

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Paraziti gastrointestinálního traktu šelem v ČR s důrazem  
na hlístice**

**Diplomová práce**

**Bc. Karolína Šauerová**

**Zájmové chovy zvířat**

**prof. Ing. Ivana Jankovská, Ph.D.**

© 2019 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Paraziti gastrointestinálního traktu šelem v ČR s důrazem na hlístice" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 9.4.2019

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Ivaně Jankovské, Ph.D. za vedení mé práce, cenné rady a vstřícný přístup, zaučení v laboratoři i zodpovídání všech mých dotazů.

# Paraziti gastrointestinálního traktu šelem v ČR s důrazem na hlístice

## Souhrn

V práci bylo zjišťováno napadení střevními helminty, především hlísticemi, u volně žijících šelem ČR, hlavně lišky obecné (*Vulpes vulpes*), ale také s menším podílem jezevce obecného (*Meles meles*). Makroskopické i mikroskopické determinace a pitvy byly prováděny v období od října 2018 až ledna 2019. Lišky i jezevec byli nalezeni nebo střeleni v období 2014 až 2018 a pocházeli celkem ze dvou porovnávaných oblastí. Dohromady 3 samci a 4 samice, z Karlovarské oblasti a 3 samci a 2 samice z Doupovských hor. Pozitivní pro nález hlístic bylo celkem 11 vyšetřovaných šelem z 12. Celkem byly nalezeny 3 druhy střevních parazitů s nejvyšším podílem *Uncinaria stenocephala*, s celkovým počtem 417 jedinců, z toho 394 bylo nalezeno v Karlovarské oblasti a 23 v oblasti Doupovské. Dalším nalezeným druhem byla *Toxocara canis*, v počtu 28, z toho 26 parazitů tohoto druhu bylo nalezeno v Karlovarsku a 2 v Doupovské oblasti. Posledním endoparazitem byl *Strongyloides stercoralis*, nalezený pouze v jediném hostiteli z Doupovských hor, pouze v jednom kusu. Vybraným zástupcům všech výše zmíněných druhů byla pro tuto práci změřena délka i šířka těla bez vyšší odchylky jak v hodnotách mezi sebou, tak z dříve sepsaných prací zabývajících se stejným měřením stejných druhů. Z výsledků je patrné, že celkové vyšší zastoupení hlístic *Uncinaria stenocephala* ve volně žijících šelmách je v Karlovarské oblasti s 100 % (7/7), oproti Doupovské s 40 % (2/5). Průměrné množství tohoto druhu na jednu lišku v obou studovaných oblastech dohromady je 34,25 a pro porovnání vychází průměrné množství 56,29 zástupců *U. stenocephala* na jednu lišku z Karlovarska, oproti 3,4 zástupců na jednu lišku z Doupovska. Zastoupení *Toxocara canis* v Karlovarské oblasti bylo 57 % (3/7) zatímco v Doupovské oblasti byla prevalence 20 % (1/5). Průměrný počet jedinců tohoto druhu v jednom zástupci šelmy byl 3,7 jedinců *T. canis* pro Karlovarskou oblast a 0,4 jedinců pro Doupov. Průměrné množství *Tocara canis* v jedné lišce, pokud bereme obě oblasti dohromady je 2,33. Pro *Strongyloides stercoralis* je průměrný počet v jedné lišce, podle tohoto výběrového souboru, 0,2. Toto potvrzuje i předpoklad, že se gastrointestinální fauna hlístic liší podle oblasti výskytu hostitele.

**Klíčová slova:** gastrointestinální, parazit, helmint, hlístice, šelma, liška

# Gastrointestinal parasites (with an emphasis on nematodes) of wild predatory mammals in the Czech Republic

## Summary

This thesis was concerned with the infestation of intestinal helminths, especially nematodes, in wild carnivores from the Czech Republic, mainly represented by foxes (*Vulpes vulpes*), but also with a smaller representation of badgers (*Meles meles*). Macroscopic and microscopic determinations and autopsies were performed between October 2018 and January 2019. Foxes and badgers were found or hunted down between 2014 and 2018 and came from two areas, which were being compared. Together 3 males and 4 females from Karlovarsko region and 3 males and 2 females from Doupov Mountains. A total of 11 examined individuals out of 12 were found to be positive for nematode findings. Three species of intestinal parasites with the highest proportion of *Uncinaria stenocephala*, with a total of 417 individuals were found, of which 394 were found in Karlovarsko and 23 in Doupov. Another species which was found was *Toxocara canis*, in the number of 28.26 of which were found in the Karlovarsko region and 2 in the Doupov region. The last endoparasite, *Strongyloides stercoralis*, was found only in a single host from the Doupov Mountains. The length and width of the bodies of selected representatives of all of the above species were measured purposely for this thesis, with no deviation from each other, as well as from previously written papers dealing with the same measurements of the same species. The results show that the total proportion of nematodes *Uncinaria stenocephala* in wild animals is higher in the Karlovasko region with 100 % (7/7), compared to the proportion with 40 % (2/5) in the Doupov region. The average amount of this species per fox in both of the studied areas is 34.25 in total. And, for comparison, the average number of 56.29 representatives of *U. stenocephala* is based on one fox from Karlovarsko, compared to 3.4 representatives per fox from the Doupovsko region. The proportion of *Toxocara canis* in the Karlovarsko region was 57 % (3/7) while in the Doupov region the prevalence was 20 % (1/5). The average number of individuals of this species in one representative of beasts was 3.7 specimens of *T. canis* for the Karlovarsko region and 0.4 specimens for the Doupov region. The average amount of *Tocara canis* in one fox, if we take both areas in consideration, is 2.33. For *Strongyloides stercoralis*, the average number per fox, according to this sample, is 0.2. This is confirmed by the assumption that gastrointestinal fauna of nematodes varies according to the host range.

**Keywords:** gastrointestinal, parasite, helminth, nematode, beast, fox

# Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	3
3	Literární rešerše .....	4
3.1	Gastrointestinální parazité lišky obecné ( <i>Vulpes vulpes</i> ).....	4
3.2	Gastrointestinální parazité vlka obecného ( <i>Canis lupus</i> ).....	7
3.3	Gastrointestinální parazité u psíka mývalovitého ( <i>N. procyonoides</i> ).....	13
3.4	Zoonotické helminthózy .....	18
3.5	Nejčastější hlístice volně žijících šelem v ČR .....	23
3.5.1	Měchovec liščí ( <i>Uncinaria stenocephala</i> ) .....	24
3.5.2	Škrkavky ( <i>Toxocara</i> spp.) .....	27
3.5.3	Háďátka ( <i>Strongyloides</i> spp.) .....	32
3.5.4	Rod <i>Angiostrongylus</i> .....	34
3.5.5	Svalovec ( <i>Trichinella</i> spp.).....	37
3.6	Nejčastější tasemnice psovitých šelem v ČR .....	39
3.6.1	Tasemnice rodu <i>Mesocestoides</i> .....	39
3.6.2	Měchožil bublinatý ( <i>Echinococcus multilocularis</i> ) .....	42
3.7	Návnady s antihelmintiky .....	46
4	Metodika .....	49
4.1	Pitva a postmortální vyšetřovací metody .....	49
4.1.1	Postup helmintologické pitvy .....	49
4.1.2	Seškrab střevní sliznice .....	50
4.2	Determinace .....	50
5	Výsledky .....	51
5.1	Háďátko střevní ( <i>Strongyloides stercoralis</i> ).....	54
5.2	Škrkavka psí ( <i>Toxocara canis</i> ) .....	55
5.3	Měchovec liščí ( <i>Uncinaria stenocephala</i> ).....	56
6	Diskuze .....	58
6.1	Háďátko střevní ( <i>Strongyloides stercoralis</i> ).....	60
6.2	Škrkavka psí ( <i>Toxocara canis</i> ) .....	60
6.3	Měchovec liščí ( <i>Uncinaria stenocephala</i> ).....	61
7	Závěr .....	62
8	Literatura.....	63

# 1 Úvod

V celé Evropě byl zaznamenán dramatický nárůst populace lišky obecné (*Vulpes vulpes*), zejména v městských oblastech. Ve Švýcarsku začal růst městské populace lišky v polovině osmdesátých let a shodoval se s koncem epizootie vztekliny. Obecná liška je hostitelem řady psích helmintů, včetně zoonotických parazitů *Echinococcus multilocularis* a *Toxocara canis*. Takzvaný fenomén městské lišky a následně i zvýšená blízkost lišek s lidmi a domácími psy mohou mít významné důsledky pro veřejné zdraví (Deplazes et al. 2004). Liška obecná je přirozený predátor, živí se většinou drobnými savci, ptáky, bezobratlými ale i rostlinnou stravou. Ve venkovské střední Evropě je však většina stravy složena z hrabošovitých hlodavců z otevřeného prostředí a zejména *A. terrestris* a *Microtus* spp. Vzhledem k významným a odlišným potravinovým zdrojům, které se vyskytují v městských prostředích, se potrava městských lišek liší od stravy jejich venkovských konspecifikací. Obsahuje vyšší podíl antropogenních potravin a bezobratlých a nižší výskyt lovné kořisti (Contesse et al. 2004). Dále, vzhledem k neustálé vysoké dostupnosti antropogenních potravinových zdrojů, jsou ve městech pozorovány specifické sociální struktury a menší domácí okrsky, což vede k vyšší hustotě lišek než ve venkovských podmínkách. Důsledky urbanizace na ekologii lišek obecných pravděpodobně povedou k znatelným vlivům na populační dynamiku různých liščích parazitů (Reperant et al. 2007).

Jeden z parazitů, *E. multilocularis*, je jedním z nejvíce patogenních zoonotických parazitů v Evropě a jeho napadení vede k alveolární lidské echinokokóze (Eckert & Deplazes 2004). V Evropě jsou přírodními mezihostiteli *E. multilocularis* hlodavci otevřeného prostředí, zejména hraboš vodní (*Arvicola terrestris*) a hraboš obecný (*Microtus arvalis*). Liška obecná je označována jako primární definitivní hostitel *E. multilocularis* a je zodpovědná za kontaminaci mezilehlého hostitelského prostředí pomocí šíření vajíček výkaly (Eckert & Deplazes 2004).

*Toxocara canis* je střevní hlístice, u nás nazývaná škrkavka, která se často vyskytuje u psů a lišek v Evropě. Ačkoli jsou přenášeny přímo, mohou dospělci psovitých po požití infikovaných mezihostitelů také získat intestinální infekci. Jedná se především o hlodavce, ale také o ptáky a bezobratlé. Lidská toxokaróza je zoonóza způsobená tkáňovými migrujícími larvami *Toxocara* spp., která může být potenciálně závažná zejména u dětí. Domácí masožravci, kteří kontaminují svými výkaly životní prostředí, se považují za primární zdroje infekcí u lidí. Nicméně i lišky by mohly hrát další významnou roli v přenosu této zoonózy (Repeant et al. 2007).

Prostorové variace míry prevalence jsou popsány u široké škály střevních helmintů

v městských a periurbanských liškách. Změny v populační hustotě definitivních hostitelů, mezihostitelů a paratenických hostitelů v přenosové biologii parazitů a pravděpodobnosti přežití volných životních stádií parazitů pravděpodobně budou hlavními faktory přispívajícími k tomuto jevu. Dvouhostitelské, s hlodavci spjatí parazité (např. *Taenidae*) byly v liškách v urbanizovaném prostředí méně rozšířené (Saeed et al. 2006). Tyto výsledky a studie Reperant et al. (2007) naznačují, že potravní specializace lišek v prostředích hlodavců a v městských oblastech mohou být různé. Tato hypotéza je podpořena výsledky analýz žaludků, které prokazují, že lišky v městských oblastech nejen predují méně na hlodavcích, ale že i využití hmyzu jako kořisti se ve venkovských a městských oblastech velmi liší. Snížení míry predátorství městských lišek a změny v komunitě hlodavců a jejich náchylnost k tetaniózním infekcím pravděpodobně přispívají ke zjištěné klesající prevalenci dvouhostitelských helminthů. Naopak výskyt přísně jednohostitelské hlístice *U. stenocephala* zůstal stabilní podél rostoucího gradientu urbanizace. Na rozdíl od dvouhostitelských helminthů je hlavní cestou infekce tohoto parazita volně žijící larva třetího stupně a dokončení jejího životního cyklu nevyžaduje mezihostitele hlodavce (Reperant et al. 2007).



## 2 Cíl práce

Cílem práce bylo zjistit napadení střevními helminty (především hlísticemi) u volně žijících šelem ČR a k tomu zpracovat literární rešerši týkající se gastrointestinálních helmintů šelem podle nejnovějších vědeckých poznatků z vědeckých prací týkajících se střevních parazitů psovitých šelem v Evropě.

**Hypotéza:** Gastrointestinální helmintofauna šelem se liší podle oblasti výskytu hostitele

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Gastrointestinální parazité lišky obecné (*Vulpes vulpes*)

Liška obecná (*Vulpes vulpes*) je nejrozšířenějším a nejhojnějším predátorem na Zemi, žijícím téměř ve všech stanovištích severní polokoule, jako jsou lesy, hory, pouště nebo dokonce příměstské a městské prostředí. Kromě toho je liška hlavním nosičem a vektorovým druhem nejdůležitějších endemických zoonóz, jako je například tasemnice *Echinococcus multilocularis*, škrkavka *Toxocara canis* a hlístice *Trichinella* spp. To dělá lišku velmi kontroverzním a emocionálním druhem s velkým potenciálním zapojením veřejnosti a má zásadní význam, pokud jde o otázky řízení. Rozsáhlé šíření *E. multilocularis* z endemických oblastí na území okolních zemí nebylo zastaveno. První potvrzené zjištění *E. multilocularis* na Slovensku bylo zaznamenáno v roce 1999. Ve studii Letková et al. (2006) bylo v období od roku 2000 do roku 2004 vyšetřeno celkem 302 lišek (*Vulpes vulpes*). Využito bylo koprologického vyšetření, pitvy, trávicí metody, techniky seškrabu střev (IST), sedimentace a počítačové techniky (SCT). Během pětiletého průzkumného období byla nalezeno *T. canis* u 78 (25,82 %), *Trichinella* spp. v 7 (2,3 %) a *E. multilocularis* byl nalezen u 32 (10,6 %) z celkového počtu 302 vyšetřených lišek. Prevalence *E. multilocularis* se zvýšila z 9,4 % z roku 2000 na 25,0 % v roce 2002. V roce 2003 byla prevalence 7,5 % a v roce 2004 12,5 %. Celkem 32 lišek bylo prokázáno jako pozitivní podle sedimentace a počítačové techniky, dále bylo rozděleno podle počtu nalezených tasemnic do: nízké, střední a vysoce zatížené třídy. V průběhu celého pětiletého období byla většina lišek zařazena do tříd s nízkým zatížením (68,75 %), pak do středních (25,5 %) a vysokých (6,25 %). Průměrná intenzita infekce *E. multilocularis* během průzkumu byla 155 červů (Letková et al. 2006).

Obecné lišky (*Vulpes vulpes*) jsou hostiteli velkého počtu druhů střevních helminthů pravděpodobně kvůli jejich širokému výskytu v mnoha typech biotopů, vysoké úrovni domácí činnosti, variabilnímu složení stravy a velkým potenciálem pro intraspecifickou společenskou aktivitu. V evropských zemích je široce rozšířena liška obecná (*Vulpes vulpes*) a je nejrozšířenějším divokým masožravcem, žijícím ve Slovinsku. Navýšení populace lišky bylo zaznamenáno ve všech Evropských zemích jako důsledek vakcinace proti vzteklině (Holmala & Kauhala 2006). Na území Slovinska se populace se neustále zvyšuje. Ve Slovinsku se zvýšil úlovek lišky obecné z 7906 z roku 2005 na 11 066 v roce 2010. Tato psovitá šelma je možným rezervoárem některých zoonotických střevních parazitů, jako jsou *Toxocara canis*,

*Ancylostomatidae* a *Trichuris vulpis*, které mohou způsobit toxokarózu, ancylostomózu a trichuriózu. Liška je také definitivní hostitel pro cestody, včetně *Taenia ovis*, *T. multiceps*, *T. hydatigena*, *T. pisiformis*, *Echinococcus granulosus* a *E. multilocularis*, jejichž larvy napadají hlavně hospodářská zvířata. Zoonotické invaze mohou být přenášeny přímo z prostředí, z vody nebo z potravin, nebo z úzkého kontaktu se zvířaty. Studie o střevních parazitech lišek byly předmětem několika průzkumů v Evropě (Di Cerbo et al. 2008), včetně sousedních zemí Slovinska: Chorvatsko (Rajković-Janje et al. 2002), Maďarsko (Takács 2001), Rakousko (Mramor 2001). Vergles Rataj et al. (2010) prohlásili prevalenci *Echinococcus multilocularis* (2,6 %) na stejnou populaci vzorků, jaká byla zkoumána v dokumentu Vergles Rataj et al. (2013), v jejichž studii bylo shromážděno a vyšetřeno na intestinální helminty 428 lišek, pomocí promývací metody. Paraziti byli nalezeni v 93,2 % vyšetřovaných zvířat. Nejčastěji identifikované hlístice byly *Uncinaria stenocephala* (58,9 %), *Toxocara canis* (38,3 %) a *Molineus patens* (30,6 %). Další nalezení helminté byly *Pterygodermatites affinis* (4,2 %), *Capillaria* spp. (2,8 %), *Crenosoma vulpis* (2,8 %), *Toxascaris leonina* (2,5 %), *Trichuris vulpis* (0,7 %) a *Physaloptera* spp. (0,2 %). *Mesocestoides* spp. (27,6 %) a *Taenia crassiceps* (22,2 %) byly nejčastější tasemnice, následované *T. polyacantha* (6,5 %), *Hymenolepis nana* (2,1 %), *T. pisiformis* (2,1 %) a *Dipylidium caninum* (1,4 %). Studie také odhalila čtyři druhy motolic: *Rossicotrema donicum* (1,6 %), *Heterophyes heterophyes* (1,1 %), *Metagonimus yokogawai* (1,1 %), *Prohemistomum appendiculatum* (0,4 %) a dva druhy prvoků: oocysty *Sarcocystis* (2,8 %) a *Isospora* (0,4 %). Vergles Rataj et al. (2013) poskytnul první rozsáhlou studii o střevních parazitech lišky obecné (*Vulpes vulpes*) ve Slovinsku. Bylo prokázáno, že lišky na Slovinsku jsou hostiteli řady druhů střevních helminthů. Ve většině lišek byla zaznamenána smíšená infekce. Někteří z parazitů by mohly být potenciálním zdrojem zamoření domácích zvířat a příležitostně i lidí, a proto by měly být prováděny průzkumy pravidelně (Vergles Rataj et al. 2013).

Ve studii Miterpáková et al. (2009) byly hlístice nejvíce dominantní třídou získanou v trusu lišek obecných v devíti rodech (*Toxocara canis*, *Toxascaris leonina*, *Ancylostoma caninum*, *Uncinaria stenocephala*, *Strongyloides* spp., *Spirocerca lupi*, *Physaloptera* spp., *Trichuris vulpis* a *Capillaria* spp.). Nejhojnější byla *T. leonina* s celkovou prevalencí 42,9 %. Druhý člen *Ascarididae* - *T. canis* byl nalezen pouze u 12,5 % zkoumaných lišek. Většina evropských studií uvádí vyšší prevalenci *T. canis* než *T. leonina* (Smith et al., 2003). Dalším vyskytujícím se druhem ze třídy nematod byl *T. vulpis* s průměrnou prevalencí 33,5 % a nejvyšší prevalencí na středním Slovensku (42,5 %). *A. caninum* byl přítomen u 18,1 % a

*U. stenocephala* u 6,9 % zkoumaných lišek s nejvyšší prevalencí v oblastech s vysokým podílem kultivované půdy. *Strongyloides stercoralis* byl zjištěn u 1,6 % zkoumaných lišek a prevalence byla nejvyšší na severozápadním Slovensku (6,4 %). Vajíčka a larvy tohoto druhu jsou velmi citlivé na vysušení a vyžadují vysokou vlhkost vzduchu a půdy, klimatické podmínky charakteristické pro tuto část Slovenska. Nejméně převládající druh hlístice byl *Spirocerca lupi* nalezený u 11 vzorků s nejvyšší revalencí (3,6 %) v Žilinském kraji sousedícím s Polskem (Miterpáková et al. 2009). Obecně jsou centrální části Slovenska, kde byla zaznamenána nejvyšší prevalence parazitů, charakterizované teplým, mírně chladným a středně vlhkým klimatem s průměrnou roční teplotou vzduchu 8-9 °C, průměrnou roční srážkou 600-900 mm a vysokou vlhkostí, vlhký režim vlhkosti půdy s průměrnou roční teplotou aktivního povrchu půdy v rozmezí 8-10 °C. Naproti tomu nejnižší výskyt parazitů byl nalezen na severovýchodním Slovensku charakterizovaném mírně teplým nebo středně chladným a vlhkým podnebím s průměrnými ročními teplotami vzduchu 6-8 °C, průměrnými ročními srážkami a mírně vlhkým nebo vlhkým půdním režimem 600 až 900 mm s průměrnou roční teplotou aktivního půdního povrchu 5-7 °C. Tyto dvě oblasti se liší především průměrnou roční teplotou vzduchu a teplotou aktivního povrchu půdy. Vyšší teploty v regionu na středním Slovensku spolu s vlhčím klimatem a vlhkým režimem vlhkosti půdy mohou být faktory ovlivňující lepší přežití vývojových stádií parazitů (Miterpáková et al. 2009). Dlouhodobé parazitologické vyšetření lišek ve studii Miterpáková et al. (2009) také zdůraznilo skutečnost, že tyto volně žijící masožravci hrají významnou roli v kontaminaci životního prostředí parazity a mohou významně přispět k šíření parazitních zoonóz. Klimatické změny, změny krajiny, rostoucí počet lišek obecných a proces kolonizace nových oblastí těmito divokými zvířaty mohou hrát důležitou úlohu při strukturování parazitních komunit a poskytují příležitosti ke zvýšenému vystavení parazitární infekci.

Studie Suchentrunk and Sattmann (1994) zkoumala účinky krátkodobých časových a hostitelských faktorů (věku a pohlaví) na infekci helmintů u lišek z ekologicky odlišných oblastí v Rakousku. Významné rozdíly ve střevní parazitární fauně se očekávají u populací rakouských lišek kvůli rozdílu mezi biotopy a stravováním. V 307 liškách obecných (*Vulpes vulpes*) ze šesti ekologicky odlišných oblastí v Rakousku byly studovány účinky hostitelských (věku, pohlaví), sezónních a regionálních faktorů na prevalenci střevních helminthů. Ze šesti tasemnic a šesti druhů hlístic byla nalezena *Toxocara canis*, *Uncinaria stenocephala*, *Mesocestoides litteratus* a *Taenia crassiceps*. Významné sezónní změny v prevalenci byly pozorovány

u *Toxocara canis*, *Uncinaria stenocephala* a *Taenia crassiceps*. Věk hostitelů ovlivnil výskyt *Toxocara canis*, *Uncinaria stenocephala* a *Mesocestoides litteratus*. Rozdíl v pohlaví byl zjištěn u prevalencí *Toxocara canis* a *Taenia crassiceps*. Významné regionální rozdíly v prevalenci druhů helmintů byly nalezeny u *Toxocara canis* a *Mesocestoides litteratus*. Podmínky prostředí v jednotlivých regionech však zřejmě neměly žádný významný vliv na složení druhů (Suchentrunk & Sattmann 1994).

### 3.2 Gastrointestinální parazité vlka obecného (*Canis lupus*)

Informace o helminí fauně masožravců, které zaujímají nejvyšší pozici v potravinových řetězcích, jsou stále fragmentární, zejména u vlků obecných (*Canis lupus*). Jediný nedávný článek, který obsahuje přehled u divokých vlků, je podle Kloch a Bajer (2003) založený na koprologické analýze vlků z jižní části Mazury Lakeland.

V Polsku se vlk vyskytuje především v Karpatech a rozsáhlých lesních systémech severovýchodní a východní části země. Velmi málo vlků žije v suboptimálních stanovištích – oblastech polí a malých lesů nebo na okrajích silně urbanizovaných oblastí. Ve středním a západním Polsku je vlk neobvyklý a celkový počet byl v roce 2001 odhadován na 550. Vlk je chráněným druhem od roku 1998, ačkoli rekolonizace oblastí, kde byl dříve vyhlazen, byla velmi pomalá. To z důvodu mnoha lidských bariér, které zpomalují nebo vylučují migraci. Vzhledem k tomu, že vlk je v Polsku přísně chráněn, koprologické vyšetření je jedinou metodou, která může být použita k určení úrovně hlístové infekce (Jeźdrzejewski et al. 2004).

Osmdesát devět vzorků stolice vlka obecného (*Canis lupus*) se během léta 2002 a 2004 shromažďovalo ze dvou oblastí v západních Beskidách (jižní Polsko). Helminthí vajíčka byla pozorována u 56,2 % vyšetřených výkalů. Patří mezi ně: *Alaria alata* (2,2 %), vajíčka tasemnic z taxonu Taenidae (11,2 %), *Toxocara canis* (5,6 %), *Toxascaris leonina* (1,1 %), *Eucoleus aerophilus* (14,6 %), *Ancylostoma caninum* (12,3 %), *Uncinaria stenocephala* (37 %) a neidentifikovaná vajíčka Strongyloididae (1,1 %). *Eucoleus aerophilus* byl poprvé zaznamenán v Polsku (Popiołek et al. 2007). Ze 89 odebraných vzorků bylo v 50 obsaženo vajíčko hlístic, tasemnic, nebo motolic. Celková prevalence heminthové infekce byla 56,2 %. Nejčastěji zaznamenávanými parazity byly hlístice, zejména *Uncinaria stenocephala*, jejichž vejce byla nalezena ve 37 % vzorků. Indexy infekce tímto nematodem se mezi oběma oblastmi významně nelišily (Beskid Slaski Landscape Park 37,2 % oproti 36,6 % v Zywiec Landscape Park), s mírně vyšší prevalencí ve smečkách z Beskid Slaski Landscape Park (Popiołek et al., 2007). *Uncinaria stenocephala* byla dříve zaznamenána u vlka, a to jak v Polsku, tak i v dalších evropských zemích (Kloch & Bajer 2003). Prevalence infekce jiným červem, *Ancylostoma*

*caninum*, byla mnohem nižší, pouze 12,3 %. Indexy pro obě populace byly odlišné, s vyšší prevalencí v populaci Zywiec Landscape Park. Přestože je oddělení vajíček *U. stenocephala* a *A. caninum* obtížné a někteří autoři ji vynechávají, podle studie Popiołek et al. (2007) je to možné. Podrobná morfologická a zejména biometrická analýza vajíček odhalila jasné rozdíly v jejich velikosti: u *U. stenocephala* byli 68-72 liber a 43-50 mm a u *A. caninum* 50-62 liber a 28-40 mm. Z přehledu literatury založené na pitvě se dva druhy hlístic vyskytují u vlků z různých částí Evropy a Severní Ameriky a práce Popiołek et al. (2007) (*U. stenocephala* 37 % versus *A. caninum* 12,3 %) souhlasí s hlášenými studiemi založenými na pitvě.

*Eucoleus aerophilus* byl ve studii Popiołek et al. (2007) zjištěn u 14,6 % vzorků; druh byl dvakrát častější ve vzorcích ze Zywiec Landscape Park než z Beskid Slaski Landscape Park. Tento nematod má přímý životní cyklus, ale může využít paratenických hostitelů, jako jsou oligochéty rodů *Lumbricus*, *Allolobophora* a *Bimustus*.

*Toxocara canis* a *Toxascaris leonina* nebyly ve výzkumu Popiołek et al. (2007) také často nalezeny. Vejce *T. canis* byla detekována pouze u 5,6 % vzorků a prevalence u obou studovaných populací byla podobná. Ačkoli ve studii Popiołek et al. (2007) to nebylo potvrzeno, *T. canis* je jeden z nejvíce častých parazitů jak divokých, tak domácích psovitých. V Polsku a v dalších zemích Evropy a Ameriky byl tento nematod zaznamenán v mnoha studiích. Poměrně nízká prevalence *T. canis* u Popiołek et al. (2007) nemusí odrážet skutečný výskyt tohoto parazita u vlka. Současné výsledky (5,6 %) odpovídají ostatním údajům založeným na koprologické analýze: 7,7 % z Polska (Kloch & Bajer 2003). Avšak hodnoty založené na nekropsiích jsou obvykle mnohem vyšší, např. 21,2 % v Bělorusku (Shimalov & Shimalov 2000). Podle Kloch a Bajer (2003) to může naznačovat, že vajíčka mohou být vyplavena z výkalů; například deštěm, nebo roztátím sněhu. *Toxocara leonina* byl jedním z nejčastějších parazitů meziphostitelů, jako jsou hlodavci. V Polsku, Kloch a Bajer (2003) popsali parazita v 1,9 % vzorků fekálních vzorků, v Bělorusku byly odpovídající hodnoty 13,5 % nekropsií zkoumaných vlků (Shimalov & Shimalov 2000). Také nedávná analýza *T. leonina* u vlků od Craig a Craig (2005) ukázala jednoznačnou disproporci ve frekvenci hlístic v oblastech Nearktické a Palaarktické (prevalence 27 % versus 9,7 %). V tomto případě jsou dominantními složkami stravy vlků kopytníci, kteří tvoří 95 % potravní biomasy. To může znamenat obtíže při dokončení životního cyklu na základě hlodavců jako paratenických hostitelů, což by vysvětlovalo nízkou prevalenci *T. leoniny* u vlka i ve studii Popiołek et al. (2007).

Ve vzorcích studie Popiołek et al. (2007) byl zjištěn také výskyt *Alaria alata*, který byl nalezen v Polsku u 78 % vlků pouze během pitvy a 13 % vlků v Bělorusku (Shimalov &

Shimalov 2000). V životním cyklu *Alarie alata* hrají hlavní roli obojživelníci a malí hlodavci. Nízká prevalence (2,2 %) a skutečnost, že bylo nalezeno pouze jedno vajíčko, potvrdilo malý podíl malých obratlovců ve stravě vlků ve dvou vyšetřovaných Polských oblastech. Křivky akumulace druhů pro složené komunity parazitů vlků z obou oblastí a ze všech vzorků fekálií nedosáhly asymptoty, což naznačuje přítomnost některých dalších druhů, které nebyly zaznamenány. Vzhledem k pozorovanému počtu druhů lze usoudit, že většina endoparazitů vlka je detekovatelná pomocí koprologických metod. Zkoumání dalších vzorků by nezvýšilo seznam druhů významným způsobem (Popiołek et al. 2007).

Ve výše zmíněné studii obsahovalo ze všech 89 vzorků, 31,4 % jeden druh parazita, 20,2 % dva druhy a pouze 4,5 % obsahovalo tři druhy parazitů. U 43,8 % vzorků nebyly nalezena žádná vajíčka helminthů. Téměř identická distribuce parazitů byla nalezena ve stolici vlků obývajících Beskid Slaski Landscape Park, ale distribuce ve vzorcích Zywiec Landscape Park byla nepatrně odlišná. Podíl vzorků bez jediného nebo pouze s jedním druhem parazita byl stejný (36,6 %). Na druhé straně 23,3 % vzorků ze Zywiec Landscape Park obsahovalo dvě odlišná vajíčka a pouze 3,3 % obsahovalo tři potvrzené druhy parazitů. Stupeň invaze helminthů u vlků z obou oblastí studie byl podobný, což bylo potvrzeno prevalenčními hodnotami. Index byl mírně vyšší v Zywiec Landscape Park, zatímco indexy rozmanitosti a bohatství byly vyšší v Beskid Slaski Landscape Park. Faktorem, který může ovlivnit pozorované rozdíly, je blízkost lidských sídel (v případě Beskid Slaski Landscape Park), která alespoň teoreticky usnadňuje přenos parazitů mezi vlky a psy. Ačkoliv byly vzorky Beskid Slaski Landscape Park charakterizovány větším druhovým bohatstvím a různorodostí (*T. leonina*, běžná u psů, zde byla zaznamenána), vyšší výskyt jiných druhů parazitů v Zywiec Landscape Park nepředstavuje významný faktor přenosu mezi psy a vlky (Popiołek et al. 2007).

Vrcholoví predátoři hrají klíčovou roli při formování potravinových řetězců. Když je predátor konečným hostitelem parazita a zmizí z jeho stanoviště, může zanechat mezeru v potravní síti. Potenciální důsledky těchto vymizení pro vztahy mezi parazity a hostiteli jsou stále špatně pochopitelné. Dokonce i pro dobře studované ekosystémy mírných pásů, kde je vlk obecný (*Canis lupus*) vrcholným predátorem a kopytníci jsou jeho hlavní kořistí, je málo známo parazitologických důsledků přechodného odstraňování / zániku vlka (East et al. 2011). Dynamika přenosu troficky přenášených patogenů a parazitů, které jsou dobře přizpůsobeny určitému hostiteli, se může změnit. Paraziti by se mohli buď přizpůsobit alternativním hostitelům, nebo dočasně vymizet, což bylo nazváno hypotézou o "flexibilitě hostitele" a hypotézou "vyblednutí" (Lesniak et al. 2018). Vlci jsou definitivními hostiteli pro širokou škálu endoparazitů (Craig & Craig 2005), ale málo je známo jejich možného vlivu na prevalenci

parazitů v jejich kořisti, která slouží jako intermediární hostitel, jako v případě hlístic nebo vrtejšů. Zejména není jasné, zda se riziko infekce zvyšuje, když se konečný hostitel vrátí poté, co nějakou dobu chybí pro určitou oblast a jak se riziko infekce liší mezi různými druhy kořisti. Není také jasné, které faktory kontrolují parazitární etiopatologii a zda tyto faktory upřednostňují specializaci parazitů u konkrétních hostitelů. Proces současné rekolonizace střední Evropy poskytuje vynikající příležitost prozkoumat dynamiku přenosu parazitů v systému predátor-kořist, neboť stejný druh kořisti lze vyšetřit za přítomnosti a nepřítomnosti dravce ve stejném typu stanoviště (Lesniak et al. 2018).

Vlci obecní rekolonizovali části Německa a západního Polska od roku 2000 po neúčasti téměř 100 let (Reinhardt et al. 2015). V Německu se první smečky vlků usadily ve východním Sasku. Od té doby se populace rozšířila v severozápadním směru. Do roku 2015 bylo v Německu rozpoznáno téměř 40 skupin a přibližně 70 smeček bylo zjištěno v celé populaci vlků střední Evropy (Reinhardt et al. 2015). Analýzy stravy prokázaly, že jelen (*Cervus elaphus*), srnec (*Capreolus capreolus*) a divoká prasata (*Sus scrofa*) jsou tři hlavní druhy kořisti vlčí populace. Mohou proto sloužit jako potenciální mezihostitelé endoparazitů přenášených vlkem, jako jsou například helminti *Mesocestoides*, *Taenia* (Lesniak et al. 2018) nebo rod *Echinococcus* a prvoci *Neospora* nebo *Sarcocystis* (Lesniak et al. 2018).

Hostitelsko-patogenní interakce a epidemiologie jsou dobře známy v taxonech apikomplexa, jako je *Toxoplasma* – parazit vyskytující se v domácím a sylvatickém cyklu se zoonotickým potenciálem. Avšak vazby mezi *Sarcocystis* divokých intermediálních a definitivních hostitelů jsou v současné době nejasné a prevalence a distribuce taxonu *Sarcocystis* u kopytníků a možný dopad odstranění a návrat vrcholového predátora jsou v současnosti neznámé. Ve studii Lesniak et al. (2018) hostily volně žijící vlci z populace nejméně 12 různých druhů *Sarcocystis*. *Sarcocystis* má povinný životní cyklus dvou hostitelů zahrnující masožravé definitivní hostitele a širokou škálu mezihostitelů, jako jsou plazi, ptáci nebo savci. *Sarcocystis*, jak je známo, je více specifický vůči hostiteli, pokud jde o mezihostitele než definitivního hostitelů, ačkoli současný stav znalostí není zdaleka úplný, protože nové druhy *Sarcocystis* a noví hostitelé jsou i nadále popisovány. *Sarcocystis* se sexuálně reprodukuje ve střevech svého definitivního hostitele, který během vyprazdňování vylučuje sporulované oocysty a sporocysty do životního prostředí. Pasoucí se mezihostitelé náhodně požívají tyto infekční stádia. Asexuální vývoj v mezihostiteli začíná, když *Sarcocystis* pronikne zažívací sliznicí a migruje přes krevní cévy, aby dosáhl své cílové (svalové nebo nervové) tkáně, kde nakonec tvoří sarkocysty. V průběhu časně fáze infekce mohou patogenní druhy



způsobit klinické příznaky, jako je ztráta hmotnosti, anémie, horečka a potrat u březích mezihostitelů. Jinak má sarkocystóza obvykle asymptomatickou etiopatologii a menší vliv na svého hostitele (Kloch & Bajer 2003). Ve studii Lesniak et al. (2018) byla zkoumána prevalence *Sarcocystis* u kopytníků a vlků. Podle hypotézy "vyblednutí" by vracející vlci opětovně importovali dočasně vybledlé parazity, čímž by se zvýšilo riziko parazitních infekcí u ungulovaných mezihostitelů. Předpokládá se, že alespoň některé druhy *Sarcocystis* jsou "specialisty na vlky" a jsou příliš specializované, aby používali alternativní hostitele jako konečné hostitelské subjekty. Pokud dojde k nárůstu prevalence *Sarcocystis*, mělo by to být způsobeno "parazity specializujícími se na vlky", tj. druhy *Sarcocystis*, které jsou obzvláště dobře adaptovány na vlky. Na vlky specializovaní parazité by pak měli být ve vlčích nadměrně zastoupeni a vykazovat nejsilnější nárůst rozšíření ungulovaných mezihostitelů v oblastech obývaných vlkem a mělo by dojít k "nesouladu" relativních parazitních frekvencí mezi vlky a jejich kořistí. V rámci hypotézy o "flexibilitě hostitele" se vracející vlci stávají dodatečným definitivním hostitelem pro endemické parazity šířené i jinými masožravci, které obnovily funkci alternativních hostitelů (Moré et al. 2016). V tomto případě by bylo nečekané, kdyby byly nalezeny druhy *Sarcocystis*, které by mohly být považovány za "odborníky na vlky". Bez "na vlky specializovaných" parazitů by relativní parazitní frekvence u druhu kopytníků a vlků odpovídaly tomu, že vlci by byli neselektivně infikováni *Sarcocystis*, kterého konzumují (Lesniak et al. 2018). Hypotéza "vyblednutí" také předpovídá, že pokud jsou parazité obzvláště dobře přizpůsobeni konkrétnímu hostiteli ("odborníci na vlky"), očekáváme, že jim zabrání vyloučení hostitelský imunitní systém. Mladí vlci jsou pravděpodobně náchylnější k parazitům apikomplexanu *Sarcocystis* než starší zvířata (pokud jde o menší předchozí expozici parazitů, postupné budování imunity a tím i obecně slabší imunitní odpověď). Mladší vlci by proto měli očekávat vyšší druhové bohatství druhu *Sarcocystis* než dospělí vlci. U dospělých by zlepšená imunitní kompetence měla umožnit vyčistit parazity, kteří by mohly nakazit mláďata, s výjimkou "vlčích specialistů", jež by mohly využívat adaptace, které jim umožní obcházet hostitelský imunitní systém a přetrvávat u starších jedinců. Pokud žádné imunitní procesy související s věkem neovlivňují rezistenci parazitů u vlků, vlci všech věkových kategorií by měli hostit stejnou komunitu *Sarcocystis*, protože každý člen smečky je vystaven stejnému druhu druhu *Sarcocystis*, když sdílí infikovanou kořist (Lesniak et al. 2018). Nedávná rekolonizace střední Evropy vlkem obecným (*Canis lupus*) poskytuje příležitost ke studiu dynamiky přenosu parazitů v případech, kdy se definitivní hostitel vrátí po fázi lokálního vyhynutí. Ve studii Lesniak et al. (2018) zkoumali, zda nově založená populace vlků zvýšila výskyt těchto parazitů u mezihostitelských kopytníků, které představují vlčí kořist, zda jsou

některé druhy parazitů obzvláště dobře přizpůsobeny vlkům a jaký je možný základ pro takové úpravy. U vlků bylo zaznamenáno bohatství druhu *Sarcocystis* a prevalenci *Sarcocystis* u kopytníků sledovaných ve studiích s přítomností a bez trvalé přítomnosti vlka v Německu za použití mikroskopie a metabarkování DNA. Výskyt *Sarcocystis* u jelena (*Cervus elaphus*) byl výrazně vyšší ve vlčích oblastech (79,7 %) než v kontrolních oblastech (26,3 %), ale ne u srnce (*Capreolus capreolus*) (97,2 % oproti 90,4 %) a divokých prasat (82,8 % vs. 64,9 %). Z 11 druhů druhu *Sarcocystis* se *Sarcocystis taeniata* a *Sarcocystis grueneri* objevovaly častěji u vlků, než se očekávalo od vzorků infekce *Sarcocystis* z kopytníků. Oba druhy *Sarcocystis* vykazovaly vyšší nárůst prevalence u kopytníků ve vlčích oblastech než u jiných druhů druhu *Sarcocystis*, což naznačuje, že jsou obzvláště dobře přizpůsobené vlkům a jsou příklady "specialistů na vlky". Množství druhu *Sarcocystis* u vlků bylo u mladých vlků významně vyšší než u dospělých. "Vlčí specialisté" přetrvávali během dospívání vlka (Lesniak et al. 2018). Výsledky studie Lesniak et al. (2018) ukazují, že interakce dravec-kořist ovlivňují prevalenci parazitů, jestliže jak dravec, tak kořist jsou součástí parazitního životního cyklu, také, že mezipřenositel nemusí nutně nahradit dravce v dynamice parazitního přenosu pro určité parazity, kde je dravec definitivním hostitelem, a to i v případě, že mezipřenositelé a definitivní hostitelé pocházejí ze stejné taxonomické rodiny a nakonec, že imunitní zráním závislé na věku přispívá k potlačování infekce u vlků.

U většiny druhů se sarkocysty nacházejí ve svalech v kořisti a přenášejí se pouze do konečného hostitele, pokud je mezipřenositel pozřen konečným hostitelem. Apikomplexany, jako je *Sarcocystis* s dvouhostitelovým životním cyklem, jsou zřídka studovány u definitivních hostitelů kvůli metodologickým výzvám. Dokázalo se, že prevalence *Sarcocystis* u kopytníků v oblastech obývaných vlkem byla vyšší než v kontrolních oblastech, *S. grueneri* a *S. taeniata* byly identifikovány jako "specialisté na vlky" a ukázalo se, že druhová bohatost druhu *Sarcocystis* u vlků klesá s věkem, zatímco dobře specializované druhy přetrvávají u dospělých. Vysvětlením vlivu vlků na parazity u jelena a zjevnou nepřítomnost podobného silného účinku u srnců by mohlo být to, že oba jelenovití se liší svou regionální distribucí. Rekolonizace vlků vylučujících oocysty *Sarcocystis* s jejich výkaly by nyní mohla překlenout spíše roztržštěné rozložení srnců a jelenů s malým překrytím co se týče výskytu stejného prostředí ve východním Německu (Lesniak et al. 2018).

V životních cyklech *Sarcocystis* může být zapojeno několik mezipřenositelů a definitivních hostitelů, které mohou být navzájem propojeny prostřednictvím potravní sítě. Ve studii Lesniakov et al. (2018) se zdá, že dva druhy, *S. grueneri* a *S. taeniata*, jsou pro vlky dobře přizpůsobené jako definitivní hostitelé. Oba druhy se vyskytovaly u vlků častěji, než

se očekávalo na základě distribuce parazitů u druhů kořisti. Pro oba jelenovité vykazovaly nejvyšší nárůst výskytu ve vlčích oblastech ve srovnání s jinými druhy *Sarcocystis*. Z těchto dvou druhů druhů *Sarcocystis* byly infikovány pouze jeleni červení z vlčích oblastí, ačkoli někteří jeleni z kontrolního místa také hostily *S. grueneri* a *S. taeniata*. Tyto nálezy naznačují, že *S. grueneri* a *S. taeniata* šířící se ve vlčích oblastech jsou "odborníky na vlky" a jiní potenciální koneční hostitelé jako psi (*Canis lupus familiaris*), lišky (*Vulpes vulpes*) nebo psík mývalovitý (*Nyctereutes procyonoides*) šíří jiné kmeny *S. grueneri* a *S. taeniata* za nepřítomnosti vlků (Lesniak et al. 2018).

I když není jasné, které molekulární mechanismy jsou zodpovědné za obranu *Sarcocystis* u vlků, mláďata vlka hostila více druhů *Sarcocystis* než starší zvířata, což je v souladu s předpovědí hypotézy, že imunitní rezistence na *Sarcocystis* je u dospělých vyšší (Lesniak et al. 2018). Toto zjištění je také v souladu se studii domácích psů, u nichž byly infekce *Cystoisospora* a *Giardia* nejčastěji u mláďat (Barutzki & Schaper 2003). U divokých koček byly srovnatelné známky věkové zátěže parazitů předtím uváděny pouze v etiopatologii helmintů. *Sarcocystis grueneri* a *S. taeniata* jsou obzvláště dobře adaptovány na vlky, jak je naznačeno jejich nižším poklesem prevalence během dospívání vlka ve srovnání s jinými druhy *Sarcocystis* spp. Pokud se tyto parazity přizpůsobí vlkům, může to představovat jemnější adaptaci než imunitní únik (Lesniak et al. 2018).

### **3.3 Gastrointestinální parazité u psíka mývalovitého (*Nyctereutes procyonoides*)**

Psík mývalovitý (*Nyctereutes procyonoides*) byl záměrně introdukovan do západní části bývalého Sovětského svazu ve dvacátých letech 20. století pro použití v kožedělné výrobě a později se rozšířil do mnoha evropských zemí. V Dánsku byl zaznamenán pouze jeden psík mývalovitý před rokem 1995. Během období 1995-2003 bylo hlášeno 25 psíků mývalovitých. Nicméně v roce 2008 bylo pět p. mývalovitých zastřeleno nebo zabito na silnici. Následně, a shodně se zvyšujícím se povědomím veřejnosti, bylo od července 2008 do prosince 2010 celkem 91 psíků mývalovitých zastřeleno nebo přejeto, to vše na poloostrově Jutsko, které je jedinou částí Dánska napojenou na pevninu přes hranice do Německa (Al-Sabi et al. 2013).

Vedle negativních vlivů na biologickou rozmanitost je introdukce psíků mývalovitých spojena s rizikem zavlečení parazitů do nových oblastí. Četné terénní průzkumy psíků mývalovitých dokumentují přítomnost několika druhů parazitů zoonotického potenciálu (Ivanov & Semenova 2000). Mezi nejvýznamnější zoonotické parazity přenášené psíky

mývalovitými v Evropě jsou hlístice rodu *Trichinella*. Divocí masožravci jsou hlavními hostiteli přispívajícími k přenosu infekce na prasata a následně na člověka. Fyzikální studie ve Finsku vedla k závěru, že psíci mývalovití společně s liškou obecnou jsou nejdůležitějšími rezervoáry pro *Trichinella* spp. Toto je zvláště zajímavé u neendemických zemí, například v Dánsku, kde rostoucí počet invazních psíků mývalovitých může negativně ovlivnit hospodářství prasat, a proto je výskyt trichinely kontinuálně sledován u volně žijících masožravců (Enemark et al. 2000).

Dalším významným zoonotickým parazitem p. mývalovitého je *Echinococcus multilocularis*. Experimentální infekce ukázaly, že psík mývalovitý vylučuje infekční vejce v množství podobném množství u lišek (Kapel et al. 2006). V Evropě byly dospělci *E. multilocularis* získány z přirozeně infikovaných psíků mývalovitých v Německu, Polsku a Litvy (Al-Sabi et al. 2013). Úloha psíků mývalovitých v životním cyklu *E. multilocularis* je však sporná kvůli nižší prevalenci a hojnosti při přírodní infekci, možná proto, že hlodavci jsou ve stravě psíků mývalovitých méně častí, než ve stravě lišek (Bruzinskaite-Schmidhalter et al. 2012). Navíc p. mývalovití jsou plachá zvířata a udržují se v delší vzdálenosti od lidského působení. Jsou také zvířaty nočními, usazují se v mokřích stanovištích, v zimě spí zimním spánkem a tyto vlastnosti mohou snížit prevalenci v přenosu *E. multilocularis*. V Dánsku byl poprvé detekován *E. multilocularis* ve třech z 646 lišek z ostrova Zealand v roce 2000, nicméně není známo nic o současném výskytu a studie Al-Sabi et al. (2013) je první za deset let, snažící se odhadnout výskyt tohoto významného zoonotického parazita mezi liškami a psíky mývalovitými.

V roce 2009 dánské ministerstvo životního prostředí zahájilo plán eradikace psíků mývalovitých, hlavně kvůli očekávaným negativním dopadům na biologickou rozmanitost. To poskytlo možnost studovat střevní hlísty a *Trichinella* spp. u psíků mývalovitých a srovnávat jejich parazitární faunu s liškou obecnou (*Vulpes vulpes*). Invazivní druhy negativně ovlivňují biologickou rozmanitost ekosystémů, které napadají a mohou přenášet patogeny na původní druhy. Psíci mývalovití se úspěšně rozšířili Evropou, včetně Dánska (Al-Sabi et al. 2013). Ve studii Al-Sabi et al. (2013) byly zahrnuty analýzy gastrointestinálních helminthů a *Trichinella* spp. z 99 psíků mývalovitých a 384 místních lišek shromážděných od října 2009 do března 2012. Použitá metoda sedimentace a počítání ukázala, že p. mývalovití a lišky mají 9 a 13 různých druhů helmintů, z nichž některé jsou známy jako zoonotičtí. Výskyt více druhů hlístic a tasemnic byl nalezen u lišek, zatímco p. mývalovití měli více druhů motolic. Hlodavci přenášení parazitů byly častěji nalezeny u lišek, zatímco obojživelníky přenášení parazitů byli převládající u p. mývalovitých. Jedna liška byla infikována *Echinococcus multilocularis*

(0,3 %), zatímco žádná *Trichinella* spp. nebyla nalezena u psíků mývalovitých ani lišek. Motolice *Brachylaima tokudai* byla poprvé detekována v Dánsku u pěti z 384 lišek (1,3 %). Prevalence *Pygidiopsis summa* (3,0 % a 3,4 %) a *Cryptocotyle* spp. (15,2 % a 15,4 %) byly srovnatelné u psíků mývalovitých a lišek. Čtyři druhy helmintů byly u lišek častěji než u psíků mývalovitých: *Toxocara canis* (60,9 % a 13,1 %); *Uncinaria stenocephala* (84,1 % a 48,5 %); *Mesocestoides* spp. (42,7 % a 23,2 %); a *Taenia* spp. (30,7 % a 2,0 %). Tři druhy parazitů byly častější u psíků m. než u lišek: *Dipylidium caninum* (5,1 % a 0,3 %); *Mesorchis denticulatus* (38,4 % a 4,2 %); a *Alaria alata* (69,7 % a 34,4 %). *T. canis* byla hojnější u lišek, zatímco *A. alata* byl častěji nalezen u p. mývalovitých. Druhové rozložení helmintů bylo množstvím srovnatelné mezi hostiteli, ale jednotlivé druhy parazitů byly velmi rozdílné. Inherentní biologické faktory a hostitelská invaze do nových oblastí by mohly způsobit tyto výrazné rozdíly ve fauně helmintů mezi invazivním psíkem mývalovitým a domácí liškou obecnou (Al-Sabi et al. 2013).

Předchozí epidemiologické studie přírodních infekcí u psíků mývalovitých v Evropě ukázaly, že velmi široký okruh parazitů může nakazit tohoto hostitele (Bruzinskaite-Schmidhalter et al. 2012). Přes enormní rozdíly v místě studií z hlediska biotických a abiotických faktorů zavedl invazivní psík mývalovitý v Evropě parazitní faunu, která se velmi podobá blízkému příbuznému masožravci, lišce obecné. Z psíků mývalovitých zkoumaných v studii Al-Sabi et al. (2013) bylo 11,1 % bez helmintů. To je v kontrastu s průzkumem v deltě Volhy, kde byli mývalí psíci již 30 let, a u kterých našli parazity ve všech 80 sledovaných zvířatech. Snížená biologická rozmanitost parazitů v introdukovaných hostitelích ve srovnání s původními hostiteli je očekávaným důsledkem invaze (Torchin et al. 2003). Nejvíce převládající a hojný parazit psíků mývalovitých v Evropě je *A. alata* s prevalencí od 23,5 % až 96,5 % (Bruzinskaite-Schmidhalter et al. 2012). Množství *A. alata* mezi psíky mývalovitými v Evropě se pohybovalo od 13 až po 5694 s až 660 396 červy získanými z jediného zvířete. Tyto vysoce hojné druhy parazitů mohly mít prospěch z menší konkurence s jinými druhy, nebo také může hojnost odrážet vyšší hladiny hostitelské citlivosti (Roche et al. 2010).

V liškách byly zjištěny čtyři druhy parazitů, které nebyly nalezeny u psíků mývalovitých: *M. catulinus*; *E. multilocularis*; *B. tokudai*; a *M. bilis*; z nich pouze *E. multilocularis* byl dříve zaznamenán u lišek v Dánsku (Al-Sabi et al. 2013). Je třeba poznamenat, že rozdíly mezi psíky mývalovitými a liškami vzhledem k hojnosti druhů mohly být ovlivněny větším počtem lišek obsažených ve studii Al-Sabi et al. (2013). Podobně použití citlivé sedimentační a počítačové techniky k izolaci a detekci střevních helmintů, může vést

k detekci nových druhů parazitů, zejména těch, které jsou velmi malé, a může zvýšit citlivost studie (Al-Sabi et al. 2013). Navzdory podobnému množství druhů parazitů u psíků mývalovitých a lišek byly ve studii Al-Sabi et al. (2013) patrné rozdíly v prevalenci a hojnosti helmintů. Dřívější zprávy z Dánska ukázaly, že *D. caninum* a *M. denticulatus* jsou méně časté u lišek (Saeed et al. 2006), ale časté u psů, kteří mohou být zdrojem infekce pro psíky mývalovité. Současné výsledky také ukázaly srovnatelnou prevalenci dvou motolic, *P. summa* a *Cryptocotyle* spp. u lišek a psíků mývalovitých. *Cryptocotyle* spp. má široké spektrum hostitelů s řadou ptáků a savců, kteří se živí rybami a je středně patogenní. V Dánsku byli *M. denticulatus* a *Cryptocotyle* spp. dříve hlášeny od přirozeně infikovaných psů. Na druhou stranu *P. summa*, přítomná v liškách v studii Al-Sabi et al. (2013) nebyla předtím hlášena u psíků mývalovitých v Evropě.

U psíků mývalovitých bylo množství sezónních vzorků ovlivněno množstvím třech druhů parazitů: *Mesocestoides*, *A. alata*; *Cryptocotyle*. Výrazná variace sezónního výskytu těchto parazitů může souviset s variacemi dostupnosti mezihostitelů (*Mesocestoides* spp. se přenáší hlodavci, *A. alata* obojživelníky a *Cryptocotyle* spp. rybami) nebo odrazem zvýšeného loveckého tlaku na psíky mývalovité, který je nutí v zimě nezimovat, ale nepřetržitě měnit svou polohu a žít se tím, co je k dispozici v přírodě (Al-Sabi et al., 2013). V podobné studii u p. mývalovitých v Litvě (Bruzinskaite-Schmidhalter et al., 2012) byla abundance *A. alata* a *U. stenocephala* ovlivněna sezonou, kdy se v zimě značně snížila abundance kvůli hibernaci. V liškách bylo množství některých druhů parazitů spojeno s jedním nebo více rizikovými faktory. Například hojnost tří druhů parazitů byla postižena regionem, hojnost tří druhů parazitů byla ovlivněna věkem a hojnost dvou druhů parazitů byla ovlivněna pohlavím. Rozdíly v počtu parazitů související s regionem mohou být výsledkem místních biotických podmínek, a proto jsou nutná další zkoumání základních mechanismů. Rozdíly v hojnosti spojené s pohlavím a věkem mohou souviset s chováním, věkem získanou imunitou nebo očekávanou délkou života parazitů (Bruzinskaite-Schmidhalter et al. 2012).

Porovnání rozmanitosti helmintů a prevalence u psíků mývalovitých a lišek umožňuje posoudit expozici hostitele a citlivost. Na rozdíl od situace u lišky, dominantní druh přenášející parazity u psíků mývalovitých v studii Al-Sabi et al. (2013) byl obojživelník přenášející motolice, zatímco dominantní druhy získané z lišek byly dvě hlístice: *T. canis*; a *Uncinaria stenocephala*, z nichž obě mají přímý životní cyklus s možností paratenického hostitele z řad hlodavců (Taylor et al. 2007). Sdílení doupat mezi psíky mývalovitými a jinými zvířaty, zejména liškami a jezevci, může zvýšit riziko infekce těmito druhy a dalšími parazity s přímým

životním cyklem. Také vyšší výskyt, nebo četnost jednoho druhu tasemnice (*D. caninum*) a dvou druhů motolic (*M. denticulatus* a *A. alata*) byla zaznamenána u psíků mývalovitých ve srovnání s liškami. Takové rozdíly lze vysvětlit různou citlivostí hostitele, preferencí potravin, anebo dostupností potravin. Potrava psíků mývalovitých se mění podle sezóny a lokality a obecně jsou jí malí savci, hmyz a hlavní rostlinná část, a to jak v neinvazních, tak v nepůvodních oblastech (Al-Sabi et al. 2013). Dále psíci mývalovití mají zvláštní chování, které může přispět k jinému prostorovému přenosu parazitů. Psíci mývalovití mají tendenci soustředit své výkaly do uzavřených míst (tzv. latríny) (Yamamoto & Hidaka 1984), zatímco lišky se vyprazdňují rozptýleným způsobem. Tento rozdíl může mít vliv na parazity s přenosem závislým na hustotě rozšíření. Na druhé straně, blízkost lišek u vodních ploch a množství obojživelníků byly mezi klíčovými faktory, které vedly k vyššímu výskytu motolic (Saeed et al. 2006). Vyšší prevalence druhů *Mesocestoides* spp. a *Taenia* spp. u lišek ve studii Al-Sabi et al. (2013) lze pravděpodobně vysvětlit vyšší predací hlodavců liškami (Bruzinskaite-Schmidhalter et al. 2012).

Studie Al-Sabi et al. (2013) ukázala výrazné rozdíly v prevalenci parazitů u lišek v porovnání s předchozí zprávou Saeed et al. (2006). Například v studii Al-Sabi et al. (2013) prevalence *T. canis*, *U. stenocephala*, *Taenia* spp. a *A. alata* na ostrovech jsou významně vyšší než ty, které byly dříve hlášeny ze stejné oblasti (Saeed et al. 2006). Tyto změny v prevalenci mohou vyplývat z použití různých technik odběru vzorků zvířat, nebo izolace škůdců anebo z jiných souběžných faktorů, jako jsou drastické změny populace lišky způsobené svrabovou epidemií na Zeelandu. Nicméně při porovnávání obou datových souborů nebylo možno určit, zda změna helmintí fauny lišek na pevnině byla vyvolána invazí psíků mývalovitých, zejména proto, že v této oblasti jsou vysoce rozptýlené a velmi omezené počty a pod intenzivním lovným tlakem kvůli eradikačnímu programu (Al-Sabi et al. 2013).

Při srovnání výsledků Al-Sabi et al. (2013) s výsledky nedávno hlášenými z Litvy (Bruzinskaite-Schmidhalter et al. 2012) bylo zjištěno, že v obou zemích byly nejčastějšími parazity psíků mývalovitých *A. alata* a *U. stenocephala* a u obou parazitů byla prevalence v Litvě výrazně vyšší než v Dánsku. Na rozdíl od toho byla prevalence *M. denticulatus* / *Echinostomatidea* u psíků mývalovitých v Dánsku významně vyšší než v Litvě a v obou zemích byla prevalence vyšší u psíků mývalovitých než u lišek. Výskyt *T. canis* a *Mesocestoides* spp. v p. mývalovitých v obou zemích byly srovnatelné a relativně nízké, zatímco lišky z obou zemí měly vyšší výskyt *T. canis*; a *Mesocestoides* spp. než psíci mývalovití. Prevalence *A. alata* v Litvě byla stejně vysoká pro oba hostitele, ale byla vyšší u psíků mývalovitých než u dánských lišek. Psíci mývalovití byli relativně nově introdukováni do Dánska; proto poměrně nízká

prevalence helminthů ve srovnání s Litvou může odrážet snížené období expozice parazitům a rozdíly v prevalenci parazitů u lišky. Nicméně tyto výsledky mohou naznačovat vyšší náchylnost psíků mývalovitých k určitým druhům parazitů, zejména motolicím (Al-Sabi et al. 2013). Velikost vzorku a nízká prevalence umožnily odhalit rozdíly v zeměpisné distribuci a prevalenci *E. multilocularis* v Dánsku. Podobně velikost vzorku neumožnila odhalit změny výskytu *E. multilocularis* na Zelandu od roku 2000. Umístění infikované lišky přibližně 8 km severně od německých hranic však může naznačovat introdukci a přenos lišek, které migrují z endemických oblastí z jihu Dánska. Přítomnost *Trichinella* spp. u divokých masožravců byla v Dánsku sledována již několik let jako součást monitorovacího programu založeného na riziku požadovaného členskými státy Evropské unie se zanedbatelným rizikem *Trichinella* a prevalence *Trichinella* spp. (Alban et al. 2011).

Studie Al-Sabi et al. (2013) ukázala rozdílné rozložení parazitů ve střevním traktu v rámci jednoho hostitele, ale srovnatelné mezi hostiteli. Výběr habitatů parazity může být přirozenou reakcí na vnější faktory, mezi něž patří inter-specifická kompetice o živiny, prostor nebo jiné kritické zdroje mezi dominantními a méně dominantními druhy. Ačkoli konkurence mezi druhy hlístic pro tenké střevo může být řízena optimální povahou této lokality, výběr lokality helmintem je spíše dynamický. Výrazně vyšší výskyt *A. alata* u psíků mývalovitých uváděných v studii Al-Sabi et al. (2013) a dalších studiích v Evropě (Bruzinskaite-Schmidhalter et al. 2012) může naznačovat vyšší náchylnost tohoto hostitele. Pravděpodobně *A. alata* na psících mývalovitých implementovala různé strategie přežití, aby kompenzovala jeho dřívější rozšíření, ale je třeba další vyšetřování (Al-Sabi et al. 2013).

### 3.4 Zoonotické helminthózy

Domácí zvířata byla historicky považována za potenciální zdroj zoonóz. Přesto se v posledních několika letech ukázalo, že hlavním zdrojem vznikajících lidských patogenů jsou volně žijící zvířata a ptáci. Zvláště divocí masožravci mají velké množství virů, prvků a hlístic, které by mohly být přenášeny na domácí zvířata a člověka. Mezi volně žijícími masožravci, jsou hlavně lasicovití a psovíti dobře známými rezervoáry důležitých patogenů. Kvůli velkému rozmachu divokých masožravců, hrají hlavní roli v šíření zoonóz, což by nemělo být podhodnocené (Di Cerbo et al. 2008). Živení se krví a vysoká prevalence představují vážný zdravotní a veterinární problém. Předpokládá se, že přibližně 600 milionů lidí na celém světě je infikováno helminty, zejména v tropických oblastech (Bethony et al. 2011).

Liška obecná (*Vulpes vulpes*), jezevec (*Meles meles*) a kuna skalní (*Martes foina*) jsou vcelku rozšířené druhy; které mohou kolonizovat různé biotopy, včetně těch antropogenních.



Přičemž liška obecná přispívá k lidské infekci kmenem *Echinococcus multilocularis*, který způsobuje v larválním stádiu závažné onemocnění jater u lidí následované proliferací podobnou nádoru, alveolární echinokokóze (AE). Infekce může být způsobena i) náhodným požitím parazitických vajíček, ii) ústním kontaktem s rukama kontaminovanými infikovanou půdou nebo rostlinami nebo iii) stykem s masožravci, jejich konečnými hostiteli. Alveolární echinokokóza ukazuje rozšiřující se distribuci oblasti v Evropě, zejména kvůli měnícím se ekologickým vzorcům hlavního definitivního hostitele, *Vulpes vulpes*. Nedávno byl hlášen *E. multilocularis* u lišek z Itálie (Manfredi et al. 2002), kde byl parazit nalezen v severní oblasti Trentino Alto Adige. Cílem práce Di Cerbo et al. (2008) bylo identifikovat divoké parazity masožravců, kteří jsou zvláště důležití v ohledu k lidským infekcím jako *E. multilocularis* a *Trichinella* spp. a k aktualizaci údajů o složení gastrointestinální fauny hlístů u volně žijících masožravců na východních italských Alpách. Dvěšedesát lišek obecných, osmnáct jezevců a osm kun skalních ze severovýchodní Itálie bylo zkoumáno na zoonotické parazity SCT, se zvláštní pozorností k *Trichinella* spp. a *Echinococcus multilocularis*. Žádní dospělí červy *E. multilocularis* nebyly pozorovány ve střevech lišek obecných nebo lasicovitých. Z 223 fekálních liščíků vzorků analyzovaných komerčními CA-ELISA, bylo 5,8 % pozitivních vůči *Echinococcus coproantigenis*. *Trichinella* spp. byla detekována ve 1,2 % vyšetřených liškách (2/172), ale ne v lasicovitých (0/11). *Toxocara canis*, zodpovědná za lidskou toxokarózu byla v populaci lišek nalezena (48,5 %). Tento parazit byl nalezen jak u mladých (53,3 % mlád'at a 61,9 % dospívajících) tak dospělých zvířat (42,7 %). U populace lišek byli nalezeni také další zoonotičtí parazité jako *Uncinaria stenocephala* (52,3 %) a *Trichuris vulpis* (0,4 %) (Di Cerbo et al. 2008). *E. multilocularis* a *Toxocara canis* se vyskytují u městských lišek v Ženevě, přičemž zdůrazňují určité riziko zoonózy. V Ženevě však nejenom prevalence, ale také množství *E. multilocularis* u lišek klesá z venkovských a obytných oblastí na městské, což naznačuje nižší infekční tlak v nejvíce urbanizované části města. Rezidenční nebo příměstská oblast na rozhraní venkovských a městských oblastí proto představuje lokalitu hlavního rizika expozice člověku *E. multilocularis*, protože je intenzivně využívána liškami, lidmi a domácími masožravci. Na druhé straně nebyl zjištěn žádný významný vliv stupně urbanizace stanoviště na výskyt *Toxocara canis* (Deplazes et al. 2001). Půdní kontaminace vajíčkem *Toxocara* spp. byla zjištěna vyšší v městských, než ve venkovských nebo příměstských oblastech. Vysoká kontaminace městského prostředí je výsledkem vyšší hustoty domácích masožravců, zejména v městských parcích a zelených plochách. Ve studii Reperant et al. (2007) se však ukázala vysoká míra prevalence *Toxocara canis* u dospívajících a dospělých lišek ve všech sledovaných oblastech, což naznačuje nezanedbatelnou úlohu lišky jako rezervoáru *Toxocara canis*.

Výsledky studie Di Cerbo et al. (2008) ukázaly vysokou prevalenci infekce střevními helminty v populaci severovýchodní italské lišky obecné a lasicovitých. Dospělci rodu *Echinococcus multilocularis* nebyli nalezeni v žádných hostitelích; nicméně CA ELISA odhalila pozitivní hodnotu u 5,8 % zkoumaných fekálních vzorků, které se zdají být v souladu s nízkou prevalencí u lišek, která byla dříve hlášena v Itálii (Manfredi et al. 2002). Nesrovnalosti mezi výsledky testů ELISA a SCT mohou souviset s nepřítomností dospělých *E. multilocularis* ve střevech. V předchozím průzkumu infikovaných lišek z Trentino Alto Adige vykazovaly velmi nízké zatížení helminty (Manfredi et al. 2002). To by mohlo být také vysvětleno tím, že *Echinococcus coproantigenis* mohou být detekovány ve stolici až pět dnů po vyloučení ze střeva. Nicméně není vyloučena křížová reakce s ostatními tasemnicemi (Eckert 2004); ve skutečnosti tasemnice byly nalezeny ve střevech 10 ze 13 pozitivních vzorků *Echinococcus coproantigenis* (Di Cerbo et al. 2008).

Obecně řečeno, divocí psovití mohou být považováni za významný potenciální zdroj lidské infekce *Echinococcus* spp.; jiní parazité se zdají být méně závažní, jelikož jejich efekty jsou méně dramatické. Role divokých psovitých jako rezervoáru zoonotických parazitů by neměla být podceňována z několika důvodů. Za prvé, vysoké hodnoty prevalence *Toxocara canis* a *Uncinaria stenocephala* u lišek naznačují, že tento masožravec může být důležitým zdrojem vybraných parazitů veterinárního a hygienického významu (Di Cerbo et al. 2008). Zvláště, je dnes první zmíněný, *Toxocara* spp., uznán jako zodpovědný za několik forem toxokarózy, zatímco druhý je jedním z ancylostomidů, které způsobují kožní larvu migrans. Jiné studie prokázaly, že tyto hlístice jsou vysoce rozšířené u lišek obecných a nedávné prevalence hodnot podobné těm, které se nacházejí u lišek ze severovýchodu Itálie byla hlášena i v jiných studiích (Saeed et al. 2006). Dále, prevalence *T. canis* a *U. stenocephala* je v České republice vyšší u lišek obecných než u domácích psů, jak bylo pozorováno v různých publikacích (Martinez-Moreno et al. 2007). Podle Di Cerbo et al. (2008) mohou lišky působit hlavně jako rezervoár parazitů vůči jiným druhům, zejména psům. Kromě toho, může být vysoké riziko šíření parazitních vajíček podporovaných toulavými zvířaty. Zvláště houževnatost vajíček *Toxocara canis* na okolní podmínky by mohly způsobovat vysokou úroveň lokální kontaminace. Psi mohou získat infekci *Toxocara* spp. požitím larválních vajíček z liščích fekálií v přírodním prostředí nebo požitím paratenických hostitelů (Antolová et al. 2004). Zvláště toulaví psi jsou vystaveni přirozené infekci mnohem více než domácí psi a mohou být důležitý zdroj infekce pro člověka, jak uvedl Martinez-Moreno et al. (2007). Nicméně, nedávné seroepidemiologické studie mezi lidmi, kteří patří povoláním do vysoce rizikové skupiny, jako jsou zemědělci a veterináři, vyzdvihl vysokou prevalenci *Toxocara* spp.

u lovců (14,8 %). V tomto případě lze předpokládat, že infekce může nastat přes kontaminované ruce po manipulaci s infikovanými definitivními hostiteli, protože vejce *Toxocara canis* byly často vysledovány v srsti savců. Lidská infekce může také nastat z kontaminovaného prostředí v přírodě. Pro získání parazitní zoonózy od volně žijících živočichů, se ukázalo lidské vniknutí do mnoha přírodních stanovišť, jako významná možnost přenosu parazitů. Ve studii Di Cerbo et al. (2008) se vyskytovala *Toxocara canis* v celé populaci lišky obecné, bez rozdílu v míře infekce mezi mladými a dospělými zvířaty. To je v souladu s poznatky Richards a Lewis (2001) o přirozeně infikovaných liškách a jejich názoru, že dospělé lišky jsou vysoce zapojené do šíření vajíček do životního prostředí.

Mezi zoonotickými parazity by měla být zahrnuta i hlístice nazvaná *Trichuris vulpis*. Ve skutečnosti je zodpovědná za trichuriózu u lidí a hraje roli v etiologii syndromu larva migrans. V poslední době v Evropě velmi rychle stouply počty jiných druhů psovitých – jako jsou šakalové a psíci mývalovití – na hustotu podobnou liščími populacím. Tyto psovití byli schopni se rozšířit na nové území, včetně Itálie. Za posledních dvacet let byl šakal, *Canis aureus*, zaznamenán v severovýchodní Itálii a nedávno byl také indikován psík mývalovitý (Lapini 2006). Obě šelmy mohou hostit mnoho druhů parazitů infikujících lišky. Psík mývalovitý je vektorem vztekliny a parazitů, zejména *Echinococcus multilocularis* a *Trichinella* spp., jak ukazují někteří infikovaní psíci mývalovití nacházející se v Německu (Holmala & Kauhala, 2006). Epidemiologicky by tyto psotvárné šelmy mohly být významným příspěvkem kontaminace životního prostředí parazitními vajíčky, čímž nastává potenciální zdravotní riziko (Di Cerbo et al. 2008). V Itálii je liška obecná je hlavním rezervoárem *Trichinella britovi*, kde druhy ukazují na hostitele s kanibalistickým nebo mrchožroutským chováním. Tento parazit se šíří mezi populacemi volně žijících masožravců žijících v přírodních ekosystémech, lidmi nedotčenými. V těchto stanovištích dochází ke kanibalistickému chování a mrchožroutství, které se vyskytuje častěji než v antropických oblastech (Pozio 2016). Ve studii Di Cerbo et al. (2008) mnoho lišek (76 %) bylo nalezeno mrtvých v lokalitách do 1000 m nad mořem, kde je urbanizace hustší než v jakémkoli jiném území. Zejména dvě infikovaná zvířata se nacházela v lokalitách blízko národního parku Stelvio v nadmořských výškách, kde byla sylvatická trichinelóza považována za nejvíce převládající mezi liškami.

Co se týče jiných parazitů, které bychom mohli zaznamenat, složení gastrointestinální fauny hlístic u studovaných masožravců odhaluje přítomnost některých cílových druhů, jako jsou *Pterigodermatitis affinis*, *Molineus legerae* a *Oxynema crassispiculum* u lišek obecných; *Uncinaria criniformis*, *Molineus patens* a *Aonchotheca putorii* u lasicovitých. *Molineus legerae* byla zaznamenána pouze ve Francii a Španělsku. Nicméně, jeho přítomnost by neměla být

považována za výjimečnou; hlístice patřící do tohoto rodu jsou spojeny s divokými psovitými a vykazují vyšší stupeň než *M. patens*, specifický parazit pro lasicovité, i když lze zaznamenat i u lišek. Hlístice *Oxynema crassispiculum* společně s motolicemi *Metorchis vulpis* a *Plagiorchis elegans* byly velmi vzácnými složkami střevních helmintů lišek (Di Cerbo & Manfredi 2008). Pokud jde o gastrointestinální promořenost hlísty lasicovitých, přítomnost *U. criniformis* byla v Itálii znovu potvrzena, což umožňuje aktualizovat geografické rozšíření, které nyní dosahuje populace alpských hostitelů (Di Cerbo et al. 2008).

Dirofilarióza je vektorové onemocnění přenášené komáry Aedes, Anopheles a Culex. Vývoj infekčních larv v třetím stadiu závisí hlavně na vhodnosti a teplotě vektorů. Klimatické změny vedou k rostoucímu riziku filariózy v oblastech dříve bez dirofilarií (Otranto et al. 2015). Dirofilariální infekce jsou klasifikovány jako nově vznikající zoonóza (Salamatin et al. 2013). Z přehledu literatury vyplynulo 782 případů lidské dirofilariázy, které byly hlášeny v letech 1885 až 2000 v 37 různých zemích Evropy, Asie a Afriky, většina z nich byla způsobena *D. repens* (Pampiglione & Rivasi 2000). V Rusku bylo mezi lety 2000 a 2009 zaregistrováno 131 infekcí člověka *D. repens* a v sousední zemi Ukrajina 1465 případů v 16 letech mezi 1997 a 2012 (Salamatin et al. 2013). U lidí se mohou vytvořit uzliny, které se nacházejí v podkoží a submukóze, ale také v různých vnitřních orgánech a tkáních. Tyto uzliny mohou být špatně diagnostikovány jako nádory, a protože lidé obvykle nemívají mikrofilariemii, diagnostika je komplikovaná (Pampiglione & Rivasi, 2000). U člověka jsou léze lokalizovány v horní polovině těla ve třech ze čtyř případů (75,8 %) a v každém třetím případě (30,5 %) v oční oblasti (Pampiglione & Rivasi, 2000). V Německu byly hlášeny autochtonní případy psí infekce, jakož i v několika sousedních zemích (Svobodová et al. 2006). Nicméně je k dispozici jen malá informovanost o výskytu *D. repens* u divokých psovitých, které jsou často vystaveny komáří nákaze a jsou potenciálně náchylné k infekci *D. repens*. Lišky obecné a psíci mývalovití jsou ve střední Evropě široce rozšířenými druhy volně žijících živočichů a jsou také známí jako vhodné rezervoáry zoonotických patogenů (Otranto et al. 2015). Ve studii Härtwig et al. (2016) se zkoumaly vzorky plicních tkání lišek a p. mývalovitých z oblasti Havelland, regionu v západní části spolkové země Brandenburg, v Německu, kde se pravděpodobně jednalo o autochtonní případy dirofilariózy u šelem diagnostikovaných dříve, které byly testovány na *D. repens* specifickou DNA s cílem analyzovat potenciální úlohu těchto druhů ve volně žijících živočišných jako rezervoáru *D. repens*. Obecné lišky (*Vulpes vulpes*) a psíci mývalovití (*Nyctereutes procyonoides*) jsou dobře známé rezervoáry pro zoonotická onemocnění. Tyto dva druhy jsou velmi hojné v Německu, často vystaveny vektorovým komářům a potenciálně náchylné k infekcím *Dirofilaria*. Pro získání údajů o infekcích *D. repens* u těchto zvířat byla

od ledna do září 2009 v německém spolkovém státě Brandenburg shromážděna ulovená nebo nalezená mrtvá těla z lišek a psíků mývalovitých. Vzorky plicní tkáně byly podrobeny extrakci DNA a vyšetřeny na přítomnost DNA *Dirofilarie* pomocí *D. repens*-specific PCR. *D. repens* specifická DNA nebyla nalezena v plicích lišek obecných ani v plicích psíků mývalovitých, což naznačuje omezenou roli při přirozeném cyklu *D. repens* v Braniborsku (Härtwig et al. 2015).

Výsledky další samostatné studie Miterpáková et al. (2009) ukázaly, že 83,3 % z 1198 lišek mělo na Slovensku kokcidní oocysty a helminthová vajíčka ve stolici. Na základě koprologického vyšetření bylo zjištěno 15 druhů helmintů včetně dvou motolic, čtyř tasemnic a devět druhů hlístic. Devět těchto taxonů parazitů má zoonotický potenciál: *Capillaria* spp. (prevalence 22,4 %), *Ancylostoma caninum* (18,1 %), *Toxocara canis* (12,5 %), *Taenia* spp. (12,2 %), *Mesocestoides* spp. (5,8 %), *Strongyloides stercoralis* (1,6 %), *Hymenolepis diminuta* (0,6 %), *Dipylidium caninum* (0,4 %) a *Opisthorchis felineus* (0,3 %). *Toxascaris leonina* byl nejobvyklejší druh hlístice nalezený v tomto průzkumu (42,9 %).

Vzhledem k tomu, že volně žijící zvířata jsou základním prvkem epidemiologie mnoha, ne-li většiny zoonóz, měla by být zohledněna v rámci analýzy rizik. Za účelem zvýšení schopnosti rozpoznatelnosti zoonózy v životním prostředí jsou zapotřebí lepší vnitrostátní systémy dohledu pro člověka a zvířata, jakož i lepší mezinárodní integrace a sdílení informací z takových systémů. Je zapotřebí více výzkumu, aby bylo možné lépe porozumět epidemiologii a patogenezi různých zoonóz, zlepšit diagnostické metody a vyvinout nákladově efektivní vakcíny a léky (Miterpáková et al. 2009).

### 3.5 Nejčastější hlístice volně žijících šelem v ČR

Dvouhostitelské hlístice, které závisí na mezihostitských hlodavcích, by měly být negativně ovlivněny urbanizací v důsledku nižší nabídky hlodavců v urbanizovaných prostředích. Míra prevalence dvouhostitelských, nestriktně jednohostitelských a jednohostitelských helmintů u 228 lišek (*Vulpes vulpes*) podél gradientu rostoucí urbanizace byla hodnocena morfologickou identifikací parazitů ve městě Ženeva ve Švýcarsku. Multivariační analýzy pěti nejčastěji se vyskytujících druhů nebo rodů helmintů odhalily významný pokles míry prevalence u dvouhostitelských helmintů *Echinococcus multilocularis* a *Taenia* spp. (52,1 a 54,3 %) v městské oblasti (30,0 a 20,0 %), ale nikoliv pro jednohostitelskou hlístici *Uncinaria stenocephala* (celková prevalence 78,2 %) a nestriktně jednohostitelskou hlístici *Toxocara canis* (prevalence 44,3 %). Nižší prevalence *Toxascaris leonina* v městské oblasti (8,0 %) ve srovnání s venkovem (59,6 %) vyvolává otázku, zda

paratenní mezihostitelé – hlodavci, hrají významnou roli v populační dynamice tohoto druhu (Reperant et al. 2007).

### 3.5.1 Měchovec liščí (*Uncinaria stenocephala*)

*Uncinaria stenocephala* je parazitická hlístice a patří do nadčeledi Ancylostomatoidea. *U. stenocephala* má přímý životní cyklus se psy, kočkami a dalšími masožravci jako finálními hostiteli. Vajíčka ve výkalech finálního hostitele dospívají do třetího larválního stádia uvnitř výkalů během 2–10 dní, podle teploty a vlhkosti vzduchu. Mohou žít v půdě, pokrývající vegetaci, kde čekají na vhodného hostitele. Podle nízké teploty a vysoké vlhkosti mohou přežívat až týdny. Přežití je mnohem kratší v suchém a horkém prostředí. Třetí stádium larvy napadá finálního hostitele skrze ústa (přes kontaminovanou vodu, jídlo, nebo půdu) nebo skrze kůži. Nejčastěji se požitá larvy dostanou do střev, kde se mohou vyvinout v dospělce a začít produkovat vajíčka. Larvy, které penetrují přes kůži (nohy) vstupují do krve a jsou doneseny do plic, kudy se dále dostanou do průdušnice a do úst, kde jsou spolknuta a dostávají se opět do střev. Hlístice se zavěšují na stěnu střev a živí se tkání, nikoliv krví. Oproti *Ancylostoma* spp., *U. stenocephala* není přenášena z matky na mláďata, ani během březosti, ani do mléka. Patentní perioda (čas mezi vypuknutím infekce a uhnízděním první larvy ve střevech) je 2 až 3 týdny, nebo déle v závislosti na somatické migraci larvy (Junquera 2013).

*U. stenocephala* se běžně vyskytuje v mírném podnebí, převážně ve střední a severní Evropě a její vajíčka mohou přežít v půdě několik týdnů při teplotách pod nulou. Infekce hlístů může způsobit vážné poškození hostitele vedoucí od zánětu průdušek, k anémii, i smrti. Zatímco jsou připojeny ke střevu, dostávají výživu z krve. Těžké infekce vedou k onemocnění, včetně snížení hladiny hemoglobinu, anémie s nedostatkem železa, ztráty bílkovin nebo dokonce smrti (Bajer et al. 2011).

Psi a další psovití jsou hlavní definitivní hostitelé pro *U. stenocephala*. Tamminga (2009) poukazuje na rostoucí teplotu a měnící se klima jako příčinu rostoucího výskytu zoonotických infekcí v severních oblastech, což může vést k rozšíření celosvětové distribuce více infekčních druhů nebo ke zvýšení současné prevalence zoonotických parazitóz, jako je *U. stenocephala*. Problém uncinariózy byl zanedbán, i když některé údaje o prevalenci byly dosud zaznamenány. Divoké lišky mohou snadno přispívat k šíření infekce hlístic v jiných zvířatech, jako jsou psi, kvůli jejich koprofagickému chování (Wasył et al. 2013). Kvůli reinfekci hostitelů, přechodu do spícího larválního stádia, rozvoje rezistence vůči parazitům a snadnému přenosu u zvířat se objevila potřeba vyvinout účinnou vakcínu. V minulosti bylo

uvedeno, že asparagové proteázy, které specificky digerují hemoglobin, sérové proteiny a makromolekuly kůže, jsou slibné antigeny pro vakcínu proti hlístům. Studie Wasyl et al. (2013) byla provedena ve vztahu k lidským a psím infekcím s *Ancylostoma* spp. (*A. duodenale* a *A. caninum*) a *Necator americanus* a je zaměřena na asparagovou proteázu z příbuzného druhu *U. stenocephala*, reprezentativního parazita z netropického klimatu. cDNA asparagové proteázy z *U. stenocephala* byla klonována za použití metody RACE-PCR. Výpočtová analýza ukázala, že cDNA kóduje 447 aminokyselinový protein s molekulovou hmotností 52 kDa, který vykazuje vysokou homologii s asparagovými proteázami ze souvisejících hlístic. Analýza identifikovala 1 potenciální místo N-glykosylace, 3 potenciální disulfidové vazby a žádná O-glykosylační místa. Rekombinantní protein byl exprimován v *Escherichia coli* a následně purifikován a imunizován. Použitím zvýšeného séra anti-Us-APR-12 (*Uncinaria stenocephala* Aspartic protease-1) přítomnost Us-APR-1 v dospělém stadiu *U. stenocephala* a exprese homologní proteázy v L3 a dospělých stádiích *A. ceylanicum* byla potvrzena. Tato analýza je první prací, která zkoumá biologickou roli Us-APR-1 v interakcích parazit-hostitel a vyvolává naději na úspěšný vývoj vakcíny proti *Uncinaria* spp. a případně *Ancylostoma* spp. (Wasyl et al. 2013). Wasyl et al. (2013) ve studii identifikovali přítomnost Us-APR-1 v dospělém parazitním homogenátu. Western blot analýza ukázala rozdíl mezi expresí proteinu u dospělých a třetím larválním stádiem *A. ceylanicum*. Vyšší exprese bílkovin u dospělých hlístic by byla v souladu s fyziologií parazitů. Třetí larvální stádium oproti dospělým červům se neživí hemoglobinem, takže enzym zodpovědný za trávení hemoglobinu se zdá být zbytečný (Wasyl et al 2013). Asparagové proteázy jsou důležitou složkou cesty štěpení hemoglobinu nejen u hlístic, ale také přispívají ke štěpení hemoglobinu během malárie. Hlístice využívají spíše uspořádanou síť proteináz k trávení hemoglobinu, jelikož Na-CP-3 (*Necator americanus* Cysteine Protease 3) a Na-MEP-1 (*N. americanus* Metalloprotease 1) nemohou štěpit hemoglobin, ale jsou schopni štěpit fragmenty hemoglobinu, po rozkladu Na-APR-1. Asparagové proteázy jak *N. americanus*, tak *A. caninum* byly lokalizovány ve střevě dospělého parazita. Ale protilátky séra vyvolané proti asparagové proteáze (APR) jsou připojeny také k jícnu, vylučovací žláze a amfidickým žlázám a některým reprodukčním orgánům.

Všechny nynější studie mohou vyvinout lepší ochranu proti více než jednomu druhu hlístic. Ačkoliv vakcína založená na jednom antigenu může být nedostatečná při zvyšování ochranné odpovědi proti infekci hlísty, zatímco vakcína složená z enzymů důležitých pro přežití parazitů může být účinným nástrojem pro kontrolu infekce (Wasyl et al. 2013).

Obr. 1. *Uncinaria stenocephala* – ústí část



Obr. 2. *Uncinaria stenocephala* – pohlavní ústrojí, samice



(Zdroj: <https://www.veterinaryparasitology.com/uncinaria.html>)



### 3.5.2 Škrkavky (*Toxocara* spp.)

Toxokariáza se u lidí projevuje řadou symptomů. Jsou primárně způsobeny infekcí larvami ascariidní nematody *Toxocara canis*, v menším rozsahu *Toxocara cati* a dalších příbuzných druhů (Macpherson 2013). *Toxocara canis* je jedním z nejrozšířenějších lidských a ekonomicky významných zoonózních parazitů, kterého lidé sdílejí se psy, kočkami a řadou divokých definitivních hostitelů, zejména liškami. Toxokarióza je zvláště rozšířená v tropických a subtropických oblastech v méně vyspělých zemích, kde je omezena péče o psy a kontrola populace. Infekce *Toxocara canis* je také důležitou příčinou mortality u bohatších průmyslově vyspělých národů, zejména u dětí a sociálně-ekonomicky znevýhodněných populací (Hotez et al. 2013). Jiné druhy *Toxocara* spp. přispívají k celosvětové zátěži toxokarózou, ale jejich význam je méně dobře pochopen nebo definován. To zahrnuje *T. cati*, která má podobnou globální distribuci jako *T. canis*. Význam infekce *T. cati* na toxokariózu nelze ignorovat. Mnoho dalších Ascaridoides včetně *Toxocara pteropodis* (netopýři) a členů rodů *Lagochilascaris*, *Porrocaecum* spp. (dravci) a *Ophidascaris*, *Polydelphis* a *Travassoascaris* (hadi) mají zoonózní potenciál, ale jejich význam je pravděpodobně velmi omezen, mimo jiné kvůli nedostatku lidské expozice k těmto parazitům. *Toxascaris leonina*, která se vyskytuje u psů, koček a různých divokých psovitých a kočkovitých šelem na celém světě, má také omezený zoonotický potenciál (Macpherson 2013).

Toxokaróza, způsobená infekcí larvami *Toxocara canis* a v menší míře *Toxocara cati* a dalšími ascaridoidními druhy, se projevuje u lidí řadou klinických symptomů. Patří sem viscerální a oční larvy migrans, neurotoxokariáza a skryté nebo běžné toxokariózy. *Toxocara canis* je jednou z nejrozšířenějších infekcí napadající veřejné zdraví a hospodářsky významnou zoonoticko-parazitární infekcí, kterou lidé sdílejí se psy, kočkami a divokými masožravci, zejména liškami. Tato zanedbávaná nemoc byla prokázána prostřednictvím séroprevalenčních studií, které jsou zvláště převládající u dětí ze sociálně ekonomicky slabého obyvatelstva jak v tropických, tak subtropických, ale i průmyslově vyspělých státech. K lidské infekci dochází náhodným požitím embryonálních vajíček nebo larv od řady divokých a domácích paratenických hostitelů. Většina infekcí zůstává asymptomatická. Klinicky zjevné infekce mohou být nediodagnostikované, protože diagnostické testy jsou nákladné a mohou vyžadovat sérologické, molekulární anebo zobrazovací testy, které nemusí být dostupné. Léčba u lidí se mění podle příznaků a umístění larv. Antihelmintika, včetně albendazolu, thiabendazolu a mebendazolu, mohou být podávány spolu s protizánětlivými kortikosteroidy. Vývoj molekulárních nástrojů by měl v epidemiologii *Toxocara* spp. vést k novým a

zdokonaleným strategiím pro léčbu, diagnostiku a kontrolu toxokariózy a úlohu ostatních druhů ascaridoidů. Molekulární technologie mohou také přispět k odhalení významu *T. canis* pro veřejné zdraví a poskytnout nové důkazy, které by podpořily provádění národních kontrolních iniciativ, které dosud nebyly vyvinuty pro *Toxocara* spp. Řada zemí zavedla programy kontroly reprodukce ve vlastních chovech a u toulavých psů, aby snížila počet mladých psů v populaci. Tyto programy by pozitivně ovlivnily přenos *T. canis*, protože parazit je nejvíce plodný a převažuje u štěňat. Další kontrolní opatření proti *T. canis* zahrnuje pravidelnou a častou anthelmintickou prevenci psů a koček od raného věku, vzdělávání a prosazování zákonů o likvidaci psího trusu, psí legislativy a osobní hygieny. Existence divokých definitivních a paratenických hostitelů komplikuje kontrolu *T. canis*. Zvyšování lidské a psí populace, pohyb populace a změna klimatu budou sloužit ke zvýšení rizika této zoonózy (Macpherson 2013).

Lidská larvální toxokaróza je nejčastěji diagnostikovaná tkáňová helminthóza na Slovensku. Příčinnými činidly jsou larvy *Toxocara canis* (škrkavka psí) a *Toxocara cati* (škrkavka kočičí), které migrují přes tkáň. Lidé se nakazí požitím životaschopných embryonovaných vajec, která se přenesou přes fekálie infikovaných zvířat ve velkém množství do životního prostředí. Lidská infekce se nejčastěji vyskytuje u dětí, a to zejména u těch s geofagií, ale také v důsledku nedostatečné hygieny: olizováním kontaminovaných prstů, hraček a dalších předmětů. Důležitým způsobem přenosu je konzumace syrových potravin, zejména zeleniny. Riziko infekce je vyšší v profesích, které zahrnují úzký kontakt s půdou, odpadními vodami a vystavení výkaly psů a koček (Deutz et al. 2005). Infekce může být přenášena také kontaminovanými pasivními přenašeči (synantropickými muškami) anebo také konzumací nedovařeného masa nebo vnitřností z paratenického hostitele. Je diskutována i možnost vrozené infekce u lidí (Reiterová et al. 2001). U lidí, se *Toxocara* spp. nikdy nevyskytují jako dospělí jedinci, ale larvy *Toxocara canis* a *T. cati* mohou proniknout do různých orgánů, kde mohou přežívat po mnoho let. Jejich migrace může způsobit mechanické poškození tkání a shlukování více eozinofilních granulomů o velikosti 1-2 mm. Jsou lokalizovány převážně v játrech, plicích, v srdečním svalu, ledvinách, střevní stěně, mezenterických uzlinách, pankreatu a mozku. Mezi klinické příznaky nebo příznaky infekce *Toxocara* spp. patří bolest břicha, bolesti hlavy, anorexie, lymfadenitida, příznaky atopického onemocnění. Jedna z nejvážnějších komplikací je ničivý důsledek související s okem (Veralo et al. 2012).

Populace zkoumaných lišek v práci Repeant et al. (2007) byla často infikována *Toxocara canis* anebo *Toxascaris leonina*, ale mezi těmito dvěma druhy nebylo nalezeno žádné spojení. Údajně se tato situace jeví jako jedinečná, neboť průzkumy většinou uvádějí dominanci

jednoho nebo druhého druhu (Saeed et al. 2006). Oba druhy jsou přímo přenášeny, ale mohou potenciálně infikovat paratenické hostitele, včetně hlodavců. Prevalence *Toxascaris leonina* se dramaticky snížila s nárůstem úrovně urbanizace biotopu. Pouze málo údajů o epidemiologii tohoto druhu je prozatím k dispozici (Reperant et al. 2007). Na rozdíl od *Toxascaris leonina* může být *Toxocara canis* přenášena na plod intrauterinně nebo na novorozence přes mléko a tyto jsou považovány za významné cesty infekce u psů. Vysoká míra prevalence u mladých lišek během jara a léta má tendenci naznačovat podobnou situaci u tohoto druhu. Dále se prevalence *Toxocara canis* u mladistvých lišek snížila od jara a léta na podzim a zimu na úroveň podobné těm pozorovaným u dospělých v sezóně. Také byly zjištěny rozdíly ve věku u domácích psů a u lišek obecných (Saeed et al. 2006) s vyšší prevalencí u zvířat mladších 6 měsíců. U dospělých koček způsobuje masivní požití infekčních vajíček *Toxocara canis* somatické infekce, které zahrnují pouze migrační larvy v různých orgánech a tkáních. Naproti tomu požití nízkého počtu embryonovaných vajíček nebo požití infikovaných paratenálních hostitelů vede k intestinálním infekcím (Saeed et al. 2006). Výsledky studie Reperant et al. (2007) ukazují konstantní míru infekce střev u dospělých lišek v sezónách a v urbanizačních zónách, což naznačuje buď konstantní, ale nízký infekční tlak (požití nízkého počtu infekčních vajíček nebo požití parateických hostitelů), nebo trvalé nasazení somatických larv v udržování střevních infekcí.

Kontaminace městského a venkovského prostředí vajíčky *Toxocara* spp. a larvální toxokarióza u lidí a zvířat je běžným problémem nejen na Slovensku, ale celosvětově. Vajíčka *Toxocara* spp. mohou být běžně nalezena v půdě, písku a podobných volných substrátech, na které se zvířata vyprazdňují. Tak jsou kontaminované fekálie šířené do životního prostředí, a to i na velké vzdálenosti (Reiterová et al. 2001). Velmi znečištěnými lokalitami jsou veřejné parky, kde vajíčka parazitů víří ve vzduchu během sekání trávníku (Totková et al. 2006). Počet psů a koček, zejména v městských oblastech, se stále zvyšuje, proto se často diskutuje o jejich podílu na kontaminaci životního prostředí vajíčky *Toxocara* spp. Cílem studie Ondriska et al. (2013) bylo zjistit prevalenci toxokariózy v Bratislavě a menších městech na západním Slovensku. Projekt se skládal ze tří dílčích úkolů: 1. Detekce kontaminace životního prostředí (pískoviště, parkoviště) vajíčky *Toxocara* spp. ve vybraných obvodech města Bratislavy: Devínska Nová Ves, Lamač a Stará Města a v malých městech na západním Slovensku (Malacky, Stupava, Pezinok), 2. identifikace *Toxocara canis* a *Toxocara cati* u psů a koček držných v Bratislavě a tří měst na západním Slovensku, 3. stanovení séroprevalence larvální toxokariózy u vybraných vzorků zdravé lidské populace v Bratislavě a tří měst na západním

Slovensku (Ondriska et al. 2013). V letech 2006-2011 byly odebrány vzorky písku z 121 pískovišť, které následně byly vyšetřeny: 63 pískovišť pocházelo z města Bratislavy a 58 z pískovišť z měst mimo Bratislavu (Malacky, Pezínok Stupava). V Bratislavě, 27 % zkoumaných pískovišť bylo kontaminováno vajíčky *Toxocara* spp. V menších městech byly vajíčka *Toxocara* spp. nalezeny ve třech pískovištích (6,8 %) z Pezínku a Stupavy. V Malackách nebyly v žádném pískovišti nalezeny žádné výkaly a žádná vajíčka. Také byly vyšetřeny fekálních vzorky 1436 psů a 263 koček. Vajíčka *T. canis* byla nalezena ve stolici 16,5 % psů a *T. cati* u 18,6 % vyšetřených koček. Toxokariáza psů byla výrazně vyšší ve větších městech jako je město Bratislava ( $\chi^2 = 10,88$  pro  $P \leq 0,001$ ). Rozdíl v prevalenci *T. cati* u koček chovaných v Bratislavě a mimo Bratislavu nebyl potvrzen ( $P \leq 0,05$ ). 382 těhotných žen bylo vyšetřováno metodou ELISA. Anti-*Toxocara* protilátky byly detekovány u 32 žen (8,4 %). Rozdíl ve séroprevalenci žen z Bratislavy (6,6 %) a menších měst mimo Bratislavu (11,0 %) nebyl statisticky významný ( $\chi^2 = 1,6$ ,  $P < 0,05$ ) (Ondriska et al. 2013).

U lidí, larvy parazitů kočkovitých a psovitých šelem způsobují vážné onemocnění na celém světě. Stále větší počet koček a psů v městských a venkovských aglomeracích, z nichž většina není ve veterinární péči, stejně jako blízký kontakt člověka s kontaminovaným prostředím představuje riziko infekce. V epidemiologii larvální toxokariózy je klíčovým faktorem kontaminace prostředí vajíčky *Toxocara* spp. Existuje řada studií, které dokládají odlišný stav výskytu helmintů v různých městech. Výsledky Ondriska et al (2013) poskytly zajímavý celkový náhled. Zatímco ve vybraných městských oblastech Bratislavy byla zaznamenána vajíčka červů až v 27 % dětských hřišť, v menších městech mimo Bratislavu byla vajíčka *Toxocara* spp. zjištěna pouze u 6,8 % pískovišť. V Bratislavě bylo zjištěno znepokojivě vysoké procento pískovišť kontaminovaných psími výkaly (39,7 %). Výkaly se vyskytovaly jak na povrchu písku, tak i v hlubších vrstvách. Vajíčka *Toxocara* spp. byla přítomna ve 44 % vzorcích stolice, což je více než dvakrát více než v jiných částech Bratislavy. Nejvyšší kontaminace pískovišť vajíčky helmintů a fekáliemi byla pozorována na okraji Bratislavy – v Devínské Nové Vsi. Ve městech mimo Bratislavu se pískoviště kontaminovaná vejci *Toxocara* spp. vyskytovala pouze ve dvou městech, v Pezínku a ve Stupavě. V Malackách nebyly v žádném pískovišti nalezeny výkaly ani vejce. Pravděpodobně to může být kvůli pečlivému zacházení s pískem ve městech a zodpovědným přístupem majitelů domácích zvířat, kteří pravidelně sbírají fekálie svých domácích zvířat v těchto oblastech (Ondriska et al. 2013).

Navzdory vysokému výskytu toxokariózy u psů a kočky, stejně jako vysoké environmentální kontaminace vajíčky *Toxocara* spp. v Bratislavě byla séroprevalence toxokariózy u zdravých těhotných žen z Bratislavy relativně nízká (6,6 %). Rovněž byl zjištěn

podobný výskyt protilátek u těhotných žen v Malackách, Pezinok a Stupavě (11,0 %) (Ondriska et al. 2013). Nižší séroprevalenci toxokariázy dokumentují Pavlinová et al. (2011) u těhotných žen s anamnézou obvyklého potratu (5,5 %). Výskyt toxokariázy se liší podle regionu, populační skupiny a závisí na hygienických postupech a dalších faktorech (Reiterová et al. 2001). Výsledky séroprevalence byly nalezeny v rozmezí 13,7 % až 38,8 % a byla pozorována statisticky významná korelace mezi výskytem protilátek a nízkými hygienickými postupy a také podstatně vyšší séroprevalence u skupin mentálně postižených osob (18,8 %) než ve vzorku zdravých jedinců (7,1 %). Mnoho autorů ukazuje vyšší séroprevalenci ve venkovských oblastech ve srovnání s městy. V České republice byla zaznamenána podstatně vyšší míra prevalence (33,7 %) ve venkovské populaci než ve městech (13,2 %) (Ondriska et al. 2013). Výsledky studie Ondriska et al. (2013) ukazují potřebu věnovat trvalou pozornost larvální toxokarióze. Vysoká úroveň infekce toxokarou u psů a koček ve výše zmíněných městech a séroprevalence u zdravých dospělých lidí souvisí s nevhodnými preventivními postupy.

Toxokariáza zůstává náročnou a běžnou zoonotickou parazitickou infekcí postihující miliony lidí a jejich domácí zvířata po celém světě. Studie séroprevalence naznačují, že expozice parazitů je velmi častá, zejména u dětí žijících v teplejších oblastech světa. Rozmanitost syndromů vyžaduje diagnostické testy (sérologické, molekulární anebo zobrazovací), které jsou často příliš drahé nebo nejsou k dispozici odhadovaným dvěma miliardám lidí, kteří žijí za méně než 2 USD za den a kteří jsou nejvíce ohroženi infekcí. Geografická distribuce *T. canis* se rozšiřuje v důsledku pohybu člověka a zvířat spolu s účinky globálního oteplování, které například zaznamenaly severní migraci lišek obecných (Jenkins et al. 2013). Rychlý růst populace lidí a psů a jejich rostoucí hustota v městských oblastech znamená, že bez specifických kontrolních iniciativ bude pravděpodobnost výskytu toxokariózy pravděpodobně růst. Je zapotřebí většího pochopení molekulární biologie, biochemie, genetiky, epidemiologie a ekologie *Toxocara* spp. Budoucí výzkumné aktivity, které se zaměřují na vývoj molekulárních nástrojů pro specifickou identifikaci a genetickou analýzu by měly vést k novým a zdokonaleným strategiím pro léčbu, diagnostiku a kontrolu toxokariózy a úlohu ostatních ascaridoidů v epidemiologii *Toxocara* spp. Tyto molekulární technologie by měly pomoci odhalit skutečný rozsah, a tudíž důležitost *T. canis* ve veřejném zdraví; informace, které by poskytly důkazy a odůvodnění zavedení vnitrostátních kontrolních iniciativ. Vývoj vakcíny, nebo účinného ovicidního činidla, který je dlouhodobě cílem vědecké komunity, by značně zlepšil možnost kontroly této zoonotické infekce (Macpherson 2013).

Obr.3. *Toxocara canis*



(Zdroj: [https://www.123rf.com/photo\\_65572627\\_helminths-toxocara-canis-also-known-as-dog-roundworm-or-parasitic-worms-from-little-dog-on-wood-back.html](https://www.123rf.com/photo_65572627_helminths-toxocara-canis-also-known-as-dog-roundworm-or-parasitic-worms-from-little-dog-on-wood-back.html))

### 3.5.3 Hád'átka (*Strongyloides spp.*)

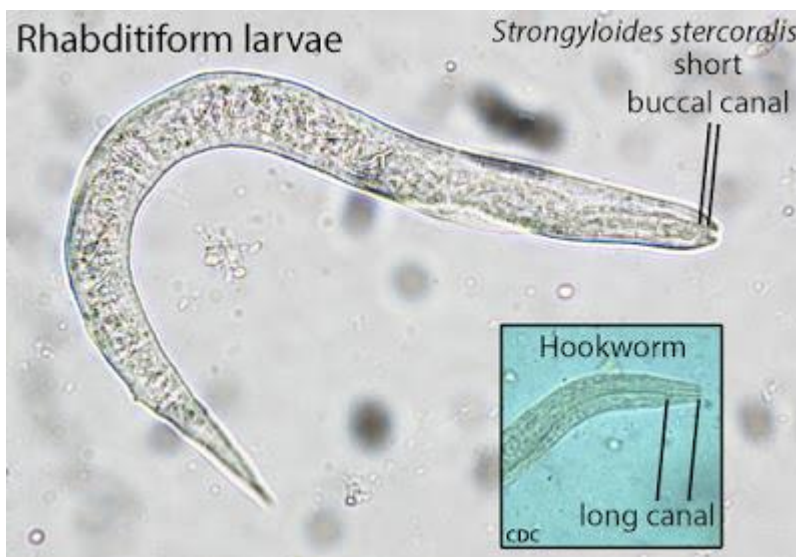
Hád'átka, *Strongyloides spp.*, jsou malé (3–8 mm), štíhlé hlístice tenkého střeva. Pouze samice červů jsou parazitické a dospělci produkují vajíčka partenogenezí. Vajíčka nebo larvy prvního stádia (L1), v případě *Strongyloides stercoralis*, jsou vylučována do okolního prostředí výkaly hostitele a podstupují jeden rychlý vývoj larev L1 do druhé fáze (L2) a na larvy infekčního třetího stádia (L3, homogonický cyklus) nebo vývoj larválních stádií do volně žijících dospělých hlístic, které se mohou reprodukovat v externím prostředí pro generování infekční larvy L3 (heterogonický cyklus). Za určitých podmínek mohou mít některé druhy *Strongyloides spp.* další generace mimo hostitele, ale v současné době není známo, zda se to děje za přirozených podmínek.

Perkutánní nebo orální (průnikem sliznice ústní dutiny) infekcí L3 po fázi volného života následuje migrace; například prostřednictvím lymfatických nebo hemato-tracheálních cest, po kterých se dospělé samice červů vyvíjejí v proximálním tenkém střevě. Doba před patencem se liší podle druhu hád'átka a způsobu přenosu. Laktogenní, hlavně kolostrální, přenos



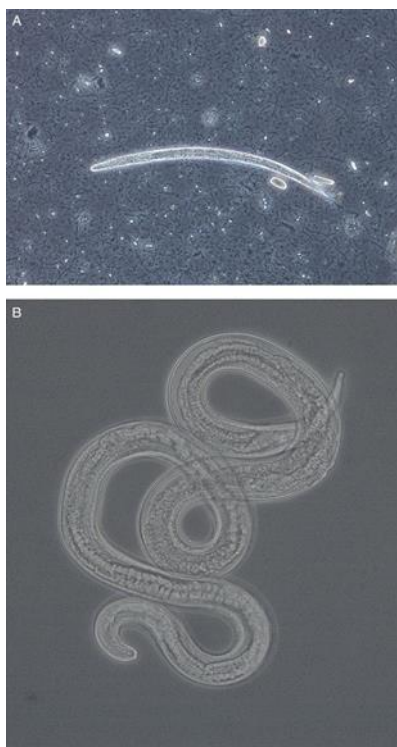
z matky na potomstvo po reaktivaci inhibovaných somatických larev je běžný u téměř všech druhů. *Strongyloides* spp. infikujících řadu domácích živočišných druhů po celém světě. Obecně existuje hostitelská specifická pro každý *Strongyloides* spp. Nicméně, to bylo založeno především na morfologii a nikoli na genetickém potvrzení. Ve studiích o prevalenci a dopadu infekce se obecně předpokládá, že přítomný druh je ten, který byl dříve identifikován jako patřící tomuto hostiteli. Navzdory schopnosti infikovat různé věkové skupiny se klinické onemocnění nejčastěji vyskytuje u mladých zvířat. U býložravců jsou malá, oválná, tenkostěnná, larvovaná (atypická) vajíčka snadno rozpoznatelná, když je fekální materiál vystaven flotaci, což je diagnostický postup běžně prováděný pro gastrointestinální hlístice. Tyto infekce jsou pouze sporadicky spojeny s klinickými příznaky u býložravců a v posledních letech byly klinické studie prováděny relativně málo (Thamsborg at al. 2017). Nicméně nedávné nálezy *Strongyloides stercoralis* u psů v některých severských zemích jako je například Finsko a Norsko jsou zajímavé a mohou představovat šíření této potenciální zoonotické infekce. Článek Thamsborg at al. (2017) shrnuje výskyt a dopad *Strongyloides* spp. u domácích zvířat a velkých hospodářských zvířat a diskutovány jsou zde potenciální zoonotické důsledky těchto parazitů a budoucí požadavky výzkumu.

Obr.4. Rhabditiformní larva *S. stercoralis*



(Zdroj: <https://parasitewonders.blogspot.com/2017/09/answer-to-case-459.html>)

Obr. 5. (A) Larva (přibližně 290 um) a (B) dospělá samice (1,5 mm) *Strongyloides stercoralis* od psů v Norsku.



(Zdroj: <https://www.cambridge.org/core/journals/parasitology/article/strongyloides-spp-infections-of-veterinary-importance/0E052A0C75B34441289883C1A4DDBC51/core-reader>)

#### 3.5.4 Rod *Angiostrongylus*

Angiostrongylóza psa je parazitické onemocnění způsobené hlísticemi *Angiostrongylus vasorum*, patřícími do čeledi Metastrongylidae, podčeleď Angiostrongylinae. Nacházejí se v krevních cévách, zejména v plicních tepnách a v pravé komoře. *A. vasorum* jsou krví se živící hlístice o délce 14 až 25 mm. Samci jsou opatřeni charakteristickým malým kopulačním vakem se dvěma dlouhými kopulačními orgány. Larvy L1 nalezené v respiračním traktu a ve stolici mají délku 310-400 μm a mají charakteristický hrot na hřbetní části ocasu. Typickými konečnými hostiteli tohoto druhu jsou psi a lišky. Invaze *A. vasorum* se také objevila u jiných masožravých zvířat, jako jsou vlk, kojot, šakal, evropská vydra, tchoř, jezevec. Pokusem se také podařilo infikovat hlodavce patřící k druhu *Nil kiru* (*Arvicansthis niloticus*) (Eckert et al. 2005).

Oblast invaze zahrnuje některé oblasti Evropy, Severní a Jižní Ameriky a několik případů v Africe v Ugandě. V Evropě existují hyperendemické oblasti invaze zejména ve Skandinávii a ve Spojeném království, kde extenzivnost invaze u psů se pohybuje od 4 %



v Anglii po 9,8 % v Dánsku. Nedávné studie také ukázaly významné procento infikovaných psů v Německu až 7,4 %. V jiných zemích je rozsah invaze mnohem nižší-v Řecku 1,1 %. V případě lišek byla nejvyšší extenzivita *A. vasorum* zaznamenána v Dánsku, 92,9 %, v Itálii 39 % av Španělsku 21 %. Rozšíření ohnisek *A. vasorum* bylo v Evropě pozorováno již několik let. To může být ovlivněno nedávno pozorovanými teplými (ale ne horkými) a spíše mokřými léty, které přispívají k nárůstu počtu slimáků. Také růst liščí populace, která je rezervoárem invazí do životního prostředí, se jeví jako významná. Zvýšený výskyt angiostrongylózy u psů je obzvláště patrný v oblastech, kde lišky žijí v blízkosti lidských stanovišť (Morgan et al. 2009).

V Polsku v roce 2012 byla přítomnost *A. vasorum* u 0,51% populace studovaných psů potvrzena sérologickými metodami. Diagnostikovaná zvířata pocházejí z různých oblastí země, ale ještě nebyla potvrzena přímými parazitologickými a klinickými studiemi výskytu tohoto parazita u psů. Na druhé straně byla nalezena angiostrongylóza u vlků žijících v Bieszczadských horách, kde extenzivnost invaze byla 7 %. Popisem prvního případu diagnostikovaného přímo, invazivně *A. vasorum* u psa v Polsku je práce Szczepaniak et al. (2014) a na psovi dalmatina zde byly pozorovány různé klinické příznaky, jako je kašel, zvracení s krví a občasná krvácení z nosních dírek. Jeho diagnóza byla založena na radiologických a endoskopických vyšetřeních. Také byly provedeny morfologické a biochemické vyšetření krve. Přesná diagnóza byla provedena parazitologickým vyšetřením vzorků stolice. Léčba byla úspěšná a všechny alarmující příznaky ustaly (Szczepaniak et al. 2014).

Šíření invaze *A. vasorum* mezihostitely je za účasti četných druhů plžů, a to jak suchozemských, tak vodních, kromě jiných druhů např. *Limax*, *Helix*, *Arion*, *Cepaka*, kteří se nakazí z výkalů psovitých nebo prostřednictvím životního prostředí kontaminovaného larvami parazita. V průběhu vývojového cyklu dospělé nematody nakladou vajíčka do plicních kapilár. Z těchto vznikají larvy I. fáze, které se po perforaci krví přenesou do lumen plicních sklípků, následně do průdušek, průdušnice a migrují k hrtanu, kde jsou vykašlány a spolknuty, dále prostřednictvím výkalů unikají do životního prostředí. Některé larvy mohou opustit hostitelský organismus i přímo vykašlaným sputem. Za optimálních podmínek, při teplotě mezi 20 ° - 24 ° C v hostitelském organismu mezistupně invazivní larvy dosáhnou za 16 až 21 dní. Psi a lišky se nakazí z paratenických hostitelů plžů, nebo zvířaty, které plže využívají jako svou potravu. Bylo také prokázáno, že smrt mezihostitelů donutila L3 larvy opustit jejich těla a jsou dále nalezeny v životním prostředí po dobu až několika týdnů opěrných jeho invazivnost, což umožňuje přímé infekce invazivní larvou z prostředí. Larvy se z gastrointestinálního traktu dostanou krví do mesenterických lymfatických uzlin, kde se vyvíjí dvakrát, následuje cesta do

jater žilními cévami, kolem 10. dne invaze se dostávají do pravé komory a plicních tepen. Intenzivní období invaze je přibližně 40-50 dní, zatímco doba patentu je 5-6 let. Zralé nematody nacházející se v plicních cévách způsobují intersticiální pneumonii. Vajíčka nematodů mohou při putování spolu s larvami plicní tkáň způsobit ucpání a vznik krevních sraženin v plicních arteriolách. Na těchto místech se tvoří jádra. Dostupná literatura uvádí o možnosti napadení oběhového systému zralými forem a larvami *A. vasorum*. To má za následek přítomnost háďátek v oku, v centrálním nervovém systému, jatrech, ledvinách a svalech. Rozšíření parazita do mozku a míše vede k eozynofilné meningitidě, encefalomyelitidě (Eckert et al. 2005).

Výskyt a závažnost klinických příznaků závisí na intenzitě invaze, věku a stavu psa. Na infikovaných zvířatech obvykle dominují příznaky spojené s respiračním a oběhovým selháním. Pozoruje se: progresivní dyspnoe, kašel, výtok z nosu, tachykardie, zvracení, ztráta hmotnosti. Intenzivní invaze u mladých psů může vést k synkopě, selhání centrálního nervového systému (ochrnutí, ataxii, hyperalgesie), a dokonce i k náhlé smrti zvířete (Eckert et al. 2005). Obvyklým příznakem je extravazace v sliznici, subkonjunktivitidě, subkutánně nebo do tělesných dutin. Při krevní zkoušce se vyskytuje leukocytóza, eozinofilie, trombocytopenie, erytropie, hypoalbuminémie. U napadeného psa může zvýšená hladina železa v krvi znamenat rozpad erytrocytů pod vlivem metabolitů produkovaných nematodami. Zvýšená aktivita gama-glutamyltransferázy a snížená celková hodnota proteinu (pravděpodobně kvůli hypoalbuminémii) naznačují poškození jater po uvolnění velkého množství železa. Obvyklou komplikací invaze *A. vasorum* je porucha srážlivosti krve spojená se sekrecí antikoagulačních činidel dospělými nematodami. Zmíněny jsou i další mechanismy, jako je roztroušená intravaskulární koagulace (DIC) a trombocytopenie, které mohou přispět k tomuto invazi doprovodnému koagulopatiomu. Symptomy poruch srážení krve zahrnují petechii a hemoragii na sliznicích a kůži. Došlo také k případu náhlého zhroucení v důsledku krvácení do peritoneální dutiny u jedné z dánských žen v průběhu intenzivní invaze *A. vasorum*. V tomto případě, migrující larvy a poruchy krvácení poškozují plicní kapiláry a způsobují přetrvávající krvácení, což je výsledek, který byl pozorován i u případu pozorovaného Szczepaniak et al. (2014) s příznaky v podobě úniku krve z nosních dírek, a přerušovaného zvracení s krví.

Popisy radiologických příznaků doprovázejících infekci *A. vasorum* ve veterinární literatuře lze rozdělit do dvou skupin. První z nich je prezentace průběhu onemocnění v důsledku experimentální nematodové infekce specifické skupiny psů. Druhým jsou pozorování na přirozeně infikovaných zvířatech. Podle popisu experimentálních studií jsou první charakteristické příznaky viditelné 5-7 týdnů po infekci. V případě přírodních infekcí vykazují radiologické příznaky onemocnění zřetelně nižší intenzitu než ty popsané

v experimentálních pracích (Tebb et al. 2007). Přibližně u 40 % zvířat po těžkém onemocnění jsou pozorovány chronické změny spojené s nesnášenlivostí kašle a zátěže. Vzhledem k případu popsanému Szczepaniak et al. (2014) u psa infikovaného *A. vasorum*, který byl nakažen přirozenou cestou, není možné určit dobu, která nastala mezi infekcí a nástupem klinických symptomů a provádění rentgenového vyšetření. Stupeň aerace plic s převahou intersticiálních a peribronchiálních lézí naznačuje mírný rozvoj nemoci (Szczepaniak et al. 2014).

Obr. 6. *Angiostrongylus vasorum*



(Zdroj: [https://www.researchgate.net/figure/First-stage-larva-of-Angiostrongylus-vasorum-The-L1-larvae-when-examined-under-a-light\\_fig5\\_266249047](https://www.researchgate.net/figure/First-stage-larva-of-Angiostrongylus-vasorum-The-L1-larvae-when-examined-under-a-light_fig5_266249047))

### 3.5.5 Svalovec (*Trichinella* spp.)

Infekce *Trichinella* spp. je rozšířena u volně žijících živočichů na Slovensku a liška je hlavní rezervoárem *Trichinella britovi*. Epidemiologie trichinelózy u nás je charakterizována sylvatickým cyklem s prevalencí infekce od 2,3 % do 16,3 % (Letková et al. 2005). Trichinelóza u lišek byla rozšířená po celém Slovensku a výskyt lišek se zvýšil z 4,9 % v roce 2000 na 13,0 % v letech 2005-2006. Ve studii Miterpáková et al. (2009), bylo během let 200 až 2006 vyšetřeno 4699 lišek pro přítomnost *Trichinella* spp. larvy (10,4 % infikovaných). Nálezy v roce 2000 odhalily přítomnost sylvatického cyklu výlučně v endemických oblastech Košic, Prešova, Banská Bystrica a východní část Nitrianského regionu. Na začátku průzkumu nebyly v západní části Slovenska shromážděny žádné infikované lišky. Od roku 2001 se objevil jiný

epidemiologický obraz s nárůstem výskytu infikovaných lišek v podunajském regionu (okres Komárno), což je oblast, která je po desetiletí považována za prostou *Trichinella* spp.

Ve stejném okrese Nitrianského kraje byla v roce 2001 zaznamenána epidemie člověka. Infikované lišky se také nacházely v oblastech Trenčína a Bratislavy u České republiky, kde se v roce 2001 po 50 letech absence trichinelózy na Moravském území nacházela napadená divoká prasata. Vzniká otázka, zda je toto rozšíření trichinelózy spojeno s rozšířením jejich hostitele, lišky obecné, způsobené hustou populací lišek přecházející z východní části Slovenska do České republiky nebo je spojena s přeshraničním přenosem z Polska do České republiky.

V Polsku bylo zjištěno, že 5,7 % lišek je pozitivní na trichinelózu v jižních částech země. Infikované lišky byly zachyceny především v nadmořské výšce 200-400 m n.m., v oblastech převládajících vlhkou půdou, listnatými lesy a lokalitami s 30–50 % rozptýlenou přírodní vegetací (lesní trsy, skupiny stromů a keře v hranicích) (Miterpáková et al. 2009). Studie Miterpáková et al. (2009) ukázala, že intenzita infekce byla nejvyšší v endemických oblastech východního a středního Slovenska (průměrná intenzita infekce 8,63 - 10,1 lpg) na rozdíl od jižních a západních oblastí, kde se průměrná intenzita infekce pohybovala od 1,5 do 4,15 lpg. Infekční tlak v endemických oblastech může být vyšší než v nových ložiskách liščí trichinelózy. Výskyt *Trichinella* spp. u lišek ve studii Letková et al. (2006) byl v rozmezí od 2,3 % do 16,3 % a larvy *Trichinella* spp. z lišek byly identifikovány jako *T. britovi*. Prevalence trichinelózy u populace lišky byla vyšší v horských oblastech než v nížinách a naznačuje klíčovou úlohu tohoto masožravce v epidemiologii *T. britovi*. Obecně se předpokládá, že sylvatická trichinelóza se vyskytuje u masožravců s kanibalistickým a mrchožroutským chováním. Vyšší hustota populace vede k intenzivní konkurenci v potravě, a tím k většímu mrchožroutství a kanibalismu, což je primární cesta přenosu *Trichinella* spp. (Pozio et al. 1996). V některých zemích Evropské unie se kanibalismus mezi liškami a krajinné charakteristiky (hory vs. nížiny) považují za klíčové faktory pro udržení tohoto parazita v přírodě (Pozio et al. 1996). Nížiny mají větší pravděpodobnost, že nebudou napadené trichinelou kvůli většímu vlivu člověka na životní prostředí. Ve studii Miterpáková et al. (2009) je uvedena přítomnost dvou druhů *Trichinella* spp. ve Slovenské republice, které jsou identifikovány molekulární analýzou. Zjištění, že *Trichinella britovi* je převládajícím druhem na území Slovenska s 98,8 % zvířat infikovaných tímto druhem, je v souladu s poznatky, že *T. britovi* je převládajícím druhem populace u lišky v Evropě (Pozio et al. 1996). Ve Slovenské republice byl *T. spiralis* detekován pouze sporadicky, pravděpodobně jako zbytek své bývalé přítomnosti v domácím cyklu. Zmíněné infekce s *T. spiralis* a *T. britovi*, které se vyskytují u lišky, nejsou překvapivé, protože byly dříve zjištěny smíšené infekce u volně žijících živočichů (Miterpáková et al. 2009).

### 3.6 Nejčastější tasemnice psovitých šelem v ČR

Tasemnice, jako je *E. multilocularis* a další druhy taeniidů, se spoléhají na vztahy mezi dravcem a kořistí pro dokončení životních cyklů. Vzhledem k tomu, že úroveň urbanizace ovlivňuje míru predátorství lišek na hlodavcích, a zvláště u hrabošů, očekává se v urbanizovaných prostředích pokles výskytu těchto dixenózních helmintů u lišek. Pokud mají parateničtí hostitelští hlodavci významný dopad na populační dynamiku nestriktně jednohostitelského helminta, lze očekávat podobný účinek urbanizace na míry prevalence, jako u dvouhostitelských helminthů. Nicméně role paratenických hostitelů v epidemiologii helmintů, zejména u hrabošů, zůstává špatně pochopena. Naproti tomu přenos jednohostitelských helminthů, jako je *Uncinaria stenocephala*, závisí hlavně na hojnosti a přežití volně žijících stádií a hustotě hostitelů (Arneberg et al. 1998). V souladu s tím a za předpokladu, že nedojde k významnému poklesu míry přežití jejich volně žijících stádií s nárůstem urbanizace, se předpokládá trvalá prevalence monoxenních helminthů v liškách, což bylo porovnáváno na základě vzorců výskytu nestriktně monoxenních, monoxenních a dixenózních střevních helmintů podél městského gradientu ve studii Reperant et al. (2007).

#### 3.6.1 Tasemnice rodu *Mesocestoides*

*Mesocestoides* spp. jsou zoonotické tasemnice divokých a domestikovaných masožravců. Přes 60 let výzkumu životní cyklus *Mesocestoides* spp. není zcela popsán. S největší pravděpodobností jsou pro dokončení životního cyklu vyžadovány dvě hostitelské jednotky. První mezihostitelé jsou stále neznámí, ale mohou to být oribatidní roztoči nebo jiní členovci. Invazivní larvy (*tetrathyridia*) se rozvíjejí v různých obratlovcích (obojživelníci, plazi, ptáci a savci). Malí hlodavci jsou nejdůležitějšími druhými mezihostiteli v Evropě. Přijímaná *tetrathyridia* dokončí vývoj ve střevě definitivních hostitelů. Nicméně, *tetrathyridia* může také proniknout do střevní stěny v definitivních hostitelích, a tak dosáhnout peritoneální dutiny a způsobit život ohrožující peritonitidu (Boyce et al. 2011). Dospělé *Mesocestoides* spp. jsou střevními parazity domácích a volně žijících masožravců a nacházejí se globálně po celém světě se s výjimkou Austrálie (Boyce et al. 2011). Nejdůležitějšími finálními hostiteli v Evropě jsou lišky obecné (*Vulpes vulpes*) (Al-Sabi et al. 2014). *Mesocestoides* spp. jsou zoonotickými parazity. Lidská infekce dospělými jedinci druhů *Mesocestoides* spp. jsou vzácné; nicméně v celosvětovém měřítku bylo popsáno několik případů způsobených konzumací syrových nebo nedostatečně tepelně ošetřeného hadího, kuřecího masa nebo vnitřností zvěřinových zvířat. Pleuralní a peritoneální tetrathyridióza byla popsána u primátů. Přestože u člověka byly hlášeny

pouze tři podezření na infekci s tetrathyridiálními stadii, mohla být lidská tetracyhydóza chybně hlášena jako proliferační sparganóza způsobená *Spirometra spp.* Na rozdíl od intestinální infekce *Mesocestoides spp.*, larvální formy mohou způsobit vážné klinické příznaky a mohou vést k úmrtí primátů a jiných zvířat; proto by *tetrathyridia* mohla být odpovědná za podobné onemocnění u člověka. Kvůli globalizaci lze pozorovat zvýšený obchod s exotickými kulinářskými produkty a šíření různých kulinářských tradic po celém světě. Proto se v budoucnu může riziko vzniku mezocestoidózy u lidí zvýšit. Přestože dospělá stadia jsou relativně neškodnými střevními parazity, stadia metakestódy (*tetrathyridia*) mohou být odpovědné za život ohrožující peritonitidu a pleuritis u několika druhů, včetně psů, koček, primátů a pravděpodobně i člověka (Széll et al. 2015). Cílem studie Széll et al. (2015) bylo odhalit prostorové rozložení *Mesocestoides spp.* v nejdůležitějších konečných hostitelích, obecných liškách (*Vulpes vulpes*), analyzovat vztah těchto vzorků ke krajině a podnebí pomocí geografických informačních systémů a vyhodnotit metodu flotace fekální infekce pro detekci infekce v konečném hostiteli. Použité uhynulé lišky, které představují 0,5% celkové populace lišek, byly náhodně vybrány ze všech maďarských uhynulých lišek. Trakt byl vyšetřen technikou sedimentace a počítání. Citlivost metody flotace byla vyhodnocena testováním fekálních vzorků 180 lišek infikovaných *Mesocestoides spp.* Prevalence infekce byla vysoká (45,8 %, 95 % CI = 41,0-50,6 %) a parazit byl nalezen ve všech oblastech Maďarska. Vysoká prevalence parazitů u lišek naznačuje, že infekce může být také častá u psů a koček ve volné přírodě. Infekce *Mesocestoides spp.* nebyla zjištěna u žádné z lišek metodou flotace, což naznačuje, že citlivost metody je menší než 0,6 %. Proto téměř všechny infekce psů a koček zůstávají ve veterinární praxi nezjištěny. Na základě statistické analýzy byl výskyt jediným determinantem prostorového rozložení *Mesocestoides spp.* což naznačuje, že infekce u masožravců, včetně psů a koček, lze očekávat především ve středních oblastech (150-750 m. n. m.). Mohlo by to být způsobeno druhy závislými na výšce a množství mezihostitelů a definitivních hostitelů parazita (Széll et al. 2015).

Ve studii Miterpáková et al. (2009) tasemnice nejčastěji reprezentoval rod *Taeniidae* s celkovou prevalencí 12,2 %. Několik druhů taeniid se vyskytuje u lišek, nicméně, nemohou být diferencováni na základě morfologie vajec. Koprologické vyšetření vedlo k celkovému výskytu druhů *Mesocestoides spp.* u lišek 5,8 %, zatímco pitva měla za následek výskyt 58,6 %. Vajíčka jiných druhů tasemic (*Dipylidium caninum* a *Hymenolepis diminuta*) byla pozorována jen sporadicky v některých oblastech.

Podle studie Széll et al. (2015) byla prevalence a intenzita infekce *Mesocestoides* spp. vysoká u lišek, nicméně prostorové rozložení parazita bylo velmi shlukovité. Většina infikovaných lišek pocházela z Transdanubie a severního pohoří a prevalence infekce byla v nížinných oblastech značně nižší. Přestože prevalence infekce *Mesocestoides* spp. u lišek je v různých evropských zemích velmi vysoká (4,7 -89 %) (Al-Sabi et al. 2014), znalost působení klimatických a krajinných vlivů na přenos *Mesocestoides* spp. je v současné době velmi omezen. Ve studii Széll et al. (2015) regresní analýzy odhalily pozitivní vztah pouze s nadmořskou výškou ( $P < 0,0001$ ). Byla pozorována pozitivní korelace mezi nadmořskou výškou a intenzitou infekce ( $r = 0,22$ ,  $P < 0,0001$ ,  $n = 413$ ). Rozdíl mezi výskytem infekce u lišek pocházejících ze středních (150-750 m. n. m.) a nížinných oblastí (<150 m. n. m.) byl rovněž významný (53 % vs. 34 %,  $P < 0,0005$ ;  $n = 155$  vs 258). To je v souladu s pozorováním jiných autorů, tj. tyto parazité jsou vzácní v nížinných oblastech Evropy. To může být přičítáno druhové bohatosti závislé na nadmořské výšce a množství mezipřehostitelů a konečných hostitelů parazita (tj. druhová bohatost a hojnost v nízkých nadmořských výškách jsou méně početné než ve vyšších nadmořských výškách) (McCain & Grytnes 2010). Zvýšené množství nejdůležitějších definitivních a mezipřehostitelů parazitů, lišek a malých hlodavců lze pozorovat také ve středních polohách. Více druhů a jejich vyšší množství jsou klíčové pro přenos *Mesocestoides* spp. s širokým rozsahem definitivních i přechodných hostitelů. Kromě toho, lišky mění svou stravu v závislosti na nadmořské výšce, kvůli kořistné ziskovosti, což může také ovlivnit přenos parazita. Nicméně prevalence infekce *Mesocestoides* spp. je nízká i v horských oblastech Evropy, protože druhová bohatost a abundance klesají se zvyšující se nadmořskou výškou (Al-Sabi et al. 2014). Na rozdíl od ostatních tasemnic a hlístic roční srážky a průměrná roční teplota neměly vliv na distribuci druhů *Mesocestoides*. Tenká stěna vajíček *Mesocestoides* spp. je včleněna do velmi pevné schránky tvaru hrachu jakožto parauterinního orgánu, což jim pomůže vydržet i horší životní podmínky. V tomto orgánu mohou vajíčka přežít i při nízkých teplotách po dobu několika týdnů (Al-Sabi et al. 2014).

Po úspěšném zavedení programů očkování proti vzteklině se populace lišek zvýšila a v Evropě se pozorovala urbanizace lišek (Sréter et al. 2003). Což představuje významné riziko pro urbanizaci životního cyklu druhu *Mesocestoides* spp. a rostoucí možnost infekce venkovních psů a koček. Ačkoli počet evropských studií je v současné době omezen, relativně vysoká míra infekce byla zjištěna u psů a koček. Na rozdíl od poměrně vysoké prevalence pozorované v postmortálním vyšetření (1,0-13,8 %) byla ve studiích založených na koproskopii zjištěna velmi nízká prevalence (<0,2 %). Přestože citlivost použitého způsobu flotace byla

33 % pro detekci vajíček *E. multilocularis*, nebyla stanovena žádná ze 180 lišek infikovaných *Mesocestoides* spp., která by byla v této studii pozitivní pro vajíčka *Mesocestoides*. Tato zjištění naznačují, že citlivost metody flotace je menší než 0,6 %, proto téměř všechny infekce psů a koček *Mesocestoides* spp. zůstávají nezjištěny rutinní koproskopií (Széll et al. 2015). Nízká citlivost flotační techniky může být způsobena především začleněním vajec do tlustostěnného parauterinního orgánu. Většina vajec nemůže být odstraněna z parauterinového orgánu během fáze míchání metodou flotace a v důsledku toho nemůže být během vyšetření zjištěna. Drobná vajíčka *Mesocestoides* spp. s jemnou skořápkou jsou navíc deformovány vysokou gravitační flotací, což je velmi obtížné. Z tohoto důvodu je makroskopické vyšetření čerstvých vzorků kočičí a psí stolice pro přítomnost aktivních pohyblivých částí charakteristických gravidních segmentů parauterinových orgánů mnohem spolehlivější diagnostickou metodou

Urbanizované lišky, psi a kočky jsou odpovědné za infekci mezihostitelů vyskytujících se v synantropickém prostředí. Tyto mezihostitelé mohou sloužit jako zdroj infekce lidí. Vzhledem k tomu, že *tetrathyridia* může být odpovědná za potenciálně život ohrožující onemocnění u některých druhů zvířat včetně primátů, může představovat významné riziko pro veřejné zdraví. Proto je nutné podporovat další studie životního cyklu a epidemiologie těchto parazitů (Széll et al. 2015).

### 3.6.2 Měchožil bublinatý (*Echinococcus multilocularis*)

*Echinococcus multilocularis*, malá tasemnice z čeledi Taeniidae, patří mezi zoonotické helminty. Jeho výskyt je spojen zejména s liškou jako definitivním hostitelem. Psi a kočky se však mohou stát také definitivními hostiteli. Zvláště zvířata, která mají možnost lovit hlodavce a žijí v úzkém kontaktu s lidmi, představují značné riziko. Taková zvířata se také mohou stát zdrojem onemocnění pro člověka (Svobodová & Lenská 2002). *E. multilocularis* je příčinou alveolární echinokokózy u lidí (AE), závažné zoonózy významné pro veřejné zdraví. To způsobilo až 100% úmrtí neléčených pacientů před sedmdesátými léty, kdy nebyly zavedeny moderní metody léčby. Cyklus *E. multilocularis* v Evropě je převážně sylvatický, zahrnující lišku (*Vulpes vulpes*) jako konečného hostitele a hlodavce jako mezihostitele (tj. *Arvicola terrestris*). V některých zemích byly psi a kočky identifikovány jako definitivní hostitelé; nicméně všichni koneční hostitelé získají infekci ze sylvatického cyklu konzumací hlodavců. Parazit má rozsáhlé geografické rozložení na severní polokouli (Deplazes & Eckert 2001). Koncem osmdesátých let bylo známo, že existují endemické oblasti ve Francii, Rakousku, Německu a Švýcarsku. V této době vzrostla míra infekce lišek (Sreter et al. 2003).



V podmínkách střední Evropy je hlavním definitivním hostitelem tohoto parazita liška obecná (*Vulpes vulpes*). Jiní definitivní hostitelé mohou zahrnovat psa (*Canis familiaris*) a kočku (*Felis catus f.*) (Deplazes & Eckert 2001). Malí hlodavci se stávají mezihostiteli. Na území České republiky převažují zejména hraboši polní (*Microtus arvalis*). Vajíčka *E. multilocularis* mohou způsobit alveolární echinokokózu u lidí, což je nebezpečná zoonóza. Prevalence alveolární echinokokózy v endemických oblastech střední Evropy se pohybuje v rozmezí 0,03 až 1,2 na 100 000 obyvatel (Deplazes & Eckert 2001). V posledních letech infekce larvální fází tasemnice *E. multilocularis* nebyla diagnostikována pouze u lidí v několika oblastech, včetně nejméně osmi zemí ve střední Evropě, ale i u různých druhů zvířat byly pozorovány náhodné infekce ve stádiu larvy *E. multilocularis* (psi, domácí prasata, divoká prasata, nutrie a opice). Průměrné roční míry výskytu alveolární echinokokózy u lidí jsou nízké, v různých evropských zemích a regionech se pohybují mezi 0,02 a 1,4 případy na 100 000 obyvatel. V poslední době se parazit rozšířil do nových regionů v Evropě a podíl lišek, které nesou chorobu, se zvýšil. To bylo podpořeno nárůstem počtu lišek. Dále také v blízkosti menších i ve velkých městech byly pozorovány lišky nesoucí parazity. Tyto a další faktory mohou vést k riziku infekce u lidí. Tento parazit je endemický v Belgii, Lucembursku, Francii, Švýcarsku, Lichtenštejnsku, Rakousku, Německu, Polsku, České republice, Slovenské republice a Maďarsku. Míra prevalence *E. multilocularis* u lišek je alarmující, v některých oblastech s průměrnou mírou > 40 % (Dubinský et al. 2003). Prevalence *E. multilocularis* u lišek se velmi liší v rámci a mezi endemickými místy od 1 % až 60 %. Výskyt *E. multilocularis* na Slovensku byl poprvé zaznamenán v roce 1999 a zdá se, že má rostoucí tendenci. Ve studii Letková et al. (2006) byla prevalence *E. multilocularis* na východním Slovensku 9,4 až 25 %. Podobný vzorec byl zaznamenán i v ostatních oblastech Slovenska (Miterpáková et al. 2006).

Podle většiny autorů není věk považován za důležitý faktor ovlivňující prevalenci *E. multilocularis* u definitivních hostitelů. Informace o vztahu mezi pohlavím lišek a prevalencí *E. multilocularis* jsou v rozporu. Některé studie neodhalily žádný vliv pohlaví lišek na prevalenci *E. multilocularis* (Letková et al. 2006). Cílem práce Svobodová a Lenská (2002) bylo zjistit prevalenci *E. multilocularis* u psů, kteří žijí a pohybují v oblastech s hustou populací lišek obecných. Hlavním definitivním hostitelem *Echinococcus multilocularis* ve střední Evropě jsou lišky, ale mohou jím být i psi, kteří vzhledem k těsnému kontaktu představují potenciální zdroj infekce pro člověka. Svobodová a Lenská (2002) vyšetřovaly vzorky trusu psů žijících v oblastech s hojným výskytem lišek. Psi byli vybíráni striktně na základě cílené anamnézy potvrzující predátorské sklony a možnosti volného pohybu spojeného s lovem hlodavců. Vzorky trusu psů byly vyšetřeny metodou ELISA k detekci specifických

koproantigenů *Echinococcus* spp. s využitím setu CHEKIT – Echinotest firmy Bommeli, Švýcarsko. Z celkového počtu 186 vzorků trusu psů bylo 15 pozitivních (8,1 %). I když k rozvoji onemocnění u člověka dochází zřídka, je třeba nebezpečí předcházet a u psů patřících do exponované skupiny provádět cíleně pravidelnou dehelmintizaci (Svobodová & Lenská 2002). Výskyt je známý především u lišek jakožto hlavním definitivním hostiteli *Echinococcus multilocularis*. Průměrná prevalence byla stanovena 19,7 % na základě sledování v období 1994-1999, kdy byly vyšetřeny střeva lišek obecných, které byly zastřeleny a nalezeny negativní pro vzteklinu. V některých lokalitách, zejména v jižních Čechách, byly zjištěny mnohem vyšší hodnoty prevalence na 70,6 % a 63,3 % (Martínek et al. 2001). Psi a kočky byly potvrzeny jako fakultativní koneční hostité diagnózou post mortem infekci u koťat, a byla také prokázána přítomnost *E. multilocularis* v jednom případě (1,8 %) z 55 vzorků psích fekálií odebraných v ulicích malé vesnice v jižních Čechách (Svobodová & Lenská 2002). Není k dispozici velké množství údajů o výskytu echinokokózy u psů, protože post mortem diagnostika, která se běžně používá u lišek, nemůže být ve velkém měřítku aplikována u psů. Proto se používají většinou intravitální metody. Průměrná prevalence zjištěná u skupiny psů ve studii Svobodová a Lenská (2002) byla 8,1 %. Pozitivní vzorky psích výkalů pocházejí také z lokalit, kde v posledních letech nebyl potvrzen výskyt *E. multilocularis*. Lze očekávat, že na úrovni 12,5 % pozitivních vzorků psích výkalů nedochází v současné době k infekci liškami. Prevalence echinokokózy u psů v České republice se zdá být na vyšší úrovni, protože např. ve Švýcarsku byly koproantigeny zjištěny pomocí ELISA u psů pouze 0,3 % (Deplazes & Eckert 2001). Vyšší hodnoty prevalence, diagnostikované u psů v České republice, odpovídají strategii odběru vzorků, protože zvířata pocházela z oblastí, kde byla vysoká hustota lišek obecných. Majitelé navíc uvedli, že vybraná zvířata mají možnost volně se pohybovat a lovit hlodavce (Svobodová & Lenská 2002). Podobná situace s vyšším výskytem echinokokózy u psů v endemické lokalitě ve Švýcarsku byla popsána Deplazes a Eckert (2001), kteří detekovali koproantigeny u 9 % psů na farmách. Přestože prohlášení o pozitivní detekci v oblastech, kde bylo získáno pouze malé množství vzorků, nemusí být zcela objektivní, jistě ukazuje, že echinokokóza není v dané lokalitě vzácná. Pokud byla skupina vzorkovaných psů náhodně vybrána z různých částí země, včetně velkých měst, počet pozitivních případů by byl pravděpodobně nižší (Svobodová & Lenská 2002). V rámci systematického výzkumu lišek obecných prováděného v letech 2000 až 2006 bylo vyšetřeno celkem 4026 lišek pro *Echinococcus multilocularis* (prevalence 31,1 %) (Miterpáková et al. 2009). Celková prevalence *Echinococcus multilocularis* v období 2000-2006 byla 31,1 %. Výsledky dlouhodobého sledování se týkají výskytu dvou endemických oblastí nacházejících se

na severozápadě (Žilinský a Trenčianský kraj) a na severovýchodním Slovensku (Prešovský kraj) s prevalencí ve více okresech v rozmezí 40 % až 60 %. Tyto rozdíly v prevalenci mezi severní a jižní částí země mohou zahrnovat faktory, jako je hustota obyvatelstva lišky, přítomnost mezipřenositelů a klimatické podmínky. Výrazný nárůst populace lišky ve Slovenské republice byl zaznamenán po úspěšném programu očkování proti vzteklině po roce 1996. Podobná expanze tohoto druhu byla zaznamenána v Polsku, kde v roce 1993 začala kampaň proti vzteklině a nastalo zvýšení lišek z 67 000 v roce 1995 na více než 200 000 v roce 2006. Hustota obyvatelstva se odhaduje na 270 lišek na 1000 km<sup>2</sup> a jsou distribuovány po celém území (Letková et al. 2006). Výsledky dlouhodobého sledování poskytují důkaz, že klimatické podmínky v oblastech, kde se endemicky vyskytuje *E. multilocularis*, se výrazně liší od klimatických podmínek v jiných částech země a významně ovlivňují jak prevalenci, tak průměrné zatížení tasemnicí *E. multilocularis* u lišek. Nízká průměrná roční teplota vzduchu, vysoké roční srážky, nízká průměrná roční plocha povrchu půdy a vysoká vlhkost půdy jsou charakteristické pro severní Slovensko (Miterpáková et al. 2009). Studené a vlhké prostředí mohou být klíčovým faktorem při přežívání vajíček, které jsou velmi citlivé na vysychání a vysoké teploty. V rámci podobné studie, kterou poskytli Di Cerbo et al. (2008) v severovýchodní Itálii, tasemnice byly více hojné v nadmořských výškách přes 1000 m a.s. kde jsou ve stravě lišek převážně drobní savci, jako mezipřenositelé. Nedávné analýzy ve studii Miterpáková et al. (2006) také ukázaly významnou korelaci mezi prevalencí této tasemnice a hustotou populace malých savců. Bylo však diagnostikováno i prvních 10 autochtonních případů alveolární echinokokózy u pacientů žijících v endemických oblastech s nejvyšší prevalencí parazita u lišek (Miterpáková et al. 2009).

Detekce koproantigenů specifických pro *Echinococcus* spp. pomocí ELISA je genuspecifická. Nicméně na základě epidemiologické situace v České republice a vzhledem k charakteristickým rysům vybrané skupiny psů předpokládáme, že činitelem bylo hlavně *Echinococcus multilocularis*. Ve srovnání s SCT má použitá metoda citlivost 80 % a specificitu 95-99 % (Deplazes & Eckert 2003). Ačkoli výskyt *E. multilocularis* u definitivních hostitelích není vůbec vzácný, nemoc u člověka se rozvíjí jen zřídka (Auer & Aspöck 2001). V České republice byl hlášen jediný případ alveolární echinokokózy u lidí (Šlais et al. 1979). Nicméně nebezpečí infekce musí být zabráněno. Psi, kteří mohou být vystaveni nakaže, by měli být pravidelně odčervováni každé tři měsíce pomocí praziquantelu nebo epsiprantelu (Deplazes & Eckert 2001).

### 3.7 Návnady s antihelmintiky

Studie Antolová et al. (2006) se zabývala účinkem návnad, které obsahují praziquantel a fenbendazol, při výskytu *E. multilocularis* a dalších střevních helmintů u lišek žijících na okraji vesnic a v blízkosti lidských sídel, s největším rizikem infekce lidí. Cílem studie bylo zjistit účinek anthelmintických návnad na výskyt bakterií *Echinococcus multilocularis* a dalších střevních helmintů u lišek. Ve dvou návnadových oblastech bylo 20 návnad na km<sup>2</sup> rozděleno do měsíců v období od srpna 2004 do dubna 2005. Od srpna 2004 do srpna 2005 byly odebrány fekální vzorky od lišek v oblastech návnad a ze dvou kontrolních oblastí. V návnadové oblasti číslo 1. bylo pozorováno snížení počtu druhů parazitů, pokles prevalence a prevalence *E. multilocularis*. V návnadové oblasti 2. nebyl zaznamenán žádný výrazný pokles, pravděpodobně kvůli spásání návnad divokými prasaty. Poskytnutí návnad představuje možnost snížení kontaminace životního prostředí parazity a jejich šíření. Zejména na okraji měst a obcí a v rekreačních oblastech se zdá být vhodným způsobem ochrany lidského zdraví (Antolová et al. 2006). Na Slovensku, Letková et al. (2006) pozorovali 25,8 % prevalenci vajíček *T. canis* u lišek vyšetřovaných koprologicky mezi lety 2000 a 2004. Mnoho jiných střevních helmintů lišky obecné může způsobit lidské onemocnění, například *Capillaria* spp., *Ancylostoma caninum*, *Strongyloides* spp. a *Opistorchis*. Byly provedeny pokusy s cílem snížit prevalenci *E. multilocularis* v Německu a Švýcarsku. Po použití návnad obsahujících praziquantel pozorovali pokles prevalence echinokokózy u lišek obecných (Hegglin et al. 2003).

Ze všech divokých zvířat žijících na území Slovenské republiky, liška nese nejrozmanitější složení helmintů. Kontaminace životního prostředí parazitálními vejci může způsobit infekci domácích zvířat a tím i nárůst infekčního tlaku na lidskou společnost. V terénních studiích provedených na velkých plochách bylo zjištěno, že antihelmintické návnady jsou jednou z nejužitečnějších protiopatření proti *E. multilocularis*. Kontrola echinokokózy má v mnoha zemích velký význam. Stanovení prevalence *E. multilocularis* u lišek indikuje stupeň kontaminace životního prostředí. Kromě pitvy, která může být použita pouze postmortálně a koproantigenové diagnostiky, která má nízkou citlivost v případě nízké zátěže, metoda PCR představuje cenný způsob detekce prevalence *E. multilocularis*. Nízká citlivost koproantigenové ELISA metody může být důvodem falešně negativního výsledku ELISA vzorku za přítomnosti vajíček druhu *Taenia* spp. a pozitivní výsledek PCR. Na druhé straně fekální vzorky někdy obsahují faktory, které jsou dosud neidentifikovány a mohou inhibovat

PCR reakci. Tyto faktory mohou způsobit výskyt 13 kopro-ELISA pozitivních, ale PCR negativních vzorků (Antolová et al. 2006).

Ve Slovenské republice bylo od roku 2002 zaznamenáno šest lidských případů alveolární echinokokózy. Prešovský kraj, ve kterém byl průzkum Antolová et al. (2006) proveden, je region, kde byly diagnostikovány dva z těchto lidských případů a také zde bylo první ohlášení přirozeně infikovaného hostitele ve Slovenské republice. Dlouhodobý průzkum výskytu echinokokózy u lišek (pomocí sedimentační techniky a techniky seškrabu – SCT) ukázal 46-48 % celkovou prevalenci *E. multilocularis* v monitorované oblasti a okolí (Miterpáková et al. 2006). Toto zjištění koreluje s pozorováním Antolová et al. (2006) na začátku návnadového období. Podobně jako v případě poklesu počtu druhů helminthů byl zaznamenán pokles výskytu *E. multilocularis* pouze v návnadové oblasti 2. Změny její prevalence v ostatních oblastech nebyly významné. To by mohlo být způsobeno tím, že se s návnadou v návnadové oblasti 2 setkal jiný zvířecí druh, převážně divoká prasata, která měla v této oblasti vysokou hustotu. V návnadové lokalitě číslo 1, která nebyla ovlivněna ztrátou návnady způsobenou divokými prasaty, se po ukončení distribuce návnady pozoroval nárůst procentuálního podílu fekálních vzorků pozitivních na helminthová vajíčka a prevalenci *E. multilocularis* (Antolová et al. 2006). Několik autorů zaznamenalo podobné tendence (Hegglin et al., 2003), které mohou být způsobeny reinfekcí lišek krátce po odčervení larválními stadii parazitů u intermediárních nebo paratenických hostitelích.

Vedle *E. multilocularis*, který má známý zoonotický význam, mnoho dalších parazitů může způsobit lidské onemocnění, například *Toxocara* spp. Její význam zdůraznili Havasiová et al. (1993), kteří zaznamenali 13,4 % séroprevalence toxokarózy u zdravých dárců krve na Slovensku. Cirkulace této helmithozoonózy na tomto území byla potvrzena nejen průzkumy o liškách obecných (Miterpáková et al. 2006), ale také sérologickým vyšetřením divokých prasat a malých savců, u kterých bylo zaznamenáno 5,1 % a 7,7 % séroprevalence (Antolová et al. 2006). V rámci studie Antolová et al. (2006) bylo zjištěno několik dalších příčinných účinků helmithozoóz. Nejvíce obvyklý druh hlísty byl *T. leonina*, u které se nepředpokládá žádný, nebo velmi omezený zoonotický potenciál. Kromě dříve zmíněných druhů hlístic nalezených v rámci studie Antolová et al. (2006), zde byly nalezeny druhy *Taenia* spp., *Dipylidium caninum*, *Capillaria* spp., *Ancylostoma* spp. a *Strongyloides* spp., které mohou způsobit i lidské onemocnění. U všech těchto druhů parazitů byl pozorován jejich pokles prevalence po rozmístění návnad v návnadové lokalitě č. 1. Naopak v návnadové lokalitě č. 2. byl pokles výskytu helminthů nevýznamný, pravděpodobně kvůli ztrátám návnad, které byly zmíněny dříve. V obou kontrolních lokalitách nebyl zaznamenán žádný významný pokles, ani

nárůst počtu druhů, nárůst parazitů byl zaznamenán v kontrolní lokalitě č. 2. Vysoké finanční náklady představují nevýhodu velkorysé distribuce návnad. Strategie distribuce návnad, která se zaměřuje na menší oblasti, může být realističtější a efektivnější. V endemických oblastech, které jsou charakterizovány vysokým rizikem infekce u člověka, jsou antihelmintické návnady distribuované na okraj měst a obcí a v rekreačních oblastech představou fungující cesty ochrany lidského zdraví. Tímto způsobem se mohou léčit i toulaví psi a kočky, další rizikové přenašeči rizikových onemocnění pro lidské zdraví (Antolová et al. 2006).

## 4 Metodika

Samotná pitva trávicích traktů převážně lišek obecných (*Vulpes vulpes*) byla prováděna v parazitologické laboratoři pro Katedru zoologie a rybářství České zemědělské univerzity v Praze od října 2018 do ledna 2019. Poskytnutá zvířata byla zastřelena, nebo nalezena v období let 2014 až 2018 celkem ve dvou oblastech, Doupovsku a Karlovarsku. Dohromady byl důkladně vyšetřen trakt 11 lišek obecných (*Vulpes vulpes*) a jednoho jezevce (*Meles meles*). Všechny nalezené druhy hlístic byly následně makroskopicky posouzeny, spočítány a roztrženy podle pohlaví v 70 % ethanolu na petriho misce a vybraní zástupci byli vyfoceni a změřeni pod mikroskopem.

### 4.1 Pitva a postmortální vyšetřovací metody

Pitva byla prováděna na pitevním stole v parazitologické laboratoři Katedry zoologie a rybářství České zemědělské univerzity v Praze v souladu s bezpečnostními pokyny, se kterými byli seznámeni všichni přítomní pracovníci již před samotnou prací. Použitým materiálem byla hlavně pinzeta, jehla, pitevní nůž, nůžky, odměrné nádoby, úložné nádoby, mikroskopavky. Dále pak 70% ethanol pro průplach a uložení a ochranný oděv pracovníků, jako je laboratorní plášť a gumové rukavice.

#### 4.1.1 Postup helmintologické pitvy

Všechny části kadáverů zvířat, v tomto případě gastrointestinální trakty psotvárných šelem (lišek a jezevce) byly uchovávány zmrazené při - 78 °C do doby zpracování. Pro lepší manipulaci je nutné pomalé rozmrazení v prostředí pitevny, před samotným zahájením práce.

Pokud již není trávicí trakt oddělen od ostatních orgánů, začínáme pitvu právě tímto procesem. Následně je nutné rozdělit střevo na části – tenké, tlusté a popřípadě slepé střevo a uvolnit je, aby je bylo možno rozprostřít po pitevním stole. Dále se střeva opatrně rozstříhnou pitevními nůžkami a obsah se propere a zakonzervuje v roztoku ethanolu, nejlépe vícekrát a následně naředí, pro lepší makroskopické pozorování obsahu. Veškerý obsah střev v roztoku se vyšetří postupně odebíráním menšího množství do petriho misky a případným vyčleněním nalezených parazitů do zkumavek a jejich popis a příprava pro mikroskopické vyšetření. Postup se opakuje u všech částí střev, dokud se neprozkoumá veškerá tekutina, která přišla při průplachu ke styku se střešní stěnou.

#### 4.1.2 Seškrab střevní sliznice

Propláchnutá a rozstříhnutá předpřipravená střeva jsou nadále použita ke střevnímu seškrabu, pro získání parazitů, kteří jsou na sliznici střevní stěny. Pomocí pitevního nože se opakovaně provede seškrab sliznice v petriho misce. Je možné si střeva rozdělit na více částí a po provedení zákroku se přemístí do nádoby na kafilérní obsah. Opět, jako v předchozím pitevním postupu se seškrábnutá vrstva naředí roztokem ethanolu a pomocí pipety se vždy část přesune na menší petriho misku, kde je makroskopicky vyšetřena. V případě nalezení parazita, nebo podezření na jeho přítomnost se obsah přesune do mikroskopické zkumavky a popíše.

#### 4.2 Determinace

Makroskopická determinace byla prováděna ihned, v naředěném roztoku ethanolu a obsahu různých částí střev lišky obecné. Vybraní zástupci hlístic, byly pro větší přesnost přeneseny pipetou na podložní sklíčko, ponořeny do 70 % roztoku ethanolu a zkoumány pod mikroskopem, kde bylo zjištěno pohlaví a velikost. Následně byly druhy obsažené v jednotlivém živočichu spočítány, rozděleny do zkumavek a popsány, pro další výzkum.

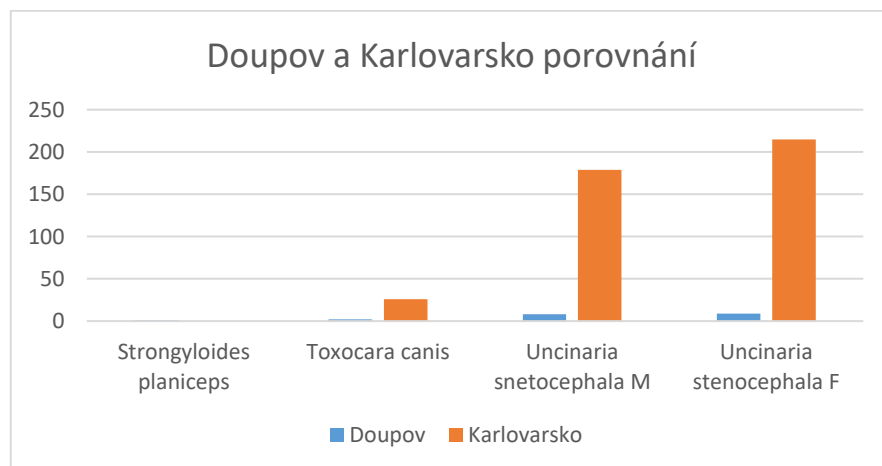
Používanými pomůckami byla pipeta, jehla, mikroskopické zkumavky, pinzeta, petriho misky, podložní sklíčko, krycí sklíčko, nádoby s vyšetřovaným obsahem a 70% ethanol. S přihlédnutím na hygienu pracovníků samozřejmě také gumové rukavice, laboratorní plášť. Samotné určování bylo prováděno na hlavně základě publikací Svobodová et al. (2013) a Jírovec (1948).



## 5 Výsledky

Byla zjištěna přítomnost parazitů ve střevních traktech šelem v České republice, převážně lišek, na základě pitvy a dalších posmrtálních vyšetření, jako je střevní seškrab. Vyšetřeno bylo celkem 12 zvířat, z toho 11 lišek a 1 jezevec, 6 samců a 6 samic. Z nich 7 pocházelo z Karlovarska a 5 z Doupovska, přičemž následně byly tyto dvě oblasti porovnávány v množství a druzích parazitů zastoupených v jednotlivých vyšetřených střevních traktech. Pozitivní na přítomnost parazitů byli všichni vyšetření psovití, ačkoliv zde byly rozdíly v parazitální fauně, a to hlavně mezi dvěma porovnávanými oblastmi. Nejčastěji byly parazité nacházeni v tenkém střevě a všichni případní zástupci hlístic byly pro tuto práci změřeny pod mikroskopem, taxonomicky roztříděny a převládající druhy také spočteny rozděleně podle pohlaví. Dohromady bylo nalezeno 444 hlístic a několik tasemnic. Největší zastoupení představovaly *Uncinaria stenocephala*, *Toxocara canis* a v menším množství zde byl pozorován i *Strongyloides stercoralis*. Z tasemnic byly velmi časté *Mesocestoides* spp. Nejčastějším nálezem byla hlístice *Uncinaria stenocephala* s celkovým počtem 417 jedinců, z toho 224 samic a 198 samců. Determinace hlístic byla provedena na základě morfologických znaků nalezených parazitů, prohlédnutých pod mikroskopem. Průměrné množství druhu *Uncinaria stenocephala* na jednu lišku v obou studovaných oblastech dohromady je 34,25 a pro porovnání vychází průměrné množství 56,29 zástupců *U. stenocephala* na jednu lišku z Karlovarska, oproti 3,4 zástupců na jednu lišku z Doupovska. Průměrný počet jedinců *Toxocara canis* v jednom zástupci šelmy byl 3,7 jedinců pro Karlovarskou oblast a 0,4 jedinců pro Doupov. Průměrné množství *Tocara canis* v jedné lišce, pokud bereme obě oblasti dohromady je 2,33. Pro *Strongyloides stercoralis* je průměrný počet v jedné lišce, podle tohoto výběrového souboru, 0,2.

Graf 1. Porovnání nalezených parazitů výběrového souboru ze dvou oblastí



Tab. 1. Prevalence gastrointestinálních hlístic celkem

Druh parazita	vyšetřeno šelem	počet pozitivních	prevalence %
<i>Strongyloides planiceps</i>	12	1	8
<i>Toxocara canis</i>	12	4	33
<i>Uncinaria stenocephala</i>	12	9	75

Tab. 2. Prevalence nalezených gastrointestinálních hlístic ve dvou vyšetřovaných oblastech

Druh parazita	Karlovarská oblast (7 jedinců)			Doupovská oblast (5 jedinců)		
	Počet infikovaných	Počet nalezených hlístic celkem	Prevalence %	Počet infikovaných	Počet nalezených hlístic celkem	Prevalence %
<i>Strongyloides planiceps</i>	0	0	0	1/5	1	20
<i>Toxocara canis</i>	3/7	26	57	1/5	2	20
<i>Uncinaria stenocephala</i>	7/7	394	1	2/5	23	40

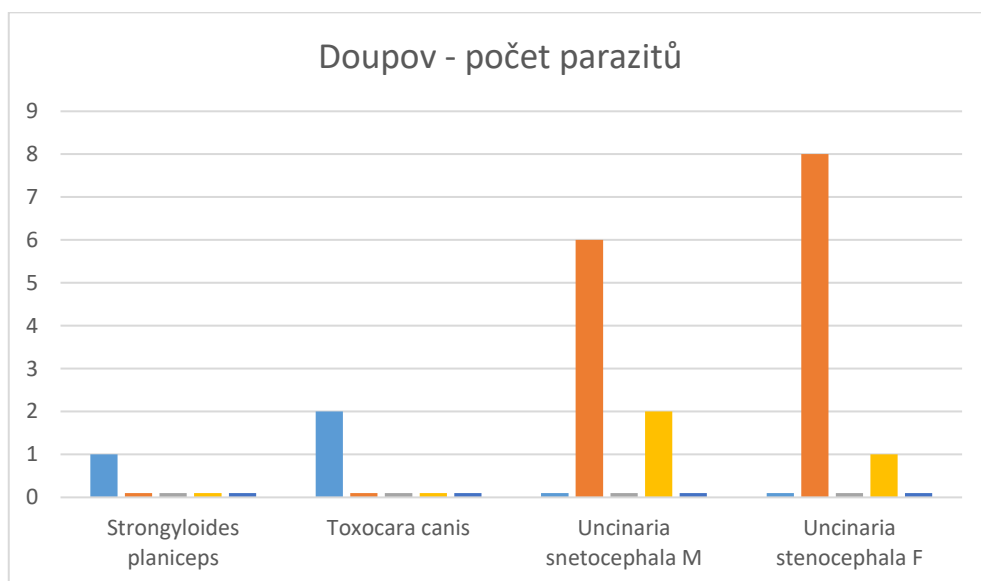
Tab. 3. Parametry hlístic u vyšetřovaných jedinců

Druh parazita	délka těla			šířka těla		
	průměr	min-max	sm. odch	průměr	min - max	sm. odch
<i>Strongyloides planiceps</i>	2,93 mm	2,931 mm	1	0,32 mm	0,32 mm	1
<i>Toxocara canis</i>	75,41 mm	67,54 – 82,40 mm	5,68	2,70 mm	2,49 – 3,10 mm	0,24
<i>Uncinaria stenocephala</i>	6,90 mm	5,42 – 9,39 mm	1,22	0,22 mm	0,18 – 0,28 mm	0,04

Tab. 4. Průměrná intenzita infekce v jedincích z lokality Doupov

Doupov				
	<i>Strongyloides stercoralis</i>	<i>Toxocara canis</i>	<i>Uncinaria stenocephala</i> - samci	<i>Uncinaria stenocephala</i> - samice
Liška 1. samec	1	2	0	0
Liška 10. samec	0	0	6	8
Jezevec samec	0	0	0	0
Liška 9. samice	0	0	2	1
Liška 10. samice	0	0	0	0
Průměr	0,20	0,40	1,60	1,80
Směrodatná odchylka	0,40	0,80	2,33	3,12

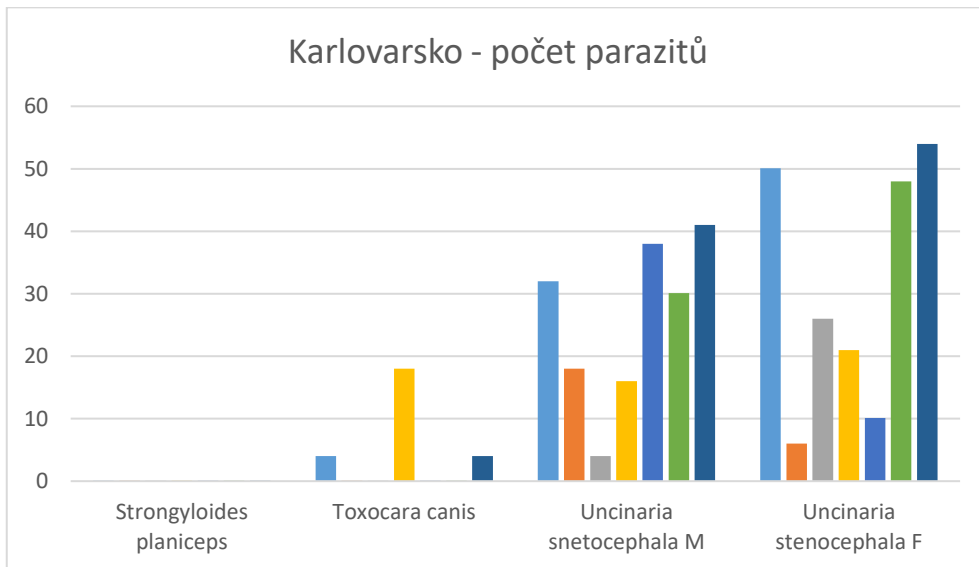
Graf 2. Rozdělení počtu parazitů v liškách, lokalita Doupov



Tab. 5. Průměrná intenzita infekce v jedincích z lokality Karlovarsko

Karlovarsko				
	<i>Strongyloides stercoralis</i>	<i>Toxocara canis</i>	<i>Uncinaria stenocephala</i> -samci	<i>Uncinaria stenocephala</i> -samice
Liška 3. samec	0	4	32	50
Liška 5. samec	0	0	18	6
Liška 7. samec	0	0	4	26
Liška 2. samice	0	18	16	21
Liška 4. samice	0	0	38	10
Liška 6. samice	0	0	30	48
Liška 11. samice	0	4	41	54
Průměr	0	3,71	25,57	30,71
Směrodatná odchylka	0	6,08	12,35	18,40

Graf 3. Rozdělení počtu parazitů v liškách, lokalita Karlovarsko



### 5.1 Hád'átka střevní (*Strongyloides stercoralis*)

Rod *Strongyloides stercoralis* byl nalezen s celkovou prevalencí 8 % pouze v jednom zvířeti z 12 vyšetřovaných, a to v lišce obecné (*Vulpes vulpes*) pocházející z oblasti Doupovských hor. Jeho velikost byla 2,93 mm a šířka těla 0,32 mm. Průměrný počet tohoto druhu v jedné lišce, podle tohoto výběrového souboru by byl 0,2 se směrodatnou odchylkou 0,4 s 68 % pravděpodobností a 0,69 s 95 % pravděpodobností. Rozmezí počtu by pak vycházelo jako -0,2 +0,6 pro 68 % pravděpodobnost a -0,49 +0,89 s 95 % pravděpodobností.

Obr.7. *Strongyloides stercoralis* – samec lišky obecné, Doupov, velikost 2,93 mm, šířka 0,32 mm, foto vlastní



## 5.2 Škrkavka psí (*Toxocara canis*)

*Toxocara canis* byla, z celkového počtu dvanácti vyšetřených zvířat, nalezena u 4 jedinců. Dohromady se zde vyskytovalo 28 hlístic tohoto druhu, s převahou v Karlovarské oblasti s počtem 26 a prevalencí 57 % u 3 lišek. Pouze v jednom zvířeti z Doupova byly tyto hlístice přítomny jen ve dvou kusech s prevalencí 20 %. Průměrná délka těla *Toxocara canis* byla u těchto jedinců 75,41 mm se směrodatnou odchylkou 5,68. Délka těla byla naměřena v rozhraní s minimální délkou 67,54 mm a maximální naměřenou hodnotou délky těla 82,40 mm. Šířka těla se pohybovala v rozmezí s minimální naměřenou hodnotou 2,49 mm a maximální celkovou šířkou 3,10 mm. Průměrná šířka byla 2,70 mm se směrodatnou odchylkou 0,24. V tomto výběrovém souboru by měla mít průměrně liška z Karlovarské oblasti s 68 % pravděpodobností 3,7 hlístic *Toxocara canis* se směrodatnou odchylkou 6,1, udávající rozmezí hodnot okolo průměru. Zatímco liška z Doupovské oblasti by měla mít s 68 % pravděpodobností 0,4 hlístic *Toxocara canis* se směrodatnou odchylkou 0,8. Pokud bychom počítali s 95 % pravděpodobností, vycházela by směrodatná odchylka těchto hlístic u lišky v Karlovarsku na 10,54, což by ukazovalo na průměrné rozmezí: -6,84 +14,24. V Doupovské oblasti pak směrodatná odchylka s 95 % pravděpodobností vychází jako 0,69 a rozmezí průměrného počtu parazitů v této oblasti je podle našeho výběrového souboru: -0,29 +1,09. Průměrné množství *Tocara canis* v jedné lišce, pokud bereme obě oblasti dohromady pak je 2,33.

Obr. 8. *Toxocara canis* – samec: liška, Karlovarsko, velikost 77,5 mm, foto vlastní



### 5.3 Měchovec liščí (*Uncinaria stenocephala*)

*Uncinaria stenocephala* byl nejčastěji nacházený parazit ze všech celkově nalezených. Vyskytovala se v 9 zástupcích šelem z celkového počtu 12, s prevalencí 75 %. Všechny 7 lišek z Karlovarské oblasti bylo infikováno tímto hlístem v počtu 394 jedinců *U. stenocephala* s prevalencí 100 % oproti prevalenci 40 % odpovídající počtu 23 hlístic v pouze dvou infikovaných liškách z 5 šelem z Doupovské oblasti. Naměření minimálních a maximálních hodnot délky těla *U. stenocephala* bylo v rozmezí: 5,42 – 9,39mm s průměrnou hodnotou 6,90mm, směrodatnou odchylkou 1,22 a výběrovou směrodatnou odchylkou 1,28. Pro šířku těla platí hodnoty s minimem v 0,18mm a maximem v 0,28mm a průměrnou hodnotou 0,22mm. Směrodatná odchylka pro šířku těla je 0,04. Pro tento výběrový soubor platí, že průměrné množství *Uncinaria stenocephala* v lišce z Karlovarské oblasti je 56,29. Při 68 % pravděpodobnosti je směrodatná odchylka pro tuto oblast 26,20 a rozmezí počtu tak vychází na 30,09 až 80,49 parazitů na jedince. S 95 % pravděpodobností vyšla směrodatná odchylka v Karlovarsku 45,38 a rozmezí počtu *Uncinaria stenocephala* by tak bylo průměrně 10,91 až 101,67 jedinců tohoto druhu na jednu lišku. Oproti tomu, v Doupovské oblasti je podle počtu nalezených parazitů tohoto druhu průměr 3,4 na jedince. S 68 % je v této oblasti směrodatná odchylka 5,43 a průměrný počet *Uncinaria stenocephala* pak vychází v rozmezí -2,03 až 8,83. S 95 % pravděpodobností a směrodatnou odchylkou 9,40 je to pak průměrně -6 až 12,8 hlístic na jedince. Pokud bychom počítali průměrné množství na jednu lišku v obou studovaných oblastech dohromady, výsledkem je 34,25.

Obr. 9. *Uncinaria stenocephala* – samec: liška, Karlovarsko, velikost 5,60 mm, foto vlastní



Obr. 10. *Uncinaria stenocephala* – samice, detail: liška, Karlovarsko, velikost 6,21mm, foto vlastní



## 6 Diskuze

Z celkem 11 vyšetřovaných střevních traktů lišek byly všechny pozitivní na přítomnost parazitů, kterých bylo nalezeno celkem 444. Převážně dominovala hlístice *Uncinaria stenocephala* (88,74 %), nalezená v 9 liškách pocházejících z Karlovarské oblasti. Z Karlovarské oblasti tak byly pozitivní všechny vyšetřované vzorky. *Uncinaria stenocephala* byla nalezena v celkovém zastoupení 417 jedinců, z toho 224 samic a 198 samců. U lišek z Karlovarské oblasti bylo z tohoto množství nalezeno 394 *Uncinaria stenocephala*, zatímco v Doupovské oblasti pouze 23 jedinců tohoto druhu. Nižší prevalence *Uncinaria stenocephala* v Doupovských horách je možná následkem studenějšího klimatu, přičemž vajíčkům hlístic tohoto rodu vyhovují podmínky teplejšího podnebí (Rep & Bos 1979). Dohromady byla prevalence 75 %. Vysoká prevalence *Uncinaria stenocephala* u lišek již byla hlášena v několika zemích, například v západním Polsku s prevalencí 26 % (Balicka-Ramish 2003), na ostrově Wolin, Polsko s prevalencí 45,5 % (Mizgajka-Wiktor & Jarosz 2010), ve Španělsku s prevalencí 58,2 % (Criado Fornelio et al. 2000), v Bělorusku s prevalencí 40,4 % (Shimalov & Shimalov 2000) a s prevalencí 68,2 % v Dánsku (Saeed et al. 2006).

V prvním vzorku lišky, samce pocházejícího z Doupovských hor, byl nalezen jeden parazit rodu *Toxocara*, zřejmě se jednalo o *Toxocara canis*, který je podle Schanz (1989) nejčastěji rozšířeným druhem v tomto rodu a může mít závažný zoonotický potenciál, jelikož se může šířit mezi volně žijícími psovitými šelmami a domácími zvířaty, skrze které snadněji proniká k člověku. Přestože je tento parazit rozšířen spíše v tropických a subtropických oblastech, může se vyskytovat a být příčinou onemocnění i ve vyspělých oblastech mírného podnebí, jak uvádí Hotez et al. (2013), nebo Torgerson a Macpherson (2011). Údajně se geografická distribuce *T. canis* momentálně zvyšuje v důsledku pohybu člověka a zvířat s účinky globálního oteplování, které například zaznamenaly severní migraci lišek obecných (Jenkins et al. 2013). Kromě *Toxocara canis* zde byl nalezen pravděpodobně zástupce rodu *Strongyloides*, podle údajů v publikaci Miterpáková et al. (2009) se jednalo o *Strongyloides stercoralis*.

Další zkoumaný trakt byl z lišky, samice, pocházející z Karlovarské oblasti. Zde bylo nalezeno celkem 55 hlístic. Z toho bylo 37 identifikováno jako *Uncinaria stenocephala*, se zastoupením 21 samic a 16 samců, diagnostikovaných na základě morfologických změn, podle Svobodová et al. (2013). Dalším taxonem, nalezeným u tohoto jedince byla *Toxocara canis*, nedávno potvrzena i na Slovensku ve studii Ondriska et al. (2013), kteří zkoumali prevalenci *Toxocara* v pískovištích, jakožto ideálním prostředím šíření zoonózy spojené s tímto



parazitním druhem. Další podobné výkumy dokazující přítomnost *Toxocara* spp. byly provedeny i u nás studií Dubná et al. (2007), kteří našli až 20,4 % kontaminovaných pískovišť v Praze, ČR, nebo také studií Mizgajski (2001), která probíhala v Krakově (Polsko).

Velmi mnoho hlístic patřícího do taxonu *Uncinaria stenocephala* bylo nalezeno ve třetím vyšetřovaném obsahu střev, který patřil samci lišky obecné, pocházející z Karlovarské oblasti. Celkem bylo v jeho tenkém střevu nalezeno 86 hlístic a několik tasemnic, přičemž dominoval taxon *Mesocestoides* spp. Z uvedeného počtu hlístic bylo 82 identifikováno jako druh *Uncinaria stenocephala*. *Uncinaria stenocephala* se běžně vyskytuje v mírném podnebí, převážně ve střední a severní Evropě (Eckert et al. 2005). Vajíčka tohoto parazita mohou přežít v půdě několik týdnů i při teplotách pod nulou (Bajer et al. 2011). Dále zde byla opět pozorována *Toxocara canis* a to celkem 4 jedinci.

V dalších čtyřech vyšetřovaných liškách z Karlovarské oblasti, byly nalezeni pouze zástupci *Uncinaria stenocephala* a rod *Mesocestoides*. U první ze dvou samic bylo celkem 48 hlístic, z toho bylo pomocí mikroskopu identifikováno 38 jako samci a 10 samice. Druhá liška, samice, měla 30 samců a 48 samic. V prvním ze samců lišky bylo nalezeno celkem 24 *Uncinaria stenocephala*, z toho 18 samců a 6 samic. Střevní trakt druhého samce lišky obsahoval 26 samic a 4 samce taxonu *Uncinaria stenocephala*. U samců zde byla průměrná délka 6,735mm a u samic 8,405mm.

U dvou lišek rozdílného pohlaví z Doupovských hor byl pozorován velmi nízký počet zastoupení parazitických hlístic, oproti předchozím vyšetřeným. U samice pouze 3 jedinci *Uncinaria stenocephala* a u samce 14 jedinců tohoto rodu. Dohromady 9 samic a 8 samců. Kromě toho byly obě z lišek výrazně pozitivní na nález tasemnic, hlavně taxonu *Mesocestoides* spp., který se stejně jako *Uncinaria* spp. přenáší hlodavci, jakožto mezihostitelé (Taylor et al. 2007). Nižší počty *Uncinaria stenocephala* v Doupovských horách je pravděpodobně důsledkem chladnějšího klimatu, Rep a Bos (1979) zjistili, že vajíčka tohoto parazita se nejlépe vyvíjejí v teplejších klimatech, případně i teplejších obdobích roku.

Nejvíce hlístic celkem bylo nalezeno v lišce, samici, původem z Karlovarska, která měla ve střevech kromě převládající *Uncinaria stenocephala* také opět *Toxocara canis*. *Uncinaria stenocephala* zde byla v počtu 95 jedinců, z toho 54 samic a 41 samců. *Toxocara canis* byla nalezena celkem 4x. Kromě těchto dvou taxonů, zde bylo pozorováno také několik druhů tasemnic.

Nakonec, jen ve dvou vyšetřovaných traktech psovitých šelem nebyla nalezena žádná hlístice. Jednalo se o lišku, samici, z Doupovských hor a jezevce, opět z Doupova. Oba jedinci byli pozitivní na nález několika druhů tasemnic, s výzarným zastoupením rodu *Mesocestoides*.

Prevalence *T. canis* a *U. stenocephala* je v České republice vyšší u lišek obecných než u domácích psů, jak bylo pozorováno v různých publikacích (Martinez-Moreno et al. 2007). Podle Di Cerbo et al. (2008) mohou lišky působit hlavně jako rezervoár parazitů vůči jiným druhům, zejména psům a kromě toho, zde může být vysoké riziko šíření parazitních vajec podporovaných toulavými zvířaty.

## 6.1 Hád'átko střevní (*Strongyloides stercoralis*)

*Strongyloides stercoralis* se vyskytuje po celém světě u psů a infikuje lidi, primáty (kromě člověka) a divoké psovitě. Ačkoliv bych druh *Strongyloides stercoralis* nalezen pouze u jedné lišky a jen jeden zástupce, důkaz jeho možného výskytu na našem území napovídá i studie Popiolek et al. (2007) z nedalekého Polska, kde byla pozorována vajíčka tohoto rodu, i když v nepříliš velkém množství (1,1 %). Stejně tak velikost těla, která byla naměřena 2,93 mm a šířka těla 0,32 mm souhlasí s běžně udávanou průměrnou velikostí tohoto parazita (Speare 1989). *S. stercoralis* byl v předchozích studiích zjištěn u 1,6 % zkoumaných lišek a prevalence byla nejvyšší na severozápadním Slovensku (6,4 %). Vajíčka a larvy tohoto druhu jsou velmi citlivé na vysušení a vyžadují vysokou vlhkost vzduchu a půdy, klimatické podmínky charakteristické pro tuto část Slovenska (Miterpáková et al. 2009). Identifikace tohoto druhu byla stejně jako ve studii Thamsborg et al. (2017) u psů a koček, založena na morfologii a na studiích o prevalenci a životních cyklech, morfologii nebo předpokladech týkajících se druhů přítomných v těchto hostitelích. Prevalence *Strongyloides stercoralis* ve studiích se pohybuje v rozmezí od 0 do více než 50 % psů. V případech, kdy se jedná o parazity psů a koček a byly studovány společně, infekce *Strongyloides* spp. byly méně časté u koček ve srovnání s psy. Prevalence infekce je ovlivněna prostředím, věkem psa nebo kočky a situací bydlení. Prevalence, stejně jako klinický význam *Strongyloides* spp. u neonatálních štěňat psů, je pravděpodobně podceňován, protože standardní metody fekální flotace mají nízkou citlivost pro regeneraci larválního stádia L1 *S. stercoralis*, *S. tumefaciens* a *S. felis*, které jsou častěji přítomny než larvární vajíčka. Nereprodukční dospělé samice mohou žít několik měsíců, což má za následek podcenění prevalence (Thamsborg et al. 2017).

## 6.2 Škrkavka psí (*Toxocara canis*)

Pro výskyt rodu *Toxocara* spp. u lišek obecných (*Vulpes vulpes*), a tím i zoonózního onemocnění toxokariózy v námi blízkém okolí bylo prováděno již mnoho epidodemiologických studií (Letková et al. 2006, Antolová et al. 2004). Výskyt druhu *Toxocara canis* u divokých psovitých, zejména lišek byl také potvrzen studií Di Cerbo et al. (2008), kde

byl tento helmit obsažen v celé zkoumané populaci lišek. Tento názor potvrzují i Richards a Lewis (2001), kteří zároveň tvrdí, že liška obecná (*Vulpes vulpes*) je vysoce zapojená do šíření vajec *Toxocara canis* do životního prostředí a tím možného nakažení domácích zvířat, popřípadě i lidí. *T. canis* je jeden z nejvíce častých parazitů jak divokých, tak domácích psovitých. V Polsku a v dalších zemích Evropy a Ameriky byla tato hlístice zaznamenána v mnoha studiích (Craig & Craig, 2005). Podle našeho měření velikosti v rozmezí 67,54 – 82,40 mm s průměrem 75,41 mm nevykazuje přílišnou odchylku od měření v jiných publikacích, například Jírovec (1948) udává velikost 5–12 cm. V Praze (Česká republika), Dubná et al. (2007) našli 20,4 % pískovišť kontaminovaných vajíčky *Toxocara* spp. V Krakově (Polsko) Mizgajska (2001) detekovala vejce *Toxocara canis* ve 30 % vzorků půdy z veřejných míst. Vysoká kontaminace pískovišť (84 %) byla zjištěna Duwel (1984) ve Frankfurtu, Německo.

### 6.3 Měchovec liščí (*Uncinaria stenocephala*)

Ve výzkumném vzorku nejpočetnějším parazitem byla *Uncinaria stenocephala* s prevalencí 75 % a vysokou mírou prevalence naznačuje i studie Di Cerbo et al. (2008) s 52,3 %, nebo také Vergles Rataj et al. (2013) s 58,9 %. Vyšší míru prevalence našli ve studii například s 83,7 % Mramor (2001). V prevalenci 58,2 % byla hlášena u lišek obecných v Guadalajara ve Španělsku (Criado-Fornelio et al. 2000), s prevalencí 45,5 % na ostrově Wolin, Polsko (Mizgajska-Wiktor & Jarosz 2010), 40,4 % v Bělorusku (Shimalov & Shimalov 2003), 41,3 % ve Velké Británii a 68,2 % v Dánsku (Saeed et al. 2006). I když je *Uncinaria stenocephala* nacházena hlavně v liškách obecných (*Vulpes vulpes*), bylo zjištěno, že je nejčastějším parazitem psů (33,28 %) v Córdobě ve Španělsku (Martínez-Moreno et al. 2007), zatímco infekce těchto parazitů byly přítomny u 6,9 % psů ve Švýcarsku (Sager et al. 2006), 11,4 % v Belgii (Vanparijs et al. 1991).

Borkovcová (2003) hlásila velmi nízkou *Ancylostoma/Uncinaria* prevalenci (0,6 %) na Moravě, v České republice, stejně jako Epe et al. (2004) (1,4 %) v Německu. Velmi časté infekce s tímto parazitem byly nalezeny v Polsku, s 2,9 % psů v Poznani, 5-10 % ve Vratislavi, 10,1-47,1 % toulavých psů ve Varšavě a 75 % venkovských psů kolem Wrocławu infikovaných *U. stenocephala* (Mizgajska & Luty 1998). Obecně se infekce vyskytují častěji u toulavých a útulkových psů než u domácích psů (Grandemange et al. 2007) a ve venkovských psech ve srovnání s městskými psy, pravděpodobně kvůli potravě sestávající z hospodářských zvířat (Dubná et al. 2007). Podle našeho měření se velikost těla pohybuje v rozmezí 5,42 – 9,39 mm s průměrem 6,90 mm, což je v souladu s údaji Jírovec (1948), který uvádí rozmezí velikostí 6–10 mm.

## 7 Závěr

V práci bylo zjišťováno napadení střevními helminty, zejména hlísticemi, u volně žijících šelem ČR, především lišky obecné (*Vulpes vulpes*). Předpokladem bylo, že se helmintofauna liší podle výskytu hostitele a tento předpoklad se v naší práci potvrdil.

V Karlovarské oblasti byla celková prevalence nakažení helminty 100 % (7/7), zatímco v Doupovské oblasti 80 % (4/5). Rozdíl v podílu druhů parazitární fauny je patrný z tab. 2. Celkově v naší výběrové skupině jedinců dominuje *Uncinaria stenocephala* se 100 % (7/7) prevalencí v Karlovarské oblasti s celkovým nalezeným počtem 394 hlístic a 40 % (2/7) v Doupovské oblasti se zastoupením 23 hlístic tohoto druhu. Toto ukazuje na vyšší zastoupení *Uncinaria stenocephala* v Karlovarské oblasti, což je v souladu s předchozími studii zabývajícími se rozmístěním helmintofauny v hostitelích na základě rozdílných podmínek prostředí v místě výskytu. Průměrně v našem výběrovém vzorku vychází 34,25 *U. stenocephala* na jednu lišku, pokud bereme v potaz rozdělení do dvou oblastí, je to 56,29 zástupců na lišku z Karlovarska a 3,4 zástupců na lišku z Doupovska. *Toxocara canis* byla v Karlovarské oblasti nalezena s prevalencí 57 % (3/7) s počtem 26 jedinců, zatímco v Doupovské oblasti 20 % (1/5) s celkem 2 jedinci, což opět ukazuje na větší zastoupení v oblasti Karlovarské, přičemž průměrné zastoupení hlístice tohoto druhu v jedné lišce byla 2,33 jedinců, rozděleně 3,7 *T. canis* v jedné lišce pro Karlovarska a 0,4 jedinců v hostiteli z Doupova. Nakonec, *Strongyloides stercoralis* byl nalezen pouze jeden, s prevalencí pro Doupov 20 % (1/5) a celkovou prevalencí 8 %. Průměrný počet *Strongyloides stercoralis* v jedné lišce byl 0,2.

Údaje měřených těl parazitů v našem výběrovém souboru nevykazuje přílišné odchylky mezi sebou, ani od uvedených hodnot z jiných předešlých studií, zaměřených na stejná zvířata.

Do budoucna je nutná podrobnější genetická analýza endoparazitů u lišky obecné (*Vulpes vulpes*), jelikož makroskopická i mikroskopická determinace může vykazovat určité znaky subjektivního zhodnocení.

## 8 Literatura

- Aauer H, Aspöck H. 2001. Human alveolar echinococcosis and cystic echinococcosis in Austria: The recent epidemiological situation. *Helminthologia* **38**:3-14.
- Alban L, Pozio E, Boes J, Boireau P, Boué F, Claes M, Cook AJ, Dorny P, Enemark HL, Van der Giessen J, Hunt KR, Howell M, Kirjusina M, Nöckler K, Rossi P, Smith GC, Snow L, Taylor MA, Theodoropoulos G, Vallée I, Viera-Pinto MM, Zimmer IA. 2011. Towards a standardised surveillance for *Trichinella* in the European Union. *Preventive Veterinary Medicine* **99**:148–160.
- Al-Sabi MNS, Chriél M, Jensen TH, Enemark HL. 2013. Endoparasites of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) and the red fox (*Vulpes vulpes*) in Denmark 2009–2012—A comparative study. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* **2**:144-151.
- Al-Sabi MNS, Halasa T, Kapel CM. 2014. Infections with cardiopulmonary and intestinal helminths and sarcoptic mange in red foxes from two different localities in Denmark. *Acta Parasitologica* **59**:98–107.
- Antolová D, Miterpáková M, Reiterová K, Dubinský P. 2006. Influence of anthelmintic baits on the occurrence of causative agents of helminthozoonoses in red foxes (*Vulpes vulpes*). *Helminthologia* **43**:226-231.
- Antolová D, Reiterová K, Miterpáková M, Stanko M, Dubinský P. 2004. Circulation of *Toxocara spp* in suburban and rural ecosystems in the Slovak Republic. *Veterinary Parasitology* **126**:317–324.
- Bajer A, Bednarska M, Rodo A. 2011. Risk factors and control of intestinal parasite infections in sled dogs in Poland. *Veterinary Parasitology* **175**:343-350.
- Balicka-Ramisz A. 2003. Fauna of gastro-intestinal parasites in red foxes in Western Poland. *Medycyna Weterynaryjna* **59**:922–925.
- Barutzki D, Schaper R. 2003. Endoparasites in dogs and cats in Germany 1999-2002. *Parasitology Research* **90**:148–150.
- Bethony JM, Cole RN, Guo X, Kamhawi S, Lightowlers MW, Loukas A, Petri W, Reed S, Valenzuela. 2011. *Immunological Reviews* **239**.
- Borkovcová M. 2003. Prevalence of intestinal parasites of dogs in rural areas of South Moravia (Czech Republic). *Helminthologia* **40**:141–146.
- Boyce W, Shender L, Schultz L, Vickers W, Johnson C, Ziccardi M, Beckett L, Padgett K, Crosbie P, Sykes J. 2011. Survival analysis of dogs diagnosed with canine peritoneal larval cestodiasis (*Mesocestoides spp.*). *Veterinary Parasitology* **180**:256–261.
- Bruzinskaite-Schmidhalter R, Sarkunas M, Malakauskas A, Mathis A, Torgerson PR, Deplazes P. 2012. Helminths of red foxes (*Vulpes vulpes*) and raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) in Lithuania. *Parasitology* **139**:418.

- Contesse P, Hegglin D, Gloor S, Bontadina F, Deplazes P. 2004. The diet of urban foxes (*Vulpes vulpes*) and the availability of anthropogenic food in the city of Zürich, Switzerland. *Mammalian Biology* **69**:81–95.
- Craig HL, Craig PS. 2005. Helminth parasites of wolves (*Canis lupus*): a species list and analysis of published prevalence studies in Nearctic and Palearctic populations. *Journal of Helminthology* **79**:95–103.
- Criado-Fornelio A, Gutierrez-Garcia L, Rodriguez-Caabeiro F, Reus-Garcia E, Roldan-Soriano MA, Diaz-Sanchez MA. 2000. A parasitological survey of wild red foxes (*Vulpes vulpes*) from the province of Guadalajara, Spain. *Veterinary Parasitology* **92**:245-251.
- Deplazes P, Eckert J. 2001. Veterinary aspects of alveolar echinococcosis-a zoonosis of public health significance. *Veterinary Parasitology* **98**:65-87.
- Deplazes P, Hegglin D, Gloor S, Romig T. 2004. Wilderness in the city: the urbanization of *Echinococcus multilocularis*. *Trends in Parasitology* **20**:77–84.
- Deutz A, Fuchs K, Auer H, Kerbl U, Aspöck H, Kofer J. 2005. *Toxocara*-infestations in Austria: a study on the risk of infection of farmers, slaughterhouse staff, hunters and veterinarians. *Parasitology Research* **97**:390–394.
- Di Cerbo A, Manfredi M, Bregoli M, Milone N, Cova M. 2008. Wild carnivores as source of zoonotic helminths in north-eastern Italy. *Helminthologia* **45**:13-19.
- Dubinský P, Miterpáková M, Hurníková Z, Tomašovicová O, Reiterová K, Várady M, Šnábel V, Turčeková L, Königová A, Machková N. 2003. The role of red foxes in the spread of helminthozoonoses. *Slovenský veterinární časopis* **1**:9–32.
- Dubná S, Langrová I, Nápravník J, Jankovská I, Vadlejch J, Pekár S, Fechtner J. 2007. The prevalence of intestinal parasites in dogs from Prague, rural areas, and shelters of the Czech Republic. *Veterinary Parasitology* **145**:120-128.
- Duwel D. 1984. The Prevalence of *Toxocara* eggs in the sand in childrens playgrounds in Frankfurt. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* **78**:633–636.
- East ML, Bassano B, Ytrehus B. 2011. The role of pathogens in the population dynamics of European ungulates. 319-346.
- Eckert J, Deplazes P. 2004. Biological, epidemiological, and clinical aspects of Echinococcosis, a zoonosis of increasing concern. *Clinical Microbiology Review* **17**:107–135.
- Eckert J, Friedhoff KT, Zahner H, Deplazes P. 2005. *Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin*. Enke Verlag, Stuttgart.
- Enemark HL, Bjørn H, Henriksen SA, Nielsen B. 2000. Screening for infection of *Trichinella* in red foxes (*Vulpes vulpes*) in Denmark. *Veterinary Parasitology* **88**:229–237.
- Epe C, Coati N, Schnieder T. 2004. Results of parasitological examinations of faecal samples from horses, ruminants, pigs, dogs, cats, hedgehogs and rabbits between 1998 and 2002. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift*. **111**:243–247.

- Grandemange E, Claerebout E, Genchi C., Franc M. 2007. Field evaluation of the efficacy and the safety of a combination of oxantel/pyrantel/praziquantel in the treatment of naturally acquired gastrointestinal nematode and/or cestode infestations in dogs in Europe. *Veterinary Parasitology* **145**:94-99.
- Härtwig V, Schulze C, Pfeffer M, Dauschies A, Dyachenko V. 2016. No evidence of *Dirofilaria repens* infection in red foxes (*Vulpes vulpes*) and raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) from Brandenburg, Germany. *Parasitology Research* **115**:867-871.
- Havasiová K, Dubinský P, Štefančíková A. 1993. A seroepidemiological study of human *Toxocara* infection in the Slovak Republic. *Journal of Helminthology* **67**:291–296.
- Hegglin D, Ward PI, Deplazes P. 2003. Anthelmintic baiting of foxes against contamination with *Echinococcus multilocularis*. *Emerging Infectious Diseases journal* **9**:1266–1272.
- Holmala K, Kauhala K. 2006. Ecology of wildlife rabies in Europe. *Mammal Review* **36**:17–36.
- Hotez PJ, Dumonteil E, Heffernan MJ, Bottazzi ME. 2013. Innovation for the ‘bottom 100 million’: eliminating neglected tropical diseases in the Americas. *Advances in Experimental Medicine and Biology* **764**:1–12.
- Ivanov VM, Semenova NN. 2000. Parasitological consequences of animal introduction. *Russian Journal of Ecology* **31**:281–283.
- Jedrzejewski W, Niedziałkowska M., Nowak S, Jedrzejewska B. 2004. Habitat variables associated with wolf (*Canis lupus*) distribution and abundance in northern Poland. *Diversity and Distributions* **10**:225–233.
- Jenkins EJ, Castrodale LJ, de Rosemond SJ, Dixon BR, Elmore SA, Gesy KM, Hoberg EP, Polley L., Schurer JM, Simard M, Thompson RCA. 2013. Tradition and transition: parasitic zoonoses of people and animals in Alaska, northern Canada, and Greenland. *Advances in Parasitology* **82**:33–204.
- Jírovec O. 1948. *Parasitologie pro zvěrolékaře*. Česká akademie věd a umění, Praha.
- Junguera P. 2013. *Uncinaria Stenocephala*, the northern hookworm, parasite of dogs and cats. Biology, prevention and control. *Parasitipedia*.
- Kapel CMO, Torgerson PR, Thompson RCA, Deplazes P. 2006. Reproductive potential of *Echinococcus multilocularis* in experimentally infected foxes, dogs, raccoon dogs and cats. *International Journal for Parasitology* **36**:79–86.
- Kloch A, Bajer A. 2003. Helminty jelitowe wilko’w (*Canis lupus*) z południowej czes’ci Pojezierza Mazurskiego: badanie koproskopowe. *Wiadomos’ci Parazytologiczne* **49**:301–305.
- Lapini L. 2006. Il cane viverrino *Nyctereutes procyonoides* ussuriensis Matschie, 1908 in Italia: segnalazioni 1980–2005 (Mammalia: *Canidae*). *Bollettino del Museo civico di storia naturale di Venezia* **57**:235–239.

- Lesniak I, Heckmann I, Franz M, Greenwood AD, Heitlinger E, Hofer H, Krone O. 2018. Recolonizing gray wolves increase parasite infection risk in their prey. *Ecology and Evolution* **8**:2160-2170.
- Letková V, Lazar P, Čurlík J, Goldová M, Kočišová A. 2005. Actual diseases of the game on the territory of the Slovak Republic. Programme and abstracts of IV. International Symposium on Wild Fauna. 67–71.
- Letková V, Lazar P, Čurlík J, Goldová M, Kočišová A, Košuthová L, Mojžišová J. 2006. The red fox (*Vulpes vulpes* L.) as a source of zoonoses. *Veterinarski arhiv* **76**:73-81.
- Macpherson CNL. 2013. The epidemiology and public health importance of toxocariasis: A zoonosis of global importance. *International Journal for Parasitology* **43**:999-1008.
- Manfredi MT, Genchi C, Deplazes P, Trevisol K, Fraquelli C. 2002. *Echinococcus multilocularis* infection in red foxes in Italy. *Veterinary Record* **150**:757.
- Martínek K, Kolářová J, Červený J. 2001. *Echinococcus multilocularis* in carnivores from the Klatovy district of the Czech Republic. *Journal of Helminthology* **75**:61-66.
- Martinez-Moreno FJ, Hernández S, López-Cobos E, Becerra C, Acosta I, Martínez-Moreno A. 2007. Estimation of canine intestinal parasite in Córdoba (Spain) and their risk to public health. *Veterinary Parasitology* **143**:7–13.
- McCain CM, Grytnes JA. 2010. Elevation Gradients in Species Richness. *Encyclopedia of Life Sciences*. 1–10.
- Miterpáková M, Antolová D, Ševčíková Z, Stanko M, Dinkel A, Gašpar V, Dubinský P. 2006. *Echinococcus multilocularis* in musk rat (*Ondatra zibethicus*): the first finding of the parasite in naturally infected rodent in the Slovak Republic. *Helminthologia* **43**:76–80.
- Miterpáková M, Hurníková Z, Antolová D, Dubinský P. 2009. Endoparasites of red fox (*Vulpes vulpes*) in the Slovak Republic with the emphasis on zoonotic species *Echinococcus multilocularis* and *Trichinella* spp. *Helminthologia* **46**:73-79.
- Mizgajska H. 2001. Eggs of *Toxocara* spp. in the environment and their public health implications. *Journal of Helminthology* **75**:147–151.
- Mizgajska H, Luty T. 1998. Toxocariasis in dogs and contamination of soil with *Toxocara* spp. eggs in the Poznań region. *Przegl. Epidemiol* **52**:441–446.
- Mizgajska-Wiktor H, Jarosz W, 2010. Potential risk of zoonotic infections in recreational areas visited by *Sus scrofa* and *Vulpes vulpes*. Case study – Wolin Island, Poland. *Wiad. Parazytol* **56**:243–251.
- Moré G, Maksimov A, Conraths FJ, Schares G. 2016. Molecular identification of *Sarcocystis* spp. in foxes (*Vulpes vulpes*) and raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) from Germany. *Veterinary Parasitology* **220**:9–14.
- Morgan ER, Jefferies R, Krajewski M, Ward P, Shaw SE. 2009. Canine pulmonary angiostrongylosis: The influence of climate on parasite distribution. *International Journal for Parasitology* **58**:406-410.



- Mramor C. 2001. Die Nematoden und Siphonapterenfauna des Rotfuchses (*Vulpes vulpes*) im Burgenland. Dissertation, Veterinärmedizinische Universität Wien.
- Ondriska F, Mačuhová K, Melicherová J, Reiterová K, Valentová D, Beladičová V, Halgoš J. 2013. Toxocariasis in urban environment of western Slovakia. *Helminthologia* **50**:261-268.
- Otranto D, Cantacessi C, Dantas-Torres F, Brianti E, Pfeffer M, Genchi C, Guberti V, Capelli G, Deplazes P. 2015. The role of wild canids and felids in spreading parasites to dogs and cats in Europe. Part II: Helminths and arthropods. *Veterinary Parasitology*.
- Pampiglione S, Rivasi F. 2000. Human dirofilariasis due to *Dirofilaria (Nochtiella) repens*: an update of world literature from 1995 to 2000. *Parassitologia* **42**:231–254.
- Pavlinová J, Kinčelová J, Ostró A, Saksun L, Vasilková Z, Koningová A. 2011. Parasitic infection and pregnancy complications. *Helminthologia* **48**:8–12.
- Popiołek M, Szczęśna J, Nowak S, Mysłajek RW. 2007. Helminth infections in faecal samples of wolves *Canis lupus* L. from the western Beskidy Mountains in southern Poland. *Journal of Helminthology* **81**:4.
- Pozio E. 2016. *Trichinella pseudospiralis* an elusive nematode. *Veterinary Parasitology* **231**:97-101.
- Pozio E, La Rosa G, Serrano FJ, Barrat J, Rossi L. 1996. Environmental and human influence on the ecology of *Trichinella spiralis* and *Trichinella britovi* in Western Europe. *Parasitology* **113**:527–533.
- Rajković-Janje R, Marinculić A, Bosnić S, Benić M, Vinković B, Mihaljević Ž. 2002. Prevalence and seasonal distribution of helminth parasites in red foxes (*Vulpes vulpes*) from the Zagreb County (Croatia). *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* **48**:151–160.
- Reinhardt I, Kluth G, Nowak S, Mysłajek R. 2015. Standards for the monitoring of the Central European wolf population in Germany and Poland. *Federal Agency for Nature Conservation* **398**:43.
- Reiterová K, Kinčeková, Tomašovicová O, Dubinský P. 2001. Manifestation of maternal immunity and offspring by larval toxocariasis. *Comenius University*. 9–12.
- Reiterová K., Miterpáková M, Turčeková E, Antolová D, Dubinský P. 2005. Field evaluation of an intravital diagnostic test of *Echinococcus multilocularis* infection in red foxes. *Veterinary Parasitology* **128**:65–71.
- Rep BH, Bos R. 1979. Enige epidemiologische aspecten van *Uncinaria stenocephala* infecties in Nederland. *Tijdschriften for Diergeneeskunde* **104**:747-758.
- Reperant LA, Hegglin D, Fischer C, Kohler L, Weber JM, Deplazes P. 2007. Influence of urbanization on the epidemiology of intestinal helminths of the red fox (*Vulpes vulpes*) in Geneva, Switzerland. *Parasitology Research* **101**:605-611.
- Richards DT, Lewis JW. 2001. Fecundity and egg output by *Toxocara canis* in the red fox, *Vulpes vulpes*. *Journal of Helminthology* **75**:157–164.

- Roche DG, Leung B, Franco EF, Torchin ME. 2010. Higher parasite richness, abundance and impact in native versus introduced cichlid fishes. *International Journal of Parasitology* **40**:1525–1530.
- Saeed I, Maddox-Hyttel C, Monrad J, Kapel CMO. 2006. Helminths of red foxes (*Vulpes vulpes*) in Denmark. *Veterinary Parasitology* **139**:168–179.
- Sager H, Moret CS, Grimm F, Deplazes P, Doherr MG, Gottstein B. 2006. Temporal aspects of anthelmintic treatment. *Parasitology Research* **98**:333–338.
- Salamatina RV, Pavlikovska TM, Sagach OS, Nikolayenko SM, Korniyushin VV, Kharchenko VO, Masny A, Cielecka D, Konieczna-Salamatina J, Conn DB, Golab E. 2013. Human dirofilariasis due to *Dirofilaria repens* in Ukraine, an emergent zoonosis: epidemiological report of 1465 cases. *Acta Parasitologica* **58**:592–598.
- Shimalov VV, Shimalov VT. 2000. Helminth fauna of the wolf (*Canis lupus Linnaeus*, 1758) in Belorussian Polesie. *Parasitology Research* **86**:163–164.
- Shimalov VV, Shimalov VT. 2003. Helminth fauna of the red fox (*Vulpes vulpes Linnaeus*, 1758) in southern Belarus. *Parasitology Research* **89**:77–78.
- Schantz PM. 1989. *Toxocara larva migrans* now. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* **41**:21–34.
- Speare R. 1989. Identification of species of *Strongyloides*. Strongyloidiasis a major roundworm infection of man. D.I. Grove, London.
- Sréter T, Széll Z, Egyed Z, Varga I. 2003. *Echinococcus multilocularis*: an emerging pathogen in Hungary and central Eastern Europe? *Emerging Infectious Diseases* **9**:384–386.
- Suchentrunk F, Sattmann H. 1994. Prevalence of intestinal helminths in Austrian Red Foxes (*Vulpes vulpes L.*). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* **96**:29–38.
- Svobodová Z, Svobodová V, Genchi C, Forejtek P. 2006. The first report of autochthonous dirofilariasis in dogs in the Czech Republic. *Helminthologia* **43**:242–245.
- Svobodová V, Lenská B. 2002. Echinococcosis in Dogs in the Czech Republic. *Acta Veterinaria Brno* **71**:347–350.
- Svobodová V, Svoboda M, Vernerová E. 2013. *Klinická parazitologie psa a kočky*. B-V-M, Brno.
- Szczepaniak K, Tomczuk K, Buczek KK, Komsta R, Łojarczyk-Szczepaniak A, Staniec M, Winiarczyk S. 2014. First clinical case report of canine angiostrongylosis directly diagnosed in Poland. *Medycyna Weterynaryjna-Veterinary Medicine-Science and Practice* **70**:242–247.
- Széll Z, Tolnai Z, Sréter T. 2015. Environmental determinants of the spatial distribution of *Mesocestoides spp.* and sensitivity of flotation method for the diagnosis of mesocestoidosis. *Veterinary Parasitology* **212**:427–430.

- Šlais J, Mádle A, Vanka K, Jelínek F, Černík V, Pruchová M, Jindra J. 1979. Alveolar hydatidosis (echinococcosis) diagnosed by liver puncture biopsy. *Časopis lékařů českých* **118**:472-475.
- Takács A. 2001. Data on the parasitological status of the red fox in Hungary. *Magyar Állatorvosok Lapja* **123**:100–107.
- Tamminga N. 2009. Cutaneous *Larva Migrans* Acquired in Brittany, France. *Emerging Infectious Diseases* **15**:1856–1858.
- Taylor MA, Coop RL, Wall RL. 2007. *Veterinary Parasitology*. Blackwell Publishing, Oxford, UK. 3.
- Thamsborg S, Ketzis J, Horii Y, Matthews J. 2017. *Strongyloides spp.* infections of veterinary importance. *Parasitology* **144**:274-284.
- Tebb AI, Johnson VS, Irwin PJ. 2007. *Angiostrongylus vasorum* (French heartworm) in a dog imported into Australia. *Australian Veterinary Journal* **85**:23-28.
- Torgerson PR, Macpherson CNL. 2011. The socioeconomic burden of parasitic zoonoses: Global trends. *Veterinary Parasitology* **182**:79-95.
- Torchin ME, Lafferty KD, Dobson AP, McKenzie VJ, Kuris AM. 2003. Introduced species and their missing parasites. *Nature* **421**:628–630.
- Totková A, Klobušický M, Holková R, Friedová L. 2006. Current prevalence of toxocariasis and other intestinal parasitoses among dogs in Bratislava. *Epidemiologie, mikrobiologie, imunologie* **55**:17–22.
- Vanparijs O, Hermans L, Van der Flaes L. 1991. Helminth and protozoan parasites in dogs and cats in Belgium. *Veterinary Parasitology* **38**:67-73.
- Verallo O, Fragiotta S, Verboschi F, Vingolo EM. 2012. Diagnostic Aspects and Retinal Imaging in Ocular Toxocariasis: A Case Report from Italy. *Case Reports in Medicine* **2012** **3**.
- Vergles Rataj A, Bidovec A, Zele D, Vengust G. 2010. *Echinococcus multilocularis* in the red fox (*Vulpes vulpes*) in Slovenia. *European Journal of Wildlife Research* **56**:819–822.
- Vergles Rataj A, Posedi J, Žele D, Vengušt G. 2013. Intestinal parasites of the red fox (*Vulpes vulpes*) in Slovenia. *Acta Veterinaria Hungarica* **61**:454-462.
- Wasył K, Zawistowska-Deniziak A, Baška P, Wędrychowicz H, Wiśniewski M. 2013. Molecular cloning and expression of the cDNA sequence encoding a novel aspartic protease from *Uncinaria stenocephala*. *Experimental Parasitology* **134**:220-227.
- Yamamoto I, Hidaka T. 1984. Utilization of “latrines” in the raccoon dog, *Nyctereutes procyonoides*. *Acta Zoologica Fennica* **171**:241–242.

