní dopad

využívání návnad s praziquantelem na populaci lišek byl prokázán již v roce 2001 v oblasti jihozápadního Německa (Eckert et al., 2001). Rozmíst'ování návnad s obsahem praziquantelu v intervalu 6 týdnů vedlo ke snížení výskytu měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) z původních 59 % až 69 % na méně než 20 % v období do jednoho roku při pokládání návnad (Eckert et al., 2001).

Výsledky výzkumu (Hansen et al., 2003) ukazují, že návnady s praziquantelem mají velký vliv na snižování výskytu měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) a dalších typů tasemnic u lišek. Naprostého vymýcení parazita ale dosaženo není. V budoucnu bude třeba pravděpodobně v dalších studiích pomocí úprav plánů jednak rozmíst'ování a jednak frekvence návnad zaměřit se na další podstatné snižování výskytu tohoto parazita (Hansen et al., 2003).

V roce 2006 byl sledován vliv návnad s anthelmintiky na výskyt měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) a jiných střevních helmintů u lišek na Slovensku, a to v oblasti Prešova (Miterpáková et al., 2006). Návnady byly rozmíst'ovány v hustotě 20 návnad na km<sup>2</sup>, a to v měsíčních intervalech v období od srpna 2004 do dubna 2005 (Miterpáková et al., 2006). Firma produkující návnady jejich výrobu zakládala na rybím mase. Součástí návnad byla jedna tableta bihelminthu (veterinární léčivý přípravek) obsahující 50 mg praziquantelu a 500 mg fenbendazolum (léčivá látka, která se řadí mezi benzimidazoly, působí jako širokospektrální antihelmintikum) (Miterpáková et al., 2006). Již po dvou kolech pokládání návnad došlo ke snížení výskytu tasemnice z 33,3% na 26,7%. Distribuce návnad představuje možnost snížení kontaminace životního prostředí parazity. Zejména na periferiích měst a obcí a v rekreačních oblastech se tato metoda zdá být vhodným způsobem ochrany lidského zdraví (Miterpáková et al., 2006).

Předpoklad, že riziko onemocnění AE u lidí lze účinně snížit odčervěním lišek, je oprávněný. Anthelmintikum praziquantel je v tomto případě spolehlivým lékem (Konig et al., 2005).

### **3.3.2. Distribuce návnad**

Množství distribuované návnady musí záviset na hustotě liščí populace. Na základě výsledků výzkumů se počítá s hustotou osídlení 0,7 - 2 dospělé lišky na km<sup>2</sup>, a to konkrétně v zemědělských oblastech, v lesích a rekreačních oblastech (Labhardt et al., 1996; Stiebling et al., 2000). Lze předpokládat, že hustota osídlení lišek v těchto oblastech v létě stoupá

přibližně na 3 až 5 lišek na km<sup>2</sup> (Stiebling et al., 2000). Rozsáhlé zkušenosti s potlačením infekce u lišek byly získány při opatřeních proti vzteklině (Schneider et al., 1990). Podařilo se to díky pokládání návnad v hustotě 15 návnad na 1 km<sup>2</sup>. V současné době je ve srovnání s osmdesátými lety téměř dvojnásobná liščí populace. Množství pokládaných návnad musí být proto zvýšeno nejméně na 30 návnad na 1 km<sup>2</sup>. Je však vhodné mít v rezervě takové množství návnad, aby se dalo pokládat i 40 až 50 návnad na km<sup>2</sup> (Hansen et al., 2003).

Pro dobrý výsledek musí být návnady distribuovány opakovaně. Intervaly pokládání musí být kratší, než je vývojový cyklus tasemnice. To je přibližně 3 - 4 týdny u obvyklých mezipřitelů a přibližně 35 dní u lišek. Doporučený interval distribuce návnad je čtyři až šest týdnů (Hansen et al., 2003).

### **3.3.3. Levamisol a jeho využívání do pokládaných návnad u divokých lišek**

Studie (Bradley et al., 1999) zkoumala, zda by mohla být podmíněně vyvolaná averze na levamisol (je to anthelmintikum, které bylo objeveno roku 1966 farmaceutickou firmou Jansen v Belgii), který by pak mohl být použit do návnad, a mohlo by tak být sníženo nutné množství návnad potřebné pro snižování výskytu parazitů u jednotlivých volně žijících lišek.

Výsledky (Bradley et al., 1999) ukázaly, že po konzumaci návnad s levamisolem lišky odmítaly další návnady s obsahem levamisolu jíst, ale návnady bez této látky pozřely. Došlo se tedy k závěru, že snížení spotřeby návnad bylo dosaženo získanou averzí k levamisolu, nikoli celkovou nechutí ke konzumaci návnad obecně. Přidávání levamisolu do návnad by mohlo vést ke snížení množství používaných návnad zejména u některých jedinců volně žijících lišek. Tyto výsledky potvrdila i studie (Massei et al., 2004), která byla provedena právě za účelem zjištění, zda u volně žijících lišek může být vyvolaná nechut', až odpor k požití levamisolu (Massei et al., 2004). Prokázalo se, že levamisol může být použit ke snížení počtu spotřebovaných návnad u lišek.

### **3.3.4. Kontrola *Echinococcus multilocularis*.**

Měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) a alveolární echinokokóza (AE) jsou široce distribuovány v mírných a chladných oblastech severní polokoule; v Evropě je parazit přítomen ve většině regionů kromě jižní Evropy, Velké Británie a většiny částí Skandinávie

(Deplazes et al., 2017; Rinaldi et al., 2017; Romig et al., 2017). Na konci 20. století došlo ve střední Evropě a jinde k drastickému výskytu tohoto parazita ve spojení s několikanásobným nárůstem populací lišek (Gloor et al., 2001; Olsson et al., 2001; Landry et al., 2001). Veřejně vnímané zvýšení rizika infekce u člověka vyvolalo různé studie proveditelnosti kontroly parazita pomocí anthelmintického ošetření lišek pomocí návnad s využitím různých typů návnad, plánů návnad (frekvence, hustota návnad), krajiny (venkovské, městské) a velikosti ploch (Romig et al., 2003; Takahashi et al., 2003).

Protože se počet případů AE u lidí ve střední Evropě zvyšuje (Schweiger et al., 2007; Schneider et al., 2011) a nelze navrhnout žádná účinná opatření k minimalizaci individuálního rizika infekce člověka, zdá se jako nejlepší preventivní opatření přerušování životního cyklu pomocí antihelmintických návnad (Hegglin et al., 2013; Deplazes et al., 2013). Ukázalo se, že návnada v menších městských oblastech je účinná i v dlouhodobém horizontu (Hegglin et al., 2008; Deplazes et al., 2008).

Podle König a kol. (2019) byl tedy prováděn výzkum vlivu anthelmintických návnad ve smíšené venkovsko-městské aglomeraci v Německu pomocí integrovaného přístupu k distribuci návnad vzduchem a ručně. Snížení prevalence *Echinococcus multilocularis* u lišek bylo dosaženo distribucí návnad obsahujících praziquantel ručně nebo letadlem ve venkovských oblastech i městských sídlištích. Byly získány informace z jižního Německa (okres Starnberg) ze zimy 2002/03, kdy míra prevalence v této oblasti činila 51% (König et al., 2019; Romig et al., 2019; Holzhofer et al., 2019). Mezi prosincem 2005 a prosincem 2011 byly návnady pokládány o hustotě 50 kusů/km<sup>2</sup>, návnadová plocha činila 213 km<sup>2</sup>. Prevalence v oblasti pokládání návnad byla do března 2007 snížena na 1% (König et al., 2019; Romig et al., 2019; Holzhofer et al., 2019). Následně od roku 2007 do konce roku 2011 zůstala míra prevalence na nízké úrovni s 2,4% (2007), 2,4% (2008), 2,6% (2009), 1,2% (2010) a 0,0% (2011). Během 6 let léčby anthelmintiky byla prevalence snížena na méně než 1% (König et al., 2019; Romig et al., 2019; Holzhofer et al., 2019).

König a kol. (2019) potvrdili účinnost návnad s anthelmintiky. To je v souladu s projekty provedenými předchozími autory (Budgey et al., 2017; Learmount et al., 2017), které počínaje počáteční prevalencí 55% klesly na prevalenci 1% po 5 letech léčby.

Odčervení divokých lišek nemá vliv pouze na tasemnice rodu *Echinococcus*, ale také jiné tasemnice. Vzhledem k nárůstu výskytu infekce u lidské populace, zejména v jižní a střední

Evropě, se program odčervení zdá být odůvodněný, dokud nejsou k dispozici jiné formy prevence nemocí u lidí.

### **3. 4. Metformin podporuje autofagii u měchožila zhoubného (*Echinococcus granulosus*) ve stádiu larvy**

Cystická echinokokóza je parazitární onemocnění způsobené larválním stádiem měchožila zhoubného (*Echinococcus granulosus*). Jedná se o onemocnění, pro které ještě není k dispozici účinná léčba. Jedním z mechanismů, který udržuje buněčnou homeostázu (tedy stálost vnitřního prostředí buňky), a umožňuje tak přežití buňky v nepříznivých podmínkách, je autofagie. Autofagie je tedy proces, při kterém se z cytoplazmatického obsahu odděluje odumřelá tkáň od živé (Xie et al., 2007; Klionsky et al., 2007). Prokázalo se, že larvální formy měchožila zhoubného (*Echinococcus granulosus*) jsou citlivé na metformin, antihyperglykemický lék, a že tento lék vyvolává autofagii parazita (Loos et al., 2015; Rodrigues et al., 2017). Ačkoli autofagie je převážně homeostatický mechanismus, může také hrát roli při buněčné smrti (Senft et al., 2015). Z terapeutického hlediska bude velmi důležité objasnit to, jak by mohla být autofagie farmakologicky dále využívána (Lionaki et al., 2013; Markaki et al., 2015).

### **3. 5. Kontaminace venkovského a městského prostředí výkaly volně žijících šelem a domácích zvířat**

Většina infekčních onemocnění je přenosná pouze ze zvířete na zvíře, nebo z člověka na člověka. U zoonotické infekce se jedná o přenos ze zvířete na člověka, což je významně ovlivňováno vzájemnými vztahy a soužitím mezi zvířaty a lidmi. Parazitární nákazy mohou být méně závažné, ale také život ohrožující. Setkáváme se s tím i ve městech a jejich okolí.

Bylo prokázáno, že v příměstských oblastech je více infekčních liščích výkalů na km<sup>2</sup> než v lesích a na polích. V příměstských oblastech je tedy vyšší nejenom riziko pro lidskou populaci jako celek, ale také riziko pro jednotlivce kvůli výskytu AE (König et al., 2010; Romig et al., 2010). Tento problém existuje nejen na předměstích, ale může se vyskytnout i v metropolitních oblastech. Podstatnými údaji jsou míry prevalence u lišek, hustota populace lišek a hustota obyvatel (König et al., 2010; Romig et al., 2010). Městské parky se zdají být

vysoce rizikovými místy pro přenos infekcí, zejména díky rekreačním aktivitám v těchto oblastech (Stock et al., 2014).

Ve studii (Knapp et al., 2017) jsou poskytovány důkazy o celosvětově vysoké četnosti výkalů psů, následované výkaly lišek a koček a důkazy o vysokém zastoupení výkalů psů v městském prostředí ve srovnání s ostatními definitivními hostiteli. U psů představuje měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) vysoký stupeň reprodukce, i když nižší než u lišek (Kapel et al., 2006). Proti tomu jsou kočky považovány za nízké riziko přenosu měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) (Deplazes et al., 1999; Kapel et al., 2006; Umhang et al., 2015). Lišky jsou zodpovědné za 81-96% a psi za 4,1-15,4% kontaminace životního prostředí vajíčky měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) ve venkovských a městských oblastech. Proti tomu kočky přispěly ke kontaminaci jen okrajově (Kapel et al., 2006; Heggin et al., 2013; Deplazes et al., 1999). Lze vyvodit závěr, že lišky zůstávají hlavním definitivním hostitelem, pokud jde o kontaminaci životního prostředí, a to především díky vysoké prevalenci *Echinococcus multilocularis* (Heggin et al., 2013; Deplazes et al., 1999). Je nutné brát v úvahu vzájemnou blízkost psů a lidí, což by mohlo dále zvýšit riziko infekce pro člověka (Kern et al., 2004). V souvislosti s kontaminací životního prostředí bylo popsáno velké množství vzorků výkalů psů při vstupech do městských parků a v centrech vesnic, což je pravděpodobně způsobeno návyky domácích zvířat. U lišek byly výkaly většinou více pozorovány kolem vesnic (Van Kersten et al., 2013). Je nutné říci, že zkoumání výkalů hostitelů parazita je nezbytné pro získání přesných epidemiologických závěrů. Velmi vysoká četnost výkalů psů zaznamenaná v městských oblastech může potenciálně představovat významné riziko pro člověka, pokud je parazit přítomen u psů, a to i při nízké míře (Knapp et al., 2017).

### **3.5.1. *Echinococcus ortleppi* u lidí**

Cystická echinokokóza je celosvětově rozšířené zoonotické onemocnění způsobené larvální formou tasemnic rodu *Echinococcus*. Lidé jsou nakaženi vejci *Echinococcus*, která se k nim dostávají přes hostitele – nejčastěji jsou to psi. Ve střevech lidí se pak vyvíjí larvální stádium. Je prokázáno devět platných druhů rodu *Echinococcus*, při čemž dva druhy - *Echinococcus granulosus* a *Echinococcus multilocularis* - jsou nejvíce zodpovědné za cystickou echinokokózu a alveolární echinokokózu u lidí (Yunliang Shi et al., 2019).



*Echinococcus ortleppi* byl identifikován nejčastěji u skotu, ale také u bizonů, velbloudů, ovcí, prasat, koz, opic a jelenů. V posledních letech bylo v Evropě, Jižní Americe, Africe a Asii hlášeno několik případů infekce *Echinococcus ortleppi*. V Číně byly hlášeny čtyři druhy rodu *Echinococcus* – *Echinococcus granulosus*, *Echinococcus canadensis*, *Echinococcus multilocularis* a *Echinococcus shiquicus* (Yunliang Shi et al., 2019). *Echinococcus granulosus* a *Echinococcus multilocularis* jsou dva běžné druhy a infekce způsobená těmito druhy může vést až ke smrti, pokud se neléčí. V provincii Heilongjiang byly dále identifikovány dva případy infekce *Echinococcus canadensis* u lidí a dále byla identifikována infekce *Echinococcus ortleppi* u člověka z Guangxi v jižní Číně (Xiaoling Wan et al., 2019). *Echinococcus ortleppi* se převážně přenáší mezi psy a skotem. Lidé jsou nakaženi náhodným požitím vajíček parazitů. Zatím bylo hlášeno 11 případů infekce u lidí v Nizozemsku, Argentíně, Mexiku, Jižní Africe, Brazílii, Francii, Indii a Vietnamu (Yichao Yang et al., 2019). Zvířecí infekce byly zjištěny u skotu, opic, velbloudů, prasat, krav, koz, ovcí, dikobrazů a tečkovaných jelenů v Asii, v Africe, Jižní Americe a Evropě (Spojené království, Francie a Itálie). Infekce u člověka je vzácná a zdá se, že infekce *Echinococcus ortleppi* u lidí je velmi neobvyklá a omezená na určité oblasti (Xiaoling Wan et al., 2019).

Případ infekce *Echinococcus ortleppi* byl popsán u člověka z Guangxi, což je neendemická oblast echinokokózy v Číně (Xiaoling Wan et al., 2019). V játrech pacienta byla pozorována cysta, jejíž velikost byla 17 × 12 × 20 cm. Z cysty byly odebrány larvy *Echinococcus*. Morfologické vyšetření ukázalo, že larvy byly *Echinococcus ortleppi* (Xiaoling Wan et al., 2019). Pokud je známo, jedná se u člověka o první identifikaci infekce *Echinococcus ortleppi* v Číně (Xiaoling Wan et al., 2019).

Echinokokóza byla v Číně příčinou značných sociálních a ekonomických ztrát, zejména v endemických komunitách na východní tibetské plošině. V Číně byly zjištěny u lidí případy infekcí *Echinococcus granulosus*, *Echinococcus canadensis* a *Echinococcus multilocularis*. Infekce *Echinococcus ortleppi* ale v této oblasti nebyla zjištěna ani u lidí, ani u zvířat (Yunliang Shi et al., 2019).

Čína je jednou z nejdůležitějších endemických oblastí echinokokózy, která je hlavním parazitárním problémem u lidí a hospodářských zvířat. Odhaduje se, že Čína měla do roku 2000 přibližně 0,6 - 1,3 milionu případů lidské echinokokózy (Yunliang Shi et al., 2019). Většina provincií hlásila infekce u lidí, západní a severozápadní Čína jsou hlavní endemické oblasti. Východní tibetská plošina v Číně má nejvyšší hlášenou prevalenci echinokokózy na světě. *Echinococcus granulosus* a *Echinococcus multilocularis* jsou v Číně běžnými druhy

(Xiaoling Wan et al., 2019). Obecně se předpokládá, že lidé infikovaní echinokokózou v neendemických oblastech dostali infekci hlavně z endemických oblastí, když navštívili tyto oblasti, nebo požili vejce na kontaminovaném ovoci (Xiaoling Wan et al., 2019). Je důrazně doporučováno, aby paraziti pacientů s echinokokózou, kteří žijí v neendemických oblastech, byli podrobeni molekulární analýze, která by vedla k identifikaci druhu *Echinococcus* (Xiaoling Wan et al., 2019).

Ve studii Yunliang Shi et al. (2019) uvádí případ infekce *Echinococcus ortleppi*, která způsobila cystickou echinokokózu v játrech čínského pacienta. Pokud je známo, tento případ je první tohoto druhu v Číně. Je proto zdůrazňována potřeba zvýšit úsilí v oblasti vnitrostátního dohledu, zejména sledování lidí, hospodářských zvířat a psů v neendemických oblastech.

### **3. 6. Odstřel lišek a vliv na šíření *Echinococcus multilocularis*: nevhodné paradigma**

Vzhledem k pokračujícímu šíření měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) v Evropě hledají hygienické úřady nejúčinnější způsoby snižování rizika pro lidskou populaci. Likvidace lišky je jedním konkrétním nástrojem. Cílem studie Comte et al. (2017) je zhodnotit účinnost tohoto nástroje při omezení prevalence *Echinococcus multilocularis* u lišek ve Francii. Během čtyř let probíhalo kolem města Nancy (východní Francie) noční střílení z automobilů. Celková doba zahrnovala 1700 hodin noční práce a najeto bylo 15 000 km. Výsledkem bylo 776 zabitých lišek v prostoru 693 km<sup>2</sup> (Combes et al., 2017). Přes tuto snahu nejenže noční střelba lišek nedokázala snížit populaci lišek, ale měla za následek zvýšení prevalence *Echinococcus multilocularis* ze 40% na 55% (Combes et al., 2017). Zvýšení prevalence bylo spojováno s vyšší mírou pohybu mláďat vylučujících kontaminované výkaly v oblasti, kde docházelo k odstřelu lišek. Vedoucím pracovníkům bylo proto doporučeno, aby v boji proti alveolární echinokokóze zvážili alternativní metody, jako je anthelmintická návnada, která se v jiných oblastech ukázala jako účinná (Comte et al., 2017).

Již není zpochybňováno šíření alveolární echinokokózy v Evropě a hrozba, kterou představuje pro lidskou populaci (Combes et al., 2012). Je důležité reagovat na tento stav a vyhodnotit, co by se mělo udělat, aby se co nejrychleji předešlo dalším infekcím u lidí. Prvním krokem k ochraně lidské populace bylo optimalizovat lékařské nástroje pro diagnostiku a léčbu nemoci. Dnes je přítomnost parazita ve většině případů objevena dostatečně brzy a pacient dostává včas vhodný léky (Piarroux et al., 2011). Taková léčba

snížila očekávanou ztrátu života z 20 let v roce 1970 na 3 roky v roce 2005. Samotná léčba ale zůstává pro pacienty velice obtížná (Torgerson et al., 2008).

Pro člověka jsou hlavním infekčním stádiem vajíčka, lze je považovat za prioritní cíle pro kontrolu měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*). Bohužel, jejich mikroskopická velikost a jejich extrémně vysoká odolnost vůči vlhkým a chladným podmínkám brání jakémukoli cílenému šetření (Veit et al., 1995). Specifické veřejné informační kampaně by mohly snížit míru kontaktu s kontaminovaným materiálem, ale skutečný dopad těchto kampaní je zatím velmi obtížné posoudit (Giraudoux et al., 2002).

Anthelmintické sloučeniny na bázi praziquantelu byly původně vyvinuté pro léčbu *Echinococcus granulosus* u psů a vykazovaly velmi vysokou účinnost při usmrcování dospělých červů *Echinococcus multilocularis* ve střevech lišek (Heeglin et al., 2013; Deplazes et al., 2013). Ve většině případů časté ošetření (měsíčně - alespoň v počáteční období) po dobu alespoň jednoho roku, výrazně snížilo prevalenci parazitů u populace lišek (Heeglin et al., 2018; Deplazes et al., 2008).

V roce 2006 byla zjištěna přítomnost infikovaných lišek ve městě Nancy (Robardet et al., 2008). Toto zjištění vyvolalo obavy mezi místními úřady ohledně případného ohrožení lidí. Odstřel lišek byl navržen jako kontrolní nástroj, měly být poskytnuty informace založené na důkazech o účinnosti této metody (Robardet et al., 2008). Přestože byly zapojeny různé lovecké společnosti a bylo dodržováno množství právních nástrojů, nebylo ve Francii po čtyřech letech v kontrolované oblasti zjištěno žádné významné snížení populace lišek (Liccioli et al., 2015). Zdá se, že je obecně přijímáno, že účinnost jakéhokoli řízení kontroly závisí na použité metodě (Heydon et al., 2000; Reynolds et al., 2000). Ukázalo se například, že lovecký postup měl ve třech regionech Spojeného království kontrastní výsledky (McLeod et al., 2001; Saunders et al., 2001). Významné snížení populace lišek by bylo dosaženo pouze tehdy, pokud by každý rok bylo odstraněno velké množství jedinců (Lieury et al., 2015). Úplné odstranění parazita bylo dosaženo na malém ostrově v Japonsku intenzivním odstřelem lišek a toulavých psů (Kamiya et al., 2007). Geografický kontext vylučuje jakékoli srovnání s otevřenou populací lišky v kontinentálních oblastech (Raoul et al., 2003).

Přímá kontrola populace lišek, která by skutečně snížila přítomnost parazita, by vyžadovala zabití velmi velkého počtu lišek. To by jistě mělo ekologické i etické důsledky

(Littin et al., 2005; Mellor et al., 2005). Pro ochranu lidské populace proto musí být zváženy alternativní metody. Použití anthelmintických návnad na bázi praziquantelu se ukázalo jako účinný způsob kontroly přenosu měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) v Evropě (Tackmann a kol., 2001; Romig a kol., 2007; Hegglin et al., 2008; Deplazes et al., 2008, Konig a kol., 2008; Comte a kol., 2013) i v Japonsku (Takahashi et al., 2013).

## **4. MATERIÁL A METODY**

### **4. 1. Původ zvířat**

Vyšetřovaná zvířata byly převážně lišky obecné (*Vulpes vulpes*), a to z oblasti Karlových Varů a Doupovských hor. Dvě lišky (samec a samice) pocházely z Kostelce nad Černými lesy (okres Praha – východ, asi 30 km od Prahy, oblast s hustými jehličnatými lesy) a jedna liška (samec) pocházela z Lysé nad Labem (okres Nymburk ve Středočeském kraji, oblast nížin při řece Labi). Mezi šetřenými zvířaty byl rovněž jeden jezevec lesní (*Meles meles*) pocházející z Doupovských hor a dvě vydry říční (*Lutra lutra*) - samec a samice - samec pocházel z Podtroseckého údolí (severovýchodně od hradu Trosky, oblast vlhkých luk, lesů a skal) a samice z Dunajovic (obec v okrese Jindřichův Hradec v Jihočeském kraji, asi 7 km od Třeboně). Dohromady bylo tedy šetřeno 14 lišek obecných (*Vulpes vulpes*), jeden jezevec lesní (*Meles meles*) a dvě vydry říční (*Lutra lutra*). Poskytnutá zvířata byla zastřelena nebo nalezena v období let 2014 až 2018.

### **4. 2. Postup helmintologické pitvy**

Pitva byla prováděna na pitevním stole v laboratoři Katedry zoologie a rybářství České zemědělské univerzity v Praze v souladu se všemi bezpečnostními pokyny. Při pitvě byla používána hlavně pinzeta, pitevní nůž, nůžky, jehla, zkumavky, podložní sklíčko, krycí sklíčko, úložné nádoby, odměrné nádoby. Dále se pak používal 70% ethanol na proplachování a uložení a ochranný oděv, jako je plášť a gumové rukavice.

Kadávery (mrtvá těla) zvířat, v našem případě lišek, vyder a jezevce, bylo třeba uchovávat zmrazené při -80°C do doby, než došlo k jejich zpracování. Před vlastním zahájením práce pro lepší manipulaci bylo třeba, aby v prostředí pitevny došlo k pomalému rozmrazování. Jestliže není trávicí trakt oddělen od ostatních orgánů, začíná se pitva právě tímto krokem. Potom je nutné rozdělit střevo na jednotlivé části – tenké, tlusté a případně slepé střevo

a jednotlivé části uvolnit tak, aby se daly dobře rozprostřít na pitevním stole. Pak se střeva opatrně pitevními nůžkami rozstříhnou a obsah se propere a zakonzervuje v roztoku ethanolu. Je dobré to provést několikrát, aby se obsah dal lépe pozorovat. Obsah střev v roztoku se vyšetří postupným odebráním malého množství do Petriho misky. Nalezení paraziti se vyčlení do zkumavek, které se popíše a připraví pro zkoumání mikroskopem. Postup se tak opakuje u všech částí střev.

Rozstříhnutá a propláchnutá střeva se dále použijí ke střevnímu stěru, aby se tak získali paraziti, kteří jsou na sliznici střevní stěny. Stěr se provádí opakovaně pomocí pitevního nože. Po provedení stěru se části střev přemístí do nádoby na kafilérní obsah. Seškrábnutá vrstva se zase naředí roztokem 70% ethanolu, přesune se pomocí pipety na menší Petriho misku a makroskopicky se vyšetřuje. Jestliže se nalezne parazit, nebo máme podezření na jeho přítomnost, celý obsah se přesune do zkumavky a opět se popíše. Vybraní zástupci parazitů jsou pak zkoumáni pod mikroskopem.

### 4. 3. Mikroskopické vyšetřování

Na mikroskopické šetření byli využiti vybraní zástupci parazitů, kteří se pipetou přesunuli na podložní sklíčko a byli zkoumáni pod mikroskopem. Všechny vyšetřované vzorky byly prohlíženy pomocí mikroskopu Olympus BX41. Samotné šetření a určování bylo prováděno hlavně na základě publikace Svobodová et al. (2013). Pak byly druhy, které byly obsažené u jednotlivých živočichů, spočítány, rozděleny do zkumavek a popsány.

### 4. 4. Statistické hodnocení

Ve statistickém hodnocení jsem se zaměřil na porovnání výskytu *Echinococcus multilocularis* a ostatních nalezených parazitů.

#### **Stanovení hypotéz a postupu zpracování (zvolení vhodného testu):**

$H_0$  - stanovení nulové hypotézy: tvrzení, které zpravidla vyjadřuje žádný, tedy nulový, rozdíl mezi testovanými soubory dat

*Echinococcus multilocularis* i ostatní nalezení parazité budou mít stejný průměrný výskyt.

$H_1$  - alternativní hypotéza:

*Echinococcus multilocularis* i ostatní nalezení parazitů budou mít odlišný průměrný výskyt.

Na základě testování ověříme platnost stanovené hypotézy. Jelikož máme dva soubory k porovnání, zvolíme **dvouvýběrové testování**, a to **F- test**, test o shodě dvou průměrů.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

Kde používáme tab. hodnotu  $F_\alpha$  ( $f_1, f_2$ )

$$f_1 = m-1$$

$$f_2 = n-1$$

kde platí  $F < F_\alpha$  ( $f_1, f_2$ )  $\Rightarrow H_0$  nelze zamítnout

Druhým krokem bude **dvouvýběrový T-test**, kde zvolíme T-test pro nezávislé vzorky.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

Kde používáme tab. hodnotu  $t_\alpha(m+n-2)$

Kde platí  $|t| < t_\alpha \Rightarrow H_0$  nelze zamítnout

Testování proběhne v programu „Statistika“. Pokud po zhodnocení výstupů z programu během statistického testování neprokážeme opak, předpokládáme, že platí nulová hypotéza.

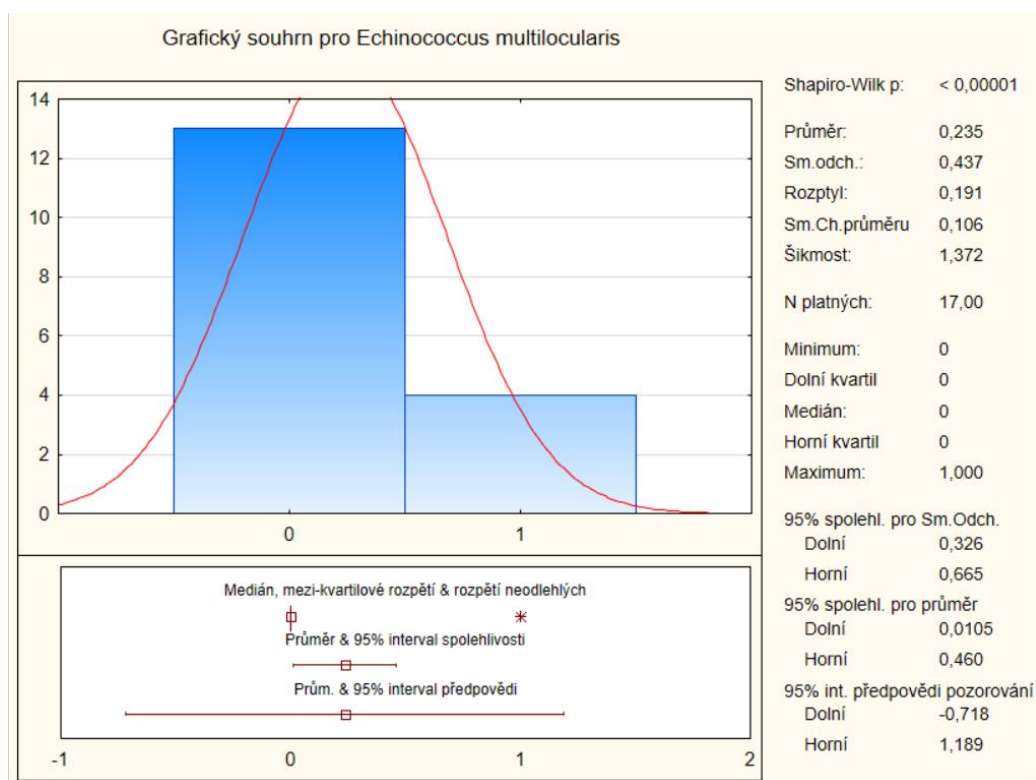
Výstup z programu - Popisné charakteristiky

Proměnná	Popisné statistiky				
	N platných	Průměr	Medián	Modus	Četnost modu
<b>Echinococcus multilocularis</b>	17	0,235294	0,000000	0,000000	13
Ostatní nalezení parazitů	17	2,823529	3,000000	0,000000	5

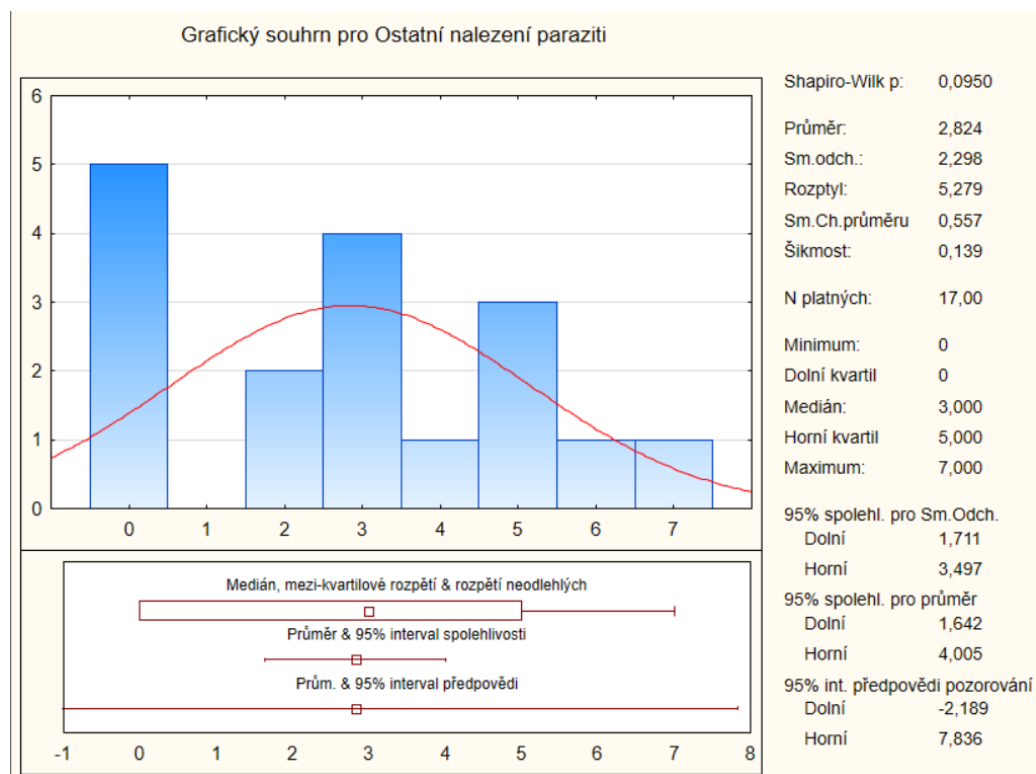
Proměnná	Popisné statistiky				
	Minimum	Maximum	Rozptyl	Sm.odch.	Var.koef.
<b>Echinococcus multilocularis</b>	0,00	1,000000	0,191176	0,437237	185,8259
Ostatní nalezení parazitů	0,00	7,000000	5,279412	2,297697	81,3768

Tab. 2: Popisné statistiky

## Výstup z programu - Histogramy



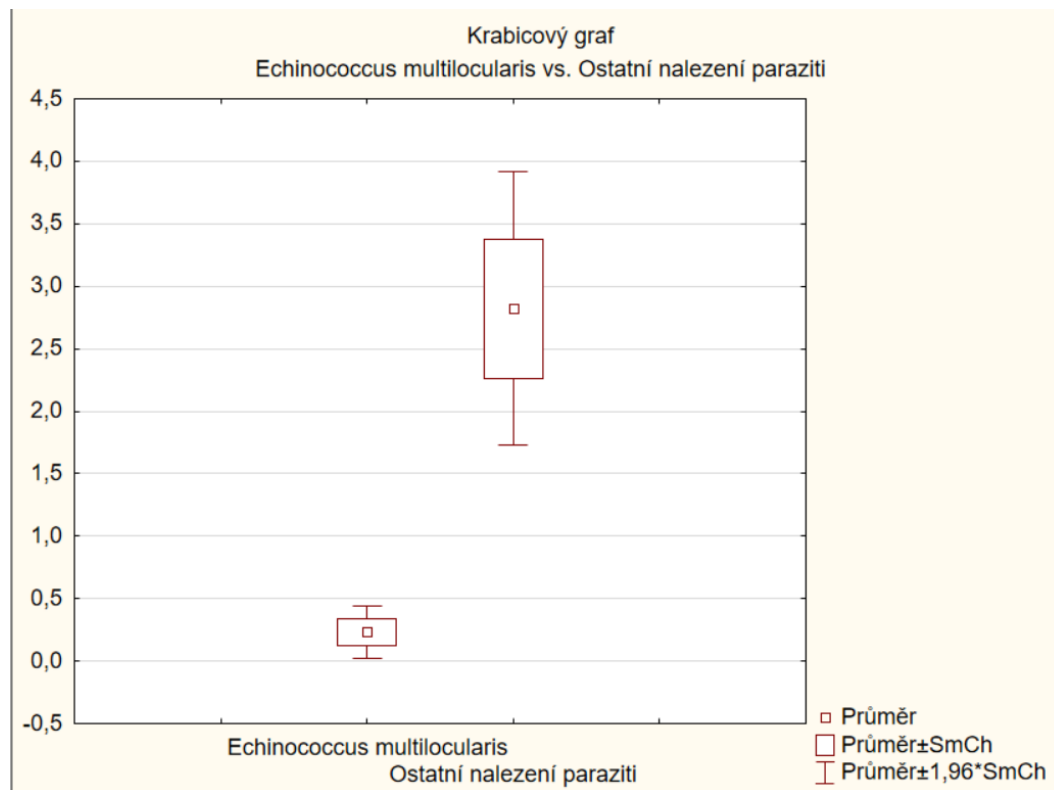
Graf 1: Grafický souhrn pro *Echinococcus multilocularis*



Graf 2: Grafický souhrn pro Ostatní nalezení parazitů

## Výstup z programu - vyhodnocení testů

### 1. Krabicový graf



Graf 3: Krabicový graf

### 2. F-test

Skup. 1 vs. skup. 2	T-test pro nezávislé vzorky Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky	
	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
Echinococcus multilocularis vs. Ostatní nalezení paraziti	27,61538	0,000000

Tab. 3: F-test

Hladina významnosti  $\alpha$  je zvolena  $< 0,05$

$p$  je menší než  $\alpha \Rightarrow H_0$  lze zamítnout

zároveň  $F = 27,61538$ ,  $F_{\alpha}(16, 16) = 3,634$   $F > F_{\alpha}(f_1, f_2) \Rightarrow H_0$  lze zamítnout



### 3. T-test

Skup. 1 vs. skup. 2	T-test pro nezávislé vzorky								
	Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky								
	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč. plat. skup. 1	Poč. plat. skup. 2	Sm. odch. skup. 1	Sm. odch. skup. 2
Echinococcus multilocularis vs. Ostatní nalezení parazitů	0,235294	2,823529	-4,56259	32	0,000071	17	17	0,437237	2,297697

Tab. 4: T-test

$$\alpha = 0,05$$

$$p < \alpha \Rightarrow H_0 \text{ lze zamítnout}$$

Při testování bylo zjištěno, že hodnota p je menší než hladina významnosti  $\alpha$  (0,05). Z toho vyplývá, že nulovou hypotézu ( $H_0$ ) lze zamítnout. Potvrdilo se tedy tvrzení, že *Echinococcus multilocularis* a ostatní nalezení parazité budou mít odlišný průměrný výskyt.

## 5. VÝSLEDKY

Šetřením byla zjištěna přítomnost parazitů ve střevních traktech šelem – převážně lišek, a to na základě pitvy a dalšího vyšetření, jako je střevní seškrab. Vyšetřováno bylo celkem 17 zvířat. Z toho bylo celkem 14 lišek obecných (*Vulpes vulpes*) pocházejících převážně z oblasti Karlových Varů a Doupovských hor, dále z Kostelce nad Černými lesy (okres Praha – východ) a jedna liška pocházela z Lysé nad Labem (okres Nymburk ve Středočeském kraji). Mezi šetřenými zvířaty byl i jeden jezevec lesní (*Meles meles*) pocházející z Doupovských hor a dále dvě vydry říční (*Lutra lutra*) pocházející Podtroseckého údolí (severovýchodně od hradu Trosky) a z Dunajovic (obec v okrese Jindřichův Hradec v Jihočeském kraji). Poskytnutá zvířata byla zastřelena nebo nalezena v období let 2014 až 2018.

Pozitivní na přítomnost parazitů ve střevních traktech bylo 12 ze 17 vyšetřovaných jedinců, byly ale rozdíly v množství a druzích parazitů, jak vyplývá z tabulky (Tab. 6) a grafu (Graf 5). Nejčastěji byli paraziti nacházeni v tenkém střevě, a to tasemnice rodu *Mesocestoides* spp., tasemnice rodu *Taenia* spp., měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) a velmi nízké zastoupení bylo zaznamenáno u tasemnice psí (*Dipylidium caninum*). Z tasemnic převažovaly zástupci z rodu *Mesocestoides* spp. Jednotliví zástupci

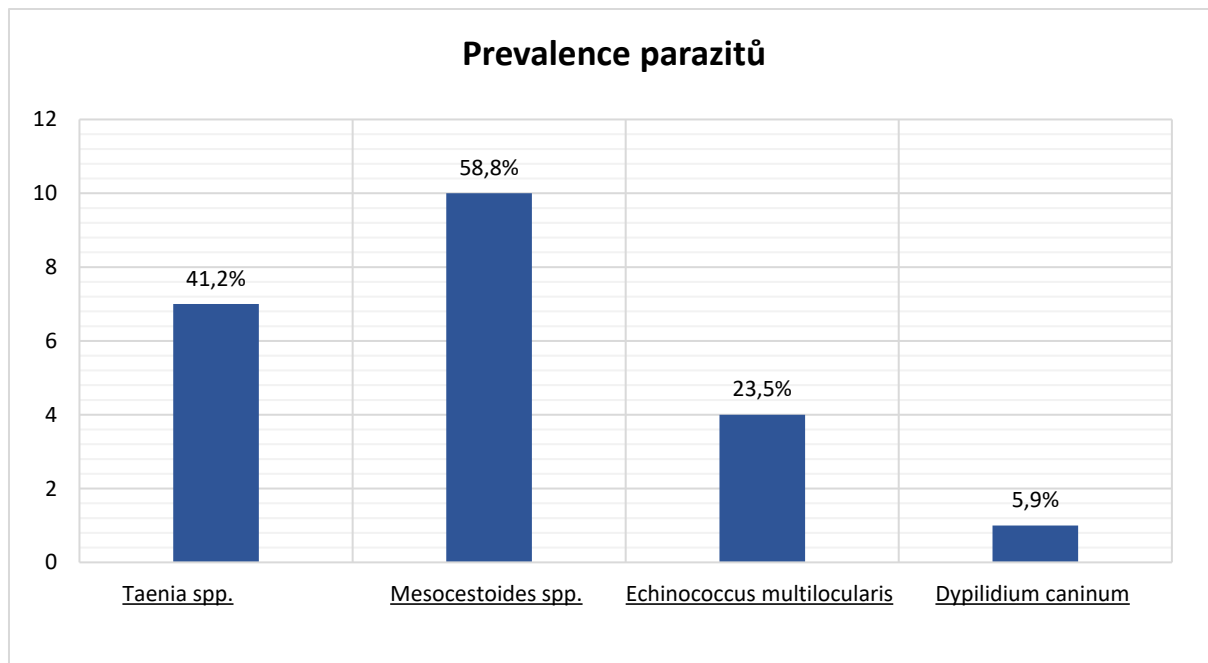
parazitů byli šetřeni pod mikroskopem, změřeni a popsáni. Jednoznačně vyšší zastoupení parazitů bylo v tělech lišek z oblasti Karlových Varů, u jedinců pocházejících z Doupovských vrchů byl výskyt nižší.

Vyšetřované zvíře	Nález (v 20ml z 240ml)	Oblast výskytu
1. Liška obecná - samice	<i>Taenia</i> spp. - 3ks <i>Mesocestoides</i> spp. - 4ks	Kostelec nad Černými lesy
2. Liška obecná - samec	<b><i>Echinococcus multilocularis</i> - 1ks</b> <i>Taenia</i> spp. - 2ks <i>Mesocestoides</i> spp. - 3ks	Kostelec nad Černými lesy
3. Liška obecná - samec	<b><i>Echinococcus multilocularis</i> - 1ks</b> <i>Mesocestoides</i> spp. - 3ks	Lysá nad Labem
4. Vydra - samec	negativní	Podtrosecké údolí
5. Vydra - samice	negativní	Dunajovice - Třeboň
6. Liška obecná - samice	<i>Taenia</i> spp. - 3ks	Doupovské hory
7. Liška obecná - samec	<i>Mesocestoides</i> spp. - 2ks <i>Dipylidium caninum</i> - 1ks	Doupovské hory
8. Liška obecná - samice	<i>Taenia</i> spp. - 2ks <i>Mesocestoides</i> spp. - 4ks	Doupovské hory
9. Liška obecná - samec	negativní	Doupovské hory
10. Jezevec lesní - samec	negativní	Doupovské hory
11. Liška obecná - samice	<i>Mesocestoides</i> spp. - 5ks	Sedlečko - Karlovy Vary
12. Liška obecná - samice	<i>Mesocestoides</i> spp. - 3ks	Sedlečko - Karlovy Vary
13. Liška obecná - samice	<i>Mesocestoides</i> spp. - 3ks <i>Taenia</i> spp. - 2ks	Sedlečko - Karlovy Vary
14. Liška obecná - samice	<i>Mesocestoides</i> spp. - 2ks	Sedlečko - Karlovy Vary
15. Liška obecná - samec	negativní	Šemnice - Karlovy Vary
16. Liška obecná - samec	<b><i>Echinococcus multilocularis</i> - 1ks</b> <i>Taenia</i> spp. - 2ks	Šemnice - Karlovy Vary
17. Liška obecná - samec	<b><i>Echinococcus multilocularis</i> - 1ks</b> <i>Taenia</i> spp. - 2ks <i>Mesocestoides</i> spp. - 2ks	Sedlečko - Karlovy Vary

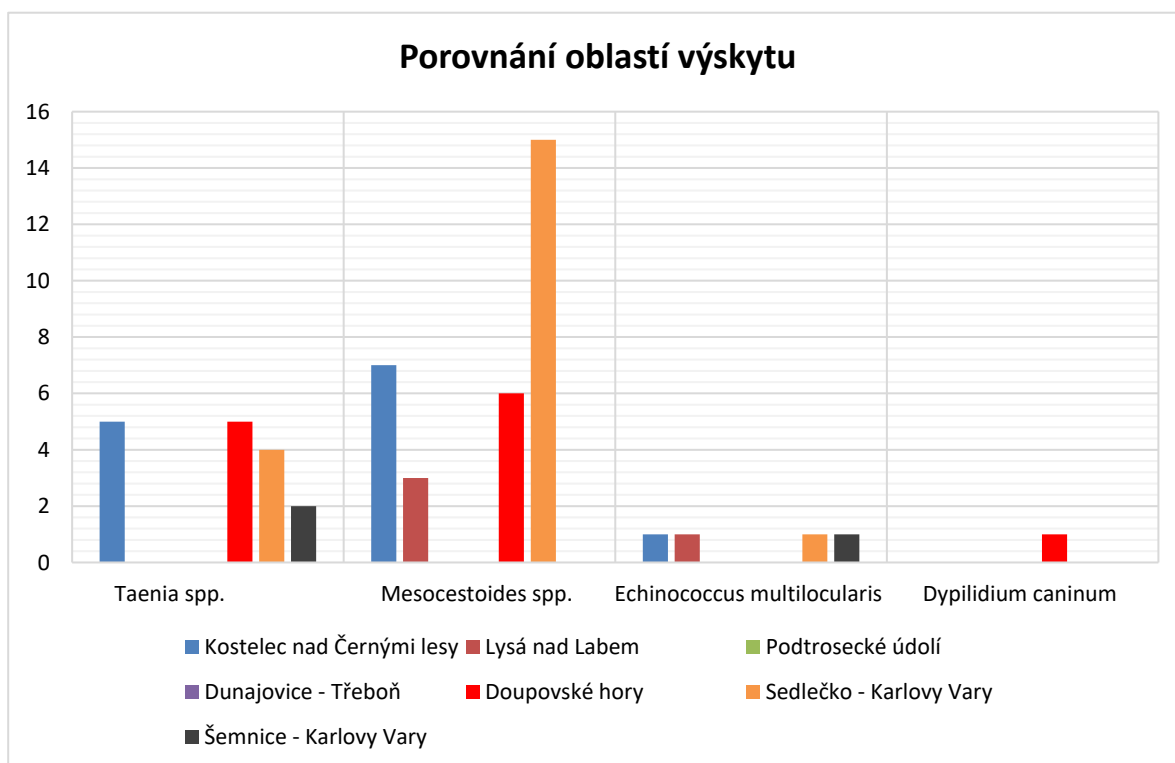
Tab. 5: Souhrn vyšetřovaných zvířat a jejich nalezených parazitů

Jak vyplývá z tabulky (Tab. 5) a grafu (Graf 4), nejvíce při šetření střevních traktů zvířat byly zastoupeny tasemnice z rodu *Mesocestoides* spp. s prevalencí 58,8 % (10/17), další v pořadí byly tasemnice rodu *Taenia* spp. s prevalencí 41,2 % (7/17) a měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) s prevalencí 23,5 % (4/17) – jak vyplývá z tabulky (Tab. 7). Nejnižší zastoupení při šetření bylo zaznamenáno u tasemnice psí (*Dipylidium caninum*) s prevalencí 5,9 % (1/17). U některých lišek byla potvrzena nákaza více parazity zároveň.

Výše uvedené nálezy byly zjištěny v 20 ml celkového množství 240 ml zředěného obsahu střev zvířat, takže se dá předpokládat, že s celkového objemu by byly nálezy asi 12x vyšší.



Graf 4: Prevalence parazitů



Graf 5: Porovnání oblastí výskytu nalezených parazitů

Vyšetřované zvíře	Oblast výskytu	<i>Echinococcus multilocularis</i>	<i>Taenia</i> spp.	<i>Mesocestoides</i> spp.	<i>Dypilidium caninum</i>
1. Liška obecná - samice	Kostelec nad Černými lesy	0	3	4	0
2. Liška obecná - samec	Kostelec nad Černými lesy	1	2	3	0
3. Liška obecná - samec	Lysá nad Labem	1	0	3	0
4. Vydra - samec	Podtrosecké údolí	0	0	0	0
5. Vydra - samice	Dunajovice - Třeboň	0	0	0	0
6. Liška obecná - samice	Douповské hory	0	3	0	0
7. Liška obecná - samec	Douповské hory	0	0	2	1
8. Liška obecná - samice	Douповské hory	0	2	4	0
9. Liška obecná - samec	Douповské hory	0	0	0	0
10. Jezevec lesní - samec	Douповské hory	0	0	0	0
11. Liška obecná - samice	Sedlečko - Karlovy Vary	0	0	5	0
12. Liška obecná - samice	Sedlečko - Karlovy Vary	0	0	3	0
13. Liška obecná - samice	Sedlečko - Karlovy Vary	0	2	3	0
14. Liška obecná - samice	Sedlečko - Karlovy Vary	0	0	2	0
15. Liška obecná - samec	Šemnice - Karlovy Vary	0	0	0	0
16. Liška obecná - samec	Šemnice - Karlovy Vary	1	2	0	0
17. Liška obecná - samec	Sedlečko - Karlovy Vary	1	2	2	0
Průměr		0,24	0,94	1,82	0,06
Směrodatná odchylka		0,19	1,43	3,03	0,09

Tab. 6: Průměrná intenzita infekce lišek

Oblast výskytu a počet jedinců	Druh parazita	Počet infikovaných	Prevalence %
Kostelec nad Černými lesy (2 jedinci)	<i>Echinococcus multilocularis</i>	1/2	50
Lysá nad Labem (1 jedinec)	<i>Echinococcus multilocularis</i>	1/1	100
Podtrosecké údolí (1 jedinec)	<i>Echinococcus multilocularis</i>	0/1	0
Dunajovice - Třeboň (1 jedinec)	<i>Echinococcus multilocularis</i>	0/1	0
Douповské hory (5 jedinců)	<i>Echinococcus multilocularis</i>	0/5	0
Sedlečko - Karlovy Vary (5 jedinců)	<i>Echinococcus multilocularis</i>	1/5	20
Šemnice - Karlovy Vary (2 jedinci)	<i>Echinococcus multilocularis</i>	1/2	50
Celkem		4/17	23,5

Tab. 7: Prevalence nalezených *Echinococcus multilocularis*

## 6. DISKUZE

Z celkem 17 vyšetřovaných zvířat bylo 12 pozitivních na přítomnost parazitů. Převážně byly zastoupeny tasemnice rodu *Mesocestoides* spp. s prevalencí 58,8 % (10/17), které byly nejvíce nalezeny u lišek z oblasti Karlových Varů. Dále byla prokázána přítomnost tasemnice rodu *Taenia* spp. s prevalencí 41,2 % (7/17), a to u dvou lišek z Kostelce nad Černými lesy, u dvou lišek z Doupovských hor a u tří lišek z oblasti Karlových Varů. Přítomnost měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) s prevalencí 23,5 % (4/17) – což vyplývá i z tabulky (Tab. 7) - byla prokázána u lišky z Kostelce nad Černými lesy, z Lysé nad Labem a u dvou lišek z oblasti Karlových Varů. Nejméně zastoupená byla tasemnice psí (*Dipylidium caninum*) s prevalencí 5,9 % (1/17), která byla nelezena u jedné lišky z Doupovských hor.

U některých šetřených zvířat bylo nalezeno několik parazitů různých druhů. Například u lišky (samice) z Kostelce nad Černými lesy byla zastoupena tasemnice rodu *Taenia* spp. (3 kusy) a tasemnice rodu *Mesocestoides* spp. (4 kusy). U lišky (samce) rovněž z Kostelce nad Černými lesy byl nalezen jeden měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*), tasemnice rodu *Taenia* spp. (2 kusy) a tasemnice rodu *Mesocestoides* spp. (3 kusy). U lišky (samce) z Lysé nad Labem byl zastoupen jeden měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) a 3 kusy tasemnice rodu *Mesocestoides* spp. U lišky (samce) z oblasti Karlových Varů byly potvrzeny tři druhy parazitů, a to jeden měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*), tasemnice rodu *Taenia* spp. (2 kusy) a tasemnice rodu *Mesocestoides* spp. (2 kusy). U lišky (samce) z Doupovských hor byly prokázány tasemnice rodu *Mesocestoides* spp. (2 kusy) a tasemnice psí (*Dipylidium caninum*) – 1 kus. U další lišky z Doupovských hor (samice) byla nalezena tasemnice rodu *Taenia* spp. (2 kusy) a 4 kusy tasemnice rodu *Mesocestoides* spp. U lišky (samice) z oblasti Karlových Varů (Sedlečko) byla prokázána přítomnost tasemnice rodu *Mesocestoides* spp. (3 kusy) a také tasemnice rodu *Taenia* spp. (2 kusy). U lišky (samce) rovněž z oblasti Karlových Varů (Šemnice) byla nalezena tasemnice rodu *Taenia* spp. (2 kusy) a jeden měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*).

U dvou vyder (samec z Podtroseckého údolí a samice z Dunajovic, okres Třeboň) nebyl potvrzen žádný parazit. Stejně tomu bylo i u jezevce (samce) z Doupovských hor – ani zde nebyl žádný parazit nalezen. Negativní nález byl rovněž u dvou lišek, a to u lišky (samce) z Doupovských hor a lišky (samce) z oblasti Karlových Varů.

Přítomnost měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) byla tedy prokázána u dvou lišek (samců) z oblasti Karlových Varů, u jedné lišky (samce) z Kostelce nad Černými

lesy a u lišky (samce) z Lysé nad Labem. Celková prevalence měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) u vyšetřovaných zvířat byla 23,5 %.

V širokých regionech Evropy jsou lišky infikovány měchožilem bublinatý (*Echinococcus multilocularis*). Míra infekce u lišek se liší podle regionálních podmínek (Romig et al., 2002). Lišky, které původně obývaly lesy a krajinu, se rozšířily do měst a vesnic (König et al., 2005).

Naše republika, Polsko, Itálie, Slovensko a Německo jsou oblasti Evropy, kde jsou dlouhodobě prováděny výzkumy výskytu měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) u lišek. Proto je zajímavé porovnání prevalence v těchto částech Evropy.

V naší republice se *Echinococcus multilocularis* postupně rozšiřoval. O přítomnosti této tasemnice u lišek byla u nás veřejnost poprvé informována v roce 1999 (Svoboda et al., 2002). Na základě plošného sledování výskytu *Echinococcus multilocularis* u lišek v letech 1994 až 1998 se průměrný výskyt v různých krajích pohyboval v rozmezí 2,5% až 22,9%. Tato hodnota je velice blízko prevalenci *Echinococcus multilocularis*, která byla zjištěna v této diplomové práci. Nejnižší výskyt byl ve středních Čechách, naopak extrémně vysoký byl v oblasti Českého Krumlova (63,3%) (Svobodová et al., 2006).

Na území naší republiky a Slovenska je liška obecná nejvíce zastoupená divoká šelma. Ve Slovenské republice byl měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) u lišek poprvé pozorován v roce 1999 (Dubinsky et al., 1999). Během značně krátkého časového období se tasemnice díky liškám rozšířila po celém území Slovenska, výskyt se zvýšil z 24,8% z roku 2000 na 32,8% v roce 2002 (Dubinský et al., 2002). Vysoce endemické oblasti s výskytem *Echinococcus multilocularis* u lišek až 60% byly doloženy v severní části Slovenska v regionech Žiliny a Prešova (Miterpáková et al., 2003). Rozdíly v rozšíření *Echinococcus multilocularis* závisí na několika faktorech – například na hustotě populace lišek, na přítomnosti mezipřenositelů, na klimatických podmínkách (Miterpáková et al., 2009). Podle Miterpáková et al. (2011) byl v letech 2000 až 2010 na území Slovenska proveden podrobný epidemiologický průzkum šíření *Echinococcus multilocularis* u lišek. Během tohoto rozsáhlého průzkumu byla potvrzena prevalence 30,3%. Tento výzkum potvrdil vysoce endemická území v severní oblasti Slovenska (Miterpáková et al., 2011). V tomto období bylo registrováno 16 případů alveolární echinokokózy u lidí, 14 z nich bylo diagnostikováno právě v těchto endemických lokalitách (Miterpáková et al., 2011).

Na severu a jihovýchodě Polska byla v období let 2001 až 2004 u lišek zkoumána přítomnost *Echinococcus multilocularis*. Průměrná prevalence infekce u lišek byla 23,8%, což je téměř shodná hodnota s hodnotou prevalence zjištěné v této diplomové práci. Byly ale velké rozdíly mezi jednotlivými oblastmi. V dalších letech byly velké počty lišek infikovaných *Echinococcus multilocularis* nalezeny na různých místech v Polsku, například v okresech Olecko-Gołdap (62,9%), Kętrzyn (55,9%), v provincii Warmia-Masuria (39,6%) (Karamon et al., 2018; Kochanowski et al., 2018). V 18 okresech provincie Západní Pomořansko byla intenzita infekce u lišek 61%. Byly intifikovány měchožilem bublinatým (*Echinococcus multilocularis*), tasemnicemi rodu *Mesocestoides* spp., tasemnicí psí (*Dipylidium caninum*) a tasemnicemi rodu *Taenia* spp. (Tylkowska et al., 2019; Pilarczyk et al., 2019; Zysko et al., 2019). Parametry výskytu *Echinococcus multilocularis* u lišek v této oblasti dosáhly ve srovnání s dřívějšími lety vysokých hodnot. To může ohrozit zdraví i životy lidí. Riziko nákazy se zvyšuje kvůli rostoucí populaci lišek, které si hledají nová území v oblastech lidských sídel (Tylkowska et al., 2019).

Itálie byla do roku 2001 považována za oblast, kde se *Echinococcus multilocularis* nevyskytoval. Během průzkumů byla tasemnice poprvé pozorována u lišek v provincii Bolzano v severní části země (Calderini et al., 2009). Dosavadní výsledky vyvolaly také otázku, zda v Itálii cyklus *Echinococcus multilocularis* existuje, nebo zda výskyt vznikl přenosem ze sousedních zemí. Došlo se k závěru, že budou nutné další průzkumy (Calderini et al., 2009).

V Německu se *Echinococcus multilocularis* u lišek vyskytuje ve všech regionech. V severních oblastech je tasemnice rozšířena mírně. Vyšší prevalence, a to 30%, byla hlášena z jihu země (Hegglin et al., 2008).

Měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) může být u lidí původcem závažné infekce - alveolární echinokokózy (AE). Jako nejlepší preventivní opatření proti šíření (*Echinococcus multilocularis*) se jeví pokládání antihelmintických návnad. Výpočty nákladů a přínosů ukazují, že se návnada v městských nebo příměstských oblastech považuje za nákladově efektivní (Hegglin et al., 2013; Deplazes et al., 2013). Ukázalo se, že návnada v menších městských oblastech je účinná i v dlouhodobém horizontu (Hegglin et al., 2008; Deplazes et al., 2008). Použití anthelmintických návnad na bázi praziquantelu se ukázalo jako účinný způsob kontroly přenosu měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*) (Tackmann a kol., 2001; Romig a kol., 2007; Hegglin et al., 2008).

## 7. ZÁVĚR

V práci na základě vědeckých poznatků byla posuzována možnost kontaminace prostředí vajíčky měchožila bublinatého (*Echinococcus multilocularis*). Předpokladem bylo, že lišky obecné (*Vulpes vulpes*) v České republice kontaminují prostředí vajíčky tohoto parazita, a tento předpoklad se v práci potvrdil.

Spolu s parazitem zimničkovou tropickou (*Plasmodium falciparum*) – jedná se o původce tropické malárie – je měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*) považován za nejnebezpečnějšího parazita na světě. *Echinococcus multilocularis* se pomocí přísavky na hlavičce přichytí ke sliznici tenkého střeva definitivního hostitele, kterým je nejčastěji liška obecná. Vajíček ve střevě definitivního hostitele mohou být stovky až tisíce. Vajíčka odcházejí s výkaly z těla tohoto definitivního hostitele a kontaminují prostředí. Vajíčka se vyskytují na kontaminované zelenině, lesních plodech, na povrchu půdy, na trávě, na spadlých větvích,... Lidé se mohou infikovat pozřením vajíček ze špinavých rukou, ze srsti domácích mazlíčků, při sbírání lesních plodů, při konzumování neumyté zeleniny a ovoce, při práci s půdou, při zahradničení a farmaření. Ke kontaminaci ovoce a zeleniny vajíčky *Echinococcus multilocularis* může dojít při pěstování, zpracovávání, transportu, skladování. Na prvním místě je proto zdůrazňováno pečlivé a důkladné omývání rukou a samotného ovoce a zeleniny. V přírodních podmínkách střední Evropy jsou vajíčka odolná a přežívají i několik měsíců. Vajíčka přežívají i ve vodě. Proto je pro člověka krajně nebezpečné pít vodu z lesních studánek a z neznámých zdrojů.

Kromě jiného je rovněž vhodné, aby nadále vznikaly různé informační programy, které by veřejnosti poskytovaly jasné informace, aby lidé byli schopni minimalizovat riziko infekce.

Nárůst populace lišek vede ke zvýšenému zájmu o alveolární echinokokózu, která je způsobená *Echinococcus multilocularis*. Alveolární echinokokóza je vážné onemocnění. Alveolární echinokokóza je v podstatě nevyléčitelná, vyžaduje celoživotní užívání léků. Vzhledem k závažnosti onemocnění je velice důležitá prevence.

Lišky se stále více rozšiřují do městských a příměstských oblastí, nadměrné množství zbytků potravin a odpady od lidí jim pomáhají přežít v těchto oblastech. Je proto nutné zodpovědně nakládat s odpadem, pečlivě ho ukládat a uklízet.

Kontaminace prostředí výkaly lišek je stále častější problém. V příměstských a městských oblastech je více infekčních liščíků výkalů než v lesích a na polích. Je zde proto velké riziko



infekce pro lidskou populaci. Pravděpodobnost, že lidé mohou přijít do styku s vejci *Echinococcus multilocularis*, se zvyšuje. Vzhledem k šíření měchožila bublibnatého (*Echinococcus multilocularis*) je snaha hledat nejúčinnější způsoby, jak snížit rizika infekce pro člověka. Je nutné pravidelné odklizení výkalů v příměstských a městských oblastech. Nejvýznamnější ale je pravidelná kontrola vlivu léčby volně žijících lišek pomocí rozmísťování návnad s praziquantelem. Je to účinný lék a pro jiné druhy volně žijících zvířat není škodlivý.

Pravidelná distribuce návnad představuje významnou možnost, jak snížit kontaminaci životního prostředí vajíčky měchožila bublibnatého (*Echinococcus multilocularis*). Hlavně na perifériích měst a obcí a v rekreačních oblastech představuje tato metoda velmi vhodný způsob ochrany zdraví lidí. Pokládání návnad pomáhá výrazně snižovat kontaminaci životního prostředí vajíčky měchožila bublibnatého (*Echinococcus multilocularis*). Jeví se jako účinný a dostupný nástroj při snižování rizika infekce u člověka. Je to významné opatření při ochraně lidského zdraví.

## 8. SEZNAM LITERATURY

- Comte S, Umhang G, Raton V, Raoul F, Giraudoux P, Combes B, Boué F (2017): *Echinococcus multilocularis* management by fox culling: An inappropriate paradigm. PREVENTIVE VETERINARY MEDICINE 147: 178-185
- Karamon J, Sroka J, Cencek T (2010): Limit of detection of sedimentation and counting technique (SCT) for *Echinococcus multilocularis* diagnosis, estimated under experimental conditions. EXPERIMENTAL PARASITOLOGY 124 (2): 244-246
- Karamon J, Sroka J, Cencek T (2011): Prevalence of *Echinococcus multilocularis* in red foxes in two eastern provinces of Poland. BULLETIN OF THE VETERINARY INSTITUTE IN PULAWY 55 (3): 429-433
- Karamon J, Sroka J, Cencek T (2012): Efficacy of intestinal scraping technique in the detection of *Echinococcus multilocularis* - estimation of the limit of the detection and comparison with sedimentation and counting technique. BULLETIN OF THE VETERINARY INSTITUTE IN PULAWY 56 (4): 535-538
- Knapp J, Giraudoux P, Combes B, Umhang G, Boué F, Said-Ali Z, Aknouche S, Garcia C, Vacheyrou M, Laboissière A, Raton V, Comte S, Favier S, Demerson J-M, Caillot CH, Millon L, Raoul F (2018): Rural and urban distribution of wild and domestic carnivore stools in the context of *Echinococcus multilocularis* environmental exposure. INTERNATIONAL JOURNAL FOR PARASITOLOGY 48: 937-946
- Koenig A, Romig T, Holzhofer E (2019): Effective long-term control of *Echinococcus multilocularis* in a mixed rural-urban area in southern Germany. PLOS ONE 14 (4): e0214993
- Koenig A, Romig T (2010): Fox tapeworm *Echinococcus multilocularis*, an underestimated threat: a model for estimating risk of contact. WILDLIFE BIOLOGY 16 (3): 258-266
- Loos J A, Nicolao M C, Cumino A C (2018): Metformin promotes autophagy in *Echinococcus granulosus* larval stage. MOLECULAR & BIOCHEMICAL PARASITOLOGY 224: 61-70
- Miterpakova M, Dubinsky P (2011): Fox tapeworm (*Echinococcus multilocularis*) in Slovakia - summarizing the long-term monitoring. HELMINTHOLOGIA 48 (3): 155-161
- Tylkowska A, Pilarczyk B, Pilarczyk R, Zyśko M, Tomza-Marciniak A (2019): Presence of tapeworms (Cestoda) in red fox (*Vulpes vulpes*) in north-western Poland, with particular emphasis on *Echinococcus multilocularis*. J Vet Res 63: 71-78
- Pavlovič I, Tambur Z, Doder R, Kulišič Z (2008): The role of red foxes in the epidemiology of zoonotic tapeworm of the mesocestoides. VETERINARIA 57 (1-2): 109-117
- Shi Y, Wan X, Wang Z, Li J, Jiang Z, Yang Y (2019): First description of *Echinococcus ortepi* infection in China. PARASITES VECTORS 12: 398

- König A, Romig T (2010): Fox tapeworm *Echinococcus multilocularis*, an underestimated threat: a model for estimating risk of contact WILDLIFE BIOLOGY 16 (3): 258-266
- Calderini P, Magi M, Gabrielli S, Brozzi A, Kumlien S, Grifoni G, Iori A, Cancrini G (2009): Investigation on the occurrence of *Echinococcus multilocularis* in Central Italy. BMC VETERINARY RESEARCH 5: 44
- Boufana B, Stidworthy M F, Bell S, Chantrey J, Masters N, Unwin S, Wood R, Potter A, Lawrence R P, McGarry J, Redrobe S, Killick R, Foster A P, Mitchell S, Greenwood A G, Sako Y, Nakao M, Craig P S (2012): *Echinococcus* and *Taenia* spp. from captive mammals in the United Kingdom. VETERINARY PARASITOLOGY 190 (1-2): 95-103
- Hegglin D, Deplazes P (2008): Control strategy for *Echinococcus multilocularis*.
- Romig T (1999): *Echinococcus multilocularis* in animal hosts: new data from western Europe. HELMINTHOLOGIA 36: 185-191
- Hegglin D, Ward PI, Deplazes P (2003): Anthelmintic baiting of foxes against urban contamination with *Echinococcus multilocularis*. EMERGING INFECTIOUS DISEASES 9: 1266-1272
- Eckert J, Deplazes P (2004): Biological, epidemiological and clinical aspects of echinococcosis: a zoonosis of increasing concern. 17: 107-135
- Kern P, Ammon A, Kron M, Sinn G, Sander S, Petersen LR, Gaus W (2004): Risk factors for alveolar echinococcosis in humans. EMERG INFECT DIS 10: 2088-2093
- Dubinsky P, Varady M, Reiterova K (2001): Prevalence of *Echinococcus multilocularis* in red foxes in the Slovak Republic. HELMINTHOLOGIA 38 (4): 215-219
- Volf P, Horák P (2007): Paraziti a jejich biologie. TRITON PRAHA, ISBN 978-80-7387-008-9:318
- Reiterová K, Miterpaková M (2005): Field evaluation of an intravital diagnostic test of *Echinococcus multilocularis* infection in red foxes. VETERINARY PARASITOLOGY 128: 65-71
- Miterpakova M, Dubinsky P, Reiterova K (2003): Spatial and temporal analysis of the *Echinococcus multilocularis* occurrence in the Slovak Republic. HELMINTHOLOGIA 40 (4): 217-226
- Hegglin D, Bontadina F, Gloor S (2009): Survey of public knowledge about *Echinococcus multilocularis* in four European countries: Need for proactive information. BMC PUBLIC HEALTH 8 (247): 1-11
- Kern P, Menezes da Silva A, Akhan O, Müllhaupt B, Vizcaychipi K A, Budke C (2017): The echinococcoses: diagnosis, clinical management and burden of disease. ADV PARASITOL 96: 259–369

Deplazes P, Rinaldi L, Alvarez Rojas C A, Torgerson P R, Harandi M F, Romig T (2017): Global Distribution of Alveolar and Cystic Echinococcosis. *ADV PARASITOL* 95: 315–493

Breitenmoser-Würsten C, Robin K, Landry J-M, Gloor S, Olsson P, Breitenmoser U (2001): Die Geschichte von Fuchs, Luchs, Bartgeier, Wolf und Braunbär in der Schweiz—ein kurzer Überblick. *FOR SNOW LANDSC RES* 76 (1/2): 9–21

Gloor S, Bontadina F, Hegglin D, Deplazes P, Breitenmoser U (2001): The rise of urban fox populations in Switzerland. *MAMM BIOL* 66: 155–164

König A, Romig T, Thoma D, Kellermann K (2005): Drastic increase in the prevalence of *Echinococcus multilocularis* in foxes (*Vulpes vulpes*) in southern Bavaria, Germany. *EUR J WILD RES* 51: 277–282

Ikeda T, Yoshimura M, Onoyama K, Oku Y, Nonaka N, Katakura K (2014): Where to deliver baits for deworming urban red foxes for *Echinococcus multilocularis* control: new protocol for micro-habitat modeling of fox denning requirements. *PARASIT VECTORS* 7: 357

Mackenstedt U, Jenkins D, Romig T (2015): The role of wildlife in the transmission of parasitic zoonoses in peri-urban and urban areas. *INT J PARASITOL PARASITES* 4: 71–79

Hegglin D, Deplazes P (2013): Control of *Echinococcus multilocularis*: Strategies, feasibility and cost-benefit analyses. *INT J PARASITOL* 43: 327–337

Craig PS, Hegglin D, Lightowers MW, Torgerson PR, Wang Q (2017): Echinococcosis: control and prevention. *ADV PARASITOL* 96: 55–15

Robardet E., Giraudoux P, Caillot C, Boue F, Cliquet F, Augot D (2008): Infection of foxes by *Echinococcus multilocularis* in urban and suburban areas of Nancy, France: Influence of feeding habits and environment. *PARASITE* 15: 77–85

König A, Romig T (2016): Fox tapeworm an underestimated threat—model for estimating risk of contact. *WILDL BIOL* 16: 258–267

Schweiger A., Ammann R. W., Candinas D., Clavien P.-A., Eckert J., Gottstein B (2007): Human alveolar echinococcosis after fox population increase. *EMERG INFECT DIS* 13: 878–881

Schneider R, Aspöck H, Auer H (2011): Unexpected increase of alveolar echinococcosis. *EMERG INFECT DIS* 19: 475–477

Janko C, Linke S, Romig T, Thoma D, Schröder W, König A (2011): Infection pressure of human alveolar Echinococcosis due to village and small town foxes (*Vulpes vulpes*) living in close proximity to residents. *EUR J WILDL RES* 57: 1033–1042

König A, Janko C, Barla-Szabo B, Fahrenhold D, Heibl C, Perret E (2012): Habitat model for baiting foxes in suburban areas to counteract *Echinococcus multilocularis*. *WILDL RES* 39: 488–496

Janko C, König A (2011): Disappearance of Praziquantel-containing baits around villages and small towns in southern Bavaria, Germany. *J WILDL DIS* 47, 373–380

Budgey R, Learmount J, Smith GC (2017): Simulation control of a focal wildlife outbreak of *Echinococcus multilocularis*. *VET PARASITOL* 237, 47–56