

# Univerzita Karlova Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie  
Studijní obor: Biologie



**Eliška Svobodová**

Současné a budoucí změny ve výskytu flebotomů v Evropě  
Current and future changes in sand fly distribution in Europe

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Vít Dvořák, PhD.

Praha 2022

## Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 5.5.2022

.....  
Eliška Svobodová

Tímto bych chtěla poděkovat svému školiteli panu doktorovi Vítu Dvořákovi za ochotu, pomoc a cenné rady při sepisování této závěrečné bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala své rodině a přátelům za podporu po celou dobu studia.

## Abstrakt

Flebotomové (Diptera: Psychodidae) jsou drobní dvoukřídlí, významní coby přenašeči různých patogenů, např. parazitických prvoků rodu *Leishmania* nebo virů rodu *Phlebovirus*. Leishmanióza je parazitické onemocnění s různými klinickými formami, každoročně postihující 700 000 až 1 milion lidí. V Evropě se vyskytuje 20-25 druhů flebotomů rodů *Phlebotomus* a *Sergentomyia*, především v oblasti Středomoří. V důsledku klimatických a enviromentálních změn se předpokládá rozšíření některých druhů flebotomů do nových oblastí včetně evropských států, ležící mimo oblast Středozemního moře. Znalost výskytu flebotomů je nezbytná pro posouzení rizik přenosu jednotlivých onemocnění v různých regionech Evropy. Tato bakalářská práce shrnuje aktuální poznatky o současných a možných budoucích změnách ve výskytu flebotomů v Evropě.

**Klíčová slova:** flebotomus, Evropa, rozšíření, přenašeč, *Phlebotomus*, *Sergentomyia*, mediteránní oblast, oblast mimo Středomoří, leishmanióza, *Leishmania*

## Abstract

Sand flies are small two-winged important as carriers of various pathogens, such as parasitic protozoa of the genus *Leishmania* or viruses of the genus *Phlebovirus*. Leishmaniasis is a parasitic disease with various clinical forms and affects 700,000 to 1 million people every year. There are 20-25 species of sand flies belonging to the genera *Phlebotomus* and *Sergentomyia* in Europe, mainly in the Mediterranean region. However, due to climate and environmental change, various species of sand flies are spreading to other European countries located to the north of the Mediterranean Sea. Knowledge of the spatial distribution of sand flies is essential for assessing the risks of transmission of diseases in different regions of Europe. This bachelor tries to summarise current knowledge about current and future changes in sand fly distribution in Europe.

**Key words:** phlebotomus, sand fly, Europe, distribution, vector, *Phlebotomus*, *Sergentomyia*, Mediterranean area, area outside the Mediterranean, leishmaniasis, *Leishmania*

# Obsah

1. Úvod.....	1
2. Charakteristika flebotomů.....	2
2.1. Taxonomické zařazení flebotomů a jejich popis .....	2
2.2. Světový výskyt flebotomů .....	2
2.3. Vývojový cyklus.....	2
2.4. Onemocnění přenášená flebotomy.....	3
2.4.1. Vývojový cyklus.....	4
2.4.2. Klinické formy leishmaniózy .....	4
3. Rozšíření flebotomů v Evropě a obecná metodika způsobu jejich odchyty.....	5
4. Výskyt flebotomů ve vybraných evropských státech .....	6
4.1. Mediteránní oblast .....	6
4.1.1. Portugalsko .....	6
4.1.2. Španělsko .....	6
4.1.3. Francie .....	8
4.1.4. Andorra.....	9
4.1.5. Itálie .....	10
4.1.6. Státy bývalé Jugoslávie .....	12
4.1.7. Albánie.....	16
4.1.8. Řecko .....	17
4.1.9. Evropská část Turecka .....	18
4.2. Oblast mimo Středomoří .....	18
4.2.1. Německo .....	18
4.2.2. Švýcarsko .....	20
4.2.3. Rakousko.....	21
4.2.4. Slovensko .....	22
4.2.5. Maďarsko.....	22
4.2.6. Rumunsko .....	23
4.2.7. Bulharsko .....	24
4.2.8. Moldávie .....	24
4.2.9. Ukrajina.....	25
5. Diskuse a závěr .....	25
6. Zdroje.....	31

## 1. Úvod

Flebotomové (Diptera: Psychodidae) jsou malí dvoukřídlí. Samice jsou hematofágní (Maroli *et al.*, 2013). Celkově je popsáno více než 900 druhů flebotomů. Ve Starém světě se vyskytují rody *Phlebotomus*, *Sergentomyia* a *Chinius* a v Novém světě rody *Lutzomyia*, *Warileya* a *Brumptomyia* (Akhoundi *et al.*, 2016). Flebotomy můžeme nalézt v Asii, Africe, Austrálii, Evropě a Americe. Jejich rozšíření na severní polokouli sahá těsně nad 50° severní šířky (Melaun *et al.*, 2014). Druhy Starého světa žijí především v aridních a semiaridních ekosystémech, novosvětské obývají vlhké prostředí v lesů a pralesů (Sharma *et al.*, 2008).

Flebotomové slouží jako přenašeči různých onemocnění. Flebotomové mohou přenášet například gramnegativní bakterii *Bartonella bacilliformis*, která v Jižní Americe způsobuje horečku Oroya a verruga peruana (Maroli *et al.*, 2013) či viry rodu *Phlebovirus* (Depaquit *et al.*, 2010), jejichž přenos je málo probádán. Pouze u 98 druhů rodů *Phlebotomus* a *Lutzomyia* bylo v současné době potvrzeno, že se jedná o přenašeče lidských leishmanióz (Maroli *et al.*, 2013). Existují čtyři klinické formy leishmaniózy (kutánní leishmanióza, mukokutánní leishmanióza, viscerální leishmanióza a post-kala-azar dermální leishmanióza), které se liší svými projevy a závažností. Leishmaniózy se vyskytují na území Asie, Afriky, Austrálie, Ameriky a jižní Evropy a jsou zdaleka nejvýznamnější z hlediska lidského zdraví.

V důsledku klimatických změn se geografické rozšíření flebotomů v Evropě v průběhu posledního desetiletí posunulo směrem na sever ze zeměpisných šířek pod 45° severní šířky do zeměpisných šířek těsně nad 50° severní šířky (Naucke *et al.*, 2008). Výskyt flebotomů byl tedy zaznamenán i v oblastech, kde nejsou považováni za endemický druh (Medlock *et al.*, 2014). Ve své bakalářské práci jsem státy Evropy, kde byli zaznamenáni, rozdělila na mediteránní státy (Portugalsko, Španělsko, Francie, Andorra, Itálie, státy bývalé Jugoslávie, Albánie, Řecko a evropská část Turecka) a na státy mimo oblast Středomoří (Německo, Švýcarsko, Rakousko, Slovensko, Maďarsko, Rumunsko, Bulharsko, Moldávie a Ukrajina).

Cílem této bakalářské práce je shrnout poznatky o současném rozšíření flebotomů v evropských státech a diskutovat možné trendy jejich šíření do nových oblastí. Nejdříve se budu zabývat rozšířením flebotomů v jednotlivých evropských státech a zda mohou jednotlivé druhy představovat riziko pro přenos leishmanióz v této konkrétní oblasti. Na závěr bych se ráda zaměřila na důvody, které způsobují změnu rozšíření flebotomů a jejich rozšíření v Evropě srovnala s rozšířením invazních druhů komárů v Evropě.

## 2. Charakteristika flebotomů

### 2.1. Taxonomické zařazení flebotomů a jejich popis

Flebotomové jsou řazeni do kmene Arthropoda, podkmene Hexapoda, třídy Insecta, řádu Diptera, čeledi Psychodidae a podčeledi Phlebotominae. Popsáno je více než 900 druhů flebotomů, přibližně 500 druhů v Novém světě a 400 druhů ve Starém světě. Ve Starém světě se vyskytují rody *Phlebotomus*, *Sergentomyia* a *Chinius* a v Novém světě máme zastoupeny tyto tři tradiční rody: *Lutzomyia*, *Warileya* a *Brumptomyia* (Akhoundi *et al.*, 2016).

Flebotomové jsou drobní malí dvoukřídílí, jejichž délka těla přesahuje jen zřídka 3,5 mm (Killick-Kendrick, 1999). Mají bodavě-savé ústní ústrojí, pomocí kterého je dospělá samice schopna sát krev svého hostitele. Samci i samice se živí rostlinnými cukry (Chowdhury *et al.*, 2016). Jejich zbarvení se pohybuje od velmi světlé bílé barvy až po téměř černou barvu. Jejich tělo je celé pokryto chloupky. Pro flebotomy je typické při odpočinku držet svá křídla složená nad abdomenem do charakteristického tvaru „V“ (Maroli *et al.*, 2013). Nejsou moc dobří letci a rychlost jejich letu je podstatně nižší než u komárů, tedy nižší než 1 m/s. Dospělé flebotomy můžeme během dne nalézt v lidských obydlích, sklepech, stájích, jeskyních, prasklinách ve zdech nebo ve skalách, v husté vegetaci či v norách hlodavců a dalších savců, případně v ptačích hnízdech či termištích (Killick-Kendrick, 2002).

### 2.2. Světový výskyt flebotomů

Flebotomy můžeme nalézt v Asii, Africe, Austrálii, Evropě a Americe. Jejich rozšíření na severní polokouli sahá těsně nad 50° severní šířky, což je oblast jihozápadní Kanady, severní Francie nebo severu Mongolska. Nejjižnější oblast, kde se flebotomové vyskytují je kolem 40° jižní šířky, nevyskytují se na Novém Zélandě a ostrovech v Tichomoří. Jejich výškové rozšíření je od hladiny moře (Mrtvého moře) do 3 300 metrů nad mořem v Afghánistánu, kde se vyskytuje druh *P. rupester* (Killick-Kendrick, 1999). Druhy flebotomů, které se vyskytují ve Starém světě žijí především v aridních a semiaridních ekosystémech. Naopak druhy novosvětské obývají vlhké prostředí v blízkosti lesů a pralesů (Sharma *et al.*, 2008).

### 2.3. Vývojový cyklus

Flebotomové mají proměnu dokonalou. Nedospělá stádia se na rozdíl od komárů nevyvíjí ve vodě, i když potřebují relativně vlhká a teplá stanoviště (Maroli *et al.*, 2013). Aby samice flebotoma mohla naklást vajíčka, obvykle potřebuje potravu v podobě krve. Existují ovšem i autogenní druhy, kladoucí svou první snůšku vajíček, aniž by sály krev (Killick-Kendrick, 2002). Časová prodleva mezi nasátím samice a kladením vajíček nebývá kratší než 6 dní (Chowdhury *et al.*, 2016), vajíčka jsou kladena do půdy s dostatečným množstvím organického materiálu, což nově vylíhnutým larvám poskytne dostatečnou výživu a vlhkost (Maroli *et al.*, 2013). Vajíčka flebotomů jsou podélná oválného tvaru, o velikosti 0,3-0,5 mm, zpočátku bledá, postupně tmavnou a objevuje se na nich jediná černá skvrna („eye spot“). Během jednoho až dvou týdnů od naklazení se vylíhnou. Místa, kde dochází k vývoji larev, jsou bohatá na organickou hmotu a nesmí dojít k jejich vyschnutí (Killick-Kendrick, 2002). Larvy jsou beznohé, bělavé a jejich hlava je tmavě zbarvena. Tělo je protáhlé a segmentované (Chowdhury *et al.*, 2016). Larvální stádia se pohybují velmi málo od místa vylíhnutí (Maroli *et al.*, 2013). První larvální stádium (instar) se odlišuje od ostatních stádií tím, že má pouze dvě kaudální štětiny. Ostatní instary (L2-L4) mají 4

kaudální štětiny. Všechna larvální stádia se živí odumřelou organickou hmotou. Čtvrté larvální stádium (L4) lze odlišit od předchozích kromě velikosti také díky přítomnosti výrazného skleritu na předposledním tělním článku (Chowdhury *et al.*, 2016). Kukla je zlatohnědě zbarvená, jedním koncem připevněna k substrátu (Maroli *et al.*, 2013). Flebotom stráví v podobě kukly od 6 do 10 dnů. Samci se vylíhnou z kukly o 24 hodin dříve než samice a dochází k otočení jejich vnějších genitálií o 180° do správné polohy pro páření (Chowdhury *et al.*, 2016). Dospělci mají soumravnou až noční aktivitu, i když některé lesní druhy, které se vyskytují v neotropických oblastech mohou sát i během dne. Vrchol jejich aktivity a největší intenzita sání je obvykle bezprostředně po západu slunce (Killick-Kendrick, 2002).

#### 2.4. Onemocnění přenášená flebotomy

Bylo popsáno přes 900 druhů flebotomů, ale pouze u 98 druhů rodů *Phlebotomus* a *Lutzomyia* bylo potvrzeno, že se jedná o přenašeče lidských leishmanióz. Ve Starém světě představuje 42 druhů rodu *Phlebotomus* prokázané přenašeče, kteří se podílí na přenosu *Leishmania infantum*, *L. major*, *L. tropica*, *L. donovani* a *L. aethiopica*. V Novém světě bylo zaznamenáno 56 druhů, z nichž všechny patří do rodu *Lutzomyia* a přenáší 15 různých druhů novosvětských leishmanií (Maroli *et al.*, 2013).

Pro to, aby byl nějaký druh považován za prokázaného přenašeče je třeba, aby splňoval pět kritérií: vektor musí sát na lidech; musí být schopen přenosu parazita při bodnutí hostitele; musí umožnit kompletní vývoj parazita ve střevě; musí se infikovat v přírodních podmínkách stejným druhem leishmanie, který se vyskytuje u lidí; při zoonotické formě musí sát na rezervoárovém hostiteli (Killick-Kendrick, 1990).

Flebotomové jsou přenašeči i dalších patogenů. Patří mezi ně například gramnegativní bakterie *Bartonella bacilliformis*, která v Jižní Americe způsobuje horečku Oroya a verruga peruana (Maroli *et al.*, 2013). Mezi další přenášené patogeny patří viry rodu *Phlebovirus*, například Chandipura virus, způsobující akutní encefalitidu v Asii, Neapolský virus, Toscana virus, Sicilský virus, působící encefalitidy v Evropě a na severu Afriky, a další viry. Jejich význam a mechanismus přenosu je dosud málo známý (Depaquit *et al.*, 2010).

Prvoci rodu *Leishmania* jsou různorodou skupinou parazitů, kteří se mezi savčími hostiteli přenášejí sáním flebotomů. Leishmaniózy patří mezi opomíjená tropická infekční onemocnění, které se většinou vyskytuje v chudých zemích v jihovýchodní Asii, východní Africe a Latinské Americe. Různá zvířata slouží jako přírodní rezervoáry a zahrnují tak domácí i volně pobíhající psy, hlodavce, lišky, šakaly, vlky, mývaly, lenochody, krysy a myši (McGwire *et al.*, 2013). Mezi všemi parazitárními onemocněními je úmrtnost na leishmaniózu na druhém místě po malárii (Pace, 2014). Na celém světě se odhaduje roční výskyt 2 milionů případů v 98 zemích. V okolí Středozevního moře se vyskytují čtyři druhy leishmanií. Nejrozšířenější a nejběžnější je *Leishmania infantum* (endemická v Evropě), která je známá především jako původce viscerální leishmaniózy a také leishmaniózy psů. *Leishmania major* se vyskytuje v severní Africe, je původcem kožní leishmaniózy a v Evropských státech Středomoří nebyla zaznamenána. *Leishmania tropica* se sporadicky vyskytuje na Krétě. V Evropě nově nalezeným druhem je *Leishmania donovani*, která byla nově zavlečena na Kypr (McGwire *et al.*, 2013; Fischer *et al.*, 2010).

#### 2.4.1. Vývojový cyklus

Leishmanie má dvě hlavní fáze životního cyklu. V přenašeči se vyskytují promastigoti, pohyblivá bičíkatá stádia. Naopak v savčím hostiteli se nachází intracelulární, bezbičíkatí amastigoti. Jedná se o parazity fagocytů – makrofágů a dendritických buněk, uvnitř kterých se množí (McGwire *et al.*, 2013). Paraziti napadají savčí makrofágy endocytózou (Stuart *et al.*, 2008). Samice flebotoma nasaje krev hostitele s makrofágy, infikovanými amastigoty (Kamhawi, 2006). Ti se v jejím střevě přeměňují na promastigoty, kteří se dále množí. Následně se z nich vyvíjí metacykličtí promastigoti, infekční pro savčího hostitele, jehož makrofágy jsou při dalším sání fagocytovány (Stuart *et al.*, 2008).

#### 2.4.2. Klinické formy leishmaniózy

Kutánní leishmanióza se projevuje nodulární lézí v místě expozice hmyzu nebo v jeho blízkosti. Erytém se vyvine do papule, poté do zduřelé uzlinky, která progresivně ulceruje po dobu 2 týdnů až 6 měsíců do stádia léze (Reithinger *et al.*, 2007). Léze se obvykle nacházejí na nekrytých částech těla jako je obličej, předloktí a dolní končetiny (McGwire *et al.*, 2013). Obvykle je vřed nebolestivý, růžový a kulatý s dobře ohraničenými a zvýšenými okraji (Goto *et al.*, 2012). Jednoduché kožní léze se u imunokompetentních jedinců nejčastěji samy vyhojí, ale v některých případech mohou progredovat a postihnout mukokutánní tkáň (McGwire *et al.*, 2013). V důsledku toho vznikají nevzhledné jizvy a ty mohou mít určitý vliv na vznik deprese a celkově snížit kvalitu života (Yanik *et al.*, 2004). Kutánní leishmanióza je způsobena ve Starém světě druhy *Leishmania major* a *Leishmania tropica*, v jižní Americe ji způsobují druhy jako *Leishmania mexicana*, *L. amazonensis*, *L. guyanensis*, *L. panamensis* a *L. braziliensis* (McGwire *et al.*, 2013).

Mukokutánní leishmanióza je způsobena hlavně druhem *L. brasiliensis* (McGwire *et al.*, 2013). Nákaza může vést k infekci sliznice ústní dutiny a horních cest dýchacích (Pace, 2014). Mukokutánní leishmanióza se může vyskytovat současně s kutánní leishmaniózou, obvykle se ovšem objeví až měsíce nebo roky po kutánní leishmanióze (Goto *et al.*, 2012). Výsledkem této infekce je chronická lokální destrukce nosní tkáně, úst a nosohltanu, může dojít k perforaci nosní přepážky (Reithinger *et al.*, 2007). Mukokutánní leishmanióza se nikdy spontánně nezhojí a je velmi obtížně léčitelná. Pokud společně s ní trpí pacient ještě nějakými sekundárními infekcemi, může být potencionálně i smrtelná. Je endemická v zemích Jižní Ameriky (nejvíce v Brazílii, Peru, Bolívii a v menší míře v Kolumbii, Ekvádoru, Paraguay a Venezuele) a oblastech Afriky a Asie (McGwire *et al.*, 2013). V Evropě se s tímto druhem onemocnění můžeme setkat vzácně. Jsou známé některé případy nákazy z oblasti Středomoří (Roca *et al.*, 2020).

Viscerální leishmanióza je známá též pod názvem kala-azar (Chowdhury *et al.*, 2016). Zoonotická viscerální leishmanióza koluje mezi savčími rezervoárovými hostiteli. Antroponotická viscerální leishmanióza pouze mezi lidmi. Viscerální leishmanióza je ve Starém světě, konkrétně v oblastech Indie, Pákistánu, Číny a východní Afriky, způsobena *Leishmania donovani* a v oblastech Středomoří, severní Afriky a Latinské Ameriky především *L. infantum* (Chappuis *et al.*, 2007). V Novém světě je viscerální leishmanióza způsobena také *Leishmania infantum*, též známou jako *L. chagasi*. Onemocnění je způsobeno metastazovanými parazity, kteří infikují fagocyty v retikuloendoteliálním systému a také makrofágy v místě kožní infekce (McGwire *et al.*, 2013).



Mezi běžné symptomy patří horečka, ztráta hmotnosti, slabost a abdominální distenze (Pace, 2014). Pokud nedojde k léčbě, dochází k imunopresi, pacient má zvýšenou náchylnost k sekundární infekci a nemoci může i podlehnout (Pace, 2014).

Jako komplikace viscerální leishmaniózy může vznikat post-kala-azar dermální leishmanióza, která je charakterizována makulární, makulopapulární a nodulární vyrážkou u pacienta, který se uzdravil z viscerální leishmaniózy. Vyrážka obvykle začíná kolem úst a následně se šíří na další části těla (Zijlstra *et al.*, 2003). V Evropě se post-kala-azar dermální leishmanióza vyskytuje v Portugalsku, Španělsku, Francii, Itálii, na Balkánském poloostrově a na Ukrajině (Zijlstra *et al.*, 2020). Post-kala-azar dermální leishmanióza je výsledkem imunologické reakce na parazita, který přetrvává v kůži nakaženého jedince a poskytuje tak rezervoár pro další přenos (Pace, 2014).

### 3. Rozšíření flebotomů v Evropě a obecná metodika způsobu jejich odchyty

V Evropě bylo dosud zaznamenáno asi 25 druhů flebotomů patřících do dvou rodů *Phlebotomus* a *Sergentomyia* (Aspöck *et al.*, 2008). Můžeme je charakterizovat jako typické představitele středomořské fauny (Melaun *et al.*, 2014). V současné době dochází k výskytu flebotomů ve státech mimo Středomořskou oblast jako je např. Německo, Slovensko či Rakousko (Medlock *et al.*, 2014). *Leishmanie* se přirozeně ve střední Evropě nevyskytují, ale v posledních letech se u lidí a zvířat objevuje stále větší počet autochtonních infekcí (Aspöck *et al.*, 2008). V západní Evropě, konkrétně v některých částech Portugalska, Španělska, Francie a Itálie, ale také ve východní Evropě (v Albánii či Řecku) je lidská a psí leishmanióza považována za vysoce endemickou (Maroli *et al.*, 2008).

Pomocí pastí, které slouží k odchyty flebotomů, zjišťujeme přítomnost, populační hustotu a druhové zastoupení flebotomů vč. druhů prokázaných či pravděpodobných přenašečů leishmanióz. Tyto informace nám slouží pro odhad rizika přenosu onemocnění v dané oblasti. Metody odchyty existují jak pro dospělé jedince, tak pro nedospělá stádia. Vzhledem k často obtížně definovaným larválním biotopům se však v praxi daleko více uplatňují odchyty dospělců. Nejpoužívanějšími jsou světelné pasti a leповé pasti. Světelné CDC (Centers for Disease Control) pasti patří mezi nejvíce používaným při terénních pracích. Past je zkonstruována z bateriového lapače s přídatným světlem, nasává flebotomy do trychtýře se síťovým sítím, jehož velikost je přizpůsobena velikosti flebotomů. Na konci pasti se nachází sběrná nádoba se zabíjejícím činidlem. V případě, že pro následující pokusy potřebujeme mít flebotomy živé, je tato láhev nahrazena záchytnou klecí (Alten *et al.*, 2015). Oxid uhličitý je obvykle atraktantem pro flebotomy na dlouhé vzdálenost, zatímco světlo je pravděpodobně flebotomy vnímáno na mnohem menší vzdálenosti. Přidáním oxidu uhličitého se tedy může zvětšit efektivní rozsah vzorkovací plochy světelné pasti (Veronesi *et al.*, 2007; Kline *et al.*, 2011). Metoda leповých pastí spočívá v umístění kousků bílého nenavoskovaného papíru nebo kousků kartonů, které jsou namočený v ricinovém oleji, do místa, kde se flebotomové vyskytují přes noc. K získání kvalitních a reprezentativních vzorků je třeba, aby se sběr prováděl na stejném místě alespoň po dobu dvou nebo tří po sobě jdoucích dní. Tyto pasti jsou obecně

levné a snadno se vyrábějí ve velkých počtech. Kvůli viskozitě ricinového oleje jsou neúčinné na stanovištích s vysokou relativní vlhkostí a sbírají se pouze mrtví jedinci (Alten *et al.*, 2015).

## 4. Výskyt flebotomů ve vybraných evropských státech

### 4.1. Mediteránní oblast

#### 4.1.1. Portugalsko

Portugalsko je stát nacházející se v západní části Pyrenejského poloostrova. Jeho jediným pevninským sousedem je Španělsko, západní a jižní břehy země omývá Atlantský oceán. Portugalsku dále náleží souostroví Azory a Madeira. Podnebí je na severu a západě mírné oceánské, na jihu subtropické středomořské (suché horké léto a mírná vlhká zima).

Oblast Algave se nachází v jižním Portugalsku a je od 80. let považována za endemické ohnisko leishmaniózy. V letech 1980 až 1988 bylo v okresní nemocnici zaznamenáno 43 dětských případů nákazy viscerální leishmaniózou, přičemž většina z nich pocházela z obce Loulé. V regionu Algarve byly od začátku listopadu 2006 provedeny odchvy flebotomů. V odchytu 474 flebotomů byly zastoupeny druhy *Ph. perniciosus* (90,51 %), *Sergentomyia minuta* (6,33 %) a *Ph. sergenti* (2,11 %). V minimálním množství byly odchyceny druhy *Ph. ariasi* (0,84 %) a *Ph. papatasi* (0,21 %). Tyto výsledky potvrzují, že *Ph. perniciosus* lze považovat za hlavního přenašeče leishmaniózy v této oblasti (Maia *et al.*, 2009). DNA *L. major* byla detekována v jedné samici *Sergentomyia minuta* (Campino *et al.*, 2013).

Flebotomové byli odchyceni také v oblasti Arrabida od června do září během let 2002 a 2003. Celkově bylo odchyceno 665 flebotomů čtyř druhů: *Ph. ariasi* (13,83 %), *Ph. perniciosus* (58,65 %), *Ph. sergenti* (0,45 %) a *Sergentomyia minuta* (27,07 %) (Afonso *et al.*, 2005). V minulosti byla početnost *Ph. ariasi* v Portugalsku pozorována Fernandesem (1994). Na základě výzkumu z let 2002-2003 byl potvrzen výskyt *Ph. sergenti* v oblasti Arrabida, který Fernandes ve svém nepublikovaném výzkumu (1994) považoval za náhodný (Afonso *et al.*, 2005).

#### 4.1.2. Španělsko

Španělsko je stát ležící na Pyrenejském poloostrově. Na západě má hranici s Portugalskem, na severovýchodě s Andorrou a Francií. Ke Španělsku také patří Kanárské ostrovy v Atlantském oceánu a Baleáry ve Středozemním moři. Podnebí Španělska je možno rozdělit do čtyř oblastí – pobřeží středozemního moře, vnitrozemí, severní atlantické pobřeží a Kanárské ostrovy.

Studie o výskytu flebotomů ve Španělsku identifikovaly 10 druhů flebotomů rodu *Phlebotomus* a dva druhy rodu *Sergentomyia*. Jeden druh je endemický na Kanárských ostrovech (*Ph. fortunatarum*), kde byl také nalezen *S. fallax*. Tři druhy se vyskytují pouze v jižních částech Pyrenejského poloostrova (*Ph. alexandri*, *Ph. chabaudi*, *Ph. riouxi*), jeden druh se nachází ve středu země (*Ph. langeroni*) a jeden druh je výhradně na severovýchodě země (*Ph. mascittii*) (Gil *et al.*, 1989; Pesson *et al.*, 2004). Ostatní druhy (*Ph. papatasi*, *Ph. ariasi*, *Ph. perniciosus*, *Ph. sergenti*, *S. minuta*) mají rozsáhlé rozšíření. Takovéto geografické rozšíření souvisí s klimatickými a environmentálními charakteristikami pro určité oblasti (Gálvez *et al.*, 2010).

Ve Španělsku bylo v letech 1997 až 2011 registrováno více než 8 000 hospitalizací související s leishmaniózou (Herrador *et al.*, 2015). Jediný přítomný druh *Leishmania infantum* je hypoendemický a způsobuje kožní a viscerální leishmaniózu hlavně ve středomořské oblasti a ve středu Španělska. V roce 2009 byl na jihozápadně Madridu zjištěn významný nárůst těchto případů. Do června roku 2020 bylo registrováno 479 případů kožní leishmaniózy a 303 případů viscerální leishmaniózy (González *et al.*, 2021). Výzkum provedený v této oblasti ukázal, že tento nárůst případů by mohl souviset se změnami životního prostředí, kdy bývalá zemědělská oblast byla přeměněna na velkou zelenou plochu, což vedlo k nárůstu volně žijících zvířat, která by mohla působit jako rezervoáry a podporovat tak nárůst populace flebotomů (Gomez-Barroso *et al.*, 2015). Celkem bylo analyzováno 1805 samic druhu *Ph. perniciosus*. Více než polovina vzorků byla odchycena v Leganés (896), dále Fuenlabrada (570), Getafe (327) a nejméně v Humanes de Madrid (12). Nejvyšší míra infekce byla zjištěna v Leganés, následně v Humanes de Madrid, ve Fuenlabrada a nakonec v Getafe (González *et al.*, 2021).

Provincie Lleida se nachází na severovýchodě Španělska (Katalánsko). Na severu sousedí s Andorrou a Francií. Nadmořská výška této oblasti má velmi široké rozmezí, od hladiny moře až do 3 143 m, což má za následek výrazné rozdíly například v teplotě, srážkách a vyskytující se vegetaci. Studie z této oblasti byla provedena v červenci roku 2006. Celkově bylo odchyceno 12 777 flebotomů pěti druhů – *Ph. ariasi* (2,6 %), *Ph. perniciosus* (11,7 %), *Ph. sergenti* (0,4 %), *Ph. papatasi* (2,0 %) a *Sergentomyia minuta* (83,4 %). *Ph. ariasi* byl přítomen v nadmořské výšce od 273 m n.m. do 1 620 m n. m. a *Ph. perniciosus* od 94 m n. m. do 1 630 m n. m.. Na základě bivariační analýzy bylo zjištěno, jaké faktory mají největší vliv na jejich hustotu. Hustota *Ph. perniciosus* pozitivně korelovala s následujícími faktory: bioklimatické pásy, teplota, zalidněnost lokalit, situace lokalit a přilehlá přirozená vegetace. Negativní korelace byla nalezena pro: nadmořskou výšku a srážky. Hustota *Ph. ariasi* pozitivně korelovala s: nadmořskou výškou, srážkami, vegetací nacházející se v blízkosti zdí, celkově přilehlou přirozenou vegetaci. Hustota byla negativně korelována s bioklimatickými pásy a teplotou. Oba druhy se nejvíce vyskytovaly v zemědělských a lesních oblastech daleko od domácího prostředí. V této studii nebyl, i přes zvýšení počet odchytových míst, zaznamenán žádný druh, který by se na této lokalitě dříve nevyskytoval. Stejně jako v jiných španělských oblastech byl nejvíce zaznamenán výskyt druhu *Sergentomyia minuta*, následovaný druhem *Ph. perniciosus*. Získané výsledky ukazují, že dva druhy přenašečů *L. infantum* se v provincii Lleida vyskytují. *Ph. perniciosus* byl přítomen převážně v nižší nadmořské výšce než je 800 m n. m.. Naopak *Ph. ariasi* se nacházel v nadmořských výškách, které byly vyšší než 800 m n. m.. Oba druhy se vyskytovaly především v zemědělských oblastech a lesích daleko od obydlených oblastí (Ballart *et al.*, 2014).

Na počátku 80. let byly z katalánských provincií Barcelona a Girona (severovýchodní Španělsko) hlášeny sporadické případy výskytu *Ph. mascittii* (Alarcón-Elbal *et al.*, 2021). Tato oblast má vlhké oceánské klima s ročními srážkami kolem 1 200 mm a průměrnou teplotou kolem 14 °C. V kontinentálním Španělsku bylo identifikováno 12 druhů flebotomů (Aransay *et al.*, 2004), ale pouze *Ph. perniciosus* a *Ph. ariasi* jsou prokázanými přenašeči leishmaniózy na tomto území. Celkem bylo prozkoumáno 699 odběrových míst, 690 lokalit v letech 2004-2020 v rámci Španělského Národního programu pro sledování, kontrolu a eradikaci

katalární horečky ovcí a 9 lokalit v letech 2019-2020 v Baskicku. Celkem bylo odebráno 14 flebotomů druhu *Ph. mascittii* v pěti obcích (Kantábrie, Baskicko). Sedm flebotomů *Ph. mascittii* bylo odchyceno ve čtyřech venkovských oblastech, kde byl chován skot a dalších sedm flebotomů bylo odchyceno na městském hřbitově u kamenné zdi (Alarcón-Elbal *et al.*, 2021). Zdi je mohou chránit před silným větrem a u spodní části zdi jim většinou roste vegetace. Praskliny či jakékoliv jiné otvory ve zdi jim mohou poskytovat vhodná místa pro jejich rozmnožování (Muñoz *et al.*, 2021). Flebotomové byli v těchto oblastech odchyceni od 25. června do 20. srpna (Alarcón-Elbal *et al.*, 2021).

#### 4.1.3. Francie

Francie se nachází v západní Evropě. Sousedí s Belgií a Lucemburskem na severu, Německem na severovýchodě, Švýcarskem a Itálií na východě a Andorrou, Monakem a Španělskem na jihu.

Ve Francii byla popsána přítomnost sedmi druhů flebotomů: *Ph. perniciosus*, *Ph. ariasi*, *Ph. mascittii*, *Ph. sergenti*, *Ph. papatasi*, *Ph. perfiliewi* a *Sergentomyia minuta*. *Ph. perniciosus* je považován za hlavního přenašeče *Leishmania infantum* a flebovirů na jihovýchodě Francie (Cotteaux-Lautard *et al.*, 2015).

Jediným druhem leishmanie přenášeným ve Francii je *Leishmania infantum*, způsobující psí leishmaniózu, a také lidskou viscerální a vzácněji i kožní leishmaniózu (Dereure *et al.*, 2009). Ve Francii se nachází pět ohnisek v oblastech Pyrénées-Orientales, Cévennes, Provence, Côte-d'Azur a Korsika (Pratlong *et al.*, 2004). První oblast případů je v regionu Cévennes v nadmořských výškách 200-1000 m n. m., s relativně nízkými zimními teplotami, průměrnými ročními srážkami 1042 mm a velkým lesním porostem. Druhá skupina se nachází v oblasti Středomořské pobřežní nížiny, která se vyznačuje vyššími teplotami, nižšími srážkami a menším množstvím lesů. Tyto dvě skupiny prostředí odpovídají prostředí, které preferují dva přenašeči *Leishmania infantum* ve Středomoří – *Ph. perniciosus* a *Ph. ariasi* (Dereure *et al.*, 2009).

V letech 2009-2011 byla provedena studie, zjišťující zastoupení jednotlivých druhů v jižní Francii. Studovaná oblast se nacházela 24 km východně od Marseille. Tato oblast měla středomořské klima s horkým suchým létem (teploty mezi 25-35 °C) a maximálními srážkami na jaře a na podzim. Během tří let bylo v této oblasti odchyceno 5 432 flebotomů, kteří byli zařazeni do těchto druhů: *Ph. perniciosus* (74 %), *Sergentomyia minuta* (6 %) a *Ph. ariasi* (1 %). Populace *Ph. perniciosus* má bimodální aktivitu, typickou pro většinu oblastí ve Středomoří. Vhodné teplotní podmínky prodlužují letní sezónu a umožňují tak dva vrcholy aktivity během jednoho roku. První vrchol aktivity druhu *Ph. perniciosus* se objevuje od konce června do začátku července. Druhý vrchol začíná a konci srpna a může trvat až do září. Zdá se tedy, že během léta začíná nástup druhé generace (Cotteaux-Lautard *et al.*, 2015).

Další výzkum byl proveden v okolí Céret v oblasti Pyrénées-Orientales s průměrnou nadmořskou výškou 200 metrů (Rioux *et al.*, 2013). *Ph. ariasi* se obvykle vyskytuje v příměstském a venkovském prostředí, tj. v lidských domech, přístřešcích pro zvířata, jeskyních nebo dírách ve zdech. Tento druh je aktivní za soumraku a přes noc (Prudhomme *et al.*, 2016). Ve Vallespiru měl *Ph. ariasi* bimodální aktivitu s druhým vrcholem na začátku podzimu, zatímco ten samý druh měl unimodální aktivitu v oblasti Cévennes. Toto bylo pravděpodobně způsobeno klimatickými rozdíly. Druh *Ph. ariasi* prospívá ve vlhkém klimatu, což právě oblast Vallespiru nabízí

(Rioux *et al.*, 2013). Současně s tím byla zjištěna korelace mezi přítomností flebotomů, teplotou a relativní vlhkostí. Abundance *Ph. ariasi* se zvyšovala s teplotou až do 35 °C a klesala s rostoucí relativní vlhkostí (Prudhomme *et al.*, 2015).

Korsika je ostrov ležící ve Středozezemním moři. Průměrná roční teplota na pobřeží se pohybuje kolem 16 °C, v horách v zimě pod nulou. Srážky v horách dosahují běžných 1 500 mm. Na jihovýchodě ostrova se nachází železniční tunel, který slouží jako útočiště druhu *Ph. mascittii*. V létě 2001 bylo během 11 nocí nasbíráno více než 200 jedinců *Ph. mascittii*. Během léta byla teplota v tunelu 19 °C a byla nezávislá na venkovní teplotě. Teplotu a vlhkost, která v tunelu panuje, lze srovnat s podmínkami v jeskyni. Relativní vlhkost uvnitř tunelu je vysoká. V průběhu zimy byla teplota uvnitř tunelu 16 °C. Během prvního únorového týdne bylo odchyceno 39 samců a 16 samic flebotomů *Ph. mascittii*, což ukazuje na probíhající zimní aktivitu (Naucke *et al.*, 2008).

Clairvaux-les-lacs je jezerní letovisko nacházející se v departmentu Jura, mimo tradiční oblast, která je pro leishmaniózy endemická. Patří také mezi oblasti Francie, s nejméně chladnými průměrnými teplotami. V letech 2007–2011 bylo na veterinárních klinikách v Juře diagnostikováno nejméně 31 případů psí leishmaniózy. Protože tito psi pocházeli z endemické oblasti leishmaniózy podél Středozezemního moře nebo do ní cestovali, všichni veterináři považovali infekce za získané mimo Juru. Ačkoli flebotomové nebyly v Juře doposud hlášeny, *Phlebotomus perniciosus* byl nalezen ve dvou oblastech sousedících s Jurou (Côte-d'Or a Saône-et-Loire) (Kasbari *et al.*, 2012). Model, založený na environmentálních proměnných, předpovídal, že nové rizikové oblasti se většinou nacházejí v západní Francii podél pobřeží Atlantiku (Chamaillé *et al.*, 2010). V souladu s tímto modelem byla hlášena nová místa výskytu autochtonní psí leishmaniózy v Deux Sèvres, Loire-Atlantique a Loiret. Případy psí leishmaniózy, které se objevují v údolí Rýnu v Německu (Naucke *et al.*, 2008) a případy psí leishmaniózy v Juře představují severovýchodní šíření endemické oblasti podél osy Rhona-Rýn (Kasbari *et al.*, 2012).

#### 4.1.4. Andorra

Andorra je malá, vysokohorská země v Pyrenejích mezi Španělskem a Francií. Nejnižší bod Andorry se nachází v jižní pánvi GrandValira ve výšce 840 m n. m., naopak nejvyšší bod je vrchol Coma Pedrosa (2 946 m). Panuje zde středomořské vysokohorské klima s chladnými teplotami v zimě a mírnými léty (Ballart *et al.*, 2012).

První údaje o flebotomech v Andoře pocházejí z výzkumu z roku 1993, kdy byly na jednom místě ve výšce 1050 m n. m. odchyceny dva druhy flebotomů: *Ph. ariasi* a *Sergentomyia minuta* (\*Ballart *et al.*, 2012). V průběhu července 2007 zde byl proveden entomologický průzkum na 39 místech, většina pastí byla umístěna v drenážních násypech podél zpevněných cest. Celkově bylo odchyceno 21 flebotomů dvou druhů: *Ph. ariasi* (5 samic a 13 samců) a *Ph. perniciosus* (1 samice a 2 samci). *Ph. perniciosus* byl zachycen pouze na jihu na dvou odchytových místech v nadmořských výškách pod 1 000 m n. m., *Ph. ariasi* byl zachycen na devíti odchytových místech v nadmořských výškách od 869 m do 2 141 m n. m. (Ballart *et al.*, 2012). To ukazuje na význam nadmořské výšky a rozdílů v bioklimatu a vegetaci. Nepodařilo se odchytit druh *Sergentomyia minuta*, přestože se v Evropě vyskytuje v nadmořských výškách od 25 do 2 490 m (Barón *et al.*, 2011). Stejně tak nebyl zaznamenán žádný zástupce druhů *Ph. mascittii*, *Ph. sergenti* a *Ph. papatasi*, které byly nalezeny v sousední

Francii a Španělsku. Středomořské vysokohorské klima by mohlo vysvětlit nepřítomnost těchto tří druhů, které preferují semiaridní a aridní podnebí a obvykle se vyskytují v nadmořských výškách pod 800 m n. m. (Ballart *et al.*, 2012).

#### 4.1.5. Itálie

Itálie leží na Apeninském poloostrově, sousedí na severu s Francií, Švýcarskem, Rakouskem a Slovinskem. Patří k ní také dva velké ostrovy ve Středozemním moři: Sardinie a Sicílie. Její povrch je převážně hornatý. Alpy leží v mírném pásu s teplotními rozdíly mezi vrcholy hor a údolími. Pádká nížina má chladný vnitrozemský charakter. Zbytek území má středozezemní klima s typickým horkým suchým létem a mírnou zimou bohatou na srážky.

Po dobu 18 let (1975-1993) byla zkoumána místa výskytu leishmaniózy v 11 regionech střední a jižní Itálie a také na dvou hlavních ostrovech, Sicílii a Sardinii. Odchyty flebotomů byly prováděny v obydlených a přírodních stanovištích ve venkovských, městských a příměstských oblastech. Celkem bylo identifikováno šest druhů: *Ph. perniciosus* (46,1 %), *Ph. perfiliewi* (43,8 %), *Ph. neglectus* (0,2 %), *Ph. mascittii* (0,1 %), *Ph. papatasi* (0,3 %) a *Sergentomyia minuta* (9,5 %). *Phlebotomus perniciosus*, *Ph. perfiliewi* a *Sergentomyia minuta* byly hlášeny téměř ve všech regionech, *Ph. neglectus* pouze ve třech regionech jižní Itálie (Apulie, Kalábrie a Sicílie), *Ph. mascitti* ve čtyřech regionech střední Itálie (Toskánsko, Lazio, Abruzzo, Molise) a v Kampánii. Zdá se, že *Ph. perniciosus* je převládajícím druhem v obydleném prostředí (65,6 %), ale je přítomen i v přírodních lokalitách (21,8 %). To, že je hojně zastoupen v obou prostředích, může naznačovat schopnost tohoto druhu kolonizovat širokou škálu biotopů. *Phlebotomus perfiliewi* byl převládajícím druhem (88,1 %) v obydlených oblastech, kde odchyt probíhal pomocí světelných CDC pastí. *Sergentomyia minuta* byla nejhojnějším druhem v přírodních lokalitách (76,6 %), zatímco *Ph. papatasi* vykazoval endofilní chování a chytán byl uvnitř obytných budov a stájí (Maroli *et al.*, 1994).

Severní Itálie je oblast, která se vyznačuje čtyřmi hlavními geomorfologickými prvky – Alpy, údolí řeky Pád, Apeniny a pobřežní oblastí na severu Jaderského moře. Tato část Itálie byla dříve považována za neendemickou oblast (Ferroglio *et al.*, 2010), avšak od 90. let 20. století se v severní části Itálie začala objevovat nová ohniska psí leishmaniózy, proto byly provedeny terénní studie, které zmapovaly přítomnost flebotomů během let 2003-2004. Ve srovnání s historickými daty se ukazuje, že došlo k velkým změnám v rozšíření některých druhů flebotomů na severu Itálie. *Ph. perniciosus* byl nalezen ve velké hustotě na většině odchytových míst jak v kopcovitých, tak i v nižších horských oblastech. Od roku 1917 nebyl *Ph. neglectus* na severu Itálie nalezen, nicméně v roce 1995 byl znovu odchycen na několika předalpských lokalitách. U těchto dvou druhů došlo pravděpodobně ke zvýšení hustoty jejich populace a rozšíření jejich areálu až na sever Itálie (Maroli *et al.*, 2008).

Odchyt flebotomů byl proveden v oblastech severozápadní Itálie (Aosta, Verbania, Turín, Asti, provincie Alessandria a Cuneo), které sousedí s tradičně endemickými oblastmi. V této studii byla provedena fylogenetická analýza populací *Ph. perniciosus* pomocí sekvencí 18S rDNA. *Ph. perniciosus* se nejčastěji vyskytoval v těchto neendemických oblastech severozápadní Itálie (Ferroglio *et al.*, 2010). Předchozí průzkumy

provedené před 30 lety nenalezly v těchto oblastech žádné flebotomy a je vysoce pravděpodobné že tyto oblasti byly teprve nedávno kolonizovány flebotomy. Výsledky dokazují tři různé skupiny 18S sekvence *P. perniciosus* s různým stupněm heterogenity. Skupina A vykazovala podobnost mezi sekvencemi vzorků získaných z těchto zkoumaných oblastí a sousedních nebo vzdálených, tradičně endemických oblastí. S ohledem na vzdálenost mezi oblastmi (>400 km) to lze snadněji vysvětlit pasivní přepravou, i když nelze vyloučit přirozené šíření na malé vzdálenosti. Skupina B ukazovala migraci flebotomů na malou vzdálenost mezi endemickou oblastí regionu Ligurie a sousední oblastí Alessandria. Pokud jde o skupinu C, na základě geografické blízkosti oblastí seskupených v této skupině, se dala předpokládat migraci na malou vzdálenost. Tato studie naznačuje, že nedávné rozšíření flebotomů do kontinentálních oblastí je způsobeno pasivním přenosem z tradičních endemických oblastí nebo také migrací na malé vzdálenosti ze sousedních endemických oblastí (Ferroglio *et al.*, 2010).

V letech 2014 a 2015 byly zaznamenány dva případy lidské viscerální leishmaniózy v provincii Bolzano – Jižní Tyrolsko. Zajímavé je, že dříve byly tyto případy uváděny jako získané v zahraničí, ovšem po epidemiologickém přezkoumání bylo zjištěno, že pacient necestoval do endemických oblastí, ale zdržoval se právě pouze v provincii Bolzano. Nelze tedy vyloučit, že se jedná o první autochtonní infekce v Bolzanu. V této oblasti byly v roce 2019 provedeny entomologické studie, kdy bylo odchyceno 317 flebotomů, identifikovaných jako *Sergentomyia minuta* (98,1 %) a *Ph. perniciosus* (1,9 %). Veškerá místa odchytu se vyskytovala v nadmořské výšce 464 a 650 m n. m.. *Sergentomyia minuta* byla jediným zaznamenaným druhem na nejsevernější italské lokalitě, která kdy byla zkoumána (obec Coldrano v údolí Venosta). *Ph. perniciosus* byl označen jako endemický druh v oblasti Bolzana od roku 2008 (Morosetti *et al.*, 2020). V regionu Emilia – Romagna je *Ph. perfliewi* přenašečem Toscana viru a dalších flebovirů (Calzolari *et al.*, 2012).

V letech 2017-2019 byly provedeny nové entomologické studie v severních regionech Itálie, v rovinaté oblasti s nadmořskou výškou pod 300 m n. m., která se vyznačuje kontinentálním podnebím s horkými léty a obecně chladnějšími zimami (Michelutti *et al.*, 2021). Úroveň srážek se pohybuje mezi 600-800 mm/rok (Signorini *et al.*, 2014). Flebotomové byli sbíráni z farem, venkovských a městských sídel, celkem bylo odchyceno 303 flebotomů druhů *Ph. perniciosus* (90 %), *Sergentomyia minuta* (1,6 %), *Ph. mascittii* (0,7 %) a *Ph. perfliewi* (0,7 %). Zbýlých 21 flebotomů nebylo možné identifikovat. Dominantní odchycený druh byl *Ph. perniciosus*, který se vyskytoval jak v předalpské, tak i v před apeninské oblasti. U tohoto druhu byly zaznamenány dva vrcholy aktivity, jeden v červenci a druhý, menší, v září (Michelutti *et al.*, 2021). *Ph. perniciosus* se nejčastěji vyskytuje v kopcovitých oblastech s nadmořskou výškou mezi 100 a 300 m n. m. (Maroli *et al.*, 2008). Zde se ovšem tento druh vyskytoval i v nížinách (7 m n. m.), což naznačuje, že flebotomové jsou schopni se adaptovat na prostředí s nízkou nadmořskou výškou, kontinentálním klimatem a příměstským prostředím (Michelutti *et al.*, 2021).

V Itálii je psí leishmanióza endemická ve středních a jižních oblastech, a je také přítomna na italských ostrovech. Ostrov Montecristo se nachází ve Středozemním moři 60 km od pevniny. V roce 1988 se stal přírodní rezervací. Od té doby je přístup na ostrov omezen, trvale na něm žijí pouze 2–4 lidé. Kočky ani psi nemají

povoleno vstup na ostrov a nevyskytují se zde žádní divocí masožravci. Morfologická analýza odchycených vzorků pomohla určit dva druhy flebotomů: *Phlebotomus mascittii* (31,25 %) a *Sergentomyia minuta* (68,75 %). K prvnímu nálezu *Ph. mascittii* došlo v polovině června, zatímco *Sergentomyia minuta* byla odchycena na přelomu března a dubna. Ovšem oba druhy byly zaznamenány ve velmi nízkých počtech (Zanet *et al.*, 2014). Druh *Ph. mascitti* je pravděpodobně autochtonní, protože vzdálenost mezi ním a pevninou nebo jiným ostrovem je mimo letový dosah flebotomů a neexistuje jasný důkaz, že by jim k pohybu napomáhal vítr (Killick-Kendrick *et al.*, 1984). Jeden *Ph. mascitti* byl metodou PCR pozitivně testován na *L. infantum*, u odchycených krys obecných (*Rattus rattus*) byla prevalence 15,5 %, což naznačuje jejich roli v cyklu *L. infantum* v nepřítomnosti jiných rezervoárů v izolovaném prostředí (Zanet *et al.*, 2014). Jelikož je vzdálenost mezi pevninou a ostrovem mimo letový dosah flebotomů, tak lze předpokládat, že v budoucnu by se složení flebofauny na ostrově Montecristo nemělo měnit.

Ostrov Lampedusa je malý ostrov patřící mezi Pelagické ostrovy, souostroví ve Středozemním moři, které je nejjižnějším územím Itálie a nejbližší severní Africe. Má vápenatou půdu a vyznačuje se absencí lesů z důvodu intenzivního odlesňování, které proběhlo na začátku minulého století. Bylo zde odchyceno 214 jedinců flebotomů čtyř druhů: *Ph. perniciosus* (67,7 %), *Sergentomyia minuta* (28,5 %), *Ph. papatasi* (3,3 %) a *Ph. neglectus* (0,5 %). *Ph. perniciosus* se hojně vyskytuje jak v městské oblasti, tak v okrajových venkovských částech ostrova. Vysoký podíl séropozitivně testovaných psů a přítomnost flebotomů ukazuje, že *L. infantum* hojně cirkuluje po ostrově a že může představovat vážné riziko pro lidi, kteří zde žijí (Foglia Manzillo *et al.*, 2018). *Ph. perniciosus* je klasifikován jako hlavní přenašeč *L. infantum* v severní Africe (Maroko až Egypt) a *Ph. papatasi* na totéž území představuje přenašeče pro *L. major* (Maroli *et al.*, 2013). Vzhledem k blízkosti severní Afriky (přibližně 140 km) je ostrov cílem migrantů z endemických oblastí leishmaniózy, která by mohla v lokálně se vyskytujících druzích najít přenašeče.

#### 4.1.6. Státy bývalé Jugoslávie

Přestože jsou flebotomové velmi významnými přenašeči lidských a veterinárních chorob, ve státech Balkánu dlouho chyběly aktualizované informace o jejich přítomnosti. V posledních letech však došlo k přezkoumání historických dat o druhovém složení a rozšíření flebotomů v jednotlivých regionech v mnoha Balkánských zemích. V této studii šlo hlavně o porovnání historických dat s aktuálně nově provedeným výzkumem v rámci projektu Vectorsnet. V tomto výzkumu bylo zaznamenáno několik případů, kdy byl druh flebotoma v této zemi zaznamenán poprvé. Celkem bylo na Balkáně sebráno 8 490 vzorků flebotomů. Identifikace prokázala přítomnost 14 druhů patřících do rodů *Phlebotomus* a *Sergentomyia*. *Ph. neglectus* měl nejhojnější zastoupení v Srbsku, Kosovu, Bosně a Hercegovině, Černé Hoře, Chorvatsku, Slovinsku. Jako druhý nejhojnější druh se vyskytoval v Severní Makedonii (Dvořák *et al.*, 2020).



	Bosna a Hercegovina	Černá Hora	Chorvatsko	Severní Makedonie	Srbsko	Kosovo	Slovinsko
<i>Phlebotomus papatasi</i>	x		x	x	x	x	x
<i>Phlebotomus alexandri</i>				POPRVÉ	x	POPRVÉ	
<i>Phlebotomus sergenti</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Phlebotomus kandelakii</i>		x					
<i>Phlebotomus neglectus</i>	POPRVÉ	x	x	x	x	x	x
<i>Phlebotomus perfiliewi</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Phlebotomus perniciosus</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Phlebotomus tobbi</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Phlebotomus balcanicus</i>	x	POPRVÉ	x	x	x	POPRVÉ	x
<i>Phlebotomus simici</i>	x	POPRVÉ	x	x	x	x	x
<i>Phlebotomus mascittii</i>	POPRVÉ	x	x	x	x	POPRVÉ	x
<i>Sergentomyia dentata</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Sergentomyia minuta</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Paraphlebotomus sp.</i>				x			

Tabulka 1 – Zastoupení druhů flebotomů v jednotlivých Balkánských státech. Zelená značí zjištění druhu v letech 2014-2016. Žlutá značí druhy zaznamenané již před touto studií (Dvořák et al., 2020).

#### 4.1.6.1. Bosna a Hercegovina

Během let 2014-2016 bylo v Bosně a Hercegovině identifikováno šest druhů flebotomů, přičemž pro tuto zemi byly objeveny dva dosud nezaznamenané druhy: *Ph. neglectus* a *Ph. mascittii*. Nejhojnějším druhem byl právě *Ph. neglectus*, druhým nejhojnějším druhem byl *Ph. tobbi* (Dvořák et al., 2020). Další studie proběhla v Bosně a Hercegovině v září roku 2018, kdy byly flebotomové odchyceny ve 44 lokalitách v jižní části země a ve 12 lokalitách na severovýchodě.

Flebotomové potřebují pro svůj život prostředí, které má dostatečnou vlhkost a teploty nad 15,6 °C po dobu alespoň tří měsíců v roce. Kvůli klimatickým změnám mělo v roce 2018 mnoho regionů Bosny a Hercegoviny teploty vhodné pro přežití flebotomů. V minulosti provedené studie na přítomnost flebotomů probíhaly pouze v jižní části země. Toto byla první studie, potvrzující jejich výskyt i na severovýchodě země a jejich přizpůsobení se tamnímu klimatu (Hukić et al., 2020).

#### 4.1.6.2. Černá Hora

V Černé Hoře je druhová bohatost flebotomů velmi nízká. Během let 2014-2016 bylo v Černé Hoře celkově identifikováno pět druhů flebotomů, z čehož dva druhy byly v Černé Hoře zaznamenány poprvé – *Ph. balcanicus* a *Ph. simici*. Jako nejhojnější druh byl v Černé Hoře zaznamenán *Ph. neglectus* (Dvořák et al., 2020).

#### 4.1.6.3. Chorvatsko

Chorvatsko se nachází mezi střední a jihovýchodní Evropou. Leží podél východního pobřeží Jaderského moře a hraničí se Srbskem, Černou Horou, Bosnou a Hercegovinou, Maďarskem a Slovinskem. Na severu země je podnebí spíše kontinentální, zatímco na jihu převažuje podnebí středomořské.

V Chorvatsku byla zjištěna nízká druhová bohatost flebotomů. Na pobřeží Chorvatska byl zaznamenán jako nejhojnější druh *Ph. neglectus* (Dvořák et al., 2020).

Dalmácie je oblast při východním pobřeží Jaderského moře. Živković a Miščević (1970) identifikovali v kontinentální Dalmácii tyto druhy flebotomů: *Ph. papatasi*, *Ph. neglectus*, *Ph. perfiliewi*, *Ph. tobbi* a *Sergentomyia miuta*. Stejně druhy, s výjimkou *Ph. perfiliewi*, byly odchyceny na ostrovech Korčula, Hvar a Brač. Na 7 z 10 sledovaných lokalit na ostrově Mljet byly během pěti let (1985-1990) odchyceny druhy *Ph. perfiliewi*,

*Ph. sergenti*, *Ph. tobbi*, *Ph. perniciosus* (jediný záznam tohoto druhu v Dalmácii) a *Sergentomyia minuta*. Nejhojněji se zde vyskytoval *Ph. papatasi* (73,4 %). Odchyty provedené v Makarské, Splitu a Omiši prokázaly přítomnost pěti druhů flebotomů: *Ph. papatasi*, *Ph. neglectus*, *Ph. perfiliewi*, *Ph. tobbi* a *Sergentomyia miuta* (Miščević *et al.*, 1998).

Entomologická studie z let 2002-2004 byla provedena ve třech župách – Splitsko-dalmatské, Šibenicko- kninské a Dubrovnicko-neretvanské. V těchto lokalitách bylo odchyceno 2 917 flebotomů pěti druhů: *Ph. tobbi*, *Ph. neglectus*, *Ph. perfiliewi*, *Ph. mascittii* a *Sergentomyia minuta*. *Phlebotomus tobbi* byl nejrozšířenějším druhem, byl zaznamenán ve všech třech župách. *Phlebotomus neglectus* se také vykytoval velmi hojně v celé studované oblasti, jeho absence byla zaznamenána pouze ve Slivně (Šibenicko-kninská župa). Pokud jde o ostatní druhy, *Ph. perfiliewi* byl odchycen pouze na čtyřech lokalitách, *Sergentomyia miuta* byla nejhojnější ve městě Zastrazišće (ostrov Hvar). V tomto městě byly také odchyceny tři jedinci druhu *Ph. mascittii*. Tento záznam představuje první odchyt tohoto druhu v bývalé Jugoslávii (Bosnić *et al.*, 2006).

Je známo, že lidská viscerální leishmanióza se vyskytuje v Chorvatsku od roku 1911 (Borčić, 2000), ačkoli první dobře zdokumentovaný případ byl hlášen až v roce 1930 z oblasti Dubrovnik. V současné době se v Chorvatsku nachází tři druhy (*Ph. tobbi*, *Ph. neglectus* a v menší míře *Ph. perfiliewi*), které mohou hrát v oblasti jižního Chorvatska roli v přenosu lidské a psí leishmaniózy (Bosnić *et al.*, 2006).

#### 4.1.6.4. Severní Makedonie

Severní Makedonie je vnitrozemská země, jejíž geografická struktura umožňuje výskyt flebotomů v nadmořských výškách 300-400 m, zejména v horských pásech. Po 46 letech, kdy z oblasti nebyla publikována žádná data o složení flebofauny, byl v letech 2014-2016 zaznamenán výskyt 11 druhů flebotomů, z čehož mezi dominantní druhy patřili *Ph. perfiliewi*, *Ph. neglectus* a *Ph. tobbi*. Méně často studie zaznamenala výskyt *Ph. papatasi*, *Ph. simici*, *Sergentomyia minuta* a *Ph. balcanicus* (Dvořák *et al.*, 2020).

#### 4.1.6.5. Srbsko

Srbsko je vnitrozemský stát, který představuje křižovátku mezi střední a jihovýchodní Evropou. Severní region Srbska, provincie Vojvodina, se nachází v jižní části Panonské pánve (Vaselek *et al.*, 2019). Prochází tudy hlavní tranzitní koridor mezi Středozemím, zeměmi Blízkého východu a střední a severní Evropou. Proto neustálá cirkulace lidí, zvířat a zboží zvyšuje riziko zavlečení parazitů a vývoji nemoci v této oblasti (Vaselek *et al.*, 2017).

Srbsko bylo v polovině 20. století považováno za endemickou zemi pro leishmaniózu, kde se vyskytovala bohatá fauna flebotomů. Po roce 1968 byla leishmanióza považována za vymýcenou a v důsledku toho byly ukončeny veškeré výzkumy, které se zabývaly výskytem flebotomů (Vaselek *et al.*, 2019). Nové případy lidské autochtonní viscerální leishmaniózy byly na počátku 21. století registrovány jak v endemických oblastech z minulých let, tak i neendemických oblastech jihovýchodního a jižního Srbska (Dakic *et al.*, 2009).

Mezi lety 1947-1990 byla zaznamenána přítomnost sedmi druhů flebotomů: *Ph. papatasi*, *Ph. perfiliewi*, *Ph. tobbi*, *Ph. neglectus*, *Ph. simici*, *Ph. sergenti* a *Ph. balcanicus*. Výzkum se v těchto letech prováděl hlavně na jihovýchodě, východě a ve středu země. Jedna z méně prozkoumaných oblastí je provincie Vojvodina. Během

let 2013-2015 tu bylo nasbíráno 136 flebotomů, kteří byli zařazeni do čtyř druhů: *Ph. papatasi* (96 %), *Ph. perfiliewi* (2 %), *Ph. mascittii* (1,4 %) a *Ph. neglectus* (0,6 %). Přítomnost *Ph. mascittii* nebyla dříve zaznamenána, nově byly odchyceny dvě samice v obcích Ležimir a Parage, jde o první záchyt nejen ve Vojvodině, ale celém Srbsku. V celém regionu Vojvodina byla zaznamenána velmi nízká hustota flebotomů v porovnání s ostatními částmi Srbska. Důvodem je to, že tato oblast je převážně zemědělskou oblastí, kde se ve velké míře používají různé insekticidy (Vaselek *et al.*, 2017).

V letech 2015 a 2016 byla v západním Srbsku zjištěna přítomnost pěti druhů (*Ph. papatasi*, *Ph. neglectus*, *Ph. balcanicus*, *Ph. simici* a *Ph. mascittii*) oproti dříve zaznamenaným čtyřem (*Ph. neglectus*, *Ph. papatasi*, *Ph. perfiliewi* a *Ph. tobbi*); tyto rozdíly naznačují, že fauna na západě země prošla proměnou (Vaselek *et al.*, 2019).

#### 4.1.6.6. Kosovo

Po sedmdesátileté pauze ve výzkumu bylo v roce 2014 monitorování flebofauny v Kosovu obnoveno, jelikož se v posledním desetiletí počet případů leishmaniózy u lidí a zvířat zde zvýšil (Vaselek *et al.*, 2020).

Během studie z roku 2014 bylo celkově odchyceno v 17 z 27 zkoumaných oblastí 973 jedinců devíti druhů: *Ph. neglectus* (83,04 %), *Ph. tobbi* (9,86 %), *Sergentomyia minuta* (3,80 %), *Ph. simici* (1,23 %), *Ph. balcanicus* (1,13 %), *Ph. papatasi* (0,31 %), *Ph. alexandri* (0,31 %), *Ph. perfiliewi* (0,20 %) a *Ph. mascittii* (0,10 %), z čehož jsou tři druhy v Kosovu objeveny poprvé – *Ph. balcanicus*, *Ph. alexandri*, *Ph. mascittii*. Nejvíce zastoupen byl druh *Ph. neglectus* (808 jedinců) nalezený ve všech 17 oblastech. Tato studie prokázala, že směrem na sever počet nasbíraných jedinců klesá. Poblíž hranice s Albánií bylo složení druhů flebotomů rozmanitější než směrem k Srbsku, Severní Makedonii a Černé Hoře. Tyto rozdíly může způsobovat silný středomořský klimatický efekt, směřující od Jaderského moře na východ, na rozdíl od převládajícího kontinentálního podnebí působícího ze severu.

V neendemických oblastech Kosova byly všechny samice pomocí PCR metody testovány negativně na přítomnost *Leishmania spp.* Další testování v roce 2017 zachytilo jeden pozitivní případ na přítomnost *Leishmania tropica* u druhu *Phlebotomus neglectus* z vesnice jménem Zhur poblíž endemické oblasti viscerální leishmaniózy v Albánii (Vaselek *et al.*, 2020). *Leishmania tropica* je na Středním východě přirozeně přenášena svým specifickým vektorem *Phlebotomus sergenti* (Svobodová *et al.*, 2006). Přítomnost tohoto druhu v Kosovu nebyla během současných ani historických studií zaznamenána, proto tento nález naznačuje možnou roli permissivních druhů flebotomů z podrodu *Larrousius* (Vaselek *et al.*, 2020).

#### 4.1.6.7. Slovinsko

Ve Slovinsku byla provedena studie na 48 místech na Istrijském poloostrově. Byly zaznamenány 4 druhy flebotomů: *Ph. papatasi*, *Ph. neglectus*, *Ph. perniciosus*, *Ph. mascittii* (Dvořák *et al.*, 2020). Od června do srpna 2015 bylo ve Slovinsku odchyceno 22 flebotomů ve třech oblastech (Cetore, Truške, Hrastovlje), identifikováni jako druh *Phlebotomus mascittii*. Malý počet odchycených jedinců se vysvětluje tím, že pro sběr nebyl použit suchý led. Nejvyšší počet odchycených jedinců byl v malé vesnici Cetore nacházející se u moře v jihozápadní části Slovinska, kde jsou typické vyšší teploty a nižší srážky ve srovnání s Hrastovljem, který se nachází v kopcovitém vnitrozemí (Praprotnik *et al.*, 2019).

Slovinsko má stále větší problém s nelegálními skládkami. Pro obyvatele, kteří žijí v jejich těsné blízkosti mají jak enviromentální, tak sociální dopad a zároveň představují potencionální hrozbu pro lidské zdraví, jelikož rozkládající se odpad je ideální živnou půdou pro řadu druhů hmyzu. Studie byla provedena na Istrijském poloostrově, který zahrnuje části Chorvatska, Slovinska a Itálie. Klima regionu je středomořské se suchými a teplými léty a mírnými zimami. Celkem zde bylo shromážděno 119 flebotomů pěti druhů: *Sergentomyia minuta* (48,7 %), *Ph. perniciosus* (30,3 %), *Ph. papatasi* (13,4 %), *Ph. neglectus* (5 %) a *Ph. mascittii* (2,6 %). Všechny druhy byly odchyceny na skládkách nebo v jejich blízkosti, kromě *Ph. papatasi*, který byl odchycen na farmě ve slovinské vesnici Velike Žablje (Ivović *et al.*, 2015).

#### 4.1.7. Albánie

Albánie je země Balkánu se středomořským klimatem, přibližně 70 % tvoří hornatá nebo kopcovitá území, nížiny se nacházejí pouze podél pobřeží, průměrná nadmořská výška je 700 m n. m.. Jedná se o rozvojovou zemi, která postupně prohlubuje své sociální, ekonomické a hygienické vztahy se západními zeměmi (Petrela *et al.*, 2010). V posledních letech došlo k migraci z venkovských horských oblastí do hlavního města Tirany a dalších pobřežních oblastí (Velo *et al.*, 2003). Aktivita flebotomů zde byla zaznamenána od května do začátku listopadu (Ayhan *et al.*, 2016). Flebotomové jsou široce rozšířeni v oblastech sousedících s pánví Středomořského moře. Vyskytují se hojně v blízkosti lidí a domácích zvířat v příměstských a venkovských prostředích (Bino *et al.*, 2019).

Nejhojnějším druhem v Albánii je *Ph. neglectus*, následovaný *Ph. perfiliewi*, *Ph. papatasi*, *Ph. tobbi* a *Ph. similis* (Velo *et al.*, 2005), *Ph. simici* a *Sergentomyia dentata* a *Sergentomyia minuta* (Velo *et al.*, 2017). Nejvyšší nadmořská výška, ve které byl zaznamenán výskyt druhu *Ph. neglectus*, byla 1 185 m n. m. (Bino *et al.*, 2019).

Mezi středomořskými zeměmi, které jsou endemické pro viscerální leishmaniózu, je Albánie zařazena mezi nejvíce postižené země (114 případů mezi lety 2004-2008) (Velo *et al.*, 2017; Alvar *et al.*, 2012). Na rozdíl od ostatních jihozápadních evropských zemí se zde toto onemocnění vyskytuje převážně u dětí (Petrela *et al.*, 2010).

Během června až října roku 2002 byla provedena entomologická studie ve dvou okresech (Lezhë na severu a Krujë ve středu země), ve kterých je počet případů viscerální leishmaniózy nejvyšší (Velo *et al.*, 2005). Oba tyto okresy jsou z velké části hornaté (Krujë 600-658 m n. m. a Lezhë 180-208 m n. m.). Roční srážky v okrese Krujë jsou v průměru 900-1700 mm a průměrné teploty během roku se pohybují mezi 5-16 °C. Naopak okres Lezhë, který je velmi blízko Jaderského moře, má průměrné roční srážky 1 500-1 800 mm a průměrnou roční teplotu 8-25 °C. Nejvíce flebotomů bylo odchyceno v okrese Krujë, kde byly zaznamenány tyto druhy: *Ph. neglectus*, *Ph. perfiliewi*, *Ph. papatasi*, *Ph. tobbi* a *Ph. similis*. V okrese Lezhë byly odchyceny druhy *Ph. neglectus*, *Ph. perfiliewi* a *Ph. tobbi* (Velo *et al.*, 2005).

Případy viscerální leishmaniózy se vyskytují v městských sídlech jadranské pobřežní nížiny a přilehlých údolích. Přibližně 80 % pacientů, kteří byli mezi lety 1995-2014 zaznamenáni Úřadem veřejného zdraví, pocházelo z okrajových čtvrtí Shkoder a Lezhë na severu, ze středu země z Tirany a Lushnjë, Fier, Berat a Vlorë na jihu země (Velo *et al.*, 2017).

#### 4.1.8. Řecko

Řecko se skládá z rozsáhlé pevninské části na jihu Balkánského poloostrova a z mnoha ostrovů (asi 3 000) včetně Kréty, Rhodu a Euboi. Na severu hraničí s Albánií, Severní Makedonií a Bulharskem, na východě s Tureckem. Povrch je z 80 % tvořen horami nebo kopci, jde o jednu z nejhornatějších zemí Evropy.

Během let 1999-2004 byl výskyt flebotomů monitorován v rozsáhlé studii, zahrnující 18 oblastí Řecka (šest lokalit v severním Řecku, osm lokalit ve středním Řecku a čtyři lokality na řeckých ostrovech). Celkově odchyceno 8 688 flebotomů deseti druhů (*Ph. neglectus*, *Ph. perfiliewi*, *Ph. tobbi*, *Ph. papatasi*, *Ph. similis*, *Ph. alexandri*, *Ph. balcanicus*, *Ph. mascittii*, *Sergentomyia minuta* a *Sergentomyia dentata*). Nejširší areál rozšíření měly druhy *Ph. perfiliewi*, *Ph. tobbi* a *Sergentomyia minuta*, nalezení na 12 z 18 odchytových míst. Rozšíření *Ph. perfiliewi* je spojeno s vlhkým klimatem kontinentálního Řecka, a proto je tento druh na řeckých ostrovech, kde je výrazné horké a suché středomořské klima, vzácný. Nejpočetnějším druhem byl *Ph. neglectus* (57 %), který se nacházel šesti lokalitách. Kréta je společně s regionem Atén hlavním endemickým ohniskem viscerální, kožní a psí leishmaniózy způsobenou *L. infantum* (Ivović *et al.*, 2007).

Odchyty na Krétě v blízkosti domácích zvířat i jeskyních biotopech přinesly nález flebotomů z podrodu *Transphlebotomus*, jejichž morfologické znaky a výsledky sekvenční analýzy mitochondriálních genů (cytochrom b, NADH dehydrogenáza, cytochromoxidáza I) vedly k popisu nového druhu *Ph. killicki* (Kasap *et al.*, 2015). Další výzkum na Krétě zaznamenal přítomnost devíti druhů: *Ph. neglectus*, *Ph. tobbi*, *Ph. simici*, *Ph. papatasi*, *Ph. similis*, *Ph. alexandri*, *Ph. killicki*, *Sergentomyia minuta*. Ne všichni flebotomové, kteří byli odchyceni během tohoto výzkumu, splňovali kritéria již známých druhů. Kombinace morfologické analýzy znaků, sekvenování genu *cytb* a druhově specifických proteinových spekter získaných hmotnostní spektrometrií MALDI-TOF vedlo k závěru, že jde o nově objevený druh, který byl následně pojmenován *Ph. creticus n. sp.* *Phlebotomus creticus* byl zaznamenán na různých lokalitách na severním i jižním pobřeží Kréty, které je od sebe odděleno pohořím, což podporuje teorii, že nedošlo k jejich migraci z jižního pobřeží na severní. Ve všech prefekturách kromě Chanie byly nejhojnějšími druhy *Ph. neglectus* a *Ph. similis* (Dvořák *et al.*, 2020). *Phlebotomus neglectus* je prokázaným přenašečem *L. infantum* v Řecku (Maroli *et al.*, 2013).

Od roku 2015 se na jihu Evropy odehrává velká uprchlická krize, kdy politická nestabilita, chudoba a války vedou k masovému migraci obyvatelstva. Řecko patří mezi evropské státy, které jsou touto krizí nejvíce zasaženy. V roce 2017 byl proveden výzkum ve čtyřech uprchlických táborech – Lagadikia a Diavata, které se nacházejí v regionu Thessaloniki (sever Řecka) a Vial, Souda na ostrově Chios na severovýchodně Egejského moře. V těchto letech většinu populace v táborech tvořili lidé ze Sýrie, Afghánistánu a Iráku, kde jsou leishmaniózy vysoce endemické. Druhy zaznamenané v táborech Diavata a Lagadika byly *Ph. perfiliewi*, *Ph. tobbi* a *Ph. simici*. *Phlebotomus neglectus* a *Ph. perfiliewi* byly zaznamenáni i v táborech Souda a Vial. V táborech Lagadika a Diavata vykazovali flebotomové velmi nízkou aktivitu v červnu, naopak jejich nejvyšší aktivita byla zaznamenána na začátku září (Fotakis *et al.*, 2020).

#### 4.1.9. Evropská část Turecka

Turecko je velmi rozlehlá země na území Asie a jihovýchodní Evropy. Evropskou část Turecka představuje region Thrákie, nacházející se na východě Balkánského poloostrova. Východní Thrákie sousedí na západě s Řeckem, na severozápadě s Bulharskem, na jihozápadě s Egejským mořem a na severovýchodě s Černým mořem. Její rozloha činí asi 3 % z celkové rozlohy Turecka a od jeho asijské části je oddělena Marmarským mořem. V Turecku začíná aktivita flebotomů na začátku května a trvá až do konce října (Kasap *et al.*, 2005). V Asijské části je druhové složení flebotomů velmi odlišné oproti evropské části.

V Severokyperské turecké republice byla od července do září roku 2004 provedena studie, během které bylo odchyceno 12 517 flebotomů na 20 lokalitách. Bylo identifikováno 9 druhů rodu *Phlebotomus* a 3 druhy rodu *Sergentomyia* (*Ph. galilaeus* (60 %), *Ph. papatasi* (16 %), *Ph. tobbi* (12 %), *Ph. alexandri* (0,60 %), *Ph. sergenti* (0,30 %), *Ph. economidesi* (0,18 %), *Ph. neglectus* (0,18 %), *Ph. kyreniae* (0,15 %), *Ph. jacusieli* (0,13 %), *Sergentomyia azizi* (4,35 %), *Sergentomyia minuta* (4 %) a *Sergentomyia fallax* (1 %)). Poprvé byl na ostrově hlášen druh *Phlebotomus neglectus*. Nicméně *Phlebotomus mascittii*, který byl v minulosti odchycen na jihu Kypru (Depaquit *et al.*, 2001), nebyl v této studii odchycen. *Phlebotomus kyreniae* byl odchycen pouze v okolí města Lapithos nacházející se v oblasti Kyrenia (Demir *et al.*, 2010).

V rámci studie ve východní oblasti Thrákie (na čtyřech lokalitách v provinciích Edirne) a v Severokyperské turecké republice (17 lokalit) bylo odchyceno 2 690 flebotomů, většina v Severokyperské turecké republice (84,6 %). V Severokyperské turecké republice bylo identifikováno osm druhů: *Ph. perfiliewi sensu lato* (72,6 %), *Ph. tobbi* (19,7 %), *Ph. papatasi* (2,8 %), *Laroussius sp.* (1,6 %) a *S. azizi* (1,6 %), *Sergentomyia sp.* (0,9 %), *Sergentomyia minuta* (0,5 %) a *Ph. jacusieli* (0,1 %) (Ergunay *et al.*, 2014).

Další studie, která byla na tomto území provedena zkoumala přítomnost DNA leishmanií v odchycených jedincích. Odchyt flebotomů probíhal ve dvou provinciích, Antalya se středomořským klimatem a Kayseri s klimatem kontinentálním. Během této studie bylo odchyceno 1 235 flebotomů, následně zařazených do druhů: *Ph. major s.l.*, *Ph. tobbi*, *Ph. perfiliewi*, *Ph. alexandri*, *Ph. papatasi*, *Transphlebotomus spp.*, *Ph. simici*, *Sergentomyia minuta*, *Sergentomyia dentata* a *Sergentomyia antennata*. Výsledky PCR ukázaly, že většina odchycených flebotomů sála krev na kravách (22,2 %) lidech (5,7 %), kozách (2,8 %) a psech (0,6 %). Lidská krev byla detekována ve vzorcích *Ph. major s.l.*, *Ph. tobbi*, *Ph. simici*, *Ph. perfiliewi s.l.* a *Transphlebotomus spp.*, zatímco psí krev byla detekována pouze u druhu *Ph. papatasi*. *Ph. major s.l.* a *Ph. tobbi*, kteří byli odchyceni v provincii Antalya, byly pozitivně testovány na *L. tropica*. *Ph. simici*, který byl odchycen v provincii Kayseri, byl pozitivně testován na *L. infantum* a *Ph. papatasi* odchycený v Severokyperské turecké republice byl pozitivně testován na *L. major* (Yetişmiş *et al.*, 2022).

#### 4.2. Oblast mimo Středomoří

##### 4.2.1. Německo

Německo je středoevropský stát, rozdělený na 16 spolkových zemí. Na západě sousedí s Francií, Lucemburskem, Belgií a Nizozemskem, na severu s Dánskem, na východě s Polskem, na jihu se Švýcarskem a na jihovýchodě s Českou republikou a Rakouskem. Jeho břehy jsou omývány Severním a Baltským mořem. Celé

území Německa patří k mírnému klimatickému pásmu Střední Evropy a podnebí v Německu je ovlivňováno Golfským proudem.

V Německu existují regiony se středomořským klimatem, které jsou vhodné pro život flebotomů. V červenci roku 1999 byli flebotomové poprvé nalezeni na jihozápadě v německé spolkové zemi Bádensko-Württembersko (Naucke et al., 2000). Údaje Německé meteorologické služby za pětileté období (2001-2005) naznačují, že v několika regionech byla překročena roční průměrná teplota 10 °C. Jedná se zejména o regiony podél Rýnského příkopu až po Frankfurt (Naucke et al., 2008). V Německu byly první čtyři flebotomové odchyceni v roce 1999 na třech různých místech poblíž města Breisach (Naucke et al., 2000). V roce 2001 byly navíc v Německu poprvé odchyceni čtyři jedinci druhu *Ph. perniciosus*. Tento druh se od této doby nepodařilo znovu na tomto území odchytit (Naucke et al. 2004). Do roku 2007 bylo odchyceno celkem 237 jedinců druhu *Ph. mascittii* na 16 různých místech v německé spolkové zemi Bádensko-Württembersko a na jednom místě ve spolkové zemi Porýní-Falc (Naucke et al., 2000; Melaun et al., 2014). Poblíž Cochemu, na řece Mosel bylo zaznamenáno nejsevernější místo výskytu *Ph. mascittii* v Evropě (50°19'41.2" N, 07°15'36.9" E) (Melaun et al., 2014). *Ph. mascittii* se během své migrace pohyboval podél Rýnského příkopu a toku Mosely (Naucke et al., 2008).

Mezi 11. a 21. srpnem 2015 a během června až září 2016-2018 byla provedena longitudinální studie mapující rozšíření flebotomů podél Rýna ve spolkových zemích Bádensko-Württembersko a Porýní-Falc. V Německu byly zaznamenány pouze dva druhy flebotomů: *Ph. mascittii*. Nejčastějšími odchytovými místy byly staré chlévy v bezprostřední blízkosti lidí, domácích i divokých zvířat (Oerther et al., 2020). Jako příklad jednoho ze zjištěných míst rozmnožování druhu *Ph. mascittii* lze uvést 200 let starou stodolu (Poepl et al., 2013b). Populace *Ph. mascittii* se nachází v nízkých hustotách, která může být způsobena specifickou nikou, na kterou jsou adaptováni. Pozoruhodný byl nález šesti jedinců, v malé jeskyni ve skalním výběžku, v lesní lokalitě jménem „Isteiner Klotz“ v roce 2018 (Oerther et al., 2020). Mimo Německo jsou známa i další místa, kde se *Ph. mascittii* vyskytuje v takových ekologických nikách, kde teplota a vlhkost zůstávají stabilnější než v otevřeném prostředí (Naucke et al., 2008). Během let 2015-2018 byl *Ph. mascittii* nalezen na všech místech, kde byl detekován i během předchozích studií a zároveň bylo detekováno 15 nových míst, kde se flebotomové dříve nevyskytovali (Oerther et al., 2020).

Na základě dříve zdokumentovaných případů autochtonní leishmaniózy v jižní Německu se předpokládá, že by se flebotomové mohli vyskytovat i v Bavorsku (Haeberlein et al., 2013). Terénní studie zde byly provedeny pouze v takových oblastech, které splňovaly alespoň dva ze čtyř epidemiologických a klimatických parametrů: lokalizace čtyř předchozích případů autochtonní leishmaniózy u lidí, koní a psů v Bavorsku, kdy pacienti nepobývali v endemické oblasti leishmanií (Bogdan et al., 2001; Koehler et al., 2002); výskyt flebotomů ve státech sousedících s Bavorskem (Naucke et al., 2011); současná klimatická vhodnost pro pět druhů flebotomů (*Ph. ariasi*, *Ph. mascittii*, *Ph. neglectus*, *Ph. perfiliewi* a *Ph. perniciosus*). Ačkoli *Ph. mascittii* ještě není prokázáným přenašečem, jeho rozšíření je modelováno na základě jeho přítomnosti ve spolkové zemi Bádensko-Württembersko a v Korutanech; budoucí klimatická vhodnost pro usazení flebotomů

v Bavorsku. V letech 2009-2010 bylo v sedmi regionech umístěno 155 světelných pastí CDC, ale nebyl zde zaznamenán žádný jedinec flebotoma. Autoři tak dochází k závěru, že flebotomové se ještě v této oblasti Německa nevyskytují, jelikož současné klimatické podmínky jsou v Bavorsku pro flebotomy pouze středně vhodné (Haeberlein *et al.*, 2013).

V roce 2001 byl v Německu potvrzen jeden případ lidské leishmaniózy u dítěte, které v minulosti necestovalo do žádných známých endemických oblastí (Bogdan *et al.*, 2001). Byl popsán jeden případ u koní a několik případů u psů, kde by historie případů mohla naznačovat autochtonní infekci v Německu (Koehler *et al.*, 2002; Mencke, 2011).

V polovině 21. století lze očekávat, že ve většině částí Německa budou průměrné roční teploty překračovat spodní hranici (10 °C) pro život flebotomů. Maximální letní teploty nad 20 °C však zůstanou omezeny pouze na jižní a východní (kontinentální) oblasti, a tak velké oblasti Německa nemusí být pro flebotomy plně vhodné až do konce století. Na severozápadě Německa se vyskytují oblasti, které se zdají být pro flebotomy vhodnější než oblasti na jihovýchodě (Bavorsko). Severozápad se vyznačuje přímořskými klimatickými podmínkami s mírnými zimami v důsledku vlivu Golského proudu, zatímco jihovýchod je spojen s více kontinentálním klimatem, které se vyznačuje chladnějšími zimami a silnou sezónností. Navíc hory na jihu (např. Černý les, Švábská Alba) mohou omezit východní šíření vektorů a nemocí. Severní části Německa takové bariéry neobsahují (Fischer *et al.*, 2010).

#### 4.2.2. Švýcarsko

Švýcarsko je vnitrozemský stát ve střední Evropě, který se skládá z 26 autonomních kantonů. Všechny studie provedené na přítomnost flebotomů, probíhaly pouze v jižní části země, jelikož jsou zde vhodné klimatické podmínky, ovšem i přesto je hustota populace flebotomů v jižním Švýcarsku velmi nízká. Dospělé jedince lze nalézt pouze mezi koncem června a koncem srpna. Minor Malcantone je kopcovitá oblast v jižním Švýcarsku (kanton Ticino), kde je maximální výška 813 m n. m.. Charakteristickými znaky pro tuto oblast jsou rozsáhlé listnaté lesy, typické středomořské klima a nízká hustota zalidnění (Knechtli *et al.*, 1989).

Pro výzkum z let 1987-1989 byla vybrána oblast poblíž vesnice Sessa, kde bylo celkem odchyceno 450 flebotomů. Byli odchyceni pouze těmi světelnými pastmi, které byly umístěny uvnitř domu nebo v částečně krytých místnostech, v jejichž blízkosti se často vyskytují lidé. Naopak všechna odchytová místa, které se nacházela mimo vesnici (např. v lesích), byla negativní. Celkově byli odchyceni pouze čtyři jedinci druhu *Sergentomyia minuta*. Zbytek odchycených jedinců byl identifikován jako *Ph. perniciosus* a *Ph. mascittii*. Čtyřicet jedinců druhu *Ph. mascittii* (18 samic, 22 samců) bylo odchyceno ve dvou nepoužívaných suterénech s vysokou relativní vlhkostí (85-90 %) a konstantní teplotou (18-20 °C). Podle místa výskytu je *Ph. mascittii* považován za antropofilní a endofilní druh, který se rozmnožuje uvnitř (Grimm *et al.*, 1993).

Dříve bylo pomocí lepkových pastí odchyceno ve štěrbinách kamenných zdí mnoho jedinců druhu *Sergentomyia minuta*, což naznačovalo, že tento druh je ze všech tří druhů přítomných v Malcantone nejhojněji zastoupen (Knechtli *et al.*, 1989). Ovšem v letech 1997-1989 byl pomocí světelných pastí *Sergentomyia minuta* odchycen jen sporadicky (Grimm *et al.*, 1993).



#### 4.2.3. Rakousko

Rakousko je vnitrozemský, převážně hornatý stát. Nížiny a roviny na jihovýchodě jsou součástí Vídeňské a Panonské pánve, pro které je typické kontinentální klima (Poepl *et al.*, 2013b). Ve střední Evropě byly Alpy obecně považovány za přirozenou bariéru geografického rozšíření flebotomů mezi jižní a severní Evropou kvůli rozdílným klimatickým podmínkám (Medlock *et al.*, 2014). Ještě v roce 2008 neexistovaly žádné záznamy ohledně výskytu flebotomů v Rakousku. Nicméně zvýšení teploty pouze o 1 °C by vytvořilo takové klimatické podmínky, které by umožnily výskyt několika druhů flebotomů ve velkých částech Rakouska. Regiony, které by se staly zvláště vhodnými pro jejich výskyt by byly údolí Rýna, údolí Dunaje, východní části spolkové země Burgenlandsko a příhraniční region se Slovinskem. Druhy, jejichž výskyt lze předpokládat, byly *Ph. mascittii* v západních částech Rakouska a *Ph. neglectus* na východě (Aspöck *et al.*, 2008). Konkrétně v Korutanech byl následně v roce 2009 během terénní studie nalezen vůbec první jedinec flebotoma na Rakouském území, *Ph. mascittii* (Naucke *et al.*, 2011; Poepl *et al.*, 2013b).

V Rakousku byly v minulosti hlášeny dva případy s předpokládanou autochtonní infekcí leishmanií (Kollaritsch *et al.*, 1989). Oba pocházely z východních nížinných částí Rakouska, což je právě ta oblast, kde byli nyní flebotomové nalezeni (Poepl *et al.*, 2013a). Období aktivity flebotomů se ukázalo být v Rakousku dostatečně dlouhé na to, aby *leishmania* mohla dokončit svůj životní cyklus ve vektorech (Poepl *et al.*, 2013b).

V poslední době došlo k řadě záznamů výskytu druhu *Ph. mascittii* severněji od oblasti Středozezemí (Medlock *et al.*, 2014). Na koňské farmě ve Vídni byl zaznamenán první výskyt druhu *Ph. mascittii*, což představuje nejsevernější záznam výskytu flebotomů v Rakousku. Ve Vídni jsou optimální klimatické podmínky pro jejich výskyt, ale typických míst pro jejich rozmnožování je zde málo (Kniha *et al.*, 2020).

S cílem prozkoumat možný výskyt flebotomů v oblastech s vhodnými klimatickými podmínkami, byly provedeny entomologické terénní studie v jihovýchodním a severovýchodním Rakousku. V létě v letech 2018-2019 byl proveden průzkum ve dvou různých spolkových zemích Rakouska na čtyřech lokalitách (Rohrau v Dolním Rakousku a Ratzenau, Unterpurkla, Hummersdorf ve Štýrsku). Obě oblasti patří k nejteplejším oblastem v Rakousku, průměrné roční teploty se zde pohybují kolem 20 °C. Celkově bylo odchyceno 450 jedinců (271 v roce 2018 a 179 v roce 2019), podle morfologických znaků byli všichni identifikováni jako *Ph. mascittii* (Kniha *et al.*, 2021b). Právě *Ph. mascittii* je považován za nejrozšířenější druh v Evropě (Kniha *et al.*, 2020). Vzhledem k tomu, že *Ph. mascittii* se vyskytuje v mírných i středozezemních oblastech se zjevnými rozdíly v zimních a letních teplotách, může mít širší teplotní toleranci než jiné druhy. Vrcholky aktivity mezi samci a samicemi se v této studii lišily. Aktivita samců vyvrcholila koncem června, zatímco aktivita samic až koncem července. Typické mírné květnové a červnové teploty mohou přispět k časně aktivitě flebotomů, která začíná na začátku června. Dá se předpokládat, že s neustále rostoucími teplotami, lze v budoucnu pozorovat ještě dřívější aktivitu flebotomů (Kniha *et al.*, 2021b).

V roce 2019 byl odchycen první jedinec druhu *Ph. simici* na území Rakouska, což je zatím nejsevernější a nejzápadnější záznam o tomto druhu. Místo odchytu Orth an der Donau se nachází ve spolkové zemi Dolní Rakousy, přímo u řeky Dunaje, přibližně 15 km západně od Vídně. To, že byl tento druh v Rakousku odchycen,

je poměrně neočekávané, protože ještě nikdy nebyl hlášen v žádné ze sousedních zemí, nejbližší jsou mu nedávné odchyty ze Srbska. Jako možné vysvětlení, že byl odchycen pouze jeden jedinec lze uvést, že v době, kdy byl odchyt prováděn byl sice červenec (nejteplejší měsíc v roce), ale v létě roku 2019 byly v Rakousku pozorovány abnormální povětrnostní podmínky s velkými výkyvy teplot. Dále je nutno uvést, že se jedná pravděpodobně o severní hranici tohoto druhu, a proto lze očekávat nízkou hustotu populace, a tudíž i následný malý počet odchycených jedinců (Kniha *et al.*, 2021a).

#### 4.2.4. Slovensko

I přes probíhající entomologické odchty jiných skupin hmyzu nebyli flebotomové na Slovensku před rokem 2016 zaznamenáni.

V létě roku 2016 byl na Slovensku proveden terénní výzkum, zkoumající možný výskyt flebotomů na 41 lokalitách jihovýchodního a jihozápadního Slovenska. Bylo využito světelných pastí s CO<sub>2</sub>, umístěných do blízkosti přístřešků pro zvířata, komerčních farem anebo soukromých domů, kde nebyly aplikovány žádné insekticidy. Ze všech lokalit byla nalezena pouze jediná samička *Ph. mascittii* v obci Pernek na západním svahu Malých Karpat, odchycená v částečně nepoužívané stodole na bývalé farmě skotu, kde se v době experimentu chovalo pouze asi 25 koní. Tento nález řadí Slovensko k nejsevernějším oblastem výskytu tohoto druhu v Evropě (Dvořák *et al.*, 2016). Předpokládá se souvislost s populací *Ph. mascittii* v Rohrau v Dolním Rakousku, jelikož tyto dvě oblasti nejsou od sebe příliš vzdáleny (Kniha *et al.*, 2021b).

#### 4.2.5. Maďarsko

Maďarsko má mírné kontinentální podnebí. Mezi jednotlivými ročními obdobími jsou velké rozdíly. Jaro je velmi deštivé, zatímco léto je suché a teplé, kdy teploty mohou vystoupat i nad 30 °C. Od roku 1931 jsou určité druhy flebotomů hlášeny i v jižním Maďarsku (Farkas *et al.*, 2011).

V 60. letech 20.století začaly být hlášeny první případy výskytu druhu *Ph. perfiliewi* v Budapešti (Bede-Fazekas *et al.*, 2015). Dosud byl zaznamenán výskyt čtyř druhů flebotomů: *Ph. neglectus*, *Ph. perfiliewi*, *Ph. mascittii*, a *Ph. papatasi* (\*Farkas *et al.*, 2011). Flebotomové byli odchyceni dvěma metodami. Pomocí lepových pastí bylo nejvíce flebotomů odchyceno na jihu země v okresech Baranya a Csongrád, které se nachází na hranicích s Balkánskými státy a na severozápadě v okrese Veszprém. V tomto okrese byl odchycen druh *Ph. mascittii* (Farkas *et al.*, 2011). V okrese Baranya byli na hřbitovní zdi odchyceni jedinci druhu *Ph. neglectus*. Druhý způsob odchytu pomocí světelných pastí s návnadou CO<sub>2</sub> přinesl odchyt dvou samců *Ph. neglectus* a jedné samice *Ph. mascittii* v župě Pest nedaleko Budapešti v červnu roku 2007 (Farkas *et al.*, 2011).

Přítomnost dvou druhů (*Ph. neglectus* a *Ph. mascittii*) v aglomeraci Budapešti lze vysvětlit efektem městského tepelného ostrova, který je hlavní hnací silou oteplování uvnitř měst a lokálně může mít větší vliv než globální oteplování. Jako vhodná stanoviště pro flebotomy mohou sloužit nejen přirozená útočiště, ale také budovy v městské zástavbě. Na základě pozorování, které bylo provedeno v letech 2006-2009 na předměstí Budapešti a v místě městského tepelného ostrova a jeho aglomeraci byl zjištěn oteplovací efekt městského tepelného ostrova o 2,7 °C. V období výzkumu bylo 58 % Budapešti modelováno jako klimaticky vhodné prostředí pro flebotomy, zatímco v letech 2025-2050 se může stát vhodnými až 90 % města (Bede-Fazekas *et*

al., 2015). Na základě této studie se ukázalo, že *Ph. mascitti* a *Ph. neglectus* mohou tolerovat mnohem tužší zimy díky tomu, že využívají lidské prostředí více než dříve. Autoři studie předpokládají, že tyto druhy mohou přezimovat například v kůlnách, garážích či sklepech (Bede-Fazekas *et al.*, 2015).

*Phlebotomus neglectus* je jedním z nejvýznamnějších přenašečů viscerální leishmaniózy v jihovýchodní Evropě (Maroli *et al.*, 2013). Maďarsko je považováno za zemi, ve které se psí leishmanióza skoro nevyskytuje, několik málo recentních případů psí leishmaniózy, způsobené *Leishmania infantum* však bylo v poslední době dokumentováno. První případ autochtonní psí leishmaniózy byl v Maďarsku zaznamenán u dvou psů z jedné chovatelské stanice. Byla provedena studie, která zkoumala přítomnost *Leishmania infantum* i v divoké fauně Maďarska. Bylo otestováno 185 lišek divokých (*Vulpes vulpes*) a 13 šakalů obecných (*Canis aureus*) a ani jedno zvíře nevykazovalo pozitivní výsledek (Farkas *et al.*, 2011).

#### 4.2.6. Rumunsko

Rumunsko je země s mírným kontinentálním podnebím, kde současně v jižních oblastech můžeme pozorovat i středomořské klimatické vlivy (Cazan *et al.*, 2019). V minulosti byl zaznamenán výskyt osmi druhů flebotomů (*Ph. neglectus*, *Ph. perfiliewi*, *Ph. papatasi*, *Ph. sergenti*, *Ph. alexandri*, *Ph. balcanicus*, *Ph. longiductus* a *Sergentomyia minuta*), především na jihu země (Dumitrache *et al.*, 2016). V novějších studiích, probíhajících v letech 2013-2018 na jihozápadě Rumunska, už ovšem došlo k identifikaci pouze pěti druhů: *Ph. perfiliewi*, *Ph. neglectus*, *Ph. balcanicus*, *Ph. papatasi* a *Ph. sergenti* (Cazan *et al.*, 2021a).

V letech 2013-2018 bylo na 132 lokalitách ve 21 okresech Rumunska zkoumáno současné rozšíření flebotomů. Celkem 251 flebotomů bylo přítomno na 7 ze 132 vzorkovaných lokalit. Nejhojnějším druhem byl *Ph. neglectus* (83,27 %). Jeho přítomnost byla historicky zaznamenána podél údolí Dunaje a Bărăganské stepi (jižní, jihozápadní a jihovýchodní Rumunsko). Vyskytoval se převážně ve vlhkých přírodních lokalitách v nadmořských výškách 200-300 m. Současné rozšíření tohoto druhu je omezeno pouze na plošinu Mehedinți (jihozápadní Rumunsko), kde panují podobné podmínky prostředí. Druhým nejhojnějším druhem byl *Ph. perfiliewi*, který se vyskytoval v jihozápadním, jižním a severovýchodním Rumunsku. Zdá se, že tento druh má nejširší geografické rozšíření v Rumunsku. Pouze po jednom kusu byly v Gura Văii (jihozápadní Rumunsko) nalezeny druhy – *Ph. papatasi*, *Ph. balcanicus* a *Ph. sergenti* (Cazan *et al.*, 2019).

Vrchol aktivity *Ph. neglectus* (jihovýchodní Rumunsko) byl přibližně o 15 dní dřív než vrchol aktivity *Ph. perfiliewi* (severovýchodní Rumunsko). Tyto rozdíly mohly být způsobeny odlišnou geografickou polohou, různými mikrohabitaty a také klimatickými rozdíly (Cazan *et al.*, 2021a).

V současné době je náhorní plošina Mehedinți regionem s nejvyšší druhovou diverzitou flebotomů popsaných v Rumunsku, kdy zde můžeme nalézt pět druhů (Cazan *et al.*, 2021a). Ve srovnání s jižními a severovýchodními oblastmi, kde byl přítomen pouze jeden druh, má plošina Mehedinți tyto charakteristické klimatické vlastnosti – jde o jedinou zeměpisnou oblast Rumunska, kde jsou podzimy deštivé a zimy mírné; průměrné roční teploty se zde pohybují mezi 10-11 °C, přičemž ve srovnání se zbytkem země jsou o 2-3 °C vyšší; nadmořská výška se zde pohybuje mezi 400-600 m, se srážkami mezi 700-800 mm (Cazan *et al.*, 2019). Byly

zjištěny významné vzájemné vztahy mezi výše vypsányými klimatickými parametry, prvním datem odchyty flebotomů a počtem jedinců jednoho druhu na určitém územím (Alten *et al.*, 2016).

V létě v letech 2018 a 2019 byly umístěny světelné pasti v Canarua Fetii v jihovýchodním Rumunsku. Toto chráněné území se nachází v jihozápadní části náhorní plošiny Dobrodruža a je tvořeno vlhkým vápencovým kaňonem, zatímco náhorní plošina je sušší. Nadmořská výška je 100–130 m na plošině a 18–26 m v údolí. Bylo zde odchyceno 645 flebotomů, až na jednoho určených jako *Ph. neglectus*. Zbývající jedna samice byla podle specifické morfologie hltnu a genitálií popsána jako nový druh *Ph. simonahalepae*. Kromě objevení nového druhu tato studie také popsala změny ve složení fauny v této oblasti. Oproti roku 1970, kdy zde byly nejvíce zastoupeny druhy *Ph. balcanicus* a *Sergentomyia minuta*, nyní dominuje druh *Ph. neglectus*. Tyto změny lze vysvětlit řadou faktorů, zejména faktory životního prostředí a faktory lidského chování, včetně rozšířeného používání insekticidů v Rumunsku během programů na eradikaci malárie (1958-1964) (Cazan *et al.*, 2021b).

V Rumunsku je potvrzen výskyt tří druhů, které mohou být přenašeči *Leishmania infantum*: *Ph. perfiliewi*, *Ph. neglectus* a *Ph. balcanicus* (Cazan *et al.*, 2021a). První případ viscerální leishmaniózy popsal Manicaticide v roce 1912. V roce 1934 bylo popsáno ohnisko viscerální leishmaniózy v oblasti Oltenia, které čítalo 24 případů (Găman *et al.*, 2010). V zemi jsou známy i importované případy lidské leishmaniózy (Mihalca *et al.*, 2019), např. případ 28leté pacientky, která strávila 14 dní v Řecku (Găman *et al.*, 2010).

#### 4.2.7. Bulharsko

Přestože Bulharsko neleží ve Středomoří, jsou zde příznivé podmínky pro šíření leishmaniózy. Za posledních 20 let se výskyt viscerální leishmaniózy v Bulharsku výrazně zvýšil a onemocnění je v současné době přítomno téměř v celé zemi, což naznačuje, že celá země může být potencionálně endemická. Od roku 1988 jsou autochtonní případy viscerální leishmaniózy hlášeny téměř každý rok (Harizanov *et al.*, 2013).

Do roku 2011 bylo na území Bulharska identifikováno pouze 5 druhů, a to *Ph. papatasi*, *Ph. sergenti*, *Ph. perniciosus*, *Ph. balcanicus* a *Ph. tobbi* (Mihalca *et al.*, 2019). Mezi roky 2014 a 2016 byl v Bulharsku proveden odchyt flebotomů během kterého byly zaznamenány nové druhy: *Ph. neglectus*, *Ph. perfiliewi*, *Ph. kandelakii*, *Ph. alexandri* a *Sergentomyia dentata* (Dvořák *et al.*, 2020). Hristova, ve svém článku z roku 2005 uvádí dva druhy: *Ph. papatasi* a *Ph. chinensis*, které byly nalezeny v Údolí thráckých králů a v údolí Dunaje. Pokud se ale vezme v potaz známá oblast rozšíření *Ph. chinensis*, tak zde došlo s největší pravděpodobností k chybné identifikaci druhu a o *Ph. chinensis* se nejedná (Mihalca *et al.*, 2019).

#### 4.2.8. Moldávie

V minulosti byla v Moldavsku hlášena přítomnost pouze tří druhů: *Ph. papatasi*, *Ph. perfiliewi* a *Ph. chinensis* (Mihalca *et al.*, 2019). Nejsevernější lokalita, kde v 50. letech došlo k odchytu *Ph. papatasi*, bylo město Kišiněv (47°02').

Po padesáti letech byla v jižním Moldavsku provedena nová studie, která měla za úkol popsat změny, které ve výskytu flebotomů v zemi nastaly. Terénní průzkumy na 58 lokalitách ve 20 regionech, provedené v letech 2013-2017, našly 793 flebotomů ze 30 lokalit patřících do 12 regionů. Jednalo se jak o venkovské prostředí v jižním Moldavsku, tak o městské oblasti středního Moldavska. Nasbírané druhy byly *Ph. papatasi*,

*Ph. perfliewi* a blíže neurčený druh z podrodu *Adlerius*, jehož morfologické ani molekulární znaky nebyly shodné s žádným dosud popsaným druhem tohoto podrodu. *Phlebotomus papatasi* byl v Moldávii nejrozšířenější a nejhojnější druh, obýval lidská obydlí (ve střední a jižní Moldávii), kde zároveň i sál na svých hostitelích. Můžeme tedy říct, že se jednalo o silně antropofilní druh, jak naznačovala analýza jeho krve. Nejsevernější záchyt tohoto druhu byl na 47° 35'–47° 47'. Druhým nejhojnějším byl *Ph. perfliewi*, jeden z hlavních přenašečů *Leishmania infantum* ve Středomoří.

Moldavsko je považováno pro lidskou leishmaniózu za neendemickou zemi. Žádné autochtonní případy zde nebyly hlášeny (Şuleşco *et al.*, 2021). Na jaře 2013 byl objeven první importovaný lidský případ viscerální leishmaniózy. Jednalo se roční dítě, které cestovalo se svými rodiči z města Rustavi v Gruzii do moldavského regionu Străşeni (Mihalca *et al.*, 2019).

#### 4.2.9. Ukrajina

Ukrajina je považována za neendemickou oblast pro viscerální leishmaniózu s výjimkou Krymu, kde bylo v minulosti několik případů diagnostikováno. K prvnímu úmrtí na viscerální leishmaniózu došlo v srpnu roku 2007. Zemřelo tehdy 8leté dítě, které žilo v Kyjevě a k jeho nákaze došlo pravděpodobně na rodinné dovolené na pobřeží Černého moře poblíž města Feodosija (Krym) (Zinchuk *et al.*, 2010).

V roce 1947 došlo na jižní Ukrajině ve městě Reni k vypuknutí horečky způsobené druhem *Ph. papatasi* (Şuleşco *et al.*, 2021). Ukrajina v letech 1951 a 1954 usilovala o vyhubení flebotomů na svém území, proto zde docházelo k ošetření budov dichlordifenyltrichlorethanem (DDT) a hexachlorcyklohexanem v těch vesnicích, kde byla hustota populace flebotomů vysoká. Tento přístup umožnil rychlé snížení nemocnosti populace a výrazně snížil hustotu flebotomů (Gritsai *et al.*, 1957). Podle posledních aktualizovaných záznamů byly *Ph. similis* a *Ph. longiductus* odchyceni na jižní Ukrajině a *Ph. papatasi*, *Ph. alexandri*, *Ph. similis*, *Ph. neglectus*, *Ph. perfliewi*, *Ph. balcanicus* a *Ph. longiductus* na Krymu (Mihalca *et al.*, 2019). Z druhů hlášených na Ukrajině a na Krymském poloostrově mohou být *Ph. longiductus*, *Ph. neglectus*, *Ph. balcanicus* a *Ph. perfliewi* potencionálními přenašeči *Leishmanium infantum* (Alten *et al.*, 2016).

## 5. Diskuse a závěr

Ve své bakalářské práci jsem se pokusila shrnout současné rozšíření flebotomů v Evropě a také potencionální rozšíření flebotomů v Evropě i v budoucnu. Můžeme zaznamenat značné rozdíly jak mezi jednotlivými evropskými regiony, tak i mezi jednotlivými státy. Faktory prostředí jsou hlavními příčinami, které ovlivňují život flebotomů (Chalghaf *et al.*, 2018), avšak přítomnost horských masivů či vodních ploch může omezit jejich geografické šíření do nových vhodných oblastí pro jejich život (Fischer *et al.*, 2011).

Předpokládá se, že centrální oblast evropského kontinentu se bude stále více klimaticky podobat středomořské oblasti, kde jsou onemocnění přenášená flebotomy endemická (Medlock *et al.*, 2014). Teplota a vlhkost jsou dva nejdůležitější klimatické faktory, které ovlivňují aktivitu, vývoj a přežití jednotlivých druhů. Nadmořská výška je také důležitým faktorem pro rozšíření flebotomů (Tsirigotakis *et al.*, 2018). Prahové hodnoty teploty a vlhkosti se u jednotlivých druhů liší, ale obecně lze říci, že průměrná teplota vzduchu

nejteplejšího měsíce kolem 25 °C a vlhkost vzduchu 60 %, jsou vhodnými podmínkami pro několik druhů (Killick-Kendrick, 1999). V důsledku klimatických změn se areál výskytu flebotomů v průběhu posledního desetiletí rozšířil v Evropě směrem na sever ze zeměpisných šířek pod 45° severní šířky do zeměpisných šířek těsně nad 50° severní šířky (Naucke *et al.*, 2008). Podle Mezivládního panelu pro změnu klimatu se teplota v oblasti Středomoří v průběhu 21. století zvýší, zatímco současně s tím budou roční srážky klesat. Průměrné roční oteplování se bude v jižní Evropě a středomořské oblasti mezi sebou lišit od 2,2 do 5,1 °C, což povede k teplejším létům a mírnějším zimám (Chalghaf *et al.*, 2018). Optimální průměrná teplota pro vývoj flebotomů a parazitů *Leishmania* je přibližně 25 °C (Killick-Kendrick *et al.*, 1987). Předpokládaná změna okolní teploty by zvýšila celkovou frekvenci sání flebotomů a zkrátila by inkubační dobu infekčního agens v přenašeči (Bates *et al.*, 2008), které pak mohou způsobit infekčních onemocnění (Chalghaf *et al.*, 2018). Vyšší teplota by také snížila úmrtnost flebotomů během zimy.

Většina druhů se přirozeně vyskytuje v blízkosti lidských obydlí nebo na farmách, kde se nacházela různá domácí a hospodářská zvířata (prasaty, kozy, drůbež, koně, psy či králíci) (Killick-Kendrick, 2002), tudíž toto jsou místa, kde byly nejčastěji odchyteny (Bino *et al.*, 2019; Kasap *et al.*, 2015). I přes předpokládaný vliv klimatických změn v Evropě na změny areálu výskytů flebotomů a jejich šíření do nových oblastí by tento trend mohly zpomalit změny ve využívání krajiny, vedoucí ke ztrátě vhodných habitatů. Příkladem může být rakouský venkov, kde bourání a renovace typických odchyťových míst, jako jsou staré stodoly a kůlny, může být potenciálním omezením jejich dalšího šíření. To bylo dokumentováno při odchytu v Horním Rakousku a Vorarlbersku, kde bylo hledání tradičních starých stodol či chlévů obtížné, což mohl být jeden z hlavních důvodů, proč v těchto oblastech dosud nebyl zaznamenán žádný výskyt flebotomů, navzdory příznivým klimatickým parametrům (Kniha *et al.*, 2020).

Modelování změn rozšíření flebotomů se věnovalo několik následujících prací. Rozhodla jsem se v závěru probrat projekce těchto modelů pro jednotlivé druhy a srovnat je se skutečnými nálezy terénních studií. Modely, které jsou založené pouze na klimatických datech jako je teplota, vlhkost atd., které neberou v potaz biologické vlastnosti flebotomů, nemusí být přesné (Ready, 2008).

Oblasti vhodné pro *Phlebotomus papatasi* se pohybují od 19° severní šířky na africké Sahaře a nad 48° severní šířky v jižní Evropě. Projekce změny klimatu byly simulovány Kanadským centrem pro modelování a analýzu klimatu (Kim *et al.*, 2003) pro roky 2020, 2050 a 2080 podle pesimistického a optimistického scénáře. Pesimistický scénář (PS) popisuje vysoce heterogenní budoucí svět s regionálně orientovanými ekonomikami. Hlavními faktory jsou vysoké tempo růstu populace, zvýšená spotřeba energie, změny ve využívání půdy a pomalé technologické změny. Optimistický scénář (OS) je také regionálně orientovaný, ale převažuje zde vývoj směrem k ochraně životního prostředí. Ve srovnání s PS má OS nižší tempo růstu populace a menší nárůst hrubého domácího produktu, ale rozmanitější technologické změny a pomalejší změny ve využívání půdy (IPCC Fourth Assessment Report) Projekce změny klimatu pro *Phlebotomus papatasi* v PS ukázala, že se tento druh posune na sever přibližně o 950 km do roku 2080. V OS se nepředpokládá tak velký posun severním směrem. Předpokládá se, že v roce 2080 dojde k maximálnímu posunu o 730 km severně. Zdá se, že vhodná oblast pro

přítomnost *Ph. papatasi* bude v severní a západní Evropě (Chalghaf *et al.*, 2018). Ve skutečnosti byl *Ph. papatasi* odchycen v Portugalsku, Španělsku, Francii, Itálii, Severní Makedonii, Bosně a Hercegovině, Chorvatsku, Srbsku, Kosovu, Albánii, Slovinsku, Řecku, Evropské části Turecka, Maďarsku, Rumunsku, Bulharsku, Moldávii a na Ukrajině.

*Phlebotomus similis* se v současné době vyskytuje v Albánii, Řecku a na Ukrajině a *Phlebotomus sergenti* v Portugalsku, Španělsku, Francii, Andoře, Chorvatsku, Severní Makedonii, Srbsku, Kosovu, Evropské části Turecka, Rumunsku a Bulharsku. *Ph. similis* a *Ph. sergenti* jsou blízce příbuzné druhy s velmi podobnými ekologickými nároky. Vhodné oblasti pro jejich výskyt se podle modelu v budoucnu budou značně překrývat (Trájer *et al.*, 2013). Velmi podobné klimatické požadavky druhů *Ph. sergenti* a *Ph. similis* lze vysvětlovat možnou existencí společného třetihorního předka, k jehož usazení mohlo dojít ve Středomoří během epochy miocénu (Depaquit *et al.*, 2002).

V současnosti pozorovaná severní hranice rozšíření *Ph. ariasi* je blízko 49° severní šířky, ale jejich rozšíření je omezeno na Španělsko a Francii. Modelování na základě niky je metoda, která předpovídá reakci jednotlivých druhů flebotomů na změnu klimatu (Ibáñez *et al.*, 2006). Na rozdíl od mechanických modelů se tento model pokouší najít statistické korelace mezi rozšíření druhů a klimatem a modeluje možné budoucí rozšíření (Guisan *et al.*, 2000; Elith *et al.*, 2009). Model ukazuje, že možný rozsah je mnohem širší a dosahuje 53° severní šířky v Německu. Na severu považuje model území pro potencionální rozšíření *Ph. ariasi* až k německo-polské hranici, na jihu zahrnuje téměř celý Balkánský poloostrov a Karpatskou kotlinu a celý Apeninský poloostrov (Trájer *et al.*, 2013). Podle scénářů změny klimatu se předpokládá, že tento druh postupně vymizí z důvodu nevhodných klimatických podmínek ze západní Evropy (Španělsko, Francie), zatímco se přesune do střední a východní Evropy. Tento posun se odhaduje směrem na východ maximálně o cca 1 200 km. Ve vyšší nadmořské výšce ve Španělsku, byl nově zaznamenán výskyt psí leishmaniózy a také zde byl pozorován nárůst početnosti druhu *Ph. ariasi*. Toto představuje riziko pro migraci tohoto druhu do těchto oblastí v reakci na rostoucí teplotu (Gálvez *et al.*, 2010). V současné době byl tento druh zaznamenán v Portugalsku, Španělsku, Francii a Andoře.

*Phlebotomus perniciosus* se vyskytuje v Portugalsku, Španělsku, Francii (po Paříž), jižním Švýcarsku, severozápadním Balkánu a Itálii (ECDC). V budoucnu bude *Ph. perniciosus*, stejně jako v současnosti, stále upřednostňovat oblasti s nízkou nadmořskou výškou. Výsledek genetické studie ukazuje, že okrajové populace *Ph. perniciosus* by měly být schopny se poměrně rychle rozšířit do severozápadní Evropy, pokud zde oteplování klimatu k tomu poskytne vhodné podmínky (Aransay *et al.*, 2003). V Andoře byl *Ph. perniciosus* zachycen pouze na jihu na dvou odchytových místech v nadmořských výškách pod 1 000 m n. m. (Ballart *et al.*, 2012). Ve Španělsku se předpokládá větší rozšíření (a zvýšená hustota) tohoto druhu v oblasti Madridu (Gálvez *et al.*, 2011). Na severu Itálie se *Ph. perniciosus* vyskytoval jak v předalpské, tak i v před apeninské oblasti (Michelutti *et al.*, 2021). Byl nalezen ve velké hustotě na většině odchytových míst jak v kopcovitých, tak i v nižších horských oblastech (Maroli *et al.*, 2008).

Ve střední Evropě byly Alpy obecně považovány za přirozenou alopatickou bariéru geografického rozšíření flebotomů mezi jižní a severní Evropou. V poslední době však došlo k odchycení druhu *Ph. mascittii* severněji (na koňské farmě ve Vídni (Kníha *et al.*, 2020)), což představuje nejsevernější zaznamenané místo výskytu v Evropě. *Phlebotomus mascittii* se vyskytuje v nízkých počtech, tudíž je o jeho biologii známo málo (Naucke *et al.*, 2000; Medlock *et al.*, 2014) a jde zatím o jediný evropský druh, který byl i během zimy nalezen aktivní ve speciálních ekologických nikách (železniční tunel) (Naucke *et al.*, 2008). V Korutanech byl v roce 2009 během terénní studie nalezen vůbec první jedinec tohoto druhu flebotoma na Rakouském území (Naucke *et al.*, 2011).

V Německu jsou oblasti se středomořským klimatem, které jsou vhodné pro přežití a usazení flebotomů (Naucke *et al.*, 2008). Existuje několik domněnek, že výskyt flebotomů v klimaticky příznivých částech Německa představuje pozůstatky imigrace z oblastí Středomoří (pravděpodobně přes údolí Rhôna-Rýn) během velmi raného teplejšího postglaciálního období. Klima v holocénu během posledních 12 000 let bylo zvláště teplé, tzv. klimatické optimum holocénu (před 6 500-4 500 lety) a během tohoto období muselo dojít k intenzivní (re-) imigraci zvířat a rostlin ze středomořských oblastí (Aspöck *et al.*, 2008).

*Phlebotomus perfiliewi* se v současné době vyskytuje v Itálii, Slovinsku, Chorvatsku, Černé Hoře, Srbsku, Albánii, Řecku, Rumunsku, Maďarsku a Turecku (ECDC; Trájer *et al.*, 2018). Odchyt v kraji Csongard poblíž hranic se Srbskem v roce 2009 čítal více než 300 dospělých flebotomů druhu *Ph. perfiliewi* na dvou lokalitách (Farkas *et al.*, 2011). Tyto nálezy byly prvními zprávami o tomto druhu v Maďarsku od roku 1932. Na ostrově Korfu během průzkumů v srpnu 1996 tvořil druh *Ph. perfiliewi* téměř 5 % všech odchycených dospělých jedinců (Medlock *et al.*, 2014). Další průzkumy ohledně výskytu flebotomů v Řecku zdůrazňují, že rozšíření *Ph. perfiliewi* souvisí s vlhkým klimatem kontinentálního Řecka. Toto je důvod, proč je tento druh tak vzácný na řeckých ostrovech, kde je středomořské klima (Ivović *et al.*, 2007).

*Phlebotomus neglectus* je v Evropě rozšířený od Itálie přes Balkán až po Turecko (ECDC; Léger *et al.*, 2002). Farkas *et al.*, 2011 uvádějí první nálezy *Ph. neglectus* v Maďarsku, jde o nejsevernější záznam tohoto druhu v Evropě. V Řecku tento druh sám o sobě tvoří 45 % z celkové populace flebotomů na ostrovech v Egejském moři (Tsirigotakis *et al.*, 2018). Od roku 1917 nebyl *Ph. neglectus* na severu Itálie nalezen, ale v roce 1995 byl znovu odchycen na několika předalpských lokalitách. Toto naznačuje, že se tento druh vyskytuje ve vysoké hustotě i v severní části svého rozšíření (Maroli *et al.*, 2008).

Délka aktivní sezóny (dvě generace ve Středomoří, jedna generace mimo něj) významně ovlivňuje frekvenci přenosu leishmanií. Leishmanióza se začala stále více vyskytovat v severnějších zeměpisných šířkách, kde se flebotomové buď nevyskytují nebo jsou zde přítomni ve velmi nízkých hustotách (Německo). Nejpravděpodobněji to lze vysvětlit tím, že si lidé přivezou psa z endemických oblastí nebo v těchto oblastech trávili dovolenou i se svým psem, kdy následně u feny v případě jejího zabřeznutí dojde k přenosu na plod. Právě tento nevektorový přenos by mohl vysvětlit mnoho autochtonních případů psí leishmaniózy v Německu (Naucke *et al.*, 2004).



Terénní průzkumy v neendemických regionech zaměřující se na detekci přítomnosti flebotomů a monitorování případů onemocnění, jsou důležité pro prevenci vzniku nových ohnisek onemocnění. Kromě toho by domácí mazlíčci, zejména psi, kteří cestují z endemických oblastí do oblastí neendemických, měli být kontrolováni, aby se zabránilo riziku přenosu, jelikož právě psi by mohli být rezervoárovými hostiteli tohoto onemocnění (Chalghaf *et al.*, 2018).

Je také zajímavé porovnat rozšíření flebotomů a rozšíření komárů v Evropě. V Evropě byl dosud zaznamenán výskyt šesti druhů invazních nebo potencionálně invazních nepůvodních komárů, u nichž bylo prokázáno, že mohou být vektorem pro přenos patogenů na člověka. Jde o *Aedes aegypti*, *A. albopictus*, *A. japonicus*, *A. koreicus*, *A. atropalpus* a *A. triseriatus*. Mimo tyto druhy byly v roce 2004 zachyceny v pneumatikách dovezených z USA larvy druhů *Orthopodomyia signifera* a *Toxorhynchites rutilus*. Nepředstavují však hrozbu z pohledu ohrožení lidského zdraví. Samičky *O. signifera* sají na ptácích a samičky *T. rutilus* nesají krev vůbec (Rudolf *et al.*, 2017). Původní rozšíření *A. albopictus* bylo omezeno pouze na jihovýchodní Asii, ale v posledních desetiletích se rozšířil do různých zemích Ameriky, Afriky a Evropy prostřednictvím nákladní dopravy (Reiter *et al.*, 1987; Tatem *et al.*, 2006). V Evropě se tento druh v současnosti vyskytuje v oblasti Středozevního moře, ovšem i zde již dochází k rozšiřování jeho populací (Roiz *et al.*, 2011). Budoucí projekce ukazují nárůst oblastí s vhodným klimatem pro *A. albopictus* ve střední a západní části Evropy do roku 2040. Východní část Evropy by měla mít vhodné klima od roku 2070 (Fischer *et al.*, 2011). Jak jichž bylo uvedeno, po roce 2030 a zejména po roce 2050 se bude areál obývaný těmito druhy nadále rozšiřovat. U flebotomů nebyl dosud popsán žádný druh, který by byl do nové oblasti svého výskytu zavlečen lidskou činností podobně jako tomu je u komárů.

V mediteránních oblastech je hustota populace flebofauny vysoká a v mnoha zemích kvůli tomu dochází k přenosu leishmaniózy. Ovšem i v některých mediteránních zemích se vyskytují oblasti (např. severovýchod Bosny a Hercegoviny), kde se flebotomové začali vyskytovat teprve v posledním desetiletí (Hukić *et al.*, 2020). Mimo Středomořskou oblast jsou země (např. regiony podél Rýnského příkopu až po Frankfurt v Německu a oblast Minor Malcantone v jižním Švýcarsku), jejichž klima se začíná podobat klimatu středomořskému. V některých oblastech Evropy (Kosovo a Moldávie) byly výzkumy na přítomnost flebotomů obnoveny po dlouhé době, avšak z některých evropských států máme stále neaktuální data (Švýcarsko). Nelze tedy říct, zda se jedná o druhy, které jsou zde objeveny poprvé nebo se zde tyto druhy již vyskytují delší dobu. S ohledem na dlouhodobě prováděný výzkum v Rakousku, můžeme říct, že byl výskyt druhu *Ph. mascitti* poprvé zaznamenán v Korutanech až v roce 2009 (Naucke *et al.*, 2011). V Evropě byly v některých zemích popsány nové druhy flebotomů. V Rumunsku je jedná o nový druh *Ph. simonahalepae* (Cazan *et al.*, 2021b) a na Krétě byly popsány dva nové druhy *Ph. killicki* (Kasap *et al.*, 2015) a *Ph. creticus* (Dvořák *et al.*, 2020).

Itálie patří mezi země, kde je flebofauna dobře prozkoumána. Jak na jihu, tak na severu, byla zaznamenána přítomnost flebotomů. V provincii Bolzano – Jižní Tyrolsko byly zaznamenány dva případy viscerální leishmaniózy (Morosetti *et al.*, 2020). Psí leishmanióza je endemická ve středních a jižních oblastech, a je také přítomna na italských ostrovech (Montecristo, Lampedusa) (Zanet *et al.*, 2014; Foglia Manzillo *et al.*, 2018). V Řecku byly provedeny výzkumy na přítomnost flebotomů napříč celou zemí. Studie byly provedeny na

lokalitách v severním Řecku, ve středním Řecku a na řeckých ostrovech. Ve všech těchto oblastech byli flebotomové odchyceni. Kréta je společně s regionem Atén hlavním endemickým ohniskem viscerální, kožní a psí leishmaniózy způsobené *L. infantum* (Ivović *et al.*, 2007), jejímž prokázaným přenašečem je *Phlebotomus neglectus* (Maroli *et al.*, 2013). Balkánské státy představují oblasti, kde výzkumy byly na delší dobu přerušeny a jsou zde lokality, které nejsou dostatečně prozkoumány. Druhy, které byly v Evropě nově identifikovány, byly odchyceny ve většině případů v těch zemích, kde výzkum nebyl přerušen (Rumunsko, Kréta) (Dvořák *et al.*, 2020; Kasap *et al.*, 2015).

Některé studie naznačují, že nedávné rozšíření flebotomů do kontinentálních oblastí je způsobeno pasivním přenosem z tradičních endemických oblastí nebo také migrací na malé vzdálenosti ze sousedních endemických oblastí (Ferroglio *et al.*, 2010). V některých zemích Evropy jsou na základě provedených výzkumů získány jasné důkazy o šíření populací druhů do nových regionů. Jako příklad lze uvést oblast Clairvaux-les-lacs ve Francii (Kasbari *et al.*, 2012) nebo severní část Itálie, která byla dříve považována za neendemickou oblast (Ferroglio *et al.*, 2010). Avšak od 90. let 20. století se v severní části Itálie začala objevovat nová ohniska psí leishmaniózy. Proto zde byly provedeny terénní studie, které zmapovaly přítomnost flebotomů během let 2003-2004. Ve srovnání s historickými daty se ukazuje, že došlo k velkým změnám v rozšíření některých druhů flebotomů na severu Itálie (Maroli *et al.*, 2008).

## 6. Zdroje

- Afonso MO, Campino L, Cortes S, Alves-Pires C. The phlebotomine sandflies of Portugal. XIII--Occurrence of *Phlebotomus sergenti* Parrot, 1917 in the Arrabida leishmaniasis focus. *Parasite*. 2005;12(1):69-72.
- Akhoundi M, Kuhls K, Cannet A, Votýpka J., et al. A Historical Overview of the Classification, Evolution, and Dispersion of Leishmania Parasites and Sandflies [published correction appears in PLoS Negl Trop Dis. 2016 Jun;10(6):e0004770]. *PLoS Negl Trop Dis*. 2016;10(3):e0004349.
- Alarcón-Elbal PM, González MA, Delacour-Estrella S, Bravo-Barriga D, et al. First Findings and Molecular Data of *Phlebotomus mascittii* (Diptera: Psychodidae) in the Cantabrian Cornice (Northern Spain). *J Med Entomol*. 2021;58(6):2499-2503.
- Alten B, Ozbel Y, Ergunay K, Kasap OE, et al. Sampling strategies for phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in Europe. *Bull Entomol Res*. 2015;105(6):664-678.
- Alten B, Maia C, Afonso MO, Campino L, et al. Seasonal Dynamics of Phlebotomine Sand Fly Species Proven Vectors of Mediterranean Leishmaniasis Caused by *Leishmania infantum*. *PLoS Negl Trop Dis*. 2016;10(2):e0004458.
- Alvar J, Vélez ID, Bern C, Herrero M, et al. Leishmaniasis worldwide and global estimates of its incidence. *PLoS One*. 2012;7(5):e35671.
- Aransay AM, Ready PD, Morillas-Marquez F. Population differentiation of *Phlebotomus perniciosus* in Spain following postglacial dispersal. *Heredity (Edinb)*. 2003;90(4):316-325.
- Aransay AM, Testa JM, Morillas-Marquez F, Lucientes J, et al. Distribution of sandfly species in relation to canine leishmaniasis from the Ebro Valley to Valencia, northeastern Spain. *Parasitol Res*. 2004;94(6):416-420.
- Aspöck H, Gerersdorfer T, Formayer H, Walochnik J. Sandflies and sandfly-borne infections of humans in Central Europe in the light of climate change. *Wien Klin Wochenschr*. 2008;120(19-20 Suppl 4):24-29.
- Ayhan N, Velo E, de Lamballerie X, Kota M, et al. Detection of *Leishmania infantum* and a Novel Phlebovirus (Balkan Virus) from Sand Flies in Albania. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2016;16(12):802-806.
- Ballart C, Barón S, Alcover MM, Portús M, et al. Distribution of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in Andorra: first finding of *P. perniciosus* and wide distribution of *P. ariasi*. *Acta Trop*. 2012;122(1):155-159.
- Ballart C, Guerrero I, Castells X, Barón S., et al. Importance of individual analysis of environmental and climatic factors affecting the density of *Leishmania* vectors living in the same geographical area: the example of *Phlebotomus ariasi* and *P. perniciosus* in northeast Spain. *Geospat Health*. 2014;8(2):389-403.
- Barón SD, Morillas-Márquez F, Morales-Yuste M, Díaz-Sáez V, et al. Risk maps for the presence and absence of *Phlebotomus perniciosus* in an endemic area of leishmaniasis in southern Spain: implications for the control of the disease. *Parasitology*. 2011;138(10):1234-1244.
- Benedict MQ, Levine RS, Hawley WA, Lounibos LP. Spread of the tiger: global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2007;7(1):76-85.
- Bates PA. *Leishmania* sand fly interaction: progress and challenges. *Curr Opin Microbiol*. 2008;11(4):340-344.

- Bede-Fazekas Á, Trájer A. Potential urban distribution of *Phlebotomus mascittii* Grassi and *Phlebotomus neglectus* Tonn. (Diptera: Psychodidae) in 2021-50 in Budapest, Hungary. *J Vector Borne Dis.* 2015;52(3):213-218.
- Bino S, Velo E, Kadriaj P, Kota M, et al. Detection of a Novel Phlebovirus (Drin Virus) from Sand Flies in Albania. *Viruses.* 2019;11(5):469.
- Bogdan C, Schönian G, Bañuls AL, Hide M, et al. Visceral leishmaniasis in a German child who had never entered a known endemic area: case report and review of the literature. *Clin Infect Dis.* 2001;32(2):302-306.
- Bosnić S, Gradoni L, Khoury C, Maroli M. A review of leishmaniasis in Dalmatia (Croatia) and results from recent surveys on phlebotomine sandflies in three southern counties. *Acta Trop.* 2006;99(1):42-49.
- Boutsini S, Athanasiou LV, Spanakos G, Ntousi D, et al. Phlebotomine sandflies and factors associated with their abundance in the leishmaniasis endemic area of Attiki, Greece. *Parasitol Res.* 2018;117(1):107-113.
- Calzolari M, Angelini P, Finarelli AC, Cagarelli R, et al. Human and entomological surveillance of Toscana virus in the Emilia-Romagna region, Italy, 2010 to 2012. *Euro Surveill.* 2014;19(48):20978.
- Chamaillé L, Tran A, Meunier A, Bourdoiseau G, et al. Environmental risk mapping of canine leishmaniasis in France. *Parasit Vectors.* 2010;3:31.
- Campino L, Cortes S, Dionísio L, Neto L, et al. The first detection of *Leishmania major* in naturally infected *Sergentomyia minuta* in Portugal. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2013;108(4):516-518.
- Carvalho BM, Rangel EF, Vale MM. Evaluation of the impacts of climate change on disease vectors through ecological niche modelling. *Bull Entomol Res.* 2017;107(4):419-430.
- Cazan CD, Păstrav IR, Györke A, Oguz G, et al. Seasonal dynamics of a population of *Phlebotomus* (*Larrousius*) *perfiliewi* Parrot, 1930 (Diptera: Psychodidae) in North-Eastern Romania. *Parasitol Res.* 2019;118(5):1371-1384.
- Cazan CD, Horváth C, Panait LC, Porea D, et al. Seasonal dynamics of *Phlebotomus neglectus* (Diptera: Psychodidae) in cave microhabitats in Romania and the rediscovery of *Sergentomyia minuta* (Rondani, 1843) after 50 years. *Parasit Vectors.* 2021a;14(1):476.
- Cazan CD, Sándor AD, Erisoz Kasap O, Alten B, et al. Sand fly fauna of South-Eastern Romania, with the description of *Phlebotomus* (*Transphlebotomus*) *simonahalepae* n. sp. (Diptera: Psychodidae). *Parasit Vectors.* 2021b;14(1):448.
- Chalghaf B, Chemkhi J, Mayala B, Harrabi M, et al. Ecological niche modeling predicting the potential distribution of *Leishmania* vectors in the Mediterranean basin: impact of climate change. *Parasit Vectors.* 2018;11(1):461.
- Chappuis F, Sundar S, Hailu A, Ghalib H, et al. Visceral leishmaniasis: what are the needs for diagnosis, treatment and control? *Nat Rev Microbiol.* 2007;5(11):873-882.
- Chowdhury R, Kumar V, Mondal D, Das ML, et al. Implication of vector characteristics of *Phlebotomus argentipes* in the kala-azar elimination programme in the Indian sub-continent. *Pathog Glob Health.* 2016;110(3):87-96.

- Cotteaux-Lautard C, Leparç-Goffart I, Berenger JM, Plumet S, et al. Phenology and host preferences *Phlebotomus perniciosus* (Diptera: Phlebotominae) in a focus of Toscana virus (TOSV) in South of France. *Acta Trop.* 2016;153:64-69.
- Dakic ZD, Pelemis MR, Stevanovic GD, Poluga JL, et al. Epidemiology and diagnostics of visceral leishmaniasis in Serbia. *Clin Microbiol Infect.* 2009;15(12):1173-1176.
- Demir S, Göçmen B. Faunistic Study of Sand Flies in Northern Cyprus. *North-Western Journal of Zoology.* 2010;6:149-161.
- Depaquit J, Léger N, Ferté H, Rioux JA, et al. Les Phlébotomes de l'île de Chypre. III. Inventaire Faunistique. *Parasite.* 2001;8:11-20. [in French]
- Depaquit J, Ferté H, Léger N, Lefranc F, et al. ITS 2 sequences heterogeneity in *Phlebotomus sergenti* and *Phlebotomus similis* (Diptera, Psychodidae): possible consequences in their ability to transmit *Leishmania tropica*. *Int J Parasitol.* 2002;32(9):1123-1131.
- Depaquit J, Grandadam M, Fouque F, Andry PE, et al. Arthropod-borne viruses transmitted by Phlebotomine sandflies in Europe: a review. *Euro Surveill.* 2010;15(10):19507.
- Dereure J, Vanwambeke SO, Malé P, Martinez S, et al. The potential effects of global warming on changes in canine leishmaniasis in a focus outside the classical area of the disease in southern France. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2009;9(6):687-694.
- Dumitrache MO, Nachum-Biala Y, Gilad M, Mircean V, et al. The quest for canine leishmaniasis in Romania: the presence of an autochthonous focus with subclinical infections in an area where disease occurred. *Parasit Vectors.* 2016;9(1):297.
- Dvorak V, Hlavackova K, Kocisova A, Volf P. First record of *Phlebotomus* (*Transphlebotomus*) *mascittii* in Slovakia. *Parasite.* 2016;23:48.
- Dvořák V, Tsirigotakis N, Pavlou C, Dokianakis E, et al. Sand fly fauna of Crete and the description of *Phlebotomus* (*Adlerius*) *creticus* n. sp. (Diptera: Psychodidae). *Parasit Vectors.* 2020;13(1):547.
- Dvorak V, Kasap OE, Ivovic V, Mikov O, et al. Sand flies (Diptera: Psychodidae) in eight Balkan countries: historical review and region-wide entomological survey. *Parasit Vectors.* 2020;13(1):573.
- Elith J, Leathwick JR. Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction across Space and Time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics.* 2009;40:677-697.
- Ergunay K, Kasap OE, Orsten S, Oter K, et al. Phlebovirus and *Leishmania* detection in sandflies from eastern Thrace and northern Cyprus. *Parasit Vectors.* 2014;7:575.
- Farkas R, Tánčzos B, Bongiorno G, Maroli M, et al. First surveys to investigate the presence of canine leishmaniasis and its phlebotomine vectors in Hungary. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2011;11(7):823-834.
- Ferroglio E, Romano A, Dettoni F, Trisciuglio A. Distribution of *Phlebotomus perniciosus* in North-Italy: a study on 18S rDNA of phlebotomine sand flies. *Vet Parasitol.* 2010;170(1-2):127-130.
- Fischer D, Thomas SM, Beierkuhnlein C. Temperature-derived potential for the establishment of phlebotomine sandflies and visceral leishmaniasis in Germany. *Geospat Health.* 2010;5(1):59-69.

- Fischer D, Moeller P, Thomas SM, Naucke TJ, et al. Combining climatic projections and dispersal ability: a method for estimating the responses of sandfly vector species to climate change. *PLoS Negl Trop Dis*. 2011;5(11):e1407.
- Fischer D, Thomas SM, Niemitz F, Reineking B, et al. Projection of climatic suitability for *Aedes albopictus* Skuse (Culicidae) in Europe under climate change conditions. *Global and Planetary Change*. 2011;78(1-2);54–64.
- Foglia Manzillo V, Gizzarelli M, Vitale F, Montagnaro S, et al. Serological and entomological survey of canine leishmaniasis in Lampedusa island, Italy. *BMC Vet Res*. 2018;14(1):286.
- Fotakis EA, Giantsis IA, Castells Sierra J, Tanti F, et al. Population dynamics, pathogen detection and insecticide resistance of mosquito and sand fly in refugee camps, Greece. *Infect Dis Poverty*. 2020;9(1):30.
- Gálvez R, Descalzo MA, Miró G, Jiménez, MI, et al. Seasonal trends and spatial relations between environmental/meteorological factors and leishmaniosis sand fly vector abundances in Central Spain. *Acta Trop*. 2010;115(1-2):95-102.
- Gálvez R, Descalzo MA, Guerrero I, Miró G, et al. Mapping the current distribution and predicted spread of the leishmaniosis sand fly vector in the madrid region (Spain) based on environmental variables and expected climate change. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2011;11(7):799-806.
- Găman A, Dobrea C, Găman G. A case of visceral leishmaniasis in Oltenia region (Romania). *Rom J Morphol Embryol*. 2010;51(2):391-394.
- Gil Collado J, Morillas Márquez F, Sanchis Marín MC. Los flebotomos en España [Phlebotomus in Spain]. *Rev Sanid Hig Publica (Madr)*. 1989;63(5-6):15-34.
- Gomez-Barroso D, Herrador Z, San Martin JV, Gherasim A, et al. Spatial distribution and cluster analysis of a leishmaniasis outbreak in the south-western Madrid region, Spain, September 2009 to April 2013. *Euro Surveill*. 2015;20(7):11-20.
- González E, Molina R, Iriso A, Ruiz S, et al. Opportunistic feeding behaviour and *Leishmania infantum* detection in *Phlebotomus perniciosus* females collected in the human leishmaniasis focus of Madrid, Spain (2012-2018). *PLoS Negl Trop Dis*. 2021;15(3):e0009240.
- Goto H, Lauletta Lindoso JA. Cutaneous and mucocutaneous leishmaniasis. *Infect Dis Clin North Am*. 2012;26(2):293-307.
- Grimm F, Gessler M, Jenni L. Aspects of sandfly biology in southern Switzerland. *Med Vet Entomol*. 1993;7(2):170-176.
- Gritsai MK, Lavrenko EM, Kolmogorova VV, Ezhkov MA, et al. Moskitnaia likhoradka i bor'ba s nei v raionakh byvshei Izmail'skoi, teper' Odesskoi oblasti [Sandfly fever and its control in the regions of the Odesskii District, previously named Izmail'skii District]. *Med Parazitol (Mosk)*. 1957;26(1):71-3. Russian.
- Guisan A, Zimmermann NE. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135. 2000;(2-3): 147-186.

- Haeberlein S, Fischer D, Thomas SM, Schleicher U, et al. First assessment for the presence of phlebotomine vectors in Bavaria, Southern Germany, by combined distribution modeling and field surveys. *PLoS One*. 2013;8(11):e81088.
- Harizanov R, Rainova I, Tzvetkova N, Kaftandjiev I, et al. Geographical distribution and epidemiological characteristics of visceral leishmaniasis in Bulgaria, 1988 to 2012. *Euro Surveill*. 2013;18(29):20531.
- Hemmer CJ, Emmerich P, Loebermann M, Frimmel S, et al. Mücken und Zecken als Krankheitsvektoren: der Einfluss der Klimaerwärmung [Mosquitoes and Ticks: The Influence of Global Warming in the Transmission of Infectious Diseases in Germany]. *Dtsch Med Wochenschr*. 2018;143(23):1714-1722. German.
- Herrador Z, Gherasim A, Jimenez BC, Granados M, et al. Epidemiological changes in leishmaniasis in Spain according to hospitalization-based records, 1997-2011: raising awareness towards leishmaniasis in non-HIV patients. *PLoS Negl Trop Dis*. 2015;10;9(3):e0003594.
- Hukić M, Avdihodžić H, Kurolt IC, Markotić A, et al. A novel flavivirus strain detected in phlebotomine sandflies in Bosnia and Herzegovina. *Med Glas (Zenica)*. 2020;17(2):301-307.
- Ibáñez I, Clark JS, Dietze MC, et al. Predicting biodiversity change: outside the climate envelope, beyond the species-area curve. *Ecology*. 2006;87(8):1896-1906.
- Ivović V, Patakakis M, Tselentis Y, Chaniotis B. Faunistic study of sandflies in Greece. *Med Vet Entomol*. 2007;21(1):121-124.
- Ivović V, Chaniotis V, Vujanić M, Bobić B, et al. Life tables and reproductive parameters of *Phlebotomus neglectus* Tonnoir, 1921 (Diptera, Psychodidae) under laboratory conditions. *Arch Biol Sci*. 2010;62(1):153–158.
- Ivović V, Kalan K, Zupan S, Buzan E. Illegal Waste Sites As A Potential Micro Foci Of Mediterranean Leishmaniasis: First Records Of Phlebotomine Sand Flies (Diptera: Psychodidae) From Slovenia. *Acta veterinaria Belgrade*. 2015;65(3):348-357.
- Izri A, Temmam S, Moureau G, Hamrioui B, et al. Sandfly fever Sicilian virus, Algeria. *Emerg Infect Dis*. 2008;14(5):795-797.
- Kamhawi S. Phlebotomine sand flies and *Leishmania* parasites: friends or foes? *Trends Parasitol*. 2006;22(9):439-445.
- Kasap OE, Alten B. Laboratory estimation of degree-day developmental requirements of *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychodidae). *J Vector Ecol*. 2005;30(2):328-333.
- Kasap OE, Dvorak V, Depaquit J, Alten B, et al. Phylogeography of the subgenus *Transphlebotomus* Artemiev with description of two new species, *Phlebotomus anatolicus* n. sp. and *Phlebotomus killicki* n. sp. *Infect Genet Evol*. 2015;34:467-479.
- Kasbari M, Ravel C, Harold N, Pesson B, et al. Possibility of leishmaniasis transmission in Jura, France. *Emerg Infect Dis*. 2012;18(6):1030.

- Killick-Kendrick R, Rioux JA, Bailly M, Guy MW, et al. Ecology of leishmaniasis in the south of France. 20. Dispersal of *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921 as a factor in the spread of visceral leishmaniasis in the Cévennes. *Ann Parasitol Hum Comp*. 1984;59(6):555-572.
- Killick-Kendrick R, Killick-Kendrick M. The laboratory colonization of *Phlebotomus ariasi* (Diptera: Psychodidae). *Ann Parasitol Hum Comp*. 1987;62(4):354-356.
- Killick-Kendrick R. The biology and control of phlebotomine sand flies. *Clin Dermatol*. 1999;17(3):279-289.
- Killick-Kendrick R. Phlebotomine Sand Flies: Biology and Control. In: Farrell, J.P. (eds) *Leishmania. World Class Parasites, vol 4. Springer*, Boston, MA. 2002
- Kim SJ, Flato G, Boer G. A coupled climate model simulation of the last glacial maximum, part 2: approach to equilibrium. *Clim Dyn*. 2003;20:635–661.
- Kline DL, Hogsette JA, Müller GC. Comparison of various configurations of CDC-type traps for the collection of *Phlebotomus papatasi* Scopoli in southern Israel. *J Vector Ecol*. 2011;36 Suppl 1:S212-S218.
- Knechtli R, Jenni L. Distribution and relative density of three sandfly (Diptera: Phlebotominae) species in southern Switzerland. *Annales de parasitologie humaine et comparée*. 1989;64, 53-63.
- Kniha E, Dvořák V, Halada P, Milchram M, et al. Integrative Approach to *Phlebotomus mascittii* Grassi, 1908: First Record in Vienna with New Morphological and Molecular Insights. *Pathogens*. 2020;9(12):1032.
- Kniha E, Dvořák V, Milchram M, Obwaller AG, et al. *Phlebotomus* (*Adlerius*) *simici* NITZULESCU, 1931: first record in Austria and phylogenetic relationship with other *Adlerius* species. *Parasit Vectors*. 2021a;14(1):20.
- Kniha E, Milchram M, Dvořák V, Halada P, et al. Ecology, seasonality and host preferences of Austrian *Phlebotomus* (*Transphlebotomus*) *mascittii* Grassi, 1908, populations. *Parasit Vectors*. 2021b;14(1):291.
- Koehler K, Stechele M, Hetzel U, Domingo M, et al. Cutaneous leishmaniasis in a horse in southern Germany caused by *Leishmania infantum*. *Vet Parasitol*. 2002;109(1-2):9-17.
- Kollaritsch H, Emminger W, Zaunshirm A, Aspöck H. Suspected autochthonous kala-azar in Austria. *Lancet*. 1989;1:901–902.
- Kraemer M, Reiner RC Jr, Brady, OJ, Messina, JP, et al. Past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* [published correction appears in *Nat Microbiol*. 2019 Mar 21;:] [published correction appears in *Nat Microbiol*. 2019 Apr 8;:]. *Nat Microbiol*. 2019;4(5):854-863.
- Lane RP, Pile MM, Amerasinghe FP. Anthropophagy and aggregation behaviour of the sandfly *Phlebotomus argentipes* in Sri Lanka. *Med Vet Entomol*. 1990;4(1):79-88.
- Léger N, Depaquit J. Systematique et biogeographie des phlebotomes (Diptera: psychodidae). *Ann Soc Entomol France*. 2002;38(1–2):163–175
- Maia C, Afonso MO, Neto L, Dionísio Let al. Molecular detection of *Leishmania infantum* in naturally infected *Phlebotomus perniciosus* from Algarve region, Portugal. *J Vector Borne Dis*. 2009;46(4):268-272.



- Maroli M, Bigliocchi F, Khoury C. I flebotomi in Italia: osservazioni sulla distribuzione e sui metodi di campionamento [Sandflies in Italy: observations on their distribution and methods for control]. *Parassitologia*. 1994;36(3):251-264.
- Maroli M, Rossi L, Baldelli R, Capelli G, et al. The northward spread of leishmaniasis in Italy: evidence from retrospective and ongoing studies on the canine reservoir and phlebotomine vectors. *Trop Med Int Health*. 2008;13(2):256-264.
- McGwire BS, Satoskar AR. Leishmaniasis: clinical syndromes and treatment. *QJM*. 2014;107(1):7-14.
- Medlock J.M, Hansford K.M., Van Bortel W., Zeller H., et al. A summary of the evidence for the change in European distribution of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) of public health importance. *J Vector Ecol*. 2014;39(1):72-77.
- Melaun C, Krüger A, Werblow A, Klimpel S. New record of the suspected leishmaniasis vector *Phlebotomus* (*Transphlebotomus*) *mascittii* Grassi, 1908 (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae)--the northernmost phlebotomine sandfly occurrence in the Palearctic region. *Parasitol Res*. 2014;113(6):2295-2301.
- Mencke N. The importance of canine leishmaniosis in non-endemic areas, with special emphasis on the situation in Germany. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr*. 2011;124(11-12):434-442.
- Michelutti A, Toniolo F, Bertola M, Grillini M, et al. Occurrence of Phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in the northeastern plain of Italy. *Parasit Vectors*. 2021;14(1):164.
- Mihalca AD, Cazan CD, Sulesco T, Dumitrache MO. A historical review on vector distribution and epidemiology of human and animal leishmanioses in Eastern Europe. *Res Vet Sci*. 2019;123:185-191.
- Miščević Z, Milutinović M, Ivovic V. Fauna and distribution of sandflies (Diptera, Phlebotomidae) in Yugoslavia, Croatia, Macedonia and their role in the transmission of parasitic and viral diseases. *Acta Veterinaria*. 1998;163-172.
- Morosetti G, Toson M, Trevisiol K, Idrizi I, et al. Canine leishmaniosis in the Italian northeastern Alps: A survey to assess serological prevalence in dogs and distribution of phlebotomine sand flies in the Autonomous Province of Bolzano - South Tyrol, Italy. *Vet Parasitol Reg Stud Reports*. 2020;21:100432.
- Muñoz C, Risueño J, Pérez-Cutillas P, Bernal LJ, et al. Density assessment and reporting for *Phlebotomus perniciosus* and other sand fly species in periurban residential estates in Spain. *Parasitol Res*. 2021;120(9):3091-3103.
- Naucke TJ, Pesson B. Presence of *Phlebotomus* (*Transphlebotomus*) *mascittii* Grassi, 1908 (Diptera: Psychodidae) in Germany. *Parasitol Res*. 2000;86(4):335-336.
- Naucke TJ, Schmitt C. Is leishmaniasis becoming endemic in Germany? *Int. J. Med. Microbiol.*, 2004;293 (S37):S179-S181
- Naucke TJ, Menn B, Massberg D, Lorentz S. Winter activity of *Phlebotomus* (*Transphlebotomus*) *mascittii*, Grassi 1908 (Diptera: Psychodidae) on the island of Corsica. *Parasitol Res*. 2008;103(2):477-479.
- Naucke TJ, Menn B, Massberg D, Lorentz S. Sandflies and leishmaniasis in Germany. *Parasitol Res*. 2008;103 Suppl 1:S65-S68.

- Naucke TJ, Lorentz S, Rauchenwald F, Aspöck H. *Phlebotomus* (*Transphlebotomus*) *mascittii* Grassi, 1908, in Carinthia: first record of the occurrence of sandflies in Austria (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). *Parasitol Res.* 2011;109(4):1161-1164.
- Oerther S, Jöst H, Heitmann A, Lühken R, et al. Phlebotomine sand flies in Southwest Germany: an update with records in new locations. *Parasit Vectors.* 2020;21;13(1):173.
- Pace D. Leishmaniasis. *J Infect.* 2014;69 Suppl 1:S10-S18.
- Pesson B, Ready JS, Benabdennbi I, Martín-Sánchez J, et al. Sandflies of the *Phlebotomus perniciosus* complex: mitochondrial introgression and a new sibling species of *P. longicuspis* in the Moroccan Rif. *Med Vet Entomol.* 2004;18(1):25-37.
- Petrela R, Kuneshka L, Foto E, Zavalani F, et al. Pediatric visceral leishmaniasis in Albania: a retrospective analysis of 1,210 consecutive hospitalized patients (1995-2009). *PLoS Negl Trop Dis.* 2010;4(9):e814.
- Poepl W, Herkner H, Tobudic S, Faas A, et al. Seroprevalence and asymptomatic carriage of *Leishmania* spp. in Austria, a non-endemic European country. *Clin Microbiol Infect.* 2013a;19(6):572-577.
- Poepl W, Obwaller AG, Weiler M, Burgmann H, et al. Emergence of sandflies (Phlebotominae) in Austria, a Central European country. *Parasitol Res.* 2013b;112(12):4231-4237.
- Praprotnik E, Zupan S, Ivović V. Morphological and Molecular Identification of *Phlebotomus mascittii* Grassi, 1908 Populations From Slovenia. *J Med Entomol.* 2019;56(2):565-568.
- Pratlong F, Rioux JA, Marty P, Faraut-Gambarelli F, et al. Isoenzymatic analysis of 712 strains of *Leishmania infantum* in the south of France and relationship of enzymatic polymorphism to clinical and epidemiological features. *J Clin Microbiol.* 2004;42(9):4077-4082.
- Prudhomme J, Rahola N, Toty C, Cassan C, et al. Ecology and spatiotemporal dynamics of sandflies in the Mediterranean Languedoc region (Roquedur area, Gard, France). *Parasit Vectors.* 2015;18;8:642.
- Prudhomme J, Cassan C, Hide M, Toty C, et al. Ecology and morphological variations in wings of *Phlebotomus ariasi* (Diptera: Psychodidae) in the region of Roquedur (Gard, France): a geometric morphometrics approach. *Parasit Vectors.* 2016;14;9(1):578.
- Ready PD. Leishmaniasis emergence and climate change. *Rev Sci Tech.* 2008;27(2):399-412.
- Reiter P, Sprenger D. The used tire trade: a mechanism for the worldwide dispersal of container breeding mosquitoes. *J Am Mosq Control Assoc.* 1987;3(3):494-501.
- Reithinger R, Dujardin JC, Louzir H, Pirmez C, et al. Cutaneous leishmaniasis. *Lancet Infect Dis.* 2007;7(9):581-596.
- Rioux JA, Carron S, Dereure J, Périères J, et al. Ecology of leishmaniasis in the South of France. 22. Reliability and representativeness of 12 *Phlebotomus ariasi*, *P. perniciosus* and *Sergentomyia minuta* (Diptera: Psychodidae) sampling stations in Vallespir (eastern French Pyrenees region). *Parasite.* 2013;20:34.
- Roca B, Roca M. Mucocutaneous leishmaniasis (espundia). *Postgraduate Med J.* 2020;96(1142):789.
- Roiz D, Neteler M, Castellani C, Arnoldi D, et al. Climatic factors driving invasion of the tiger mosquito (*Aedes albopictus*) into new areas of Trentino, northern Italy. *PLoS One.* 2011;6(4):e14800.

- Rudolf I, Šebesta O. Invazní a nepůvodní druhy komárů aneb Máme se u nás bát exotických nákaz?. *Živa*. 2017
- Signorini M, Cassini R, Drigo M, Frangipane di Regalbono A, et al. Ecological niche model of *Phlebotomus perniciosus*, the main vector of canine leishmaniasis in north-eastern Italy. *Geospat Health*. 2014;9(1):193-201.
- Sharma U, Singh S. Insect vectors of *Leishmania*: distribution, physiology and their control [retracted in: *J Vector Borne Dis*. 2012 Mar;49(1):54]. *J Vector Borne Dis*. 2008;45(4):255-272.
- Stuart K, Brun R, Croft S, Fairlamb A, et al. Kinetoplastids: related protozoan pathogens, different diseases. *J Clin Invest*. 2008;118(4):1301-1310.
- Șuleșco T, Erisoz Kasap O, Halada P, Oğuz G, et al. Phlebotomine sand fly survey in the Republic of Moldova: species composition, distribution and host preferences. *Parasit Vectors*. 2021;21;14(1):371
- Svobodova M, Votypka J, Peckova J, Dvorak V, et al. Distinct transmission cycles of *Leishmania tropica* in 2 adjacent foci, Northern Israel. *Emerg Infect Dis*. 2006;12(12):1860-1868.
- Tatem AJ, Hay SI, Rogers DJ. Global traffic and disease vector dispersal. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2006;103(16):6242-6247.
- Trájer A, Bede-Fazekas Á, Hufnagel L, Horváth L, et al. The effect of climate change on the potential distribution of the European *Phlebotomus* species. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2013;11;189-208.
- Trájer AJ, Hammer T, Padisák J. Reflection of the Neogene–Quaternary phylogeography in the recent distribution limiting climatic factors of eight Mediterranean *Phlebotomus* species (Diptera: Psychodidae). *Journal of Natural History*. 2018;52(27-28);1763–1784.
- Trájer AJ. The potential impact of climate change on the seasonality of *Phlebotomus neglectus*, the vector of visceral leishmaniasis in the East Mediterranean region. *Int J Environ Health Res*. 2021;31(8):932-950.
- Tsirigotakis N, Pavlou C, Christodoulou V, Dokianakis E, et al. Phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in the Greek Aegean Islands: ecological approaches. *Parasit Vectors*. 2018;11(1):97.
- Valassina M, Cusi MG, Valensin PE. A Mediterranean arbovirus: the Toscana virus. *J Neurovirol*. 2003;9(6):577-583.
- Vaselek S, Ayhan N, Oguz G, Erisoz Kasap O, et al. Sand fly and *Leishmania* spp. survey in Vojvodina (Serbia): first detection of *Leishmania infantum* DNA in sand flies and the first record of *Phlebotomus* (*Transphlebotomus*) *mascittii* Grassi, 1908. *Parasit Vectors*. 2017;26;10(1):444.
- Vaselek S, Dvorak V, Hlavackova K, Ayhan N, et al. A survey of sand flies (Diptera, Phlebotominae) along recurrent transit routes in Serbia. *Acta Trop*. 2019;197:105063.
- Vaselek S, Oguz G, Ayhan N, Ozbel Y, et al. Sandfly surveillance and investigation of *Leishmania* spp. DNA in sandflies in Kosovo. *Med Vet Entomol*. 2020;34(4):394-401.
- Velo E, Bino S, Kuli-Lito G, Pano K, et al. Recrudescence of visceral leishmaniasis in Albania: retrospective analysis of cases during 1997 to 2001 and results of an entomological survey carried out during 2001 in some districts. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 2003;97(3):288-290.

- Velo E, Papparisto A, Bongiorno G, Di Muccio T, et al. Entomological and parasitological study on phlebotomine sandflies in central and northern Albania. *Parasite*. 2005;12(1):45-49.
- Velo E, Bongiorno G, Kadriaj P, Myrseli T, et al. The current status of phlebotomine sand flies in Albania and incrimination of *Phlebotomus neglectus* (Diptera, Psychodidae) as the main vector of *Leishmania infantum*. *PLoS One*. 2017;12(6):e0179118.
- Veronesi E, Pilani R, Carrieri M, Bellini R. Trapping sand flies (Diptera: Psychodidae) in the Emilia-Romagna region of northern Italy. *J Vector Ecol*. 2007;32(2):313-318.
- Yanik M, Gurel MS, Simsek Z, Kati M. The psychological impact of cutaneous leishmaniasis. *Clin Exp Dermatol*. 2004;29(5):464-467.
- Yetişmiş K, Mert U, Caner A, Nalçacı M, et al. Blood Meal Analysis and Molecular Detection of *Leishmania* DNA in Wild-Caught Sand Flies in Leishmaniasis Endemic Areas of Turkey and Northern Cyprus [published online ahead of print, 2022 Apr 6]. *Acta Parasitol*. 2022;10.1007/s11686-022-00542-4.
- Zanet S, Sposimo P, Trisciuglio A, Giannini F, et al. Epidemiology of *Leishmania infantum*, *Toxoplasma gondii*, and *Neospora caninum* in *Rattus rattus* in absence of domestic reservoir and definitive hosts. *Vet Parasitol*. 2014;199(3-4):247-249.
- Zijlstra EE, Musa AM, Khalil EA, el-Hassan IM, et al. Post-kala-azar dermal leishmaniasis. *Lancet Infect Dis*. 2003;3(2):87-98.
- Zijlstra EE, Kumar A, Sharma A, Rijal S, et al. Report of the Fifth Post-Kala-Azar Dermal Leishmaniasis Consortium Meeting, Colombo, Sri Lanka, 14-16 May 2018. *Parasit Vectors*. 2020;13(1):159.
- Zinchuk A, Nadraga A. Congenital visceral leishmaniasis in Ukraine: case report. *Ann Trop Paediatr*. 2010;30(2):161-164.

#### **Internetové zdroje:**

web ECDC = [Phlebotomus perfiliewi – current known distribution: March 2022 \(europa.eu\)](#)

web ECDC [Phlebotomus perniciosus – current known distribution: March 2022 \(europa.eu\)](#)

web ECDC = [Phlebotomus neglectus – current known distribution: March 2022 \(europa.eu\)](#)

IPCC Fourth Assessment Report: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ar4\\_wg1\\_full\\_report-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ar4_wg1_full_report-1.pdf)

#### **Sekundární citace**

\*Ballart C, Barón S, Alcover MM, Portús M, et al. Distribution of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in Andorra: first finding of *P. perniciosus* and wide distribution of *P. ariasi*. *Acta Trop*. 2012;122(1):155-159.

\*Farkas R, Tánczos B, Bongiorno G, Maroli M, et al. First surveys to investigate the presence of canine leishmaniasis and its phlebotomine vectors in Hungary. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2011;11(7):823-834.