



Uusien vektorivälitteisten tautien mahdollinen saapuminen Suomeen ilmastonmuutoksen ja ihmisten liikkuvuuden kylkiäisinä

Uusien vektorivälitteisten tautien mahdollinen saapuminen Suomeen ilmastonmuutoksen ja ihmisten liikkuvuuden kylkiäisinä

Lena Hulden

Julkaisujen jakelu

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-
arkivet Valto

julkaisut.valtioneuvosto.fi

Julkaisumyynti

Beställningar av publikationer

**Valtioneuvoston
verkkokirjakauppa**

Statsrådets
nätbokhandel

vnjulkaisumyynti.fi

Sosiaali- ja terveysministeriö

© 2021 tekijät ja sosiaali- ja terveysministeriö

ISBN pdf: 978-952-00-5402-1

ISSN pdf: 2242-0037

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Kannen kuvat: Tuula Holopainen, Irmeli Huhtala, Kuvatoimisto Rodeo, Shutterstock

Helsinki 2021 Finland

Uusien vektorivälitteisten tautien mahdollinen saapuminen Suomeen ilmastonmuutoksen ja ihmisten liikkuvuuden kylkiäisinä

Sosiaali- ja terveysministeriön raportteja ja muistioita 2021:16

Julkaisija Sosiaali- ja terveysministeriö

Tekijä/t Lena Hulden

Kieli suomi

Sivumäärä 171

Tiivistelmä Tässä selvityksessä on käsitelty 50 patogeenia vektoreineen. Se perustuu lähes seitsemäsataan tieteelliseen julkaisuun. Ihmisen kasvava liikkuvuus tuovat patogeeneja nopeasti pitkiä matkoja. Lemmikkien pito ja niiden kuljetukset voivat myös olla uhka ihmisten terveydelle. Vaatetäi on palannut Suomeen ja sen mukana myös vaatetäiden välittämien tautien uhka. Ilmaston muuttuminen luo uusia olosuhteita myös vektorivälitteisille taudeille.

Aasian tiikerihyttynen on tärkein Euroopan uusista hyttyslajeista. Tiikerihyttynen voi selvitä talvesta sopivassa mikroilmastossa. Uusia puutiaislajeja voi myös saapua, joko ihmisen toimesta tai muuttolintujen mukana.

Suomessa tärkeät arbovirukset ovat hyttysten tai puutiaisten levittämiä. Suomessa esiintyy pögöstan tautia sekä puutiaisenkefaliittia. Useat bakteerit ovat myös hyönteisten tai puutiaisten levittämiä. Suomessa esiintyy kotoperäisenä hyttysten välittämä jänisrutto ja puutiaisten välittämä borrelioosi. Kotoperäinen malaria on hävinnyt Suomesta. Välittäjänä toimiva horkkahyttynen on yleinen koko maassa.

Hyönteisiä vektoreina käyttävät ja ihmisissä loisivat sukkulamadot ovat harvinaisia Suomessa. Ne voivat yleistyä tulevaisuudessa. Hyönteisten syömisen kautta tarttuvat patogeenit ovat mahdollinen uhka Suomessa.

Asiasanat Ilmastonmuutos, ihmisten ja tavaroiden liikkuvuus, vektorivälitteiset sairaudet, tartuntataudit

ISBN PDF 978-952-00-5402-1

ISSN PDF 2242-0037

Julkaisun osoite <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-5402-1>

Nya vektorburna sjukdomar som eventuellt sprids till Finland till följd av klimatförändringen och människornas rörlighet

Social- och hälsovårdsministeriets publikationer 2021:16

Utgivare Social- och hälsovårdsministeriet

Författare Lena Hulden

Språk finska

Sidantal 171

Referat I utredningen har 50 patogener med vektorer behandlats. Den baserar sig nästan 700 vetenskapliga undersökningar. Människans ökade rörlighet hämtar patogenerna snabbt långa sträckor. Sällskapsdjur och deras transporter kan också utgöra hot mot människans hälsa. Klädlusen har återvänt till Finland och medden också hotet av de sjukdomar som klädlusen sprider. Klimatförändringen skapar nya förhållanden också för de vektorburna sjukdomarna.

Den asiatiska tigermyggan är den viktigaste av de nya myggarter som kommit till Europa. Den kan överleva vintern i ett lämpligt mikroklimat. Nya fästingar kan anlända, antingen med människan eller med flyttfåglar.

Viktiga arbovirus i Finland överförs av myggor eller fästingar. I Finland förekommer myggförmedlat sindbisvirus och fästingburet encefalitvirus. Också många bakterier sprids av myggor eller fästingar. I Finland förekommer endemisk myggförmedlad harpest och fästingförmedlad borrelios. Endemisk malaria försvann från Finland på 1950-talet. Vektorarten, källarfrossmyggan, är fortfarande mycket vanlig i hela landet.

Insektburna sjukdomsalstrande nematoder är sällsynta hos människa i Finland. De kan bli allmänna i framtiden. Patogener, som kan spridas genom att äta insekter är ett möjligt hot i Finland.

Nyckelord klimatförändringen, människors och varors rörlighet, vektorburna sjukdomar, smittsamma sjukdomar

ISBN PDF 978-952-00-5402-1

ISSN PDF 2242-0037

URN-adress <http://um.fi/URN:ISBN:978-952-00-5402-1>

Possible arrival of new vector-borne diseases in Finland as a result of climate change and human mobility

Publications of the Ministry of Social Affairs and Health 2021:16

Publisher Ministry of Social Affairs and Health

Authors Lena Hulden

Language Finnish **Pages** 171

Abstract In this study 50 pathogens with their vectors are discussed. It is based on almost 700 scientific publications. The increasing human mobility transports pathogens rapidly long distances. Pets and their transportation can also be a threat to human health. The bodylouse has returned to Finland. Thus, the risks have increased for the spread of louseborne diseases. Climate change also creates new possibilities for vectorborne diseases.

The Asian tiger mosquito is the most important of new mosquito species that have arrived to Europe. It can survive the winter in a suitable microclimate. New species of ticks can arrive, either with humans or with migratory birds.

Important arboviruses in Finland are spread by mosquitoes or ticks. Mosquito-borne Sindbisvirus and tick-borne encephalitis are endemic in Finland. Many bacteria are also spread by insects or ticks. Mosquito-borne tularemia and tick-borne Lyme disease occur in Finland. Endemic malaria has disappeared from Finland. The vector, *Anopheles messeae* is still very common in the whole country.

Filaroid worms, that use insects as vectors, are rare in humans in Finland. They may become more common in the future. Pathogens that are spread with human consumption of insects are a possible threat in Finland.

Keywords Climate change, mobility of people and goods, vector-borne diseases, infectious diseases

ISBN PDF 978-952-00-5402-1 **ISSN PDF** 2242-0037

URN address <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-5402-1>

Sisältö

1	Ilmastonmuutos ja maankäyttö syynä vektorien ja vektorivälitteisten tautien leviämiseen	11
1.1	Ihmisten ja eläinten liikkuvuus.....	20
1.2	Sosiaalisesti turvattomat ryhmät riskivyöhykkeessä	25
2	Vieras- ja tulokaslajit terveysriskeinä.....	28
2.1	Uusien hyttyslajien leviäminen Euroopassa ja mahdollisesti Suomeen	29
2.2	Uusien puutiaslajien mahdollinen leviäminen Suomeen	33
2.3	Kultasakaali Pohjois-Euroopassa.....	37
2.4	Pesukarhu leviämässä Pohjois-Euroopassa	40
3	Vektorivälitteiset patogeenit.....	43
3.1	Vektorivälitteiset virukset.....	43
3.1.1	Kesähyttysten (<i>Aedes</i> spp.) levittämät virukset.....	45
3.1.1.1	Denguevirus.....	45
3.1.1.2	Keltakuumevirus	48
3.1.1.3	Chikungunyavirus	50
3.1.1.4	Zikavirus.....	52
3.1.1.5	Inkoo ja Chatanga virukset.....	54
3.1.1.6	Tahynavirus	55
3.1.2	Lintuhyttysten (<i>Culex</i> spp.) levittämät virukset	56
3.1.2.1	Länsi-Niili virus.....	57
3.1.2.2	Usutuvirus	62
3.1.2.3	Lednicevirus.....	64
3.1.2.4	Sindbisvirus.....	65
3.1.3	Muut hyttysten levittämät virukset	67
3.1.3.1	Bataivirus	67
3.1.3.2	O'nyong'nyongvirus.....	68
3.1.4	Puutiaisten ja lepakoiden levittämät virukset.....	69
3.1.4.1	Krim-Kongo verenvuotokuume.....	69
3.1.4.2	Alongshan virus	73
3.1.4.3	Puutiaisenkefaliittivirus.....	74
3.1.4.4	Lyssa virukset	77

3.2	Vektorivälitteiset bakteerit	78
	3.2.1.1 <i>Francisella tularensis</i> , jänisrutto.....	81
	3.2.1.2 <i>Coxiella burnetii</i> , Q-kuume.....	84
	3.2.1.3 <i>Rickettsia prowazekii</i> , pilkkukuume.....	84
	3.2.1.4 <i>Rickettsia typhi</i>	86
	3.2.1.5 <i>Rickettsia conorii</i> , Marseillen kuume, fièvre boutonneuse	87
	3.2.1.6 <i>Rickettsia helvetica</i>	88
	3.2.1.7 <i>Rickettsia raoultii</i>	89
	3.2.1.8 <i>Rickettsia akari</i>	90
	3.2.1.9 <i>Anaplasma phagocytophilum</i>	91
	3.2.1.10 <i>Bartonella quintana</i> , ampumahautakuume	93
	3.2.1.11 <i>Borrelia recurrentis</i> , toisintokuume.....	94
	3.2.1.12 <i>Borrelia duttoni</i>	95
	3.2.1.13 <i>Borrelia burgdorferi</i> s.l.....	95
	3.2.1.14 <i>Yersinia pestis</i> , rutto.....	99
	3.2.1.15 <i>Bacillus anthracis</i> , pernarutto.....	102
3.3	"Alkueläimet" ("Protozoa" tai "Protista").....	106
	3.3.1.1 Ihmisen <i>Plasmodium</i> spp. lajit, malaria.....	108
	3.3.1.2 Babesioosi	110
3.4	Vektorivälitteiset sukkulamadot ja hyönteissyöntiin liittyvät laakamadot	114
	3.4.1.1 Elefantiaasi	115
	3.4.1.2 Loiaasi.....	116
	3.4.1.3 Jokisokeus ja <i>Onchocerca</i> -lajit.....	117
	3.4.1.4 <i>Onchocerca lupi</i>	118
	3.4.1.5 <i>Dirofilaria repens</i> ja koiran sydänmato <i>D. immitis</i>	120
	3.4.1.6 <i>Thelazia callipaeda</i>	124
	3.4.1.7 Hyönteisten syöntiin liittyvät sisäloiset	126
	3.4.1.8 Pieni maksamato (<i>Dicrocoelium dendriticum</i>).....	127
	3.4.1.9 <i>Hymenolepis diminuta</i>	128

4	Keskeiset ihmisten patogeenien vektorilajit Suomessa ja niiden vektorikapasiteetti (lyhyesti).....	130
4.1.1.1	Hyttysset (Culicidae).....	130
4.1.1.2	Mäkärät, Simuliidae.....	133
4.1.1.3	Polttiaiset, Ceratopogonidae.....	134
4.1.1.4	Paarmat, Tabanidae.....	135
4.1.1.5	Täikärpäset, Hippoboscidae.....	136
4.1.1.6	Kirput (Siphonaptera).....	136
4.1.1.7	Täit ja väiveet (Phthiraptera).....	138
4.1.1.8	Puutiaiset (Ixodidae, Acari).....	140
5	Lopuksi	149
	Liite 1. Patogeenien mahdollisuus saapua Suomeen ja kotoutua.....	151
	Virukset	151
	Bakteerit	154
	"Alkueläimet" ("Protozoa", "Protista").....	156
	Sisäloiset	157
	Solujen selitteet.....	159
	Liite 2. Uusien vektorilajien mahdollinen saapuminen Suomeen	160
	Hyttysset (Culicidae).....	160
	Puutiaiset (Ixodida, Ixodidae, Argasidae).....	165
	Täit (Phthiraptera), kirput (Siphonaptera).....	167
	Nisäkkäät (Mammalia).....	168
	Solujen selitteet.....	169
	Liite 3. Arvio Suomessa esiintyvien tärkeimpien patogeenien ja vektoreiden lähitulevaisuudesta.....	170
	Patogeenit	170
	Vektorilajien kehitys viiden vuoden sisällä	171

ALKUSANAT

Vektorivälitteisillä taudeilla on suuri merkitys globaalisesti. Muutamien tautien, kuten denguekuumeen merkitys on kasvanut viime vuosien aikana, samalla kun muutamien historiallisesti tärkeiden tautien merkitys on vähenemässä. Ihmisen yhä kasvava liikkuvuus ja yhä nopeammat lennot tuovat kuitenkin patogeeneja nopeasti maapallon toisesta puolesta toiseen. Kun lentämällä pääsee vuorokaudessa käytännössä mihin tahansa, voivat patogeenit siirtyä infektiivisinä ihmisessä. Ennen hitaammat kuljetukset mahdollistivat ainoastaan muutamien patogeenien siirtymisen. Esimerkkinä voidaan mainita malariaa aiheuttava *Plasmodium vivax*, joka lepovaiheena ihmisen maksaissa ylitti Atlantin.

Kansainvälinen kauppa ja tavarakuljetukset ovat levittäneet uusia hyttyslajeja eri puolille maailmaa. Suuret satamat ovat muodostuneet sillanpääasemiksi vektorilajeille. Esimerkkinä voidaan mainita Aasian tiikerihyttysen maihinnousu Alankomaissa 2005 kukkalähetyksessä varastoalueella¹. Hyttysset saatiin sillä kertaa hävitettyä, mutta vastaavia maihinnousuja on jatkunut.

Keskustelussa on syytä pitää erillään eri kokoiset maantieteelliset alueet. Kun kansainvälinen kauppa ja globalisaatio tuovat maanosaan uusia patogeeneja, vaikuttavat paikalliset muuttajat niiden menestymiseen². Suomessa on esimerkiksi kasvava köyhyys ja yhteiskunnan lisääntynyt kahtiajako tuonut mukanaan huolta vaatetäiden ja jatkossa niiden välittämien patogeenien paluusta.

Tässä selvityksessä käsitellään vektorivälitteisiä patogeeneja, muutama zoonoosi, ja niiden mahdollista leviämistä Suomessa. Luettelo ei ole täydellinen, ja harvinaisempia patogeeneja on jätetty pois. Uusia patogeeneja kuvataan jatkuvasti, ja myös ennestään tuntematon tauti voi nopeasti olla varteenotettava uhka³. Uusien vektorilajien leviäminen maahamme ja jo Suomessa olevat potentiaaliset vektorilajit on otettu huomioon mahdollisesti tulevien patogeenien osalta. Suomessa esiintyvät vektorivälitteiset taudit kuten pögöstan tauti, jänisrutto, puutiaisvälitteinen enkefaliitti ja borrelioosi yms. käsitellään yleisellä tasolla.

¹ Scholte E.J. et al. (2008) Accidental importation of the mosquito *Aedes albopictus* into the Netherlands: a survey of mosquito distribution and the presence of denguevirus. *Medical and Veterinary Entomology* 22(4): 352–358.

² Kilpatrick A.M. & Randolph S.E. (2012) Drivers, dynamics, and control of emerging vector-borne zoonotic disease. *Lancet* 380: 1946–1955.

³ WHO: Global Preparedness Monitoring Board (2019) A World at Risk: annual report on global preparedness for health emergencies. *World Health Organization* 36ss.

One health -konsepti nousee keskeisenä esille vektorivälitteisten tautien torjunnassa. Siihen vaaditaan monen eri ammattiryhmän yhteistyö ja erikoisosaaminen. Vaikka lääkärit, eläinlääkärit, ekologit ja hyönteistutkijat ovat keskeisessä asemassa, niin tarvitaan myös teknisten, yhteiskuntatieteiden ja humanististen tieteiden panosta. Poikkitieteellinen näkemys pitäisi siirtyä juhlapuheista myös käytännön toimiin.

1 Ilmastonmuutos ja maankäyttö syynä vektorien ja vektorivälitteisten tautien leviämiseen

Yleinen huoli ilmastonmuutoksesta on heijastunut (eläin)lääketieteelliseen tutkimukseen. Haku PubMedistä sanoilla ”climate change” tuottaa yli 40000 tulosta. Vuosina 2007 ja 2009/2010 86 % EU-maiden infektio tautien asiantuntijoista arvioi, että ilmastonmuutos vaikuttaisivat vektorivälitteisiin tauteihin⁴. Huoli on myös ohjannut tutkimusta. Viimeisten viidentoista vuoden aikana on ollut useita laajoja tutkimusohjelmia ja -hankkeita, joiden tarkoituksena on ainoastaan ollut selvittää vektorivälitteisten tautien ja vektoreiden yhteyttä ilmastoon. Euroopassa on erityisesti panostettu selvittämään denguen, chikungunyan, Länsi-Niilin viruksen, tiikerihyttysen ja borreliosin mahdollisen leviämisen tulevaisuudessa⁵. Useiden muiden vektoreiden ja patogeenien levinneisyys on myös liitetty lämpenevään ilmastoon.

Ilmaston yhteys vektorivälitteisiin tauteihin ei ole itsestään selvä asia. Kyseessä on yhtälö, joka koostuu pääsääntöisesti kolmesta tekijästä; patogeenista, vektorista ja isännästä. Jokaisella osapuolella voi olla erilainen ilmastoriippuvuus. Ilmasto koostuu pitkän ajanjakson keskimääräisistä muutoksista ja ilmastonmuutoksen eri tekijöiden todentamiseen vaaditaan perinteisesti vähintään kaksi 30 vuoden⁶ jaksoa. Ilmastonmuutoksen vaikutukset ovat hitaita, ja niitä on vaikea havaita muiden muuttujien seasta. Tauti- ja vektoridataa voi olla vaikea saada tarpeeksi pitkältä ajanjaksolta, eikä historiallista dataa juuri analysoida⁷. Usein on myös vaikeaa erottaa lyhytaikaisia trendejä pitkäaikaisista. Usein myös sekoitetaan käsitteet ilmastoriippuvuus ja lämpötilariippuvuus toisiinsa. Monien vektorilajien käyttäytymisestä tehdyt havainnot ja niiden reagoimista eri lämpötiloihin on tehty laboratorio-oloissa. Tuloksia on sitten käytetty mallien

⁴ Semenza J.C. et al. (2012) Mapping Climate Change Vulnerabilities to Infectious Diseases in Europe. *Environmental Health Perspectives* 120(3): 385–392.

⁵ Semenza J.C. et al. (2012) Mapping Climate Change Vulnerabilities to Infectious Diseases in Europe. *Environmental Health Perspectives* 120(3): 385–392.

⁶ Tuomenvirta H. (2004) Reliable estimation of climatic variations in Finland. *Finnish Meteorological Institute contributions* 43. 79.ss. Diss.

⁷ Semenza J.C. & Suk J.E. (2018) Vector-borne diseases and climate change: a European perspective. *FEMS Microbiology Letters* 365: fnx244.

lähtökohtina⁸. Todellisuus ei kuitenkaan vastaa olosuhteita laboratorioissa. Malleissa ei esimerkiksi huomioida lumipeitteen vaikutusta talvehtimiseen⁹. Hyttysten munat ovat lumen alla, joten lumisena talvena ilman lämpötilalla ei ole merkitystä. Aikuisina talvehtivat hyttiset hakeutuvat taas ulkoilmalta suojaan. Vaikka ulkolämpötila laskee, on myös puutiainen suojassa karikkeessa lumen alla. Tulevaisuudessa voi lumipeitteen kesto Etelä-Suomessa olla lyhyempi¹⁰. Lumettomuus vaikuttaa negatiivisesti monen hyönteislajin talvehtimiseen¹¹. Kesällä veden lämpötila vaikuttaa hyttystoukkien kehitykseen. Vuosien välillä voi olla suuriakin vaihteluita hyttyspopulaatioiden koossa. Se on hyttyslajien kannalta edullista, koska loiset ja pedot eivät ehdi sopeutua muuttuneeseen tilanteeseen. Kun lämpötilan noususta tulee vakio, sopeutuvat pedot ja loiset, eivätkä hyttystoukkien nopeampi kehitys enää vaikuta keskimääräisiin populaatiokokoihin. Kannattaa muistaa, että Pohjois-Suomen hyttyspopulaatiot ovat huomattavasti suuremmat kuin Etelä-Suomessa. Korkeampi lämpötila pitkällä aikavälillä vaikuttaa josain määrin lajistoon ja eteläinen laji voi korvata pohjoisemmän lajin. Monella lajilla on kuitenkin hyvin laaja levinneisyys. Esimerkiksi Suomen yleisimmän hyttyslajin, metsähyttysen (*Aedes (Ochlerotatus) communis*) levinneisyysalue ulottuu Euroopassa Jäämereltä Kreikkaan¹². Lajin populaatiot eivät ole suurempia Kreikassa kuin Suomessa. Vektoreiden puutteellinen käyttäytymisen tuntemus jää myös pimentoon, kun painotetaan ulkoisia lämpötiloja ja sademääriä. Joskus myös rinnastetaan esimerkiksi hyttysiä ja puutiaisia toisiinsa, vaikka niiden ekologia on täysin erilainen¹³.

Ilmaston lämpeneminen Suomessa on selvä, kun verrataan 40 vuoden ajanjaksoja 1847–1886 ja 1963–2002. Jälkimmäinen ajanjakso on koko vuoden keskilämpötilojen mukaan noussut +0,74 °C. Suomessa kevään huomattava lämpeneminen maalisi-, huhti- ja toukokuussa, +1,82 °C, on johtanut termisen kevään aikaistumiseen¹⁴.

⁸ Ostfeld R.S. & Brunner J.L. (2015) Climate change and *Ixodes* tick-borne diseases of humans. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 370(1665) pii: 20140051.

⁹ Ostfeld R.S. & Brunner J.L. (2015) Climate change and *Ixodes* tick-borne diseases of humans. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 370(1665) pii: 20140051.

¹⁰ Venäläinen A. et al. (2001) Impact of climate change on soil frost under snow cover in a forested landscape. *Climate Research* 17: 63–72.

¹¹ Nordman A.F. (1952) The Significance for Insects of Climatic Changes. *Fennia* 75: 60–68.

¹² Becker N. et al. (2003) Mosquitoes and their control. *Springer Verlag* 498 ss.

¹³ Ogden N.H. & Lindsay L.R. (2016) Effects of Climate and Climate Change on Vectors and Vector-Borne Diseases: Ticks are Different. *Trends in Parasitology* 32(8): 646–655.

¹⁴ Tuomenvirta H. (2004) Reliable estimation of climatic variations in Finland. Finnish *Meteorological Institute contributions* 43. 79.ss. Diss.

Jaksolla 1950–1995 ovat myös sekä maksimilämpötilojen että minimilämpötilojen keskiarvot nousseet. Sademäärät ovat kaottisia, eikä niissä ole minkäänlaista trendiä¹⁵. Länsi-Niilin viruksen aiheuttamia epidemioita on kuitenkin liitetty ilmastonmuutoksen aiheuttamiin rankkasateisiin ja tulviin Romaniassa 1996–1997, Tšekissä 1997 ja Italiassa 1998¹⁶. Vastaavaa riskiä ei siis Suomessa pitäisi olla.

Lämpötilaero Pohjois-Suomen ja Etelä-Suomen välillä on huomattava. Vuoden keskilämpötila Helsingissä on jaksolla 1981–2010 ollut 5,9 °C ja Sodankylässä -0,4 °C¹⁷. On kuitenkin ennustettu, että Pohjois-Suomi lämpenee nopeammin kuin Etelä-Suomi¹⁸. Vertailukaudella 1981–2010 koko maan vuoden keskilämpötila oli lähes 0,4 °C korkeampi kuin 1971–2000. Ainoastaan kesäkuun lämpötila on laskenut melkein koko maassa. Sademäärän vaihtelu vuosien välillä on Suomessa huomattavan suuri. Sateisuus on kuitenkin jäänyt lähes ennalleen kaudella 1981–2010.¹⁹

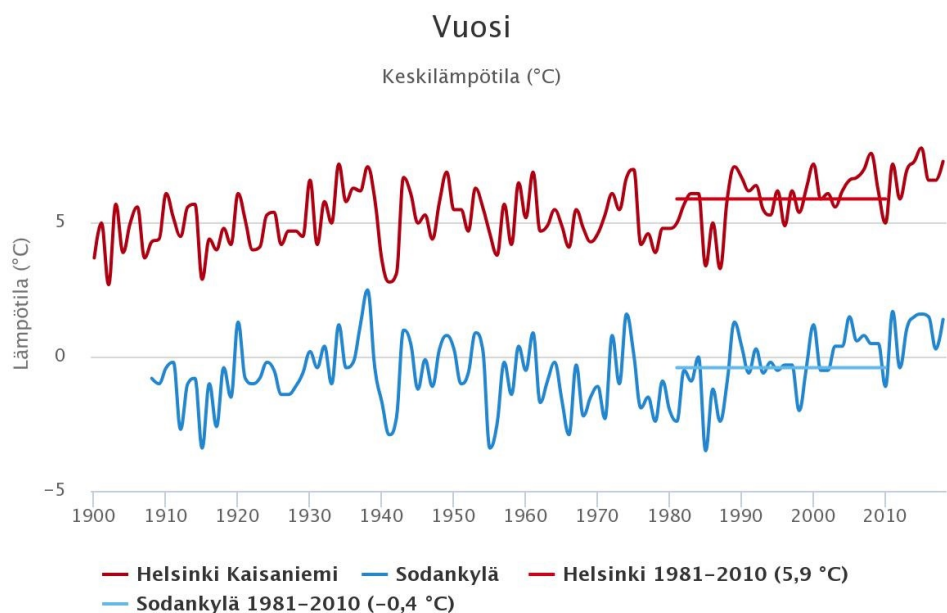
¹⁵ Tuomenvirta H. (2004) Reliable estimation of climatic variations in Finland. Finnish *Meteorological Institute contributions* 43. 79.ss. Diss.

¹⁶ Brown L. & Murray V. (2013) Examining the relationship between infectious diseases and flooding in Europe. *Disaster Health* 1(2): 117–127.

¹⁷ Vuosikeskilämpötilat Helsingissä ja Sodankylässä. Ilmatieteen laitos <https://ilmatieteenlaitos.fi/vuositilastot>.

¹⁸ Ruosteenoja, K. et al. (2016) Climate projections for Finland under the RCP forcing scenarios. *Geophysica* 51(1): 17–50.

¹⁹ Ilmastollinen vertailukausi 1981-2010. *Ilmatieteen laitos* <https://ilmatieteenlaitos.fi/ilmastollinen-vertailukausi-1981-2010>

Kuvio 1. Vuoden keskilämpötila Helsingin Kaisaniemessä ja Sodankylässä 1981–2010.

Ilmatieteen laitos

Suomen ilmaston ennustetaan muuttuvan tulevaisuudessa enemmän talvella kuin kesällä²⁰. Lämpötilat kohoavat, sateet lisääntyvät ja tulevat yhä useammin vetenä. Lumeton kausi pitenee.²¹

²⁰ Ruosteenoja, K. (2013) Maailmanlaajuisiin ilmastomalleihin perustuvia lämpötila- ja sademääräskenaarioita. Sektoritutkimusohjelman ilmastoskenaariot (SETUKLIM) 1. osahanke. *Ilmatieteen laitos* 1–15.

²¹ Jylhä, K. et al. (2012) Ilmasto. Julkaisussa: Ruuhela, R. (toim.) Miten väistämättömään ilmastomuutokseen voidaan varautua?–yhteenvedo suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla. *MMM:n julkaisuja* 6/2011: 16–23.

Ruosteenoja, K. (2013) Maailmanlaajuisiin ilmastomalleihin perustuvia lämpötila- ja sademääräskenaarioita. *Sektoritutkimusohjelman ilmastoskenaariot (SETUKLIM) 1. osahanke*. Ilmatieteen laitos. 15 s

Taulukko 1. Suomessa kylmimmät ja lämpimimmät vuodet 1888–2002.²²

Kylmimmät vuodet		Lämpimimmät vuodet	
Vuosi	Keskilämpötila	Vuosi	Keskilämpötila
1888	-2,68	1938	2,36
1815	-2,60	1989	2,24
1902	-2,48	2000	2,17

Suomi sijaitsee manner- ja meriilmaston välimaastossa. 1990-luvulla läntiset tuulet toivat kosteutta Atlantista aiheuttaen lämpimiä talvia ja viileitä kesiä. Itätuulet taas tuovat mukanaan kylmän talven ja lämpimän kesän. Sen vuoksi lämpötilat vaihtelevat vuosien välillä enemmän kuin lämpenevä trendi²³. Kotimainen hyönteis- ja puutiaislajisto on sopeutunut vaihteluihin. Monien hyönteislajien populaatiokoot voivat vaihdella sääolojen vuoksi suuresti vuosien välillä vaikka laji pitkällä aikavälillä olisi vakaa. Mahdollisten uusien vektorilajien sopeutuminen suuriin vuosien välisiin lämpötilojen vaihteluihin ei tunneta. Useimmat mallit on arvioitu keskilämpötilojen tai muutaman kesäkuukauden pohjalta.

Viime aikoina on herännyt huoli biodiversiteetin vähenemisestä, vaikka tutkijat jo kauan ovat varoittaneet lajien häviämisestä²⁴. Nyt on huoli erityisesti kohdistunut hyönteisiin. Saksassa ja Alankomaissa tehdyissä seurannoissa on todettu, että hyönteisten määrä valopyydyksissä on vähentynyt²⁵. Väheneminen johtuu ilmeisesti valosaasteen määrän voimakkaasta lisäämisestä²⁶. 73 tutkimukseen perustuvassa kirjallisuuskatsauksessa on esitetty, että 30 % kaikista hyönteislajeista olisivat uhanalaisia. Lehdistötiedotteessaan tekijä väitti, että kaikki hyönteiset olisivat hävinneet sadan vuoden kuluttua. Arvio perus-

²² Tuomenvirta H. (2004) Reliable estimation of climatic variations in Finland. *Finnish Meteorological Institute contributions* 43. 79.ss. Diss.

²³ Tuomenvirta H. (2004) Reliable estimation of climatic variations in Finland. *Finnish Meteorological Institute contributions* 43. 79.ss. Diss.

²⁴ Hallman C. et al. (2018) Analysis of insect monitoring data from De Kaaistoep and Drenthe. *Reports Animal Ecology and Physiology* 2: 1–39. Homburg K. et al. (2019) Where have all the beetles gone? Long-term study reveals carabid species decline in a nature reserve in Northern Germany. *Insect Conservation and Diversity* 12(4): 268–277.

²⁵ Grubisic M. et al. (2018) Insect declines and agroecosystems: does light pollution matter? *Annals of Applied Biology* 173: 180–189.

²⁶ Rahbek C & Colwell R.K. (2011) Species loss revisited (BIODIVERSITY)(Report). *Nature* 473(7347): 288–290.

tuu murto-osaan miljoonasta tunnetusta hyönteislajista, ja yhdessä maassa tehty tutkimus katsotaan edustavan koko maapalloa. Suurin osa tutkimuksista on tehty Euroopassa, Afrikkaa edustaa yksi Etelä-Afrikassa tehty tutkimus, ja suurin osa Aasiaa jää pimentoon²⁷. Tutkimukseen ei sisälly yhtään vektorina tunnettua lajia, joten pelkästään odottamalla eivät vektorivälitteiset taudit tule häviämään.

Vektorivälitteisen patogeenin leviämiseen vaikuttavat: isännän käyttäytyminen ja ekologia, vektorin käyttäytyminen ja ekologia sekä isäntäpopulaation immuniteettiaste²⁸. Sekä patogeenilla, vektorilla ja isännällä voi olla erilainen lämpötilariippuvuus. Patogeenin lämpötilavaatimukset ovat usein tuntemattomia. Parhaiten tunnetaan malarian aiheuttavien *Plasmodium*-lajien vaatimukset. Tietty lämpötila on tarpeen, jotta suvullinen lisääntyminen vektorissa onnistuisi. Isännän eli ihmisen käyttäytymiseen ja ekologiaan liitetään myös maankäyttö. Monet ihmisen aiheuttamat muutokset ovat hyvin vaikeasti mitattavia verrattuna lämpötiloihin. Suurimmassa osassa Suomea löytyy ihmisen vaikutusta. Esimerkiksi riistaa hoidetaan tavalla, joka vähentää sen riippuvuutta ilmaston vaihteluista. Pitämällä petojen määrä alhaisena voidaan metsästyksellä säädellä hirvi-, valkohäntäkauris- ja metsäkauriskantoja. Talviruokinnalla on eliminoitu talvilämpötilojen ja lumipeitteen vaikutuksia metsäkauriiden ja valkohäntäkauriiden määrään. Metsäkauriille sopiva, sähkölinjojen alla oleva maasto, on antanut niille hyviä kulkuteitä eri puolille maata.

Puutiaisten välittämiin tautitapausten määrän lisääntyminen on liitetty ilmaston lämpenemiseen²⁹. Ainakin 6 000 suomalaista saa Lymen borrelioositartunnan vuosittain ja heistä 50–80 % kehittää oireita³⁰. Ilmaston vaikutusta tartuntojen määrään on käytännössä vaikeata havaita.

²⁷ Sánchez-Bayo F. & Wyckhuys K.A.G. (2019) Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation* 232: 8–27.

²⁸ Reiter P. (2010) Yellow fever and dengue: a threat to Europe? *Euro Surveillance* 15(10):19509.

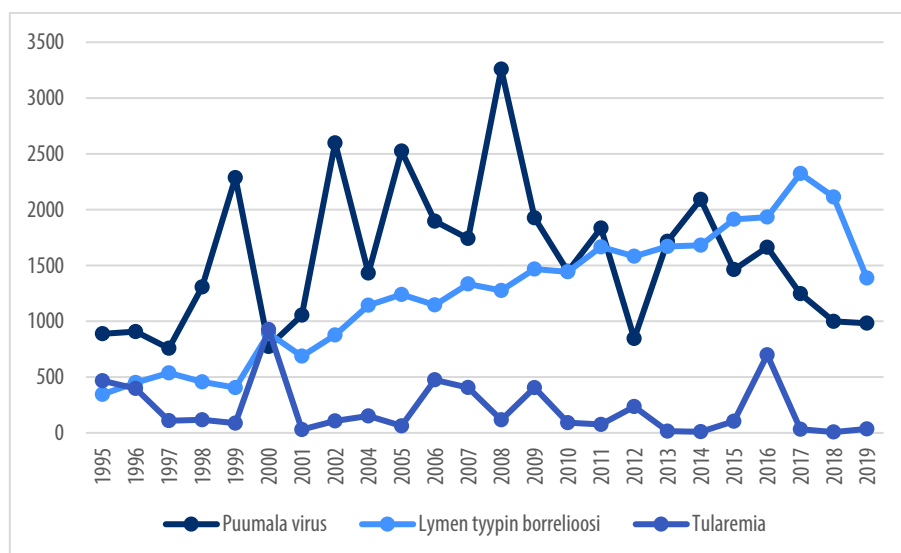
²⁹ Waits A. et al. (2018) Human infectious diseases and the changing climate in the Arctic. *Environmental Health* 121(Pt 1): 703–713. Semenza J.C. et al. (2012) Mapping Climate Change Vulnerabilities to Infectious Diseases in Europe. *Environmental Health Perspectives* 120(3): 385–392. Revich B. et al. (2012) Climate change and zoonotic infections in the Russian Arctic. *International Journal of Circumpolar Health* 71: 18792. Baylis M. (2017) Potential impact of climate change on emerging vector-borne and other infections in the UK. *Environmental Health* 16(Suppl. 1): 112. Jore S. et al. (2014) Climate and environmental change drives *Ixodes ricinus* geographical expansion at the northern range margin. *Parasites & Vectors* 2014, 7:11. Turun yliopisto: Puutiaiset levinneet luultua laajemmalle. 2014.

³⁰ Terveyskirjasto. *Duodecim*.

https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00063. Feuth E.

Borrelioositartuntojen, myyräkuumetapausten ja jänisruttotapausten vuosittaisilla vaihteluilla on lievä korrelaatio keskenään. Borrelioosi tarttuu puutiaispureman kautta. Ihminen saa myyräkuumetta aiheuttavan Puumalaviruksen punaruskeasta metsämyyrästä ja hengittämällä pölyä sen virtsan saastuttamasta maaperästä. Jänisrutto eli tularemia tarttuu esimerkiksi hyttysten puremien kautta, käsittelemällä sairasta eläintä tai hengittämällä pölyä, joka on peräisin sairaasta eläimestä.³¹ Myyräkuumetapausten määrä on liitetty metsämyyrän kannanvaihteluihin³². Tularemiatapausten määrä nousee myyrähuipun jälkeisenä vuonna³³.

Kuvio 2. Myyräkuume-, borrelioosi- ja jänisruttotapaukset Suomessa 1995–2019³⁴



(2017) Lyme borreliosis in Finland: Studies on environmental exposure, disease susceptibility and epidemiology. *Turun yliopisto*. Diss.

³¹ Terveyskirjasto. *Duodecim*.

https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00588,

https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00571

³² Kallio E.R. et al. (2014) Cyclic hantavirus epidemics in humans—Predicted by rodent host dynamics. *Epidemics* 1(2): 101–107.

³³ Rossow H. et al. (2015) Incidence and seroprevalence of tularaemia in Finland, 1995 to 2013: regional epidemics with cyclic pattern. *Eurosurveillance* 20(33): pii=21209.

³⁴ THL. Tartuntatautirekisterin tilastotietokanta.

https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/ttr/shp/fact_shp?row=area-12260&column=time-12059&filter=reportgroup-12455,

https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/ttr/shp/fact_shp?row=area-12260&column=time-12059&filter=reportgroup-12465,

https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/ttr/shp/fact_shp?row=area-12260&column=time-12059&filter=reportgroup-12231

Metsämyyrän kannanvaihtelut on Keski-Euroopassa liitetty kesien lämpötiloihin³⁵. Vastaavaa yhteyttä kesien lämpötiloihin on myös huomattu Pohjois-Suomessa tehdyssä tutkimuksessa³⁶. Ilmastonmuutoksen mukaansa tuomat tulevaisuuden läpimämpät talvet eivät ehkä vaikuta myyräkuumetapauksiin. On myös epäselvää, miten metsämyyrän kannanvaihtelut vaikuttavat jänisruton ja borreliosisin pitkäaikaistrendiin. Pitkällä aikavälillä metsämyyrän kanta on vakaa³⁷.

Monet seikat vaikuttavat Lymen borreliositartuntojen määrään. Ihmisten seroprevalenssi oli 1960-luvun lopussa ja 1970-luvun alussa huomattavasti korkeampi kuin vuonna 2011³⁸. Diagnosointi on tehostunut, ja ihmiset tiedostavat paremmin puutiaispuremia. Ihminen voi saada tartunnan paitsi aikuisista myös nymfeistä. Nymfit ja toukat ottavat usein veriateriansa jyrksijöiltä, joten sillä voidaan selittää yhteyden myyräkuumetapausten määriin. Ihmisen saamien puremien määrä taas johtuu ihmisen käyttäytymisestä ja puutiaispopulaatioiden koosta. Miten ihminen kohtaa puutiaisen riippuu pitkälti siitä, miten ja kuinka paljon hän liikkuu metsittyneessä maisemassa. Puutiaispopulaatioihin taas vaikuttavat eri tekijät. Ratkaiseva on ravintotilanne, koska puutiainen tarvitsee kolme veriateriaa lisääntyäkseen. Aikuisten naaraiden veren saanti ratkaisee puutiaispopulaation menestymisen, koska ilman veriateriaa ei muniminen onnistu. Isot nisäkkäät säätelevät sen vuoksi puutiaispopulaatioita³⁹. Runsaat metsäkauris-, valkohäntäkauris- ja hirvikannat kasvattavat niitä. Riistakantoihin taas vaikuttaa positiivisesti metsänhoito, sähkölinjojen aluskasvillisuus, petojen alhainen määrä, talviruokinta, koirien kiinnipito, liikenteen nopeusrajoitukset, riista-aidat ym⁴⁰.

Lämpötila vaikuttaa puutiaisten saalistusaikaan. Puutiainen on aktiivinen, kun lämpötila nousee yli + 5 °C. Kaikki asteet voivat talvehtia kaksi kertaa ilman veriateriaa niiden välillä. Puutiaisella on käytännössä 2x 5-6 kuukautta aikaa saada veriaterian.

³⁵ Imholt C. et al. (2014) Quantifying the past and future impact of climate on outbreak patterns of bank voles (*Myodes glareolus*) *Pest Management Science* 71(20): 166–172.

³⁶ Yoccoz N.G. et al. (2001) Effects of food addition on the seasonal density-dependent structure of bank vole *Clethrionomys glareolus* populations. *Journal of Animal Ecology* 70(5): 713–720.

³⁷ Hutterer R. et al. (2016) *Myodes glareolus* IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016.3. 2016. *International Union for Conservation of Nature*, IUCN, iucnredlist.org. Myyräkannat ovat Suomessa elinvoimaisia. *Suomen punainen kirja* 2019. <https://punainenkirja.laji.fi/>

³⁸ Cuellar J. et al. (2019) Seroprevalence of Lyme borreliosis in Finland 50 years ago. *Clinical Microbiology and Infection* doi: 10.1016/j.cmi.2019.10.003.

³⁹ Korotkov Y. et al. (2015) Observations on changes in abundance of questing *Ixodes ricinus*, castor bean tick, over a 35-year period in the eastern part of its range (Russia, Tula region). *Medical Veterinary Entomology* 29(2): 129–136.

⁴⁰ Nummi P.P. & Väänänen V-M toim. (2013) *Suomalainen riistanhoito. Metsäkustannus* 224 ss.

Vaikka ottaa huomioon lämpenevä trendi maalisi- ja huhtikuussa, ei puutiaisen saalis- tusaika ole merkittävästi pidentynyt.

Ilmasto vaikuttaa puutiaisten talvehtimismahdollisuuksiin. Puutiaisten perinteinen pohjoisraja Simosta Kuhmoon⁴¹ johtuu todennäköisesti siitä, että rajan pohjoispuolella on karikerros liian ohut hyvän talvehtimispaikan löytämiseksi. Ilmaston muuttuessa, muuttuu myös luontotyypit. Metsän muuttuminen ja karikkeen paksuuntuminen on kuitenkin pitkän ajan prosessi. Ihminen on toiminnallaan paikoitellen tuottanut paksumpia karikerroksia esimerkiksi pihoihin tai parkkipaikkojen vierustoihin, joissa puutiaiset voisivat talvehtia. Tulevaisuudessa voi siis olla paikallisia puutiaispopulaatioita myös Lapissa.

Väestön kehitys ja liikkuminen, taloudellinen ja terveydenhoidon kehitys, maiseman muuttuminen, maankäyttö, maa- ja metsätalouden muuttuminen, vektoreiden habitaa- tit ja pitkällä ajanjaksolla myös ilmasto vaikuttavat kaikki vektorivälitteisten patogee- nien yleistymiseen, leviämiseen tai häviämiseen. Pelkkiin lämpötilamuutoksiin perus- tuvat mallit eivät ole kovinkaan luotettavia tulevaisuuden ennustajia yhden maan osalta⁴². Maankäytöllä ihminen on myös pystynyt "lieventämään" ilmaston luonnolle asettamat rajat. Kulttuurimaisemassa on useita lajeja, jotka eivät selviä ilman ihmisen väliintuloa ja maisemanhoidolla.

Yleensä ainoastaan lämpötiloihin ja ilmastomalleihin perustuvat ennustukset edusta- vat suuria alueita, kuten maanosaa tai useita maita. Kun niistä vedetään suoraa johto- päätöksiä yhden maan osalta, unohdetaan helposti ero mittakaavassa. Kannattaa aina muistaa, että ihminen on trooppinen eläin. Hän selviää kylmissä oloissa luomalla itselleen sopivan mikroilmaston, jota monet hyönteislajit voivat vuorostaan hyödyntää. Urbaanisessa yhteiskunnassa tällaisia lämpimiä paikkoja löytyy useita, myös kotien ulkopuolella. Maankäyttö nousee paikallisesti ilmaston rinnalle ja usein jopa ohi, kun selvitetään yhden vektorilajin tai yhden patogeenin mahdollisuuksia menestyä. Painot- tamalla ilmaston merkitystä on vaarana, että toteutettavissa olevat toimenpiteet, kuten ehkäisy, terveydenhuollon parantaminen tai vektoreiden kontrollointi, jäävät teke- mättä. Rokotuksilla voidaan monessa tapauksessa estää epidemiat. Useasti tehokas rokote kuitenkin puuttuu, tai sitä on vaikeaa saada. Esimerkiksi ruttorokotteet eivät ole

⁴¹ Öhman C. (1961) The geographical distribution of *Ixodes ricinus* in Finland. *Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica* 76:4

⁴² Ogden N.H. & Lindsay L.R. (2016) *Trends in Parasitology* 32(8): 646–655.

järin tehokkaita⁴³, ja keltakuumerokotteesta on pulaa⁴⁴. Rokotteita on myös kyseenalaistettu, ja niitä on jätetty ottamatta. Tuhkarokkorokotteisiin⁴⁵ liittyvät ongelmat ovat hyvä esimerkki seikoista, jotka myös vektorivälitteisten tautien rokotteet kohtaavat.

1.1 Ihmisten ja eläinten liikkuvuus

Vektorit voivat helposti siirtyä eri puolille maailmaa ilmapölyllisten ja laivaliikenteen mukana, mutta patogeenit siirtyvät pääasiassa ihmisessä tai toisessa nisäkkäässä. Osa patogeeneista siirtyy myös muuttolinnoissa tai niiden kantamissa puutiaisissa. Lentomatrustajien määrä globaalisesti oli v. 2004 1,9 miljardia. Vuonna 2018 oli yli 4,3 miljardia lentomatrustajaa¹. Käytännössä se merkitsee, että ihmisten kantamat patogeenit pääsevät nopeasti leviämään. Lentoliikennettä voidaankin pitää merkittävänä ihmiskunnan terveyden uhkana². Denguekuume toimii siitä hyvänä esimerkkinä. Ihminen toi viruksen mukanaan Kiinaan, ja siellä paikalliset hyttyslajit pystyivät toimimaan vektoreina³. Myös lentokoneiden koko on kasvanut, ja osa patogeeneista voi aerosoloina levitä koneessa ilmanvaihdon mukana. Erilaisten eksoottisten tautien tapausten määrä on lisääntynyt lentomatrustamisen dramaattisen kasvun myötä. Lentokoneet kuljettavat myös vektoreina toimivia hyönteisiä ja puutiaisia. Esimerkkinä on monilla lentokentillä ilmennyt lentokenttämalaria⁴. Vektoreina toimivat horkkahyttiset

⁴³ Sun W. & Singh A.K. (2019) Plague vaccine recent progress and prospects. *NPJ Vaccines* 18(4): 11.

⁴⁴ Chen L.H. et al. (2018) What's old is new again: the re-emergence of yellow fever in Brazil and vaccine shortages. *Clinical infectious diseases: an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. <https://doi.org/10.1093/cid/ciy777>. Ei vielä painettu.

⁴⁵ Paunio M. et al. (2003) IgG avidity to distinguish secondary from primary measles vaccination failures: prospects for a more effective global measles elimination strategy. *Expert opinion on pharmacotherapy* 4(8): 1215–1225.

¹ Statista. Number of scheduled passengers boarded by the global airline industry from 2004 to 2021. <https://www.statista.com/statistics/564717/airline-industry-passenger-traffic-globally/>

² Findlater A. & Bogoch I.I. (2018) Human Mobility and the Global Spread of Infectious Diseases: A Focus on Air Travel. *Trends in Parasitology* 34(9): 772–783.

³ Zhu G. et al. (2019) Effects of human mobility, temperature and mosquito control on the spatiotemporal transmission of dengue. *Science of the Total Environment* 651: 969–978.

⁴ Siala E. et al. (2015) Airport malaria: report of four cases in Tunisia. *Malaria Journal* 14:42. Pomares-Estran C. et al. (2009) Atypical aetiology of a conjugal fever: autochthonous airport malaria between Paris and French Riviera: a case report. *Malaria Journal* 8: 202.

(*Anopheles* spp.) ovat kotoutuneet lentokenttäterminaaleihin. Malariaa sairastavia ihmisiä, jotka voivat siirtää infektion hyttysiin, on silloin tällöin vilkkaalla kentällä muiden odottavien matkustajien joukossa.

Ranskassa on ilmennyt paikallisesti saatuja *Schistosoma* infektioita, joiden lähteenä on ollut Afrikasta tulleet matkailijat. Paikalliset kotilot ovat osoittautuneet sekä *Schistosoma haematobiumin* että *S. boviksen* ja niiden hybridien päteviksi vektoreiksi⁵.

Suomalaiset tekivät 8,2 miljoonaa ulkomaan matkaa vuonna 2018. Suosituimmat kohdeet olivat Viro, Ruotsi ja Espanja. Välimeren pohjoisrannikon valtioihin tehtiin 660 000 matkaa. Läntisessä Keski-Euroopassa käytiin 340 000 kertaa ja itäiseen Keski-Eurooppaan 160 000 kertaa⁶. Kaukomatkapaketteja myytiin 95 000, ja niistä 46 % kohdistui Thaimaahan⁷. Reppumatkaajista ei ole tilastoa, joten eksoottisimpien matkakohdeiden vierailumäärät jäävät pimentoon. Erilaiset arbovirukset ovatkin yleisiä malarian ohella Eurooppaan palaavissa matkailijoissa⁸.

Kuvio 3. Suomalaisen suosituimmat turistikohteet vuonna 2018. (SMAL)⁹

2018	Kohdema	2017	Määrä	2018	Kohdema	2017	Määrä
1.	Espanja/ Kanaria/Baleaarit	1.	253 669	6.	Kroatia	5.	28 719
2.	Kreikka	2.	232 626	7.	Portugali/ Madeira/ Azoorit	6.	27 338
3.	Turkki	4.	66 644	8.	Bulgaria	8.	19 178
4.	Thaimaa	3.	44 319	9.	Kypros	9.	17 763
5.	Italia	7.	29 198	10.	Arabiemiiri- kunnat	10.	16 498

⁵ Findlater A. & Bogoch I.I. (2018) Human Mobility and the Global Spread of Infectious Diseases: A Focus on Air Travel. *Trends in Parasitology* 34(9): 772–783.

⁶ Tamminen T. *Tilastokeskus*. Suomalaisen matkailu 2018.

<https://www.stat.fi/til/smat/tie.html>.

⁷ SMAL. Lehdistöiedote 16.1 2019. <http://www.smal.fi/loader.aspx?id=abfa013f-349e-4d55-8b21-e71818db5974>

⁸ Eckerle I. et al. (2018) Emerging souvenirs – clinical presentation of returning traveller with imported arbovirus infections in Europe. *Clinical Microbiology and Infection* 24: 240 – 245.

⁹ SMAL. Lehdistöiedote 16.1 2019. <http://www.smal.fi/loader.aspx?id=abfa013f-349e-4d55-8b21-e71818db5974>

Suomalaiset matkailijat ja Suomeen tulleet maahanmuuttajat ovat tuoneet mukanaan vektorivälitteisiä patogeeneja. Eniten on tuotu malariaa; 837 tapausta vuosina 1995–2018. Dengue tapauksia on ollut 651, chikungunya tapauksia 22 ja Zika-virusta 10 tapausta¹⁰. Ne eivät kuitenkaan ole kotoutuneet Suomeen.

Lemmikit ovat osa nykysuomalaisen perhettä. Lemmikkejä kohdellaan myös eri tavalla kuin ennen. Koirat ja kissat olivat aikaisemmin pääasiassa hyötyeläimiä, joita välttämättä ei edes päästetty sisälle. Koirien annettiin myös juosta vapaana, ja ne kerääntyivät laumoihin yhdessä kodittomien koirien kanssa. Nykyään keskiverto koiranomistaja huolehtii koirastaan täysin eri tavalla. Sen lähellä ollaan, ja usein se myös nukkuu omistajansa sängyssä. Kun lähdetään matkalle, pyritään koira usein ottamaan mukaan. Perheiden automatkoilla mukana matkustavien koirien määrästä ei ole tietoa, mutta sekä Autoliiton että Karavaanari liiton sivuilla huomioidaan lemmikkien mukantulo¹¹.

Ulkomaille voi lähteä, jos lemmikki on mikrosirutettu, sillä on lemmikkieläinpassi, voimassa oleva rabiesrokotus ja jos sille annetaan ekinokokin estolääkitys ennen paluuta Suomeen¹². Ulkomaisiin koiranäyttelyihin osallistuminen on Suomessa niin suosittua, että muutama kaupallinen matkatoimisto järjestää erillisiä ”koiramatkoja” linja-autoilla mm. Venäjälle, Valko-Venäjälle, Baltian maihin, Pohjoismaihin ja Romaniaan.

Käytännössä koirien kanssa matkustava saa helposti tietoa maahantuontimääräyksistä. Sen sijaan on huomattavasti vaikeampaa saada tietoa esimerkiksi siitä, miten koiran mukanaolo lisää vieraiden puutiaisten ja kirppujen riskiä. Koiran kanssa pysähdytään ja ulkoillaan usein huomattavasti puutiais- ja kirpputehämällä alueilla kuin matkustaessa ilman lemmikkiä. Suositut puutiaisen estolääkitykset antavat omistajilleen huolettomuuden tunteen ja unohdetaan, etteivät ne toimi karkotteina. Koira voi siis helposti kuljettaa mukanaan ulkoloisia, jotka kuolevat vasta otettuaan veriaterian. Suomessa koiranulkoiluttajat usein pysähtyvät juttelemaan toisten koiranulkoiluttajien

¹⁰ THL. Tartuntatautirekisterin tilastotietokanta. <https://thl.fi/ttr/gen/rpt/tilastot.html>

¹¹ Autoliitto. Lemmikkien kanssa matkustaville. <https://www.autoliitto.fi/lemmikkien-kanssa-matkustaville> Karavaanarit. Lemmikit matkalla.

<https://www.karavaanarit.fi/leirintamatkailu/leirinta-ulkomailla/lemmikit-matkalla/>

¹² Ruokavirasto. Lemmikki mukaan matkalle.

<https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/tuonti-ja-vienti/eu-maat-norja-ja-sveitsi/elaimet/koirat-kissat-ja-fretiit/lemmikki-mukaan-matkalle/>

EFSA (2006)

Assessment of the risk of *echinococcus* introduction into the UK, Ireland, Sweden, Malta and Finland as a consequence of abandoning national rules. Scientific Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare. *The EFSA Journal* 441, 1-54, 1–59.

kanssa antaen samalla koirien nuuskia toisiaan. Ulkomailta käytäntö voi lisätä infektoriskiä.

Yhdysvalloissa heräsi huoli katukoirien tuonnin turvallisuudesta jo vuonna 2008¹³. Päähuomio on kiinnitetty rabiekseseen, mutta myös muita, koirien terveyttä uhkaavia patogeeneja on löydetty¹⁴. Espanjassa ovat suolistoinfektioita aiheuttavat *Giardia duodenalis* ja *Cryptosporidium* spp. tavallisia löytötarhojen koirissa ja kissoissa, joten katukoiran ottaminen lemmikiksi voi olla riski myös ihmisten terveydelle¹⁵.

Rabieksen leviäminen aiheuttaa eniten huolta. Norjassa on tarkastettu katukoirien saamat rabiesrokotukset. Ennen 2011 Norja vaati maahan tuotujen koirien osalta hyväksytyn laboratorion antaman todistuksen koiran verinäytteen rabies vasta-aineiden määrästä. Kun tuontimääräyksiä höllennettiin, lisääntyi katukoirien tuonti nopeasti. Vuonna 2012 tarkastettiin 75 katukoiran vasta-aineet. Koirat olivat saapuneet Romaniasta (63), Unkarista (8) tai niiden alkuperä oli tuntematon (4). Osoittautui, että ainoastaan 35 koiran vasta-aine määrän taso oli tyydyttävä. Norjassa rokotetuista kontrolliryhmän koirista 85,7 %:lla oli tyydyttävä vasta-aineiden määrä 4–6 kuukautta rokotuksen jälkeen¹⁶. Norja on sittemmin kieltänyt katukoirien tuonnin maahan niihin liittyvien riskien vuoksi¹⁷. Rabiasta on myös diagnosoitu Egyptistä ja Sri Lankasta tuoduissa katukoirissa¹⁸.

¹³ McQuiston J.H. et al. (2008) Importation of dogs into the United States: risks from rabies and other zoonotic diseases. *Zoonoses and Public Health* 55(8-10): 421–426.

¹⁴ Mira F. et al. (2018) Introduction of Asian canine parvovirus in Europe through dog importation. *Transboundary and Emerging Diseases* 65(1): 16–21.

¹⁵ Gil H. et al. (2017) Detection and molecular diversity of *Giardia duodenalis* and *Cryptosporidium* spp. in sheltered dogs and cats in Northern Spain. Infection, genetics and evolution. *Journal of molecular epidemiology and evolutionary genetics in infectious diseases* 50: 62–69.

¹⁶ Klevar S. et al. (2015) Cross-border transport of rescue dogs may spread rabies in Europe. *Veterinary Record* 176(26): 672.

¹⁷ Mattillsynet. Import av gatehunder.

https://www.mattillsynet.no/dyr_og_dyrehold/import_og_eksport_av_dyr/import_av_kjal_edyr_og_konkurransedyr/import_av_gatehunder/

¹⁸ Sinclair J.R. et al. (2015) Rabies in a Dog Imported from Egypt with a Falsified Rabies Vaccination Certificate--Virginia, 2015. *Morbidity and mortality weekly report. Surveillance summaries : MMWR* 64(49): 1359–1362. Fooks A.R. et al. (2008) Rabies virus in a dog imported to the UK from Sri Lanka. *Veterinary Record* 12(18): 598.

Katukoirat voivat myös kantaa muita meillä tuntemattomia tai harvinaisia loisia. Mato-äyriäisiin kuuluva kuonomato (*Linguatula serrata*) on yleinen katukoirien loinen Romaniassa¹⁹. Kuonomato on kosmopoliittinen loinen, joka koiraeläimissä elää nenäonteloissa. Naaras elää kaksi vuotta ja tuottaa miljoonia munia, jotka jättävät isännän joko ulosteessa tai aivastamalla. Munat päätyvät väli-isäntään, joka voi olla mikä tahansa nisäkäs, jopa poro²⁰, ja ne kuoriutuvat suolistossa. Toukat puhkaisevat suolistoseinämän ja kehittyvät erityisesti maksassa ja keuhkoissa. Ne päätyvät varsinaiseen isäntään, tämän syödessä väli-isännän. Ihminen voi olla sekä väli-isäntä että varsinainen isäntä²¹. Infektio on historiallisesti ollut tavallinen, ja Berliinissä 1900-luvun alussa tehdyissä ruumiinavauksissa kuonomatojen infektioste oli 12 %²². Kuonomatoa on löytynyt katukoirista Norjasta²³, Ruotsista ja Suomesta²⁴.

Suomeen tuotiin 2 454 katukoira vuonna 2017. Eniten koiria tuotiin Venäjältä mutta myös Romaniasta ja Espanjasta. Myös Suomessa on keskusteltu katukoirien tuonnin turvallisuudesta ja Ruokavirasto on varoittanut asiasta²⁵. Katukoirista on paitsi väärrennettyjä rokotustodistuksia myös löytynyt antibiooteille vastustuskykyisiä bakteereja²⁶. Suurin osa koirista tulee Suomeen kymmenien yhdistysten kautta. Monet niistä ovat kritiikin johdosta sitoutuneet ns. *Responsible Rescuetoiminnan* yhteisiin toimintaohjeisiin. Tavoitteena on tehdä katukoirien tuonnista niin turvallista kuin mahdollista. Ruokavirastossa käynnistettiin vuonna 2018 tutkimushanke selvittämään tuontikoiriin liittyvät riskit²⁷.

¹⁹ Mircean V. et al. (2017) Prevalence and risk factors associated with endoparasitic infection in dogs from Transylvania (Romania): A retrospective study. *Veterinary Parasitology* 243: 157–161.

²⁰ Khalil G.M. (1970). Incidence of *Linguata serrata* infection in Cairo mongrel dogs. *Journal of Parasitology* 56 (3): 485.

²¹ Porossa todennäköinen laji on myöhemmin kuvattu *Linguatula arctica*.

²² Koch M. (1906). Zur Kenntnis des Parasitismus der Pentastomen. *Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Pathologie* 10: 265–279.

²³ Liim B. et al. (2012) Aktuelle sykdomsutbrudd og diagnoser fra Veterinærinstituttet og Mattilsynet. *Norsk veterinærtidsskrift* 124(6): 448–455.

²⁴ SVA Tungmask (*Linguatula serrata*) hos hund.

<https://www.sva.se/djurhalsa/hund/parasiter-hos-hund/tungmask-linguatula-serrata-hund>

²⁵ Ruokavirasto. Tuontikoira voi olla riski. <https://www.ruokavirasto.fi/yriytykset/tuonti-ja-vienti/eu-maat-norja-ja-sveitsi/elaimet/koirat-kissat-ja-fretit/tuontikoira-voi-olla-riski/>

²⁶ Imatran seudun ympäristötoimen kaupungineläinlääkäri Sini Siitonen antama haastattelu. Uutisvuoksi 14.2.2018. <https://uutisvuoksi.fi/uutiset/lahella/712914fb-e78a-4c0c-a77d-0a64b5f3966f>

²⁷ Ruokavirasto. <https://www.ruokavirasto.fi/yhteisot/riskinarviointi/riskinarvioinnin-projektit/tarttuvat-elaintaudit/koirien-maahantuonnin-aiheuttama-riski-ihmisten-ja-elainten-terveydelle/>

1.2 Sosiaalisesti turvattomat ryhmät riskivyyhykkeessä

Huonot asumisolot ja köyhyys altistavat ihmisen helposti myös vektorivälitteisille taudille. Suomessa oli vuoden 2017 lopussa 7 112 asunnotonta, joista yksineläviä oli 6 615 ja perheellisiä 497. Heistä 415 yöpyivät ulkona, porrashuoneissa, ensisuojuissa yms. Yli puolet Suomen asunnottomista on Helsingissä (3 760). Trendi on ollut laskeva viimeiset viisi vuotta. Asunnottomuuden taustalla on usein, varsinkin pääkaupunkiseudulla, asumisen kalleus, mutta myös sosiaaliset ja terveydelliset ongelmat²⁸. Köyhyys on ongelma ja pienituloisiin kotitalouksiin kuuluvia henkilöitä oli 654 000 vuonna 2017²⁹.

Melkein 2 miljoonaa pakolaista ja laitonta siirtolaista saapui Eurooppaan vuosina 2014–2018. Suurin osa päätyi Kreikkaan, Espanjaan, Italiaan, Kyprokselle ja Maltaalle³⁰. Suomeen saapui vuonna 2015 ennätysmäärä turvapaikanhakijoita, yhteensä 32 476 henkilöä. Vuonna 2016 ensimmäisiä hakemuksia tehtiin 4 005 ja vuonna 2017 ensimmäisiä hakemuksia tehtiin 1 858. 1 062 hakijan hakemus siirrettiin EU:n sisäisenä siirtona Suomeen Kreikasta tai Italiasta³¹. Vuosina 2015 ja 2016 tilanne vastaanottokeskuksissa vaihteli paikkakunnasta riippuen. Asuttiin ahtaasti ja kaksioon majoitettiin yleensä kahdeksan ja kolmioon jopa kymmenen turvapaikanhakijaa³². Eriytyiseksi ongelmaksi muodostuvat paperittomat, joille ei ole sosiaalisia palveluita tarjolla. Suomessa oli noin 4000 paperitonta vuonna 2014³³. Määrä on sen jälkeen nousut ja voi olla 8000 ja 12 000 välillä³⁴.

²⁸ Ahola H. (2018) Asunnottomat 2017. *Asumisen rahoitus ja kehittämiskeskus*. Selvitys 2/2018.

²⁹ Tilastokeskus. Tulonjakotilasto <https://www.stat.fi/til/tjt/index.html>.

³⁰ UNHCR. Mediterranean situation. https://data2.unhcr.org/en/situations/mediterranean#_ga=2.238968643.273486693.1558957306-1258267356.1558957306

³¹ Maahanmuuttovirasto. Vuoden 2017 tilastot: Turvapaikanhakijoita selvästi edellisvuosia vähemmän—ensimmäisen hakemuksen jätti reilut 2 100 hakijaa. https://migri.fi/artikkeli/-/asset_publisher/vuoden-2017-tilastot-turvapaikanhakijoita-selvasti-edellisvuosia-vahemman-ensimmais-hakemuksen-jatti-reilut-2-100-hakijaa

³² Nykänen T. et al. (2019) Poikkeusajan tilat: vastaanottokeskukset pohjoisessa Suomessa. Julkaisussa: Lyytikäinen E. toim. Turvapaikanhaku ja pakolaisuus Suomessa. *Siirtolaisinstituutti. Tutkimus 2*: 161–182.

³³ Jauhiainen J.S. et al. (2018) Paperittomat Suomessa. Turun Yliopiston Maantieteen ja geologian laitoksen julkaisuja 8: 69ss.

³⁴ Saarinen M. (2018) Paperittomuus, kansalaisuus ja turvallisuusdilemma. Pro gradu *Tampereen yliopisto Sosiaaliantropologia* 93 ss.

Vaatetäit ovat huomattavasti tavallisempia sosiaalisesti turvattomissa ryhmissä, kuin yleisissä sosiaaliluokissa³⁵. Ryhmällä on myös suurempi mahdollisuus olla läheisessä yhteydessä rottien kanssa. Yöpyminen ulkona kesäisin altistaa hyttysten välittämille taudeille kuten Länsi-Niilin kuumeelle³⁶. Valitettavasti näiden ryhmien ulkoloistilanteesta on hyvin niukasti tietoa. Saatavat tiedot ovat peräisin ukomailta, eikä Suomesta.

Suomen kaduilla näkyvät kerjäläiset ovat suhteellisen uusi ilmiö, joka alkoi yleistyä 2000-luvulla. Vaikka he eivät ole kodittomia sanan varsinaisessa merkityksessä, heidät voidaan Suomessa rinnastaa kodittomiin. Kerjäläisten määrä on tuntematon, ja se vaihtelee. Kesällä heitä on enemmän. Ruotsissa on arvioitu heitä olevan noin 4000, Suomessa on huomattavasti vähemmän. Useimmat ovat romaaneja Romaniasta tai Bulgariasta³⁷. Romania on EU:n köyhimpiä maita, ja maaseudun asukkaista jopa 70 % luokitellaan köyhiksi³⁸.

Romaanikerjäläisten terveystilanne on huonosti tutkittu. Heillä lienee olevan samat ongelmat kuin muilla köyhillä ja syrjäytetyillä ryhmillä, mutta kattavaa tietoa puuttuu³⁹. Puutteelliseen hygieniaan liittyvät terveysongelmat ovat lähtöisin jo kotimaasta. Suppeassa kyselytutkimuksessa todettiin, että ainoastaan 17,1 % vastaajilla oli Romaniassa sisävevsa. Vain 20,4 %:lla oli vesihana, joka sijaitsi joko ulkona tai sisällä⁴⁰.

Helsingissä Hirundo on EU-kansalaisten liikkuvalla väestölle tarkoitettu päiväkeskus. Siellä saa sosiaalisia palveluja, ja myös tilaisuus käydä suihkussa. Kerjäläisten mah-

³⁵ Grief S.N. & Miller J.P. (2017) Infectious Disease Issues in Underserved Populations. *Primary Care: Clinics in Office Practice* 44(1): 67–85.

³⁶ Leibler J. et al. (2016) Zoonotic and Vector-Borne Infections Among Urban Homeless and Marginalized People in the United States and Europe, 1990-2014. *Vector Borne and Zoonotic Diseases* 16(7): 435–444.

³⁷ Ahola V. (2011) The Roma: Thieves and beggars? Public attitudes towards the roma in Finland as displayed in Finnish newspaper articles in 2006-2011. Thesis. *Diaconia University of Applied Sciences*.

³⁸ Gaga F.D. (2015) "This money begged here is paid with blood" A qualitative study of the Romanian beggars' perceptions on their health status before and during begging, and their health maintaining strategies in Uppsala, Sweden. *Master's Thesis, Uppsala universitet*.

³⁹ Zeman C. et al. (2003) Roma health issues: a review of the literature and discussion. *Ethnicity & Health* 8(3): 223–250.

⁴⁰ Powell Doherty R. et al. (2018) A survey of quality-of-life indicators in the Romanian Roma population following the 'Decade of Roma Inclusion'. *F1000 Research* 6(1692): 1–20.

dollisuus hoitaa hygieniansa on kuitenkin huono. He ovat usein tulleet Kaakkois-Euroopasta autoilla. Erilaiset paketti- ja farmariautot ovat monelle kirppu- ja puutiaislajille erinomaisia piilopaikkoja, ja ne siirtyvät niissä helposti maasta toiseen.

Kodittomien altistuminen vaatekassien välittämien *Rickettsia* spp. ja *Bartonella quintana* bakteereille on ulkomailla jonkin verran tutkittu⁴¹. Suomen tilanteesta ei kuitenkaan tiedetä mitään. He muodostavat riskiryhmän, joiden ulkoloiset olisi syytä selvittää.

⁴¹ Leibler J. et al. (2016) Zoonotic and Vector-Borne Infections Among Urban Homeless and Marginalized People in the United States and Europe, 1990-2014. *Vector Borne and Zoonotic Diseases* 16(7): 435–444.

2 Vieras- ja tulokaslajit terveysriskinä

Eliöiden luontaiseen käyttäytymiseen kuuluu dispersaali, eli leviäminen uusille alueille. Tulokaslaji on eliö, joka leviää luontaisesti ilman ihmisen apua. Esimerkkinä voidaan pitää Suomen aluevesille siirtyneet merimetsot. Vieraslajina pidetään eliötä, joka käyttää ihmistä kulkuvälineenään. Invasiivinen laji on vieraslaji, joka uhkaa alkuperäisluontoa⁴².

Vieraslajin menestymiseen vaikuttaa sen kyky sopeutua paikallisiin oloihin. Monet vieraslajit näyttävät pärjäävän paremmin uudessa ympäristössään kuin lähtöpaikassaan. Se johtuu osittain siitä, että ne nimenomaan viihtyvät ihmisen luomissa ekosysteemeissä eikä niiden mukana välttämättä ole tullut niihin erikoistuneita petoja tai loisia⁴³. Moni vieraslaji pystyy myös nopeasti sopeutumaan erilaisiin lämpötiloihin. Niiden leviämistä on yhdistetty ilmastonmuutokseen⁴⁴. Ihmisen niille luomat sopivat olosuhteet lienevät kuitenkin tärkeämpi syy menestykseen.

Hävittämistä vaikeuttavat resistenssiongelmat, jotka voivat kehittyä hyvinkin nopeasti. Esimerkiksi DDT:n käyttö taistelussa malariaa vastaan alkoi toisen maailmansodan aikana. Jo 1940-luvun lopussa ilmeni DDT:lle vastustuskykyisiä hyttyspopulaatioita⁴⁵. Etiopian tärkein malarian vektori, *Anopheles arabiensis*, on vastustuskykyinen sekä DDT:lle että pyretroideille. Pyretroideille vastustuskykyiset *Anopheles gambiae* populaatiot ovat laajalle levinneitä Länsi-Afrikassa⁴⁶. Myös keltakuumehyttynen (*Aedes*

⁴² Roques A. et al. eds. (2010) Alien terrestrial arthropods of Europe. *BioRisk Biodiversity & Ecosystem Risk Assessment* 4(1) Pensoft 1028ss.

⁴³ McNeely J. (2001) Invasive species: a costly catastrophe for native biodiversity. *Land Use and Water Resources Research* 1: 1–10.

⁴⁴ Huang D. et al. (2011) Does Global Warming Increase Establishment Rates of Invasive Alien Species? A Centennial Time Series Analysis. *PLoS One* 6(9): e24733.

Sternberg E.D. & Thomas M.B. (2014) Local adaptation to temperature and the implications for vector-borne diseases. *Trends in Parasitology* 30(3): 115–122.

⁴⁵ Hulden L. (2008) Kuusijalkainen vihollinen. *Schildts* 237 ss.

⁴⁶ Brouqui P. et al. (2011) Insecticide resistance in mosquitoes and failure of malaria control. *Expert review of anti-infective therapy* 10(12): 1379–1381

aegypti) on vastustuskykyinen hyönteismyrkyille eri puolella maailmaa. Perussa esiintyy usealle hyönteismyrkyille vastustuskykyisiä hyttysiä, sekä aikuisia että toukkia⁴⁷. Keltakuumehyttynen on Kaakkois-Aasiassa tullut vastustuskykyiseksi pyrethroideille⁴⁸.

Nykyään voidaan käytännössä matkustaa vuorokaudessa mistä mihin tahansa maapallolla. Se merkitsee, että myös lämpöä ja kuivuutta vaativat lajit voivat helposti tulla lentoteitse uusille alueille. Ennen meitä suojeli talvi. Nykyään uusi laji voi saapua Afrikan aavikolta suoraan suomalaisen asuntoon ja kotoutua sinne. Eurooppaan onkin saapunut noin 1600 vierasta hyönteistä, hämähäkkieläintä ja äyriäistä. Hyönteisiä niistä on 87 % ja yli 600 on saapunut 1975 jälkeen⁴⁹.

2.1 Uusien hyttyslajien leviäminen Euroopassa ja mahdollisesti Suomeen

Seitsemän vierasta hyttyslajia on saapunut Eurooppaan. Lajeista kuudella on vektori-kapasiteetti, ja pystyvät välittämään patogeeneja ihmisille⁵⁰. Tärkein niistä on Aasian tiikerihyttynen (*Aedes albopictus*)⁵¹. Se voi ainakin välittää denguekuumetta⁵², Chikungunyavirusta⁵³, Usutuvirusta⁵⁴ ja Zikavirusta⁵⁵. *Aedes japonicus*, *Culex tritaeniorhynchus*, *C. vishnui* ja *Aedes (Ochlerotatus) atropalpus* voivat olla Länsi-Niili viruksen

⁴⁷ Bisset J.A. et al. (2007) Insecticide resistance mechanisms of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from two Peruvian provinces. *Revista cubana de medicina tropical* 59(3): 202–208.

⁴⁸ Amelia-Yap Z.H. et al. (2010) Pyrethroid resistance in the dengue vector *Aedes aegypti* in South-east Asia: present situation and prospects for management. *Parasites & Vectors* 11(1): 332.

⁴⁹ Roques A. (2010) Taxonomy, time and geographic patterns. *BioRisk* 4(1): 11–28.

⁵⁰ Taylor M.A. et al. (2006) Qualitative Veterinary Risk Assessment: Introduction of Exotic Diseases (other than rabies) in the UK. *Central Science Laboratory Surveillance Team* 49 ss.

⁵¹ Lwande O.W. et al. (2019) Globe-Trotting *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: Risk Factors for Arbovirus Pandemics. *Vector borne and zoonotic diseases (Larchmont, N.Y.)* [Epub ahead of print]

⁵² Brady O.J. et al. (2014) Global temperature constraints on *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* persistence and competence for denguevirus transmission. *Parasites & Vectors* 7: 338.

⁵³ Hochedez, P. et al. (2006). Chikungunya Infection in Travelers. *Emerging Infectious Diseases* 12 (10): 1565–1567.

⁵⁴ Calzolari M. et al. (2012) Mosquito, Bird and Human Surveillance of West Nile and Usutuviruses in Emilia-Romagna Region (Italy) in 2010. *PLoS One* 7(5): e38058;

⁵⁵ Liu Z. et al. (2017) Competence of *Aedes aegypti*, *Ae. albopictus*, and *Culex quinquefasciatus* Mosquitoes as Zikavirus Vectors, China. *Emerging Infectious Diseases* 23(7): 1085–1091.

vektoreina. *A. japonicus* ja *C. tritaeniorhynchus* voivat myös välittää Japanin aivokuumevirusta. *A. japonicus* välittää Usutuvirusta.⁵⁶ *C. tritaeniorhynchus* välittää Sindbisvirusta⁵⁷. *A. koreicus* on ainakin koiran sydänmadon välittäjä⁵⁸. *Aedes japonicus* ja *A. koreicus* on usein sekoitettu keskenään⁵⁹. Molemmat lajit ovat levinneet Keski-Eurooppaan ja ovat löytyneet nykyään jo Saksasta⁶⁰. Keltakuumehyttynen (*Aedes aegypti*) oli jo hävitetty Euroopasta, mutta se on palannut. Sillä on uusi populaatio Sotchissa Venäjällä⁶¹.

Aasian tiikerihyttynen on peräisin Kaakkois-Aasiasta. Vaikka se on peräisin trooppiselta alueelta, on se levinnyt myös lauhkeaan vyöhykkeeseen. Lauhkeassa vyöhykkeessä elävien tiikerihyttysten munat ovat sopeutuneet viileämpiin lämpötiloihin kuin trooppisessa ilmastossa elävät tiikerihyttysten munat⁶². Aikuiset hyttysset selviävät myös hetkellisestä lumesta ja miinus asteista. Koillis-Kiinassa sikäläiset tiikerihyttyspopulaatiot ovat sopeutuneet siihen, että lämpötila tammikuussa vaihtelee -5 °C ja

⁵⁶ Camp J.V. et al. (2019) Targeted surveillance reveals native and invasive mosquito species infected with Usutuvirus. *Parasites & Vectors* 12(1): 46.

⁵⁷ Schaffner F. et al (2009) The invasive mosquito *Aedes japonicus* in Central Europe. *Medical and Veterinary Entomology* 23: 448–451.

⁵⁸ Montarsi F. et al. (2015) Development of *Dirofilaria immitis* within the mosquito *Aedes (Finlaya) koreicus*, a new invasive species for Europe. *Parasites & Vectors* 8:177.

⁵⁹ Kalan K. et al. (2017) First record of *Aedes koreicus* (Diptera, Culicidae) in Slovenia. *Parasitological Research* 116(8): 2355–2358.

⁶⁰ Kampen H. et al. (2016) Occurrence and Spread of the Invasive Asian Bush Mosquito *Aedes japonicus japonicus* (Diptera: Culicidae) in West and North Germany since Detection in 2012 and 2013, Respectively. *PLoS One* 11(12):e0167948

Zielke D.E. et al. (2016) Newly discovered population of *Aedes japonicus japonicus* (Diptera: Culicidae) in Upper Bavaria, Germany, and Salzburg, Austria, is closely related to the Austrian/Slovenian bush mosquito population. *Parasites & Vectors* 9(163): 1–7.

Pfützner W.P. et al. (2018) First record and morphological characterization of an established population of *Aedes (Hulecoeteomyia) koreicus* (Diptera: Culicidae) in Germany. *Parasites & Vectors* 11(1): 662.

⁶¹ Ganushkina L.A. et al. (2016) Detection of *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and *Aedes koreicus* in the Area of Sochi, Russia. *Vector Borne Zoonotic Diseases* 16(1): 58–60.

⁶² Hanson S. M. & Craig G. B. (1995). *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) Eggs: Field Survivorship During Northern Indiana Winters. *Journal of Medical Entomology* 32 (5): 599–604.

-10 °C välillä⁶³. Ulkoisesta lämpötilasta huolimatta tiikerihyttynen voi selvitä talvesta sopivassa mikroilmastossa⁶⁴. Yhdysvalloissa se selviää jopa Chicagon talvista⁶⁵.

Tiikerihyttynen lasketaan maailman sadan haitallisimman vieraslajin joukkoon. Se on levinnyt ympäri maailmaa mm. käytettyjen autonrenkaiden mukana, ja siirtyy helposti uusille alueille esimerkiksi onnenbambuina (*Dracaena sanderiana*) kaupattujen huonekasvien avulla⁶⁶. Se löytyi ensimmäisen kerran Euroopasta, kun se oli saapunut Albaniaan vuonna 1979 Kiinasta tuotujen tavaroiden joukossa. Italiaan se tuli Yhdysvalloista 1990–1991, ja on sen jälkeen edelleen levinnyt. Etelä-Ranskasta se on löytynyt vuodesta 1991. Belgiassa se löytyi vuonna 2000 ja 2003⁶⁷. Tiikerihyttynen munia löytyi rekkojen parkkipaikalta Englannissa lähellä Euro-tunnelin suuta syyskuussa 2016⁶⁸. Italiasta se on siirtynyt pohjoiseen moottoriteitä pitkin. Se löytyi Sveitsistä vuonna 2006 ja Etelä-Saksasta vuonna 2007⁶⁹.

Tiikerihyttynen on musta, ja sillä on valkoisia nauhoja takajaloissa ja ruumiissa. Luonnollisessa ympäristössään tiikerihyttynen munii puiden koloihin, ja on siis erikoistunut pieneen usein saastuneeseen vesimäärään. Munintapaikka voi myös olla kuiva, ja munat kuoriutuvat vasta sateen jälkeen. Toukka selviää, jos veden syvyys on 6 mm.⁷⁰ Toukkien vähäiset vaatimukset tekevät lajista erinomaisen ihmisen seuralaisen. Pieni vesitiikka poisheitetyssä muovipullossa on erinomainen biotooppi toukalle. Paitsi, että pullosta tulee mikrokasvihuone korkealla lämpötilalla, ovat toukat siinä myös suojassa

⁶³ Wu F. et al. (2011) Distribution of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Northwestern China. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 11(8)

⁶⁴ Romi R et al. (2006) Cold acclimation and overwintering of female *Aedes albopictus* in Roma. *Journal of the American Mosquito Control Association* 22 (1): 149–51.

⁶⁵ Rightor J.A. et al. (1987) *Aedes albopictus* in Chicago, Illinois. *Journal of American Mosquito Control Association* 3(4): 657.

⁶⁶ Roques A. (2010) *Aedes albopictus* (Skuse, 1894)–Asian tiger mosquito (Diptera, Culicidae) *BioRisk* 4(2): 914–915.

⁶⁷ Boukraa S et al. (2013) Reintroduction of the invasive mosquito species *Aedes albopictus* in Belgium in July 2013. *Parasite* 20: 54.

⁶⁸ Medlock J. M. (2017) Detection of the invasive mosquito species *Aedes albopictus* in southern England. *Lancet* 17(2): 140.

⁶⁹ Scholte J.-E. & Schaffner F. (2007). Waiting for the tiger: establishment and spread of the *Aedes albopictus* mosquito in Europe. Teoksessa: Takken W. & Knols, B. G. J. *Emerging pests and vector-borne diseases in Europe*. 1. Academic Publishers 500 ss.

⁷⁰ Pluskota, B.; et al. (2008). First record of *Stegomyia albopicta* (Skuse) (Diptera: Culicidae) in Germany. *European Mosquito Bulletin* 26: 1–5.

Waldock J. et al. (2013) The role of environmental variables on *Aedes albopictus* biology and chikungunya epidemiology. *Pathogens and global health* 107(5): 224–241.

vihollisilta. Tehokkaat pullojen palautusjärjestelmät olisivat sen vuoksi tarpeellisia osia tiikerihyttysen torjunnassa.

Tiikerihyttynen on Euroopassa levinnyt kohti pohjoista viimeisten kahdenkymmenen vuoden aikana. Sen sopeutumista erilaisiin lämpötiloihin ja kosteuteen on analysoitu monissa tutkimuksissa. Eurooppalaisen kannan munat kestävät lepovaiheen jälkeen -10 °C (12 ja 24 tuntia) ja -12 °C (1 tunti). Ennen lepovaihetta munat selviävät -7 °C käsittelystä.⁷¹ Tiikerihyttysen leviämistä tulevaisuudessa on verrattu erilaisiin ilmasto-malleihin. Niiden mukaan tiikerihyttyselle olisi sopiva ilmasto Etelä-Ruotsissa ja osassa Baltian maista vuonna 2050. Leviäminen Suomen luontoon on siis epätodennäköistä. Mallien mukaan todennäköisyys pienenee itään päin⁷². Mannerilmastossa tulee myös jatkossa olemaan kylmiä talvia, jotka estävät tiikerihyttysen kotoutumisen.

Valitettavasti mallit perustuvat pääosaksi tammikuun lämpötiloihin, eivätkä ne huomioi paikallista mikroilmastoa. Mahdollista on, että tiikerihyttysen tilapäisiä populaatioita voisi syntyä kaupunkialueilla, joissa myös talvella on lämpimiä paikkoja. Esimerkkinä voidaan mainita kaukolämpöputkien läheisyys, viemärit, kaupalliset kasvihuoneet ja marketit. Hävittämistä vaikeuttaa resistenssiongelmat. Tiikerihyttysen vastustuskykyä erilaisille hyttysmyrkyille on pääasiassa tutkittu Kaakkois-Aasiassa. Aasiasta on havaittu organofosfaateille, pyrethroideille, DDT:lle ja karbamaateille resistenttejä populaatioita. Myös afrikkalaisissa ja amerikkalaisissa populaatioissa on havaittu usealle hyönteismyrkylle kasvavaa resistenssiä⁷³. Tiikerihyttysellä on Italiassa kehittynyt pyrethroideille resistenssiä⁷⁴.

⁷¹ Thomas S.M. (2012) Low-temperature threshold for egg survival of a post-diapause and non-diapause European aedine strain, *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasites & Vectors* 5:100.

⁷² Caminade C. et al. (2012) Suitability of European climate for the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*: recent trends and future scenarios. *Journal of the Royal Society, Interface* 9(75): 2708–2717.

⁷³ Moyes C.L. et al. (2017) Contemporary status of insecticide resistance in the major *Aedes* vectors of arboviruses infecting humans. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 11(7):e0005625.

⁷⁴ Pichler V. et al. (2019) Phenotypic and genotypic pyrethroid resistance of *Aedes albopictus*, with focus on the 2017 chikungunya outbreak in Italy. *Pest management science* 6: ps.5369.

2.2 Uusien puutiaslajien mahdollinen leviäminen Suomeen

Suomelle vieraat puutiaslajit⁷⁵ voivat saapua, joko tulokaslajien mukana, tai suoraan ihmisen ja koirien tuomina. Lintujen tuomia puutiaisia on tutkittu jo 1960-luvulla. Muuttolinnut tuovat mukanaan eksoottisia lajeja, kuten sekä Merenkurkun Valassaarilta että Ahvenanmaan Signilskäriltä löytynyt *Hyalomma marginatum*, mutta niistä ei ole yksikään onnistunut leviämään luontoon⁷⁶. Ensimmäinen *Ixodes frontalis* löytö on myös tehty muuttolinnusta⁷⁷.

Borrelia duttonii vektori, nahkapuutiainen *Ornithodoros moubata*, on todennäköinen tulevaisuuden sisätilojen vieraslaji. Se on nykyään levinnyt koko eteläiseen Afrikkaan. Se on (puoli)aavikko laji, ja leviää pääasiassa ihmisen kyydissä. Se hakeutuu rakoihin ja pieniin tiloihin. Erilaiset kassit, nytyt ja tavarakuormat ovat sille ihanteellisia piilo-paikkoja. Tanzaniassa tehdyssä tutkimuksessa osoitettiin, että ihmisasumuksissa nämä puutiaiset suosivat ihmistä veriaterian otossa⁷⁸. *O. moubata* ottaa monta lyhyttä veriateriaa, ja naaras myös munii useita kertoja⁷⁹. Se on äärimmäisen sitkeä ja elää useita vuosia. *O. moubata* esiintyy myös yleisenä eteläisen Afrikan kansallispuistoissa. Etelä-Afrikassa turistit suuntaavatkin lähinnä Kapkaupungin ohella Krugerin kansallispuistoon⁸⁰. *O. moubata* voi helposti levitä turistien mukana ja päätyä Suomeen. Se ei selviä Suomen luonnossa. Siitä voi kuitenkin tulla sisätilojen ongelma, koska se sopeutuu mainiosti kerrostaloihin, joissa on kuiva sisäilma.

⁷⁵ Puutiaiset jaetaan kahteen heimoon: nahkapuutiaisiin (Argasidae) ja kovapuutiaisiin (Ixodidae). Niiden elintapa poikkeaa toisistaan. Nahkapuutiaiset ottavat useita veriaterioita ja munivat myös monta kertaa. Kovapuutiaiset ottavat kolme veriateriaa elämänsä aikana, ja naaras munii yhden ainoan kerran suuren määrän munia.

⁷⁶ Nuorteva P. & Hoogstraal H. (1963) The Incidence of Ticks (Ixodoidea, Ixodidae) on Migratory Birds arriving in Finland during the Spring of 1962. *Annales medicinae experimentalis et biologiae Fenniae* 41(4): 457–468.

Saikku P. et al. (1971) Ticks (Ixodidae) on migratory birds in Finland. *Acta Entomologica Fennica* 28: 45–50.

⁷⁷ Laakkonen J. et al. (2009) First report of *Ixodes frontalis* (Acari: Ixodidae) in Finland, an example of foreign tick species transported by a migratory bird. *Memoranda* 85(1): 16–19.

⁷⁸ Cutler S.J. et al. (2006) *Ornithodoros moubata*, a Soft Tick Vector for Rickettsia in East Africa? *Annals of the New York Academy of Sciences* 1078: 373–378.

⁷⁹ Mizuno F. et al. (1982) Life cycle of African ticks, *Ornithodoros moubata* as a vector of Filariae *Dipetalonema vitae* at the condition of continuous light and continuous darkness. *Japanese Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 10(3-4): 219–227.

⁸⁰ Rogerson C.M. (2017) The Economic Geography of South Africa's International Tourism Industry. *Acta Universitatis Danubius: Oeconomica* 13(2): 66–80.

Dermacentor suvulla on kosmopoliittinen levinneisyys, ja palearktisella alueella esiintyy neljätoista lajia⁸¹. *Dermacentor marginatus* on löytynyt Etelä-Euroopasta ja Keski-Euroopasta. Pohjoisimmat esiintymät ovat Etelä-Saksassa, Ukrainassa, Valko-Venäjällä⁸² ja Liettuassa⁸³. Toukat ja nymfit elävät jyräjoiden pesissä, ja aikuisen aktiviteettihiippu alkaa Keski-Euroopassa elokuussa ja jatkuu seuraavan vuoden touko- ja kesäkuuhun asti⁸⁴. Laji on mm. pätevä puutiaisenkefaliittiviruksen, Krim-Kongoviruksen ja useiden *Rickettsia* lajien vektori⁸⁵. Puutiainen voi automatkailijoiden mukana tulla Suomeen, mutta sen selviäminen luonnossa kylmissä olosuhteissa on epätodennäköistä.

Dermacentor reticulatus on keskieuropalainen laji, joka esiintyy myös Saksassa, Pohjois-Puolassa, Liettuassa, Latviassa, Valko-Venäjällä ja Luoteis-Venäjällä⁸⁶. Se on viime vuosina siirtynyt sekä enemmän kaakkoon että koilliseen. Se löytynyt Norjasta pajulinnulta (*Phylloscopus trochilus*)⁸⁷ ja sakaalista Tanskassa⁸⁸. Se on myös levinnyt Etelä-Ruotsiin⁸⁹. Siitä on myös maininta Leningradin alueelta⁹⁰, joten se on jo lähellä

⁸¹ Estrada-Peña A. et al. (2017) Genus *Dermacentor* Koch, 1844. Teoksessa: Estrada-Peña A. et al. (2017) Ticks of Europe and North Africa. A Guide to Species Identification. Springer Verlag 404ss.

⁸² Hornok S. (2017) *Dermacentor marginatus* (Sulzer, 1776). Teoksessa: Estrada-Peña A. et al. (2017) Ticks of Europe and North Africa. A Guide to Species Identification. Springer Verlag 404ss.

⁸³ Jaenson T.G.T. et al. (1994) Geographical Distribution, Host Associations, and Vector Roles of Ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) in Sweden. Journal of Medical Entomology 2: 240–256.

⁸⁴ Hornok S. (2017) *Dermacentor marginatus* (Sulzer, 1776). Teoksessa: Estrada-Peña A. et al. (2017) Ticks of Europe and North Africa. A Guide to Species Identification. Springer Verlag 404ss.

⁸⁵ Hornok S. (2017) *Dermacentor marginatus* (Sulzer, 1776). Teoksessa: Estrada-Peña A. et al. (2017) Ticks of Europe and North Africa. A Guide to Species Identification. Springer Verlag 404ss.

⁸⁶ Hornok S. (2017) *Dermacentor reticulatus* (Fabricius, 1794). Teoksessa: Estrada-Peña A. et al. (2017) Ticks of Europe and North Africa. A Guide to Species Identification. Springer Verlag 404ss.

⁸⁷ Hasle G. (2013) Transport of ixodid ticks and tick-borne pathogens by migratory bird. *Frontiers in cellular and infection microbiology* 10(3): 48.

⁸⁸ Klitgaard K. et al. (2017) Identification of *Dermacentor reticulatus* Ticks carrying *Rickettsia raoultii* on Migrating Jackal, Denmark. *Emerging Infectious Diseases* 23(12): 2072–2074.

⁸⁹ Kjaer L.J. et al. (2019) A large-scale screening for the taiga tick, *Ixodes persulcatus*, and the meadow tick, *Dermacentor reticulatus*, in southern Scandinavia, 2016. *Parasites & Vectors* 12: 338.

⁹⁰ Isufev N.G. (1953) On ecology of the meadow tick *Dermacentor pictus* Herm., origin of its foci, and ways of eradicating it in the middle of the European part of RSFSR. *Vopr krayevoy, Obs Eksp Parazitol i meditsinskoy Zool* 8:49–98.

Suomen rajaa. Se on nopea lisääntymään ja naaras munii 7200 munaa⁹¹. Se pystyy myös selviämään neljä vuotta ilman veriateriaa ja kestäämään -10 °C laboratoriossa 150 päivän ajan⁹². Se on aktiivinen heti kun lämpötila nousee yli 0 °C⁹³. Se selviää myös useita kuukausia veden alla⁹⁴. *D. reticulatus* ei ole tarkka isäntänsä suhteen, vaan sille sopii kaikkien Euroopassa esiintyvien nisäkkäiden veri. Se pystyy levittämään kaikki puutiaisenkefaliittivirukset, *Borrelia burgdorferi*, Q-kuume (myös ilmaiteitse leviävä), sekä sen leviämisaueella esiintyvät *Babesia* ja *Anaplasma* lajit, *Francisella tularensis* y.m.⁹⁵ On todennäköistä, että *D. reticulatus* voi jo lähivuosina löytyä Suomesta. Lajilla ei tule olemaan ongelmia sopeutua Etelä-Suomen olosuhteisiin. Todennäköisesti laji tuodaan Suomeen koirien välityksellä. Se voi kuitenkin myös tulla itärajan yli luonnonvaraisten nisäkkäiden mukana.

Pohjois-Amerikassa esiintyvä *Dermacentor variabilis* on levinnyt matkailijoiden ja eläinkuljetusten mukana. Se ilmoitettiin Ruotsista 1994⁹⁶ ja Tanskasta 1995⁹⁷. Ruotsin yksilö löytyi amerikkalaisen turistin käsivarresta ja Tanskan yksilö oli koirasta. Laji on myös löytynyt koirasta Isossa Britanniassa.⁹⁸ *D. variabilis* on Yhdysvalloissa merkittävä *Francisella tularensis*en, *Anaplasman* ja *Ehrlichian* välittäjä. Se ei ilmeisesti toimi *Borrelia burgdorferin* vektorina.⁹⁹ Lajin pohjoisimmat populaatiot ovat Nova Scotiassa ja Massachusettsissa. Se pystyisi siis helposti sopeutumaan Suomen oloihin. Sen saapuminen Suomeen ja leviäminen luontoon, on kuitenkin epätodennäköistä. Se

⁹¹ Zahler M. (1994) Zur Ökologie von *Dermacentor reticulatus* (Fabricius, 1794) (Parasitiformes: Ixodida: Ixodidae). München: Diss. Med. Vet; 98.

⁹² Zahler M. (1994) Zur Ökologie von *Dermacentor reticulatus* (Fabricius, 1794) (Parasitiformes: Ixodida: Ixodidae). München: Diss. Med. Vet; 98.

⁹³ Zahler M. (1994) Zur Ökologie von *Dermacentor reticulatus* (Fabricius, 1794) (Parasitiformes: Ixodida: Ixodidae). München: Diss. Med. Vet; 98.

⁹⁴ Földvári G. et al. (2016) *Dermacentor reticulatus*: a vector on the rise. *Parasites & Vectors* 9:314.

⁹⁵ Hornok S. 2017) *Dermacentor reticulatus* (Fabricius, 1794). Teoksessa: Estrada-Peña A. et al. (2017) Ticks of Europe and North Africa. A Guide to Species Identification. *Springer Verlag* 404ss.

Földvári G. et al. (2016) *Dermacentor reticulatus*: a vector on the rise. *Parasites & Vectors* 9:314.

⁹⁶ Jaenson T.G.T. et I. (1994) Geographical Distribution, Host Associations, and Vector Roles of Ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) in Sweden. *Journal of Medical Entomology* 2: 240–256.

⁹⁷ Nielsen B.O. (1995) The American dog tick (*Dermacentor variabilis* (Say)) introduced into Denmark by man (Ixodoidea). *Entomologiske Meddelelser* 4: 107.

⁹⁸ Abdulah S. et al. (2016) Ticks infesting domestic dogs in the UK: a large-scale surveillance programme. *Parasites & Vectors* 9: 391.

⁹⁹ VectorBase. Bioinformatics Resource for Invertebrate Vectors of Human Pathogens. *Dermacentor variabilis*. <https://www.vectorbase.org/organisms/dermacentor-variabilis>

edellyttäisi jonkun matkailijan liikkuvan keskikesällä Pohjois-Amerikan itäosien metsissä tärkeimpien turistialueiden ulkopuolella.

Haemophysalis suku on laajalle levinnyt ja läntisessä Palearktiksessa on ainakin kahdeksan lajia¹⁰⁰. *Haemophysalis punctata* on Euroopassa laajalle levinnyt laji, joka esiintyy hyvin erilaisissa ympäristöissä metsästä aroon. Laji löytyy levinneisyysalueella yleisesti kotieläimiltä, kaneilta ja ihmisestä. Se on sopeutunut erilaisiin ilmastoihin ja löytyy Italiassa jopa 1300 metrin korkeudella¹⁰¹. Isossa Britanniassa *H. punctatalla* on ollut populaatio jo sadan vuoden ajan¹⁰². *H. punctata* on löydetty useita kertoja Gotlannissa ja Öölannissa¹⁰³. Sen muut esiintymät ovat etelämpänä. Laji ei esiinny Baltiassa tai muualla Suomen lähialueilla. Laji voi helposti saapua Suomeen matkailijoiden tai muuttolintujen mukana, mutta sen mahdollisuuksia selvittää Suomen luonnossa ei tunneta.

Nahkapuutiaisiin kuuluva pulunpuutiainen (*Argas reflexus*) elää raoissa ja puupurussa lähellä kesykyyhkyjen pesiä. Sillä voi olla useita nymfivaiheita, ja sen elin aika vaihtelee 3–11 vuoteen Keski-Euroopassa¹⁰⁴. Se on levinnyt laajalle palearktiseksi alueelle kesykyyhkyjen kanssa. Pohjois-Euroopassa se esiintyy sekä Tanskassa että Keski-Ruotsissa¹⁰⁵. Sen pohjoisin maantieteellinen levinneisyys on rajattu noin 55°N leveysasteeseen, koska kesien ja syksyn lämpötilat vaikuttavat munien kehitykseen¹⁰⁶. Ruotsin populaatio on kuitenkin löytynyt siitä vähän pohjoisempana¹⁰⁷. On kuitenkin mahdollista, että pulunpuutiainen on jo levinnyt Suomeen, vaikka sitä ei ole huomattu.

¹⁰⁰ Estrada-Peña A. et al. (2017) Ticks of Europe and North Africa. A Guide to Species Identification. *Springer Verlag* 404ss.

¹⁰¹ Curioni V. et al. (2004) Lyme disease and babesiosis: preliminary findings on the transmission risk in highly frequented areas of the Monti Sibillini National Park (Central Italy). *Vector borne and zoonotic diseases (Larchmont, N.Y.)* 4: 214–220.

¹⁰² Pfäffle M.P. et al. (2017) *Haemophysalis punctata* Canestrini and Fanzago, 1878.

Teoksessa: Estrada-Peña A. et al. (2017) Ticks of Europe and North Africa. A Guide to Species Identification. *Springer Verlag* 404ss.

Medlock J.M. et al. (2018) Has the red sheep tick, *Haemaphysalis punctata*, recently expanded its range in England? *Medical Veterinary Entomology* 32(4): 473–480.

¹⁰³ Jaenson T.G.T. et al. (1994) Geographical Distribution, Host Associations, and Vector Roles of Ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) in Sweden. *Journal of medical Entomology* 2: 240–256.

¹⁰⁴ Estrada-Peña A. et al. (2017) Ticks of Europe and North Africa. A Guide to Species Identification. *Springer Verlag* 404ss.

¹⁰⁵ Estrada-Peña A. et al. (2017) Ticks of Europe and North Africa. A Guide to Species Identification. *Springer Verlag* 404ss.

¹⁰⁶ Dautel H. et al. (1998) Seasonal oviposition and temperature requirements of eggs may limit Northern distribution of European *Argas reflexus* (Acari: Argasidae) *Journal of Medical Entomology* 35: 26–7.

¹⁰⁷ Estrada-Peña A. et al. (2017) Ticks of Europe and North Africa. A Guide to Species Identification. *Springer Verlag* 404ss.

Kaupungissa asuva kesykyhky voi helposti pesiä myös talon vintillä, ja siinä tapauksessa lämpötila riittää pulunpuutiaisen munien kehitykselle.

Pulunpuutiainen puree mielellään ihmistä, ja aiheuttaa usein allergisen reaktion¹⁰⁸. Siitä on myös eristetty monta patogeenia kuten esimerkiksi Krim-Kongovirus, Uukuniemivirus ja Länsi-Niilin virus¹⁰⁹. Sen mahdollisuuksista siirtää patogeeneja eteenpäin ei tiedetä mitään. Pulunpuutiasta voi olla hyvinkin vaikeaa hävittää, koska se voi olla elossa useita vuosia ilman veriateriaa¹¹⁰.

2.3 Kultasakaali Pohjois-Euroopassa

Kultasakaali eli sakaali (*Canis aureus*) on viime vuosina nopeasti siirtynyt Euroopassa pohjoisemmaksi Itämeren etelärannikolle. Se on kettua vähän suurempi ja elää laumoissa. Laji tavattiin Tanskassa ensimmäisen kerran syyskuussa 2015¹¹¹. Virossa syntyivät ensimmäiset pentueet jo vuonna 2013¹¹² ja länsirannikolla sakaali on nykyään tavallinen laji. Sakaalin perinteinen levinneisyysalue on Kaakkois-Euroopassa. Sen leviämiseen on esitetty useita teorioita. Muutama tutkija on esittänyt ilmaston lämpenemisen leviämisen syyksi¹¹³. Leviäminen paitsi länteen ja Itämeren etelärannikolle myös Volgan ja Uralin toiselle puolelle on kuitenkin ollut huomattavasti nopeampi, kuin ilmaston lämpeneminen. Kasakstanista on nimittäin myös levinnyt populaatioita Länsi-

¹⁰⁸ Boxler B. et al. (2016) Host finding of the pigeon tick *Argas reflexus*. *Medical and Veterinary Entomology* 30(2): 193–199.

¹⁰⁹ Khoury C. & Maroli M. (2004) La zecca del piccione *Argas reflexus* (Acari: Argasidae) ed i rischi per la salute umana. *Annali dell'Istituto superiore di sanità* 40(4): 427–432.

Labuda M. & Nuttall P.A. (2004) Tick-borne viruses. *Parasitology* 129(S1): S221–S245.

¹¹⁰ Tavassoli M. et al. (2011) Biocontrol of pigeon tick *Argas reflexus* (Acari: Argasidae) by entomopathogenic fungus *Metarhizium Anisopliae* (Ascomycota: Hypocreales). *Brazilian Journal of Microbiology* 42(4): 1445–1452.

Mourier H. & Winding O. (1986) Wild Life in House and Home. A practical guide to pests, parasites and other domestic wildlife. *Collins* 224ss.

¹¹¹ Nyt rovdyr fundet i Danmark: Guldsjakal dræbt i Jylland.

<https://www.dr.dk/nyheder/viden/naturvidenskab/nyt-rovdyr-fundet-i-danmark-guldsjakal-draebt-i-jylland>

¹¹² Maran T. (2015) Emergence of the “Howling Foxes”: A Semiotic Analysis of Initial Interpretations of the Golden Jackal (*Canis aureus*) in Estonia. *Biosemiotics* 8:463–482. Männil P. & Jõgisalu I. (2020) Šaakal uustulnuk Põhja-Euroopas. *Eesti Loodus* 3: 22–29.

¹¹³ Trouwborst A. et al. (2015) Legal implications of range expansions in a terrestrial carnivore: the case of the golden jackal (*Canis aureus*) in Europe. *Biodiversity and Conservation* 24: 2593–2610.

Kiinaan¹¹⁴. Balkanilla sen asettuminen johtuu maankäytöstä, joka on luonut sakaalille uusia sopivia habitaatteja¹¹⁵. Se pääsi leviämään pohjoiseen todennäköisesti susikan-
nan vähenemisen vuoksi. Kun susien määrä on radikaalisesti pienentynyt, on sakaalille jäänyt vapaata elintilaa¹¹⁶.

Koska sakaali on sutta pienempi laji, on niiden aluekohtainen lukumäärä yleensä suurempi. Sakaalilla on paljon loisia, ja sen saapuminen alueelle muodostaa sen vuoksi terveysriskin. Useimmat sakaalin loisista ovat yhteisiä kissojen ja koirien kanssa¹¹⁷. Suurin osa tutkimuksista on tehty Kaakkois-Euroopassa, eikä esimerkiksi Viron sakaalikannan loisia tunneta. Ihmisen kannalta tärkeimmät sakaalin mukana tuomat loiset ovat *Echinococcus* spp., hakamadot, *Toxocara* spp., ja *Trichinella* spp¹¹⁸. Etelä-Euroopassa ne myös kantavat *Leishmania*, mutta se ei muodosta riskiä Suomelle. *Leishmanian* välittämiseen tarvitaan *Phlebotomus*- tai *Lutzomyia*-sukujen hietasääskiä, joita ei ole Pohjois-Euroopassa. Sakaalin levittämä *Dirofilaria repens* on suurempi ongelma¹¹⁹. Sakaali voi myös olla keskeisessä asemassa, kun *Babesia canis* saa uusia esiintymiä Keski-Euroopassa¹²⁰ ja Baltiassa¹²¹. Unkarissa on kahdenkymmenen sakaalin tutkimuksessa löydetty *Cystoisospora canis* (15%), *Toxoplasma*-tyyppiset ookystit (5%), *Alaria alata* (10%), *Mesocestoides lineatus* (20%), *Echinococcus granulosus* (10%), *Dipylidium caninum* (5%), *Taenia hydatigena* (15%), *Taenia pisiformis* (20%), *Taenia crassiceps* (40%), *Angiostrongylus vasorum* (10%), *Crenosoma vulpis* (30%), *Capillaria aerophila* (5%), *Toxocara canis* (20%), *Toxascaris leonina* (15%), *Trichuris vulpis* (10%), *Ancylostoma caninum* (45%), *Uncinaria stenocephala* (40%) ja *Capillaria plica* (45%)¹²².

¹¹⁴ Musabekov K.S. et al. (2016) The problems of Jackal's (*Canis aureus* L.) expansion in Eurasia. *Science and world* 12(40:II) 71–75.

¹¹⁵ Šálek M. et al. (2014) Population densities and habitat use of the golden jackal (*Canis aureus*) in farmlands across the Balkan Peninsula. *European Journal of Wildlife Research* 60: 193–200.

¹¹⁶ Arnold A. et al. (2011) Current status and distribution of golden jackals *Canis aureus* in Europe. *Mammal Review* 4(1): 1–11.

¹¹⁷ Gherman C.M. Mihalca A.D. (2017) A synoptic overview of golden jackal parasites reveals high diversity of species. *Parasites & Vectors* 10: 419.

¹¹⁸ Gherman C.M. Mihalca A.D. (2017) A synoptic overview of golden jackal parasites reveals high diversity of species. *Parasites & Vectors* 10: 419.

¹¹⁹ Ionică A.M. et al. (2016) Role of golden jackals (*Canis aureus*) as natural reservoirs of *Dirofilaria* spp. in Romania. *Parasites & Vectors* 9: 240.

¹²⁰ Mitková B. et al. (2017) Eurasian golden jackal as host of canine vector-borne protists. *Parasites & Vectors* 10(1):183.

¹²¹ Solano-Gallego L. et al. (2016) A review of canine babesiosis: the European perspective. *Parasites & Vectors* 9: 336.

¹²² Takács A. et al. (2014) Data on the parasitological status of golden jackal (*Canis aureus* L., 1758) in Hungary. *Acta Veterinaria Hungarica* 62 (1): 33–41.

Sakaali on harvoin suorassa kosketuksessa ihmiseen. Ihmisen yhteys sen kantamiin loisiin muodostuu useimmiten koiran välityksellä. Sakaalit saalistavat lähellä ihmisasutusta ja voivat olla kontaktissa kotikoirien kanssa (tappelut, ulosteiden syönti)¹²³. Ihminen altistuu koiran saamiin patogeeneihin hoitaessaan sitä. Monet vektorilajit kuten hyttysset ja puutiaiset voivat ottaa veriaterian sekä sakaalilta että koirasta kun ne liikkuvat samalla alueella. Saman tilan jakaminen koiran kanssa kasvattaa myös todennäköisyyttä, että verta imevä hyttynen ottaa veriaterian sekä ihmisestä että koirasta.

Sakaalin mahdollisesta tulosta Suomeen on keskusteltu, ja on esitetty, että se saapuisi kymmenen vuoden sisällä¹²⁴. Yksi havainto tehtiin kuitenkin jo kesällä 2019 Pohjois-Savossa¹²⁵. Nuoret yksilöt voivat tehdä pitkiä vaelluksia, ja yksi yksilö on mahdollisesti tallentunut riistakameraan jo 2018 Kainuussa¹²⁶. Tulo on edellyttänyt kiertäminen Suomen lahden ympäri. Siitä ei kuitenkaan ole vielä havaintoja Leningradin alueella. Mahdollinen levittäytyminen Suomeen jäisi kuitenkin rannikolle. Sakaali ei ole metsälaji, eikä se pidä paksusta lumipeitteestä¹²⁷. Susikannan pitäminen hyvin pieninä antaa sille elintilaa.

Suomeen sakaali tuo mukanaan useita Suomelle uusia loisia. Puutiainen *Dermacentor reticulatus* voi helposti levitä sen kuljettamana. *Dirofilaria repens* voi myös sakaalin kanssa kotoutua. Myös rabieksen riski on olemassa. Rajan yli tulevat yksilöt syövät kuitenkin todennäköisesti supikoirille tarkoitettuja rokotteita. Luonnossa sakaali kilpailee ketun ja supikoiran kanssa¹²⁸. Liettuassa on arvioitu, että sakaalin tulo voisi merkitä kettukannan pienenemistä¹²⁹. On myös mahdollista, että sakaali voi tulevaisuudessa hävittää osan supikoirakannasta.

¹²³ Useita omia havaintoja 2018–2020, Viro Varbla.

¹²⁴ YLE uutiset 19.11.2018. Ilmastonmuutos tuo sakaalin Suomeen—Tutkija: "Ihmettelisin, jos se ei ilmestyisi 10 vuoden sisään". <https://yle.fi/uutiset/3-10364712>

¹²⁵ Suomessa on tehty ensimmäinen vahvistettu sakaalihavainto—"Eurooppalaiset tutkijat tunnistivat välittömästi" Yle Uutiset. Viitattu 25.7.2019.

¹²⁶ Yle uutiset 14.02.2020. Kultasakaali onkin liikkunut Suomessa jo luultua aiemmin—riistakameran kuvat vahvistivat havainnon. <https://yle.fi/uutiset/3-11206763>.

¹²⁷ Halkka A. (2016) Tuleeko sakaali Suomeen? *Suomen Luonto* 3: <http://suomenluonto.fi/uutiset/tuleeko-sakaali-suomeenkin/>

¹²⁸ Kowalczyk R. et al. (2015) Range expansion of the golden jackal (*Canis aureus*) into Poland: first records. *Mammal Research* 60(4): 411–414.

¹²⁹ Stratford J. (2015) Golden jackal in Lithuania, a consideration of its arrival, impact and status. *Zoology and Ecology* 25(4): 277–287.

2.4 Pesukarhu leviämässä Pohjois-Euroopassa

Pesukarhu eli supi (*Procyon lotor*) kuuluu puolikarhuihin, ja se on kotoisin Keski- ja Pohjois-Amerikasta. Pesukarhu on yöaktiivinen ja painaa 5,5–9,5 kg. Se on kaikkiruokainen. Melkein puolet ruokavaliosta koostuu selkärangattomista, kolmasosa on kasvisperäistä ja loput selkärangaisia eläimiä¹³⁰. Pesukarhu voi kantaa ja levittää maanisäksrabiasta¹³¹, ja myös levittää penikkataudin koirille. Sillä on usein kapia (*Sarcoptes scabiei*)¹³². Saksassa on 32 tutkituista eläimestä 22 yksilössä Leipzigissä löytenyt sisälöinen *Baylisascaris procyonis*. Loinen on kotoperäinen Amerikassa, ja levinnyt pesukarhuistutusten mukana¹³³. Se voi siirtyä koiraan, joka myös pystyy levittämään sitä eteenpäin. Ihmisessä *Baylisascaris procyonis* voi aiheuttaa vakavan neurologisen taudin¹³⁴. Se tarttuu myös suhteellisen helposti ihmiseen. Saksassa tutkittiin kolmetoista pesukarhuja käsitteleviä henkilöitä. Heistä neljällä oli *Baylisascaris procyoniksen* vasta-aineita¹³⁵.

Pesukarhua on metsästetty ja kasvatettu turkin vuoksi, ja sitä on myös pidetty lemmikinä. Japaniin vietiin jopa 150 yksilöä vuodessa lemmikeiksi suosikkisarjan *Rascal the Raccoonin* jälkeen. Vuonna 2008 pesukarhu oli levinnyt koko Japaniin, ja pelkästään Hokkaido saarella sen aiheuttamat tuhot maataloudelle maksaa vuosittain 30 miljoonaa yeniä¹³⁶. Pääasiassa pesukarhua on siirretty metsästettäväksi ja tarhattavaksi eri puolille maapalloa 1900-luvun keskivaiheilla. Vuosina 1936–1958 pesukarhua istutettiin eri puolille Neuvostoliittoa. Istutukset onnistuivat Valkovenäjällä ja Azerbaidžanissa. On arvioitu, että Kaukasuksen populaatio olisi ollut noin 20.000 yksilöä

¹³⁰ Hohmann U. et al. (2001) Der Waschbär. Verlag-Haus Reutlingen, Oertel und Spörer 200ss.

¹³¹ Vos Ad. et al. (2013) Raccoons (*Procyon lotor*) in Germany as potential reservoir species for Lyssaviruses. *European Journal of Wildlife Research* 59(5): 637–643.

¹³² Rentería-Solís Z. et al. (2014) Genetic epidemiology and pathology of raccoon-derived *Sarcoptes* mites from urban areas of Germany. *Medical and Veterinary Entomology* 28(S1): 98–103.

¹³³ Rentería-Solís Z. et al. (2018) First detection of *Baylisascaris procyonis* in wild raccoons (*Procyon lotor*) from Leipzig, Saxony, Eastern Germany. *Parasitology Research* 117(10): 3289–3292.

¹³⁴ Langelier C. et al. (2016) *Baylisascaris procyonis*-associated meningoencephalitis in a previously healthy adult, California, USA. *Emerging Infectious Diseases* 22: 1480–1484.

¹³⁵ Conraths F.J. et al. (1996) Arbeitsplatzbedingte Infektionen des Menschen mit dem Waschbärspulwurm (*Baylisascaris procyonis*). *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 31:13–17.

¹³⁶ Goldman J.G. (2017) How a Kids' Cartoon Created a Real-Life Invasive Army. *Nautilus* http://nautil.us/blog/-how-a-kids-cartoon-created-a-real_life-invasive-army

vuonna 1970¹³⁷. Valkovenäjän populaatio oli vuonna 1963 noin 700 yksilöä¹³⁸. Pesukarhupopulaatioita on myös Italiassa, Espanjassa ja Pohjois-Ranskassa¹³⁹. Auton alle jäänyt pesukarhu on myös löytynyt Liettuassa lähellä Latvian rajaa¹⁴⁰. Virossa on löytynyt rabiasta kantava pesukarhu¹⁴¹.

Euroopassa suurin pesukarhupopulaatio on Saksassa. Vuonna 1927 ja 1934 istutettiin muutamia yksilöitä Hessenissä. 25 pesukarhua karkasi vuonna 1945 pommituksen jälkeen Altlandsbergissä Brandenburgissa¹⁴². 70% Hessenin populaatiosta kantaa *Baylisascaris procyonista*. Vuonna 2012 arvioitiin, että Saksassa on yli miljoona pesukarhua. Metsästyskautena 2015/2016 tapettiin melkein 130.000 eläintä, suurin osa Hessenissä¹⁴³. Saksasta pesukarhu on levinnyt naapurimaihin. Sitä esiintyy Tanskassa, ja metsästyskautena 2012/2013 pyydettiin 21 pesukarhua¹⁴⁴. Maaliskuussa 2014 löydettiin ensimmäinen pesukarhu Ruotsin Falsterbossa. Sen jälkeen on löytynyt useita yksilöitä. Vuonna 2010 löytyi yksilöitä Göteborgin lähellä¹⁴⁵.

Pesukarhu on sopeutunut elämään ihmisen läheisyydessä varsinkin esikaupunkialueella. Kasselin kaupungissa Saksassa on 50–15 yksilöä neliökilometriä kohden. Ne löytävät runsaasti syötävää puutarhoissa ja jäteastioita penkoen. Jäteastioiden penkominen parantaa myös rottien mahdollisuuksia päästä jätteisiin. Kasselissa 43 % nukuvat hylätyissä rakennuksissa, kellareissa ja vinteilä¹⁴⁶. Luonnossa ne suosivat lehtimetsiä ja kulttuurimaisemaa. Suomessa pesukarhu voisi luonnollisesti selviytyä pääkaupunkiseudulla, sekä Turun ja Tampereen seudulla. Se voisi myös selviytyä Etelä-

¹³⁷ Lagoni-Hansen A. (1981). Der Waschbär. *Verlag Dieter Hoffmann* 122 ss.

¹³⁸ Geptner V G. & Nasimovich, A.A. (2001) Mammals of the Soviet Union. *Smithsonian Institution Libraries and National Science Foundation* 2(1b) 1552ss.

¹³⁹ Zeveloff S.I. (2002). Raccoons: A Natural History. *Smithsonian Books* 240ss.

Kauhala K. (1996) Introduced carnivore in Europe with special reference to central and northern Europe. *Wildlife Biology* 2:3: 197–204.

¹⁴⁰ Pesukaru on ohtlik vöörliik. *Õhtuleht* 19.10.2015.

¹⁴¹ Beltrán-Beck B. et al. (2012) Raccoons in Europe: disease hazards due to the establishment of an invasive species. *European Journal of Wildlife Research* 58: 5–15.

¹⁴² Lutz W. (1996) The introduced raccoon *Procyon lotor* population in Germany. *Wildlife Biology* 2: 228

Müller-Using D. (1959) Die Ausbreitung des Waschbären in Westdeutschland. *Zeitschrift von Jagdwissenschaft* 5: 108–109.

¹⁴³ Hohmann U. et al. (2001) Der Waschbär. *Verlag-Haus Reutlingen, Oertel und Spörer* 200ss.

¹⁴⁴ Asferg T. (2013) Vildtudbyttestatistik for jagtsæsonen 2012/13. *Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi* 9ss.

¹⁴⁵ *Procyon lotor*. *Nobanis* <https://www.nobanis.org/species-alerts/procyon-lotor/>

¹⁴⁶ Hohmann U. et al. (2001) Quo vadis raccoon? New visitors in our backyards—On the urbanization of an allochthonic carnivore in Germany. *Naturschutz und Verhalten* (Eds. Gottschalk E. et al.). *UFZ-Berichte* 2: 143–148.

Suomen rannikkoalueella. Virossa pesukarhua pidetään lemmikkinä. On vain ajan kysymys koska se leviää yleisenä Viron luontoon¹⁴⁷. Suomessa pesukarhujen pitäminen lemmikkeinä on kielletty 2016 jälkeen. Ennen sitä hankitut eläimet saa kuitenkin pitää. Lemmikkipesukarhujen määrää ei tunneta. Uusia eläimiä on myös salakuljetettu maa-
han¹⁴⁸. Mahdollinen populaatio voi siis syntyä hylätyistä eläimistä.

¹⁴⁷ Pesukaru on ohtlik võõrliik. *Õhtuleht* 19.10.2015.

¹⁴⁸ Salakuljetettu ja sijaiskotiin päätynyt pesukarhu mellasti eläinlääkäriin kodissa–
"Noukki kiuaskivet lattialle". *Uusimaa* 14.5.2017.

3 Vektorivälitteiset patogeenit

3.1 Vektorivälitteiset virukset

Useat arbovirukset ovat peräisin Afrikasta. Niistä ei juuri ole välitetty ennen kuin ne rupesivat leviämään länsimaissa. Ihmisen kannalta tärkeät arbovirukset ovat hyttysten tai puutiaisten levittämät. Useimmiten ne aiheuttavat lieviä kuumetauteja, mutta ne voivat myös kehittyä aivokuumeeksi. Selvityksen ulkopuolelle jää esimerkiksi *Aedes* -suvun hyttysten Afrikassa levittämä *Wesselsbronvirus*. Ihmisissä tapaukset ovat harvinaisia, ja virus aiheuttaa pääasiassa lampaiden ja vuohien vastasyntyneissä kileissä korkeaa kuolleisuutta¹⁴⁹. Hyttysten välittämä *Bagazavirusta* ei myöskään käsitellä. Se on aiheuttanut kuolleisuutta linnuissa Euroopassa. Sillä on mahdollisesti yhteyttä ihmisten kuumetapauksiin¹⁵⁰. Muita selvityksen ulkopuolelle jäävät afrikkalaiset virukset ovat: *Semliki-Forest*, *Middelburg*, *Ndumu*, *Spondweni*, *Banzi*, *Ngari*, *Ilesha*, *Shokwe*, *Germiston*, *Bwamba*, *Pongola*, *Nyando*, *Shuni*, *Rift Valley Fever*, *Pretoria*, *Dugbe*, *Nairobi sheep disease* ja *Thogotovirus*. On kuitenkin mahdollista, että joku niistä lähtee leviämään ihmisten tai muuttolintujen avulla. Esimerkiksi *Bagazavirus* aiheutti purnapyiden (*Alectoris rufa*) ja fasaanien (*Phasianus colchicus*) kuolleisuutta Espanjan Cadizissa vuonna 2010.¹⁵¹

¹⁴⁹ Venter M. (2018) Assessing the zoonotic potential of arboviruses of African origin. *Current Opinion in Virology* 28: 74–84.

¹⁵⁰ Venter M. (2018) Assessing the zoonotic potential of arboviruses of African origin. *Current Opinion in Virology* 28: 74–84.

¹⁵¹ García-Bocanegra Z.I. et al. (2013) Monitoring of the Bagaza virus epidemic in wild bird species in Spain, 2010. *Transboundary and emerging diseases* 60(2):120–126.

Kuvio 4. Selvityksessä käsiteltävät virukset

Virus		Suku	Heimo	Päävektorit
CHIKV	Chikungunya	Alphavirus	<i>Togoviridae</i>	<i>Aedes</i> spp.
SINV	Sindbis, Pogostan tauti	Alphavirus	<i>Togoviridae</i>	<i>Culex</i> spp. <i>Culiseta</i> spp.
ONNV	O'nyong'nyon g virus	Alphavirus	<i>Togoviridae</i>	<i>Anopheles</i> spp.
WNV	Länsi-Niili	Flavivirus	<i>Flaviviridae</i>	<i>Culex</i> spp.
ZIKV	Zika	Flavivirus	<i>Flaviviridae</i>	<i>Aedes</i> spp.
USUV	Usutu	Flavivirus	<i>Flaviviridae</i>	<i>Culex</i> spp.
DENV	Dengue	Flavivirus	<i>Flaviviridae</i>	<i>Aedes</i> spp.
YFV	Keltakuume	Flavivirus	<i>Flaviviridae</i>	<i>Aedes</i> spp.
TBEV	Puutiaisen- kefaliitti	Flavivirus	<i>Flaviviridae</i>	<i>Ixodes ricinus</i> , <i>Ixodes persulcatus</i>
ALSV	Alongshan	Flavivirus	<i>Flaviviridae</i>	<i>Ixodes ricinus</i>
BATV	Batai	Orthobunyavirus	<i>Bunyaviridae</i>	<i>Anopheles</i> spp. <i>Aedes</i> spp.
CHATV	Chatanga	Orthobunyavirus	<i>Bunyaviridae</i>	<i>Aedes</i> spp.
INKV	Inkoo	Orthobunyavirus	<i>Bunyaviridae</i>	<i>Aedes</i> spp.
LEDV	Lednice	Orthobunyavirus	<i>Bunyaviridae</i>	<i>Culex modestus</i>
TAHV	Tahyna	Orthobunyavirus	<i>Bunyaviridae</i>	<i>Aedes</i> spp., <i>Culex</i> spp., <i>Culiseta</i> spp
CCHFV	Krim-Kongo	Orthonairovirus	<i>Nairoviridae</i>	<i>Hyalomma</i> spp., <i>Dermacentor</i> spp., <i>Ixodes</i> spp. <i>Rhiphicephalus</i> spp.
EBLV-1, EBLV-2	Lyssa	Lyssavirus	<i>Rhabdoviridae</i>	Lepakot

Yksitoista hyttysten levittämää virusta on 1900-luvun jälkeen tavattu Euroopasta. Ne kuuluvat kolmeen heimoon: *Togoviridae* (Sindbis, Chikungunya), *Flaviviridae* (Länsi-Niili, Usutu, Dengue, Alongshan, keltakuume) sekä *Bunyaviridae* (Batai, Tahyna, Snowshoe hare, Inkoo, Lednice)¹⁵². Näistä Sindbisvirus on tavallinen Suomessa, jossa se aiheuttaa pogostan tautia. Inkoon virus on endeeminen sekä Suomessa että Ruotsissa, mutta sen pääasiallinen eurooppalainen painopiste on Luoteis-Venäjällä¹⁵³.

Viruksen merkitys tautien aiheuttajina riippuu sopivan vektorin läsnäolosta. Vektori voi olla joko kotoperäinen tai vieraslaji. Ekologiset tekijät, kuten vektorien populaatioiden koot, isäntien määrä, lämpötila, kosteus ja sopiva habitaatti vaikuttavat osaltaan viruksen mahdollisuuksiin levitä. Hyttysten levittämät virukset voidaan jakaa kolmeen ryhmään: ihmisten kotoperäiset patogeenit, ihmisten tuontipatogeenit sekä muita selkärangaisia koskevat patogeenit.

Kuten edellä on mainittu myös puutiaiset ovat tärkeitä virusten levittäjiä. Puutiaiset ovat pitkäikäisiä verrattuna useimpiin hyönteisiin, ja puutiainen on yleensä infektiivinen loppuelämänsä saatuaan viruksen¹⁵⁴. Suomessa tärkein on puutiaisenkefaliitti, mutta puutiaiset voivat myös levittää Alongshan ja Krim-Kongovirusta.

3.1.1 Kesähyttysten (*Aedes* spp.) levittämät virukset

3.1.1.1 Denguevirus

Dengue on laajimmalle levinnyt hyttysten levittämä trooppinen ja subtrooppinen virus. Dengueviruksen päävektori on keltakuumehyttynen (*Aedes aegypti*) ja Euroopassa varsinkin tiikerihyttynen (*Aedes albopictus*). Myös Etelä-Eurooppaan levinnyt *Aedes*

¹⁵² Hubálek Z. (2008) Mosquito-borne viruses in Europe. *Parasitological Research* 103(suppl. 1): 29–43.

¹⁵³ Putkuri N. et al. (2016) Acute Human Inkoo and Chatanga Virus Infections, Finland. *Emerging infectious diseases* 22(5): 810–817.

Evander M. et al. (2016) Seroprevalence and Risk Factors of Inkoo Virus in Northern Sweden. *The American journal of tropical medicine and hygiene* 94(5): 1103–1106.

Hubálek Z. (2008) Mosquito-borne viruses in Europe. *Parasitological Research* 103(suppl. 1): 29–43.

¹⁵⁴ Kazimirová M. et al. (2017) Tick-Borne Viruses and Biological Processes at the Tick-Host-Virus Interface. *Frontiers in cellular and infection microbiology* 7: 339.

vittatus toimii vektorina¹⁵⁵. Virus voi siirtyä vektorissa transovariaalisesti seuraavalle sukupolvelle.

Vuosittain arvioidaan olevan 390 miljoonaa denguekuumetaapausta, joista 96 miljoonaa diagnosoidaan kliinisesti¹⁵⁶. Virus on kotoperäinen yli sadassa maassa Kaakkois-Aasiassa, Amerikoissa, Läntisellä Tyynenmeren maissa, Afrikassa ja itäisessä Väli­meren maissa¹⁵⁷. Vanhin maininta denguekuumeesta on peräisin kiinalaisesta Jin-dy-nastian (265–420) lääkekirjasta, jossa kerrotaan lentävien hyönteisten levittämästä vesimyrkyistä¹⁵⁸. Ensimmäinen varma tieto epidemioista ovat vuosilta 1779 ja 1780 kun tauti esiintyi sekä Aasiassa, Afrikassa että Pohjois-Amerikassa¹⁵⁹. 1900-luvun alussa denguekuume esiintyi useassa Välimeren maassa. Laajin tähän asti tunnettu epidemia oli Kreikassa vuosina 1927 ja 1928. Epidemia oli serotyypin 1 ja 2 aiheut­ta­ma. Kuolleisuus oli korkeahko, yli miljoonasta tapauksesta menehtyi noin tuhat¹⁶⁰. Keltakuumehyttynen oli Kreikan epidemian päävektori. Se hävitettiin 1950-luvulla Kreikasta DDT:n avulla¹⁶¹.

Trooppisissa maissa denguen yhteyttä lämpötilaan on tutkittu, ja mallinnuksilla on yritetty ennustaa tulevia epidemioita. Kiinalaisessa tutkimuksessa on lämpötilan lisäksi, arvioitu myös ihmisten liikkuvuutta. Siellä todettiin, että ihmisten liikkuvuus ratkaisi epide­mioiden leviämistä. Paikallisesti pystyttiin hyttysten torjunnalla kuitenkin vaikuttamaan denguetapausten määrään¹⁶².

¹⁵⁵ Sudeep A.B. & Shil P. (2017) *Aedes vittatus* (Bigot) mosquito: An emerging threat to public health. *Journal of vector borne diseases* 54(4): 295–300.

¹⁵⁶ WHO. Newsroom. Dengue and severe dengue. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>

¹⁵⁷ WHO. Newsroom. Dengue and severe dengue. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>

¹⁵⁸ Gubler D.J. (1998). Dengue and dengue hemorrhagic fever. *Clinical Microbiology Reviews*. 11(3): 480–496.

¹⁵⁹ Gubler D.J. (1998). Dengue and dengue hemorrhagic fever. *Clinical Microbiology Reviews*. 11(3): 480–496.

¹⁶⁰ Rosen L. (1976) Dengue in Greece 1927 and 1928 and the pathogenesis of dengue hemorrhagic fever: New data and a different conclusion. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 35(3): 642–665.

¹⁶¹ Amaraoui F. & Failloux A-B (2019) Chikungunya: an unexpected emergence in Europe, *Current Opinion in Virology* 21: 146–150.

Bhatt S. et al. (2013) The global distribution and burden of dengue. *Nature* 496(7446): 504.

¹⁶² Zhu G. et al. (2019) Effects of human mobility, temperature and mosquito control on the spatiotemporal transmission of dengue. *Science of the total Environment* 651: 969–978.

Virus on palaamassa Eurooppaan ja uhkaa levitä. Vuonna 2010 oli kaksi kotoperäistä tapausta Kroatiaassa¹⁶³ ja kaksi kotoperäistä tapausta Ranskassa¹⁶⁴. Tiikerihyttynen levisi Kroatiaan 2004¹⁶⁵. Ensimmäinen dengueviruksen tuontitapaus Kroatiaassa todettiin elokuussa 2007 Dubrovnikissa. Samalla löydettiin viisi muuta vastaavaa tapausta. Kotoperäistä denguekuumetta epäiltiin, kun Saksaan palannut turisti sairastui lomailtuaan kroatialaisessa kylässä. Yksi kyläläinen sairastui kaksi kuukautta myöhemmin¹⁶⁶. Kroatiaassa ei ole ollut kotoperäisiä tapauksia vuoden 2010 jälkeen¹⁶⁷. Ranskan ensimmäinen tapaus oli Nizzassa elokuussa 2010. Tartunnan oli todennäköisesti tuonut lähinaapuriin Martiniquesta tullut mies. Toinen tapaus oli nuori mies, joka asui lähellä ensimmäistä potilasta¹⁶⁸.

Vuonna 2012 oli laaja epidemia Madeiralla, jossa sairastui 2000 ihmistä. Madeiralla on ollut keltakuumehyttysiä vuodesta 2005. Tutkimuksessa on osoitettu, että niillä on varsin korkea vektorikapasiteetti¹⁶⁹. Lokakuussa 2012 viranomaiset ilmoittivat kahdesta ensimmäisestä dengue tapauksesta. Kyseessä oli Etelä-Amerikasta tullut kanta. Epidemia laajeni nopeasti ja lokakuun lopussa oli 60–70 tapausta päivittäin. Turistit olivat jo vuoden 2013 alussa vieneet tartunnan useaan Euroopan maahan (Manner-Portugali 10, Iso-Britannia 23, Saksa 19, Ranska 3, Suomi 4, Espanja 1, Ruotsi 5, Tanska 2, Norja 2, Itävalta 2, Sveitsi 1, Kroatia 1 ja Slovenia 1)¹⁷⁰.

Viime vuosina on Euroopassa ollut yksittäisiä kotoperäisiä tapauksia. Vuonna 2018 Ranskassa oli kuusi ja Espanjassa kolme tapausta¹⁷¹. Kaikki olivat alueella, jossa tiikerihyttynen on yleinen. Matkailijat tuovat mukaansa denguevirusta vuosittain. Ta-

¹⁶³ Pem-Novosel I. et al. (2015) Denguevirus infection in Croatia: seroprevalence and entomological study. *The new microbiologica* 38(1): 97–100.

¹⁶⁴ La Ruche G. et al. (2010) First two autochthonous denguevirus infections in metropolitan France, September 2010. *Eurosurveillance* 5(39): pii: 20333.

¹⁶⁵ Klobucar A. et al. (2006) First record of *Aedes albopictus* in Croatia. *Journal of American Mosquito Control Association* 22: 147–148.

¹⁶⁶ Kurolt I.C. et al. (2013) Molecular characterization of denguevirus I from autochthonous dengue fever cases in Croatia. *Clinical Microbiology and Infection* 19: 163–165.

¹⁶⁷ Pem-Novosel I. et al. (2015) Denguevirus infection in Croatia: seroprevalence and entomological study. *The new microbiologica* 38(1): 97–100.

¹⁶⁸ Tomasello D. & Schlagenhauf P. (2013) Chikungunya and dengue autochthonous cases in Europe 2010–2012. *Travel Medicine and Infectious Diseases* 1: 274–284.

¹⁶⁹ Seixas et al. (2018) Potential of *Aedes aegypti* populations in Madeira Island to transmit dengue and chikungunyaviruses. *Parasites & Vectors* 11(509): 1–9.

¹⁷⁰ Tomasello D. & Schlagenhauf P. (2013) Chikungunya and dengue autochthonous cases in Europe 2010–2012. *Travel Medicine and Infectious Diseases* 1: 274–284.

¹⁷¹ ECDC. Rapid risk assessment: Local transmission of dengue fever in France and Spain <https://ecdc.europa.eu/en/publications-data/rapid-risk-assessment-local-transmission-dengue-fever-france-and-spain>

pausten määrä on lisääntynyt suhteessa matkustamiseen ja denguekuumeen yleistymiseen maailmanlaajuisesti. Vuonna 2010 Eurooppaan saapui yli 103 miljoonaa lentomatkustajaa. Heinäkuu, elokuu ja syyskuu olivat huippukaudet. Yli 700 000 matkustajaa saapui denguekuumeen kotoperäisiltä alueilta alueille, jossa esiintyi tiikerihyttyspopulaatioita. Onkin todennäköistä, että kotoperäisten denguetapausten määrä kasvaa Etelä-Euroopassa.¹⁷² Pohjois-Eurooppaa pidetään kuitenkin sopimattomana denguen leviämisalueena¹⁷³.

Vuoteen 2006 suomalaisten Suomeen tuotujen tapausten vuosittainen määrä nousi kymmenestä kahteenkymmeneen¹⁷⁴. Nykyään suomalaisilla matkailijoilla denguekuumetta todetaan 50–100 tapausta vuosittain. Tapausten todellinen määrä on todennäköisesti huomattavasti suurempi. Suomen hyttyslajistossa ei ole sopivaa vektoria, joten kotoperäinen tartunta ei ole mahdollinen.

3.1.1.2 Keltakuumevirus

Keltakuume on uudestaan yleistynyt kolmenkymmenen vuoden suhteellisen hiljaiselon jälkeen. Vielä 1950-luvulla keltakuume oli tehokkaasti hallinnassa silloisessa ranskalaisessa Afrikassa rokotuksilla ja Amerikoissa keltakuumehyttysen hävittämisellä¹⁷⁵. Vuonna 2016 ja 2017 oli laajoja epidemioita Angolassa ja Kongon demokraattisessa tasavallassa, noin 1000 vahvistettua tapausta ja 140 kuolonuhria¹⁷⁶. Brasiliassa puhkesi epidemia 2017, ja se jatkui myös vuonna 2018, yhteensä oli 2037 vahvistettua tapausta ja 674 kuolonuhria¹⁷⁷. Keltakuume puhkesi Nigeriassa tammi-kuussa uudestaan 2019¹⁷⁸.

¹⁷² Semenza J.S. et al. (2014) International Dispersal of Dengue through Air Travel: Importation Risk for Europe. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 8(12): e3278.

¹⁷³ Simmons C.P. (2012) Dengue, *The New England Journal of medicine* 366(15): 1423–1432.

¹⁷⁴ Huhtamo E. et al. (2008) Molecular epidemiology of denguevirus strains from Finnish travellers. *Emerging Infectious Diseases* 14(1): 80–83.

¹⁷⁵ Gubler D.J. (2004) The changing epidemiology of yellow fever and dengue, 1900 to 2003: full circle? *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases* 27(5): 319–330.

¹⁷⁶ WHO. Emergencies Yellow fever outbreak Angola, Democratic Republic of the Congo and Uganda 2016–2017. <http://www.who.int/emergencies/yellow-fever/en/>.

¹⁷⁷ Ministerio da Saude, Brazil. Monitoramento do Período Sazonal da Febre Amarela. Brasil– 2017/2018. *Informe* 26, 2017/2018.

¹⁷⁸ WHO. Yellow Fever. <https://www.who.int/csr/disease/yellowfev/en/>

Keltakuumeen päävektorina pidetään keltakuumehyttystä (*Aedes aegypti*). Se hävitettiin Euroopasta, mutta aikoinaan sen pohjoisin levinneisyys oli Odessa ja Brest¹⁷⁹. On osoitettu, että myös tiikerihyttynen (*Aedes albopictus*) on pätevä vektori, ja sillä on jo laaja levinneisyys Euroopassa¹⁸⁰.

Keltakuume ja sen vektorit levisivät aikoinaan Atlantin yli laivaliikenteen mukana. Se on aiheuttanut epidemioita esimerkiksi Bostonissa ja New Yorkissa asti. Euroopassa se rantautui jopa Cardiffiin ja Dubliniin¹⁸¹. Yhteydet ja matkustaminen keltakuumealuiden ja EU-maiden välillä on vilkasta. Rokotteesta on maailmanlaajuisesti ollut pulaa, mikä on saattanut lisätä riskiä, että matkustajat toisivat viruksen mukanaan Eurooppaan. Belgiassa vahvistettiin tuontitapaus 2001¹⁸². Maaliskuussa 2017 sairastui Surinamista palanut mies Alankomaissa¹⁸³. Alankomaissa ilmoitettiin myös marraskuussa 2018 keltakuumeepotilaasta, joka oli saanut tartunnan Gambiassa¹⁸⁴.

Italiassa ollaan oltu erityisen huolestuneita mahdollisesta keltakuume-epidemiasta. Sen vuoksi siellä tehtiin riskianalyysi 2018. On arvioitu, että kaksi keltakuumetta sairastavaa matkailijaa olisi saapunut kesällä 2017 maahan Brasiliasta¹⁸⁵. Varsinkin Rooman suurkaupunkialueella asuvat ihmiset olivat vaaravyöhykkeessä. Italiassa tehdyssä riskianalyysissä todettiin, että keltakuume-tapausten varhainen diagnosointi on tarpeen tartunnan ehkäisemiseksi. Tartunnan mahdollisuus oli suurinta kansainvälisen lentokentän Fiumicinon lähetyvillä, missä oli kansainvälisiä matkustajia ja missä tiikerihyttynen oli yleinen¹⁸⁶. Jopa rajoitetut ”vihreät” pisteet, kuten istutukset lasten

¹⁷⁹ Reiter P. (2010) Yellow fever and dengue: a threat to Europe? *Eurosurveillance* 15(10): pii=19509.

¹⁸⁰ Amraoul F. et al. (2016) French *Aedes albopictus* are able to transmit yellow fever virus. *Eurosurveillance* 21(39): pii 30361.

¹⁸¹ Monath TP. (2006) Yellow fever as an endemic/epidemic disease and priorities for vaccination. *Bulletin de la Société de pathologie exotique* 99(5): 341–347.

¹⁸² WHO. One imported case of confirmed yellow fever detected in Belgium. *Weekly epidemiological record* 2001; 76:357

¹⁸³ Wouthuyzen-Bakker M. et al. (2017) Yellow fever in a traveller returning from Suriname to the Netherlands, March 2017. *Eurosurveillance* 22(11): 30488.

¹⁸⁴ WHO. Yellow Fever. The kingdom of the Netherlands.

<https://www.who.int/csr/don/18-December-2018-yellowfever-netherlands/en/>

¹⁸⁵ Manica M. et al. (2019) Assessing the risk of autochthonous yellow fever transmission in Lazio, central Italy. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 13(1): 10006970.

¹⁸⁶ Dorigatti I. et al. (2017) International risk of yellow fever spread from the ongoing outbreak in Brazil, December 2016 to May 2017. *Eurosurveillance* 22(28): pii = 30572.

leikkipaikoilla, tai kukkaruukut patioilla ja parvekkeilla olivat sopivia hyttysnaaraan munimipaikoiksi.¹⁸⁷ Keltakuumeen tuontitapaukset ovat tietenkin mahdollisia myös Suomessa. Suomessa esiintyvät hyttyslajit eivät kuitenkaan voi toimia vektoreina, joten virus ei pysty täällä leviämään.

3.1.1.3 Chikungunyavirus

Chikungunyavirus kuvattiin ensimmäisen kerran Tansaniassa vuonna 1953 edellisvuonna levinneen kuumetaudin jälkeen. Sen jälkeen sitä tavattiin useasta Saharan eteläpuolisista valtioista, pääasiassa maaseudulta¹⁸⁸. Myöhemmin virus levisi myös Aasiaan ja sitä esiintyi varsinkin 1960–1980 luvuilla. Thaimaassa oli Bangkokissa epidemia jo 1960, ja virus oli silloin siirtynyt kaupunkialueelle. Virus onkin laajalle levinnyt Kaakkois-Aasiassa. Intiassa oli ensimmäinen laaja epidemia Kalkutassa 1963 ja sieltä se levisi muihin Intian osavaltioihin. Vuonna 2013 virusta tavattiin ensimmäisen kerran Amerikasta, St Martinin saarelta Karibialla¹⁸⁹. Sen jälkeen epidemioita on ollut usealla Karibian saarella, Latinalais-Amerikassa ja Yhdysvalloissa¹⁹⁰.

Virus esiintyi ensimmäisen kerran Euroopassa vuonna 2007. Silloin puhkesi epidemia Koillis-Italiassa ja 217 ihmistä sairastui heinäkuusta syyskuuhun. Tartunta saapui todennäköisesti Intiasta. Etelä-Ranskassa oli rajoitettu epidemia syyskuussa 2010. Myös silloin tartunta tuli Intiasta. Montpellierin kaupungissa Ranskassa oli 11 tapausta elo- ja syyskuussa vuonna 2014¹⁹¹. Seuraavana vuonna oli Ranskassa seitsemän tapausta¹⁹². Kaikki muut tapaukset Euroopassa ovat olleet tuontia¹⁹³.

¹⁸⁷ Manica M. et al. (2016) Spatial and Temporal Hot Spots of *Aedes albopictus* Abundance inside and outside a South European Metropolitan Area. *PLOS Neglected Diseases* 10(6) e0004758.

¹⁸⁸ Zeller H. et al. (2016) Chikungunya: Its History in Africa and Asia and Its Spread to New Regions in 2013–201. *The Journal of Infectious Diseases* 214(suppl. 5): 436–440.

¹⁸⁹ Zeller H. et al. (2016) Chikungunya: Its History in Africa and Asia and Its Spread to New Regions in 2013–201. *The Journal of Infectious Diseases* 214(suppl. 5): 436–440.

¹⁹⁰ WHO. Chikungunya Fact Sheet. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya>

¹⁹¹ Amaraoui F. & Failloux A-B. (2019) Chikungunya: an unexpected emergence in Europe, *Current Opinion in Virology* 21: 146–150

¹⁹² ECDC. Mosquito-borne diseases: An emerging threat.

<https://ecdc.europa.eu/en/publications-data/mosquito-borne-diseases-emerging-threat>

¹⁹³ ECDC. Risk assessment for chikungunya in the EU continental and overseas countries, territories and departments. <https://ecdc.europa.eu/en/chikungunya/threats-and-outbreaks/risk-assessment-chikungunya-eu>

Aedes -suvun hyttyset ovat chikungunyaviruksen vektoreita. Päävektorina ovat kelta-kuumehyttynen (*Aedes aegypti*) ja tiikerihyttynen (*Aedes albopictus*). Etelä-Euroopan maissa on myös *Aedes vittatus* -lajilla vektorikapasiteettia¹⁹⁴. Kehitys hyttysessä on hyvin lyhyt, ja virus voi esiintyä syljessä jo 2–3 päivän kuluttua¹⁹⁵. Kehitys 20 °C lämpötilassa kestää 7 päivää¹⁹⁶. Euroopasta kerättyjen tiikerihyttysten kyky toimia vektorina on korkea¹⁹⁷. Italiassa on myös tutkittu toisten *Aedes* suvun lajien vektorikykyä. Osoittautui, että virus pystyi replikoimaan kiusahyttysessä (*Aedes vexans*) rajoitetusti, mutta lajin vektorikapasiteetti oli matala. Toisaalta kiusahyttysten populaatiot ovat Koillis-Italiassa hyvin suuria loppukesällä. Sen vuoksi lajia on pidettävänä merkittävänä toissijaisena vektorina¹⁹⁸. Kiusahyttynen esiintyminen myös Suomessa, mutta se on harvinainen.

Uusien chikungunya tapauksien ilmeneminen Etelä-Euroopassa on todennäköistä. Sopivan vektorin läsnäolo, varsinkin Välimeren maissa, sekä lisääntynyt matkailu, kasvattavat todennäköisyyttä.¹⁹⁹ Esimerkiksi Intiassa chikungunya tapaukset jäivät usein tunnistamatta vaikka virus on tavallinen varsinkin marraskuusta tammikuuhun²⁰⁰. Intian ja EU-maiden välinen lentoliikenne lisääntyi 53 % pelkästään 2004–2006²⁰¹. Riskialueena ovat Espanjan Länsirannikko, Etelä-Ranska ja Riviera, Italia, Etelä-Saksa, Adrian meren rannikkoalue sekä Slovenia, Kroatia, Serbia, Bosnia-Hertsegovina, Kosovo, Albania ja Kreikan rannikkoalue²⁰².

¹⁹⁴ Sudeep A.B. & Shil P. (2017) *Aedes vittatus* (Bigot) mosquito: An emerging threat to public health. *Journal of vector borne diseases* 54(4):295–300.

¹⁹⁵ Dubruille M. et al. (2009) Chikungunyavirus and *Aedes* mosquitoes: saliva is infectious as soon as two days after oral infection. *PLoS One* 4(6): e5895.

¹⁹⁶ Vega-Rúa A. et al. (2015) Chikungunyavirus Transmission Potential by Local *Aedes* Mosquitoes in the Americas and Europe. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 9(5): e0003780. 1–18.

¹⁹⁷ Vazeille M. et al. (2008) Chikungunya: A risk for Mediterranean countries? *Acta Tropica* 2008, 105, 200–202.

Coffey L.L. (2014) Chikungunyavirus–Vector Interactions. *Viruses* 6: 4628–4663.

¹⁹⁸ Talbalaghi A. et al. (2010) A.B. Are *Aedes albopictus* or other mosquito species from Northern Italy competent to sustain new arboviral outbreaks? *Medical and veterinary entomology* 24: 83–87.

¹⁹⁹ ECDC. Risk assessment for chikungunya in the EU continental and overseas countries, territories and departments. <https://ecdc.europa.eu/en/chikungunya/threats-and-outbreaks/risk-assessment-chikungunya-eu>

²⁰⁰ Dinkar A. et al. (2018) Hidden burden of chikungunya in North India; A prospective study in a tertiary care centre. *Journal of infection and public health* 11(4): 586–591.

²⁰¹ Tomasello D. & Schlagenhauf P. (2013) Chikungunya and dengue autochthonous cases in Europe, 2007–2012. *Travel Medicine and Infectious Disease* 11: 274–284.

²⁰² Heltmann A. et al. (2018) Experimental risk assessment for chikungunyavirus transmission based on vector competence, distribution and temperature suitability in Europe, 2018. *Eurosurveillance* 23(29): pii=180033. 7–13.

3.1.1.4 Zikavirus

Virus eristettiin apinoista Ugandassa vuonna 1947. Seuraavana vuonna sitä löydettiin paikallisesta vektorista, *Aedes africanus* -lajista²⁰³. Muutama vuosi myöhemmin se aiheutti epidemioita Tansaniassa ja Ugandassa. 1960- ja 1980-luvuilla esiintyi satunnaisia, yleensä lieviä tapauksia Afrikassa ja Aasiassa. Ranskalaisessa Polynesiassa oli lokakuun mennessä vuonna 2014 ollut 8723 epäiltyä tapausta ja arvioitiin, että tapausten todellinen määrä oli ollut yli 30000²⁰⁴. Silloin varoitettiin Etelä-Eurooppaan kohdistuneesta uhkasta². Yleiseen tietoisuuteen Zikavirus nousi kuitenkin vasta maaliskuussa 2015, kun Brasiliassa puhkesi laaja epidemia. Todennäköisesti virus oli rantautunut maahan jo aikaisemmin, lokakuussa 2013²⁰⁵. Heinäkuussa 2015 virus voitiin liittää Guillain-Barrésin syndroomaan.²⁰⁶ Virus voi myös aiheuttaa vastasyntyneiden pienpäisyyttä²⁰⁷. Sen jälkeen se levisi laajalle Etelä-Amerikkaan ja Yhdysvalloissa Meksikon lahden ja Atlantin rannikkoalueille²⁰⁸. Virus levisi ainakin 86 maahan.

Vuoden 2017 aikana infektioiden määrä laski huomattavasti. Riski ei ole kuitenkaan kokonaan hävinnyt. Epidemia puhkesi Intiassa syksyllä 2018, ja satoja ihmisiä sairastui²⁰⁹. Vaikka Zika ei enää ole samanlainen uhka kuin muutamia vuosia sitten, on se osoitus siitä, kuinka nopeasti patogeeni voi levitä maailmanlaajuisesti.

Virus on eristetty useasta hyttyslajista, mutta keltakuumehyttynen (*Aedes aegypti*) ja tiikerihyttynen (*Aedes albopictus*) ovat päävektoreita²¹⁰. Tiikerihyttynen vektorikapasiteetti todettiin viruksen puhkeamisen yhteydessä Gabonissa vuonna 2007²¹¹. Euroopassa on myös todettu, että *Aedes japonicus* -lajilla on vektorikapasiteetti²¹². Myös

²⁰³ Kauffman E. & Kramer L. (2017) Zikavirus Mosquito Vectors: Competence, Biology, and Vector Control. *The Journal of Infectious Diseases* 216(Suppl. 10): 976–990.

²⁰⁴ Roth A. et al. (2014) Concurrent outbreaks of dengue, chikungunya and Zikavirus infections—an unprecedented epidemic wave of mosquito-borne viruses in the Pacific 2012–2014. *Eurosurveillance* 19 (41): 20929.

²⁰⁵ Ios S. et al. (2014) Current Zikavirus epidemiology and recent epidemics. *Médecine et maladies infectieuses* 44(7): 302–307.

²⁰⁶ Massad E. et al. (2017) On the origin and timing of Zikavirus introduction in Brazil. *Epidemiological Infections* 145: 2303–2312.

²⁰⁷ WHO. Zika virus. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/zika-virus>

²⁰⁸ Kauffman E. & Kramer L. (2017) Zikavirus Mosquito Vectors: Competence, Biology, and Vector Control. *The Journal of Infectious Diseases* 216(Suppl. 10): 976–990.

²⁰⁹ Anderson T & Humphrey G. (2019) Zika: the continuing threat. *Bulletin of the World Health Organization* 97(1): 6–7.

²¹⁰ Hayes EB (2009). Zikavirus outside Africa. *Emerging Infectious Diseases* 15 (9): 1347–1350.

²¹¹ Charrel R. et al. (2014) Zikavirus in Gabon (Central Africa)–2007: A New Threat from *Aedes albopictus*? *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 8(2): e2681.

²¹² Jansen S. et al. (2018) Experimental transmission of Zikavirus by *Aedes japonicus japonicus* from southwestern Germany. *Emerging microbes & infections* 7(1): 192.

Ranskaan, Italiaan, Espanjaan ja Portugaliin levinnyt *Aedes vittatus* toimii vektorina²¹³. Kokeissa on todettu, ettei lintuhyttysellä (*Culex pipiens*) eikä *Culex torrentium*-lajilla ole vektorikapasiteettia²¹⁴. Virus voi myös levitä sukupuoliyhteydessä²¹⁵ ja verensiirroissa²¹⁶. Ihmiset ja apinat ovat pääisäntiä.

Zikavirus on etupäässä levinnyt trooppisissa maissa. Se on siirtynyt maasta toiseen matkailijoiden mukana. Euroopassa ei ole tähän mennessä ollut laajaa epidemiaa.

Taulukko 2. Eurooppaan saapuneet Zikaviruksen infektiot 2013–2016²¹⁷.

Vuosi	Tartuntalähde	Tapausmäärä	Maa, jossa infektio on todettu
2013	Thaimaa, Tahiti, Ranskalainen Polynesia	5	Saksa, Norja, Ranska, Italia
2014	Malesia, Thaimaa	2	Saksa, Italia
2015	Brasilia, Malediivit, Surinam, Guatemala, Martinique, Kolumbia, El Salvador, Dominikaaninen tasavalta	41	Italia, Suomi, Slovenia, Alankomaat, Belgia, Ranska, Portugali, Sveitsi
2016	Antigua, Barbados, Bolivia, Brasilia, Cook saaret, Dominikaaninen tasavalta, El Salvador, Guadeloupe, Haiti, Honduras, Jamaika, Kolumbia, Martinique, Mexico, Puerto Rico, Ranskan Guyana, Saint Martin, St Vincent, Surinam, Venezuela, ”Karibia”, ”Etelä-Amerikka”, ”Keski-Amerikka”, ”Aasia”, ”Afrikka”	674	Italia, Alankomaat, Espanja, Ranska, Iso-Britannia

²¹³ Sudeep A.B. & Shil P. (2017) *Aedes vittatus* (Bigot) mosquito: An emerging threat to public health. *Journal of vector borne diseases* 54(4): 295–300.

²¹⁴ Heitmann A. et al. (2017) Experimental transmission of Zikavirus by mosquitoes from central Europe. *Eurosurveillance* 22(2). pii: 30437.

²¹⁵ Oster A.M. et al. (2016) Update: Interim Guidance for Prevention of Sexual Transmission of Zikavirus. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report* 65 (12): 323–325.

²¹⁶ Vasquez A.M. et al. (2016) Survey of Blood Collection Centers and Implementation of Guidance for Prevention of Transfusion-Transmitted Zikavirus Infection — Puerto Rico, 2016. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report* 65(14): 375–378.

²¹⁷ Wilder-Smith A. et al. (2018) Zika in travellers 1947–2017: a systematic review. *Journal of Travel Medicine* 1–10. doi: 10.1093/jtm/tay044

Ajanjaksolla 2013–2016 Eurooppaan saapui 722 Zikainfektiota kantavaa matkailijaa. Suomeen tuli yksi sairastunut henkilö Malediiveilta vuonna 2015²¹⁸. Ainakin osa Eurooppaan tulleista saapui talvella, jolloin tiikerihyttyspopulaatiot Etelä-Euroopassa ovat pienimmillään. Zikaviruksen epidemian riski Euroopassa oli suurimmillaan elokuussa, kun lämpötila on korkeimmillaan ja tiikerihyttysten populaatiot suurimmillaan. Vektorialueilla elää 45 miljoonaa italialaista, 12 miljoonaa ranskalaista ja 8 miljoonaa espanjalaista. 47 % Euroopan väestöstä elää alueilla, joissa tiikerihyttyspopulaatioita ei ole²¹⁹.

Erilaisia teorioita on esitetty Zikaviruksen leviämisestä. Etelä-Amerikassa sitä on yhdistetty sekä el Niñoon, että ilmastonmuutokseen²²⁰. Hyttysten välittämien tautien leviämiseen vaikuttavat kuitenkin myös muut tekijät, kuten tulotaso ja koneellinen ilmastointi²²¹. Miksi epidemia laantui ja hävisi monista maasta ei tiedetä.

3.1.1.5 Inkoo ja Chatanga virukset

Inkoo ja Chatanga virukset ovat suhteellisen huonosti tunnettuja viruksia. Infektiot ovat yleensä oireettomia mutta ne voivat kuitenkin aiheuttaa vakavan taudin varsinkin lapsissa²²².

Inkoo virus eristettiin Suomessa 1964 ja on sen jälkeen löytynyt muissa Pohjois-Euroopan valtioissa kuten Norjassa, Ruotsissa ja Venäjällä²²³. Sitä esiintyy mahdollisesti myös Alaskassa²²⁴. Virus on hyttysten välittämä, ja sitä on löytynyt aikuisista metsähyttysistä (*Aedes (Ochlerotatus) communis*), jänkähyttysistä (*Aedes (Ochlerotatus) hexodontus*), korpiphyttysistä (*Aedes (Ochlerotatus) punctor*) sekä metsähyttysten

²¹⁸ Korhonen E-M. et al. (2015) Zikavirus infection in a traveller returning from the Maldives, June 2015. *Eurosurveillance* 21: 2–5.

²¹⁹ Jupille H. et al. (2016) Zikavirus, a New Threat for Europe? *PLOS Neglected Tropical Diseases* 10(8): e0004901.

Rocklöv J. et al. (2016) Assessing Seasonal Risks for the Introduction and Mosquito-borne Spread of Zikavirus in Europe. *EBioMedicine* 9: 250–256.

²²⁰ Muñoz Á.G. et al. (2016) Analyzing climate variations at multiple timescales can guide Zikavirus response measures. *GigaScience* 5(41): 1–6.

²²¹ Reiter P. et al. (2003) Texas lifestyle limits transmission of denguevirus. *Emerging Infectious Diseases* 9: 86–89.

²²² Putkuri N. et al. (2016) Acute Human Inkoo and Chatanga Virus Infections, Finland. *Emerging Infectious Diseases* 22(5): 81–817.

²²³ Evander M. et al. (2016) Seroprevalence and Risk Factors of Inkoo Virus in Northern Sweden. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 94(5): 103–1106,

²²⁴ Walters L.L. et al. (1999) Seroepidemiology of California and Bunyamwera serogroup (Bunyaviridae) virus infections in native populations of Alaska. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 60: 806–821.

toukasta²²⁵. Metsähyttynen on tärkein vektorilaji. Viruksen löytyminen toukasta viittaa siihen, että se pystyy vektorissa siirtymään sukupolvea seuraavaan.

Virus on yleinen Suomessa. 24 % tutkituilla ihmisillä oli vasta-aineita 1960-luvulla tehdyssä tutkimuksessa²²⁶. Uudemmassa tutkimuksessa 51 % tutkituilla ihmisillä oli vasta-aineita²²⁷. Vasta-aineet ovat Pohjois-Ruotsissa myös yleisempiä miehissä kuin naisissa²²⁸.

Chatanga virus eristettiin hyttösestä Venäjällä jo vuonna 1987. Se eristettiin vuonna 2007 ja 2008 Itä-Suomesta kerätyistä hyttysistä²²⁹. Suomessa tehdyssä tutkimuksessa on osoitettu, että Chatanga virus voi aiheuttaa infektion ihmisessä. Suurin osa infektioista jää kuitenkin diagnosoimatta, todennäköisesti koska oireet ovat lieviä²³⁰.

3.1.1.6 Tahynavirus

Virus eristettiin vuonna 1958 silloisen Tšekkoslovakian eräässä kylässä²³¹. Sitä on löytynyt useimmissa Euroopan maissa ja erityisesti Luoteis-Venäjällä. Vasta-aineita on potilaalta löytynyt myös Suomesta. Vektoreita ovat kiusahyttynen (*Aedes vexans*, harvinainen), pikkuhyttynen (*Aedes cinereus*, yleinen koko maassa), suolahyttynen (*Aedes (Ochlerotatus) caspius*, etelärannikolla), lehtohyttynen (*Aedes (Ochlerotatus) cantans*, pääasiassa Oulun eteläpuolella) korpiphyttynen (*Aedes (Ochlerotatus) punctor*, yleinen koko maassa), metsähyttynen (*Aedes (Ochlerotatus) communis*, yleinen koko maassa), ruskohyttynen (*Aedes (Ochlerotatus) flavescens*, Lounais-Suomessa), piinahyttynen (*Aedes (Ochlerotatus) excrucians*, koko maassa), isokirsiphyttynen (*Culiseta annulata*, harvinainen etelä-rannikolla ja Ahvenanmaalla), *Culex modestus* (ei Suomessa), lintuhyttynen (*Culex pipiens*, pääasiassa Oulun eteläpuolella) sekä

²²⁵ Lwandeet O. W. al. (2017) Mosquito-borne Inkoo virus in northern Sweden - isolation and whole genomesequencing. *Virology Journal* 14:61

²²⁶ Brummer-Korvenkontio M. (1973) Arboviruses in Finland. V. Serological Survey of Antibodies Against Inkoo Virus (California Group) in Human, Cow, Reindeer, and Wildlife Sera. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 22(5): 654–651.

²²⁷ Putkuri N. et al. (2007) Prevalence and protein specificity of human antibodies to Inkoo virus infection. *Clinical and vaccine immunology: CVI* 14(12): 1555–1562.

²²⁸ Lwandeet O. W. al. (2017) Mosquito-borne Inkoo virus in northern Sweden - isolation and whole genomesequencing. *Virology Journal* 14:61

²²⁹ Putkuri N. et al. (2014) Isolation and characterization of a California encephalitis serogroup orthobunyavirus from Finnish mosquitoes. *Infection, Genetics and Evolution* 22: 164–173.

²³⁰ Putkuri N. et al. (2016) Acute Human Inkoo and Chatanga Virus Infections, Finland. *Emerging Infectious Diseases* 22(5): 81–817.

²³¹ Juřicová Z. et al. (2009) Serological Examination of Songbirds (Passeriformes) for Mosquito-Borne Viruses Sindbis, Tahyňa, and Batai in a South Moravian Wetland (Czech Republic). *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 9 (3): 295–299.

Anopheles hyrcanus (ei Suomessa).²³² Virus pystyy siirtymään transovariaalisesti vektorin seuraavaan sukupolveen. Se voi myös talvehtia aikuisina talvehtivissa hyttysissä²³³.

Jäniseläimet, siilit ja jyrsijät ovat viruksen pääisäntinä, mutta sitä on löytynyt useassa nisäkkäissä. Ihmisessä virus voi aiheuttaa influenssan kaltaisia oireita²³⁴. Virus on todennäköisesti alidiagnosoitu. Mahdollisia vuosittaisia vaihteluita ei tunneta, mutta runsas ”hyttysesä” voi vaikuttaa infektioiden määrään.

3.1.2 Lintuhyttysten (*Culex* spp.) levittämät virukset

Lintuhyttysiä vektoreina käytävillä viruksilla on yleensä laaja levinneisyys. Ne siirtyvät tavallisesti uusille alueille muuttolintujen mukana. Jos alueella on sopivia vektoreita, ne voivat tartuttaa muita lintulajeja, joilla on eri muuttoreitit, ja siten levitä lisää.

Suomessa on löytynyt kolme lintuhyttyslajia; *Culex pipiens*, *C. torrentium* ja *C. territans*²³⁵. Ne talvehtivat Suomessa aikuisina, ja niillä on vuosittain Suomessa yksi sukupolvi. *C. pipiens* ja *C. torrentium* ovat morfologisesti hyvin samankaltaisia, ja ne on usein sekoitettu toisiinsa²³⁶.

Suomessa esiintyvillä *Culex* -lajeilla on hyvin laaja levinneisyys. *C. pipiens* esiintyy paitsi koko Euroopassa, myös Lähi-idässä ja Keski-Aasiassa, Egyptissä, Pohjois- ja

²³² Hubálek Z. (2008) Mosquito-borne viruses in Europe. *Parasitological Research* 103 (Suppl. 1): S29–S43.

Hulden L & Hulden L. (2014) Checklist of the family Culicidae (Diptera) in Finland. *ZooKeys* 441: 47–51.

Utrio P. (1979) Geographic distribution of mosquitoes (Diptera, Culicidae) in eastern Fennoscandia. *Notulae Entomologicae* 59: 105–123.

Culverwell C.L. et al. (2021) The mosquitoes of Finland: updated distributions and bionomics. *Medical and Veterinary Entomology* 35:1–29.

²³³ Hubálek Z. et al. (2010) Mosquito (Diptera: Culicidae) Surveillance for Arboviruses in an Area Endemic for West Nile (Lineage Rabensburg) and Tšahyňa Viruses in Central Europe. *Journal of Medical Entomology*. 47(3): 466–472.

²³⁴ Hubálek Z. (2008) Mosquito-borne viruses in Europe. *Parasitological Research* 103(Suppl. 1): S29–S43.

²³⁵ Hulden L & Hulden L. (2014) Checklist of the family Culicidae (Diptera) in Finland. *ZooKeys* 441: 47–51.

²³⁶ Lundström J.O. (1999) Vector competence of western European mosquitoes for arboviruses. A review of field and experimental studies. *Bulletin of the Society for Vector Ecology* 19: 23–36.

Etelä-Amerikassa.²³⁷ *C. torrentium* esiintyy lähes koko Euroopassa, Turkissa ja Iranissa, eikä sen levinneisyyden etelä- ja pohjoisrajoja ole selvitetty²³⁸. *C. territans* esiintyy laajasti lähes koko Euroopassa, Keski-Aasiassa ja Pohjois-Afrikassa. Se on myös levinnyt Yhdysvaltoihin (sis. Alaskan) sekä Kanadaan²³⁹.

Suomessa on ainoastaan muutamana vuonna ollut usean kuukauden pituista hyttysten monitorointia. Useassa Euroopan maassa on säännöllistä hyttysten monitorointia. Maakohtaisesti saadaan silloin tietoa lajistosta ja lajien lentoajoista²⁴⁰.

3.1.2.1 Länsi-Niili virus

Länsi-Niili virus (West-Nile) kuuluu sukuun *Flavivirus*. Siitä on erotettu ainakin viisi fylogeneettistä kantaa, joista kannat 1 ja 2 ovat aiheuttaneet taudin ihmisissä²⁴¹. Suurin osa Länsi-Euroopan tapauksista on kanta 1:n aiheuttamia. Kanta 2 on aiheuttanut ihmisten kuolemia erityisesti Kreikassa. Molemmat kannat esiintyvät Italiassa²⁴². Virus infektoi lintujen lisäksi hevosia, ihmisiä ja muita nisäkkäitä²⁴³. Esimerkiksi kissa voi

²³⁷ Farajollahi A. et al. (2011) "Bird biting" Mosquitoes and human disease. A review of *Culex pipiens* complex mosquitoes in epidemiology. *Infection, Genetics and Evolution*. 11 (7): 1577–1585.

Becker N. et al. (2003) Mosquitoes and their control. *Springer Verlag* 498 ss.

²³⁸ Becker N. et al. (2003) Mosquitoes and their control. *Springer Verlag* 498 ss.

²³⁹ Becker N. et al. (2003) Mosquitoes and their control. *Springer Verlag* 498 ss.

²⁴⁰ Engle O. et al. (2013) European Surveillance for West Nile Virus in Mosquito Populations. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10: 4869–4895.

²⁴¹ May F.J. et al. (2011) Phylogeography of West Nile virus: from the cradle of evolution in Africa to Eurasia, Australia, and the Americas. *Journal of virology* 85: 2964–2974.

Petersen L.R. et al. (2013) West Nile virus: review of the literature. *JAMA* 310: 308–315.

²⁴² Engler O. et al. (2013) European Surveillance for West Nile Virus in Mosquito Populations. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10: 4869–4895.

²⁴³ Turell M.J. et al. (2005) An update on the potential of North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) to transmit West Nile virus. *Journal of Medical Entomology* 42: 57–62.

Kilpatrick A.M. et al. (2005) West Nile virus risk assessment and the bridge vector paradigm. *Emerging Infectious Diseases* 11, 425–429.

Hamer G.L. et al. (2008) *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae): a bridge vector of West Nile virus to humans. *Journal of Medical Entomology* 45: 125–128.

McLean R.G. et al. (2001) West Nile virus transmission and ecology in birds. *Annals of the New York Academy of Sciences* 951: 54–57.

Dohm D.J. et al. (2002) Effect of environmental temperature on the ability of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) to transmit West Nile virus. *Journal of Medical Entomology* 39: 221–225.

saada infektion, todennäköisesti syötyään sairaita lintuja²⁴⁴. Ihmiset sairastuvat useimmiten kesällä tai alkusyksyllä²⁴⁵. Useimmat tapaukset ovat oireettomia, mutta yksi tapaus 150:stä on vakava²⁴⁶. Hevosille on kehitetty rokote. Iso-Britanniassa tehdystä tutkimuksesta osoitettiin kuitenkin, että hevosten omistajat hyvin harvoin rokotivat hevosiaan²⁴⁷. Ihmisille ei ole rokotetta saatavana Länsi-Niili virusta vastaan²⁴⁸.

Länsi-Niili virus löydettiin vuonna 1947 ja 1990-luvun alkuun saakka ihmisissä todetut tapaukset olivat Afrikassa ja Israelissa.²⁴⁹ Sen jälkeen virus levisi nopeasti. Sitä löytyi New Yorkista vuonna 1999²⁵⁰ ja Tyynen meren rannikolta vuonna 2003²⁵¹. Argentiinaan se saapui Kanadasta hevosten ja lintujen mukana, ja se todettiin siellä vuonna 2005²⁵². Euroopassa oli ensimmäinen laaja epidemia ihmisissä Romaniassa vuonna

Dauphin G. et al. (2004) West Nile: worldwide current situation in animals and humans. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases* 27: 343–355.

Ruiz M. et al. (2007) Association of West Nile virus illness and urban landscapes in Chicago and Detroit. *International journal of health geographics* 6: 10.

CDC. West Nile virus—transmission. <http://www.cdc.gov/westnile/transmission/>.

Paz S. et al. (2013) Permissive summer temperatures of the 2010 European West Nile fever upsurge. *PLoS One* 8: e56398.

Paz S. & Semenza J.C. (2013) Environmental drivers of West Nile fever epidemiology in Europe and Western Asia: a review. *International journal of environmental research and public health* 10: 3543–3562.

²⁴⁴ Egberink H. et al. (2015) West Nile virus infection in cats: ABCD guidelines on prevention and management. *Journal of feline medicine and surgery* 17(7): 617–619.

²⁴⁵ Campbell G.L. et al. (2002) West Nile virus. *Lancet Infectious Diseases* 2: 519–529.

²⁴⁶ CDC FAQ: general questions about West Nile virus.

<http://www.cdc.gov/westnile/faq/genQuestions.html>.

²⁴⁷ Chapman G.E. et al. (2018) Survey of UK horse owners' knowledge of equine arboviruses and disease vectors. *Veterinary Records* 183(5):159.

²⁴⁸ Woods C.W. et al. (2019) An observer blinded, randomized, placebo-controlled, phase I dose escalation trial to evaluate the safety and immunogenicity of an inactivated West Nile virus Vaccine, HydroVax-001, in healthy adults. *Vaccine* Jan 18. pii: S0264-410X(18)31699-2.

²⁴⁹ May F.J. et al. (2011) Phylogeography of West Nile virus: from the cradle of evolution in Africa to Eurasia, Australia, and the Americas. *Journal of virology* 85: 2964–2974.

Sambri V. et al. (2013) West Nile virus in Europe: emergence, epidemiology, diagnosis, treatment, and prevention. *Clinical microbiology and infectious diseases* 19: 699–704.

²⁵⁰ Nash D, et al. (2001) The outbreak of West Nile virus infection in the New York City area in 1999. *The New England journal of medicine* 344: 1807–1814.

²⁵¹ Petersen L.R. & Hayes E.B. (2008) West Nile virus in the Americas. *The Medical clinics of North America* 92: 1307–1322.

²⁵² Diaz L.A. et al. (2008) West Nile virus in birds, Argentina. *Emerging Infectious Diseases* 14(4): 689–691.

1996, jolloin 393 tapausta hoidettiin sairaalassa ja 17 kuoli²⁵³. Euroopassa virus on levinnyt Välimeren maihin, Kaakkois-Eurooppaan, sekä Keski-Eurooppaan. Vuonna 2018 eurooppalaisten diagnosoitujen tapausten määrä, 2083, kasvoi verrattuna edellisiin seitsemään vuoteen, jolloin niitä oli ollut yhteensä 1832²⁵⁴. Eniten tapauksia oli Italiassa, Kreikassa ja Romaniassa. Tšekissä raportoitiin viisi tapausta²⁵⁵. Vuonna 2019 oli kuitenkin ainoastaan 443 tapausta EU-maissa²⁵⁶.

Linnut ovat Länsi-Niili viruksen pääisäntiä. Euroopassa se on pääasiassa varpuslintujen kantama, mutta sitä on löytynyt yli 250 lintulajista. Suomessa on tavattu lähes 190 varpuslintulajia²⁵⁷. Euroopassa lintujen kuolleisuus infektiin on vähäistä, joten viruksen levinneisyyttä ei voi seurata kuolleiden lintujen määrässä. Tärkeimpänä vektorina pidetään *Culex pipiens*ä, ja virus voi hyttysessä myös siirtyä munien kautta seuraavaan sukupolveen²⁵⁸. Virus voi myös talvehtia hyttysessä²⁵⁹. Itä-Euroopassa on todettu, että jos Länsi-Niili virus jonakin vuonna esiintyy, on sitä samassa paikassa myös seuraavana vuonna²⁶⁰. Virus voi myös löytyä muutamien lintulajien kudoksista useita kuukausia infektiin jälkeen²⁶¹. Petolintu voi saada infektiin syötyään kuolleita lintuja²⁶².

²⁵³ Napp S. et al. (2018) West Nile virus and other mosquito-borne viruses present in Eastern Europe. *Pathogens and Global Health* 112(5): 233–248.

Campbell G.L. et al. (2001) Epidemic West Nile encephalitis in Romania: waiting for history to repeat itself. *Annals of the New York Academy of Sciences* 951: 94–101.

²⁵⁴ ECDC. West Nile virus infection. <https://ecdc.europa.eu/en/west-nile-fever>

²⁵⁵ ECDC. Epidemiological update: West Nile virus transmission season in Europe, 2018. <https://ecdc.europa.eu/en/news-events/epidemiological-update-west-nile-virus-transmission-season-europe-2018>

²⁵⁶ ECDC. Epidemiological update: West Nile virus transmission season in Europe, 2019. <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/AER-WNV-infection-2019.pdf>

²⁵⁷ Bird-Life Finland. Suomessa havaitut lintulajit.

<https://www.birdlife.fi/lintutieto/suomessa-havaitut-lintulajit/varpuslinnut/>

²⁵⁸ Bugbee L.M. & Forte L.R. (2004). The discovery of West Nile virus in overwintering *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) mosquitoes in Lehigh County, Pennsylvania. *Journal of the American Mosquito Control Association* 20(3): 326–327.

²⁵⁹ Rudolf I. et al. (2017) West Nile virus in overwintering mosquitoes, central Europe. *Parasites & Vectors* 10(1): 452.

²⁶⁰ Napp S. et al. (2018) West Nile virus and other mosquito-borne viruses present in Eastern Europe. *Pathogens and Global Health* 112(5): 233–248.

²⁶¹ Bakonyi T. et al. (2016) Chronic West Nile virus infection in kea (*Nestor notabilis*). *Veterinary microbiology* 183: 135–139.

²⁶² Komar N. et al. (2003) Experimental infection of North American birds with the New York 1999 strain of West Nile virus. *Emerging Infectious Diseases* 9(3): 311–322.

C. pipiens ottaa pääasiassa veriateriansa linnusta. Joskus se kuitenkin pistää myös ihmistä, jolloin se samalla voi siirtää viruksen. Vastaavasti on useita muita hyttyslajeja, jotka pääsääntöisesti suosivat nisäkkäitä. Silloin tällöin, ne ottavat veriaterian linnusta, ja voivat silloin infektoitua. Sen vuoksi virusta on löytynyt myös *Aedes*, *Anopheles* ja *Culiseta* sukujen hyttysistä²⁶³, jotka tarvittaessa myös pystyvät toimimaan vektoreina. Vaikka tutkimuksia eri lajien vektorikompetenssista on tehty, on niiden arviointi vaikeaa. Tutkijat ovat käyttäneet erilaisia menetelmiä, eikä tarkkoja tietoja viruskannasta, hyttyslajista ja hyttysten alkuperästä, ole aina saatavana²⁶⁴.

Länsi-Niili viruksen epidemiologia on monimutkainen, ja monet tekijät vaikuttavat siihen. Suhde ympäristötekijöiden, vektorin ja lintujen välillä on vaikeasti selvitettävissä. Myös lintujen pesinnän onnistuminen vaikuttaa epidemiologiaan. Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa, osoitettiin, että seropositiivisuus on suurempi linnunpoikasissa, kuin aikuisissa linnuissa²⁶⁵. Epäonnistunut pesintäkausi voi siis vaikuttaa seuraavan vuoden infektioiden määrään. Sääolot vaikuttavat kuitenkin vektorin käyttäytymiseen. Virus taas pystyy replikoimaan hyvin erilaisissa lämpötiloissa. Sille riittää 14 °C hyttysessä²⁶⁶, mutta replikointi onnistuu myös sairaassa linnussa 45 °C lämpötilassa²⁶⁷. Vuosittaiset kesien lämpötilojen vaihtelut vaikuttavat *Culex pipiens* populaatioiden kokoon. Suomessa lämmin kesä tuottaa enemmän aikuisia *C. pipiens* hyttysiä loppukesällä, ja myös seuraavana keväänä on silloin enemmän potentiaalisia vektoreita. Myös sademäärän vaikutusta vektoripopulaatioihin on tutkittu. Toisaalta on huomautettu, että runsaat sateet lisäävät toukille tärkeitä vedenpintaa, toisaalta sateet voivat vähentää toukkien ravintoa²⁶⁸. Suomessa on kuitenkin niin runsaasti vettä, joten sademäärän vaihteluilla tuskin on merkitystä vektorien populaatioihin. Runsassateinen kesä on tietenkin yleensä suhteellisen kylmä, ja lämpötila vaikuttaa sekä lintujen pesintään, että toukkien kehitykseen. Hyönteisiä on enemmän liikkeellä lämpimänä kesänä, ja hyönteisiä syövien lintujen pesintä onnistuu paremmin. Linnunpoikaset eivät

²⁶³ Engler O. et al. (2013) European Surveillance for West Nile Virus in Mosquito Populations. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10: 4869–4895.

²⁶⁴ Vogels C.B. et al. (2017) Vector competence of European mosquitoes for West Nile virus. *Emerging microbes & infections* 6(11): e96.

²⁶⁵ Hamer G.L. et al. (2008) Rapid amplification of West Nile virus: the role of hatch-year birds. *Vector borne and zoonotic diseases* 8(1): 57–67.

²⁶⁶ Cornel A.J. et al. (1993) Environmental temperature on the vector competence of *Culex univittatus* (Diptera: Culicidae) for West Nile virus. *Journal of Medical Entomology* 30: 449–456.

²⁶⁷ Kinney R.M. et al. (2006) Avian virulence and thermostable replication of the North American strain of West Nile virus. *The Journal of general virology* 87: 3611–3622.

²⁶⁸ Paz S. (2015) 1. Climate change impacts on West Nile virus transmission in a global context. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 370(1665): pii: 20130561.

myöskään kuole kylmyydestä. Aurinkoinen ja lämmin kesä vaikuttaa myös positiivisesti ihmisten käyttäytymiseen. Ollaan enemmän ulkona ja vaatteita on vähemmän. Todennäköisyys saada hyttysten pistoksia on huomattavasti suurempi. Myös ympäristöllä on vaikutusta ihmisten saamiin infektioiden määriin. New Yorkin Nassau kunnassa tehdyssä tutkimuksessa osoitettiin, että riski saada tartunta oli suurin esikau-punkialueella²⁶⁹. Myös sosiaaliset tekijät vaikuttivat tartuntojen määrään. Köyhillä alueille on vanhentuneita viemäröintijärjestelmiä, jotka vaikuttivat vektoreiden määrään²⁷⁰.

Yhdysvalloissa on tutkittu Länsi-Niili viruksen epidemioiden yhteyttä kuivuuteen ja immuniteettiin²⁷¹. Lämpötilaa on myös Yhdysvalloissa käytetty Länsi-Niili viruksen paikallisissa ennustuksissa²⁷². Euroopassa on kuitenkin vaikeaa yhdistää ilmastoa Länsi-Niilin viruksen leviämiseen, vaikka vuosittaiset vaihtelut sekä lämpötiloissa että sademäärässä on analysoitu. Seurantatietoa ei Euroopassa ole tarpeeksi pitkältä kaudelta, jotta lämpötilojen vaikutusta voisi tutkia kattavasti. Asiasta ollaan kuitenkin monta mieltä. Volgogradin alueella on osoitettu, että vektoripopulaatiot ovat suurempia vuosina, jolloin talvi on lämmin ja kesä kuuma²⁷³. Viruksen leviäminen uusille alueille Euroopassa on myös yhdistetty ilmastotekijöihin²⁷⁴. Virusten leviäminen lintujen ja hyttysten välillä on myös mallinnettu globaalilla tasolla²⁷⁵. Mallin suhteuttaminen todelliseen epidemiologiaan vaatii kuitenkin huomattavasti enemmän työtä.

Länsi-Niili virus voi levitä edelleen Euroopassa. Vektorilaji on Suomessa yleinen ja ke-sien lämpötilat ovat riittäviä viruksen replikointia varten. Virusinfektio linnuissa ei ole havaittu vaikuttavan muuttohalukkuuteen. Joka vuosi käsitellään muuttolintuja usealla

²⁶⁹ Myer M.H. & Johnston J.M. (2019) Spatiotemporal Bayesian modeling of West Nile virus: Identifying risk of infection in mosquitoes with local-scale predictors. *The Science of the total environment* 650(Pt 2): 2818–2829.

²⁷⁰ Mark H. Myer M.H. et al. (2017) Spatiotemporal modeling of ecological and sociological predictors of West Nile virus in Suffolk County, NY, mosquitoes. *Ecosphere* 8(6): e01854.

²⁷¹ Paull S.H. et al. (2017) Drought and immunity determine the intensity of West Nile virus epidemics and climate change impacts. *Proceedings. Biological sciences* 284: 2016078.

²⁷² DeFelice N.B. et al. (2018) Use of temperature to improve West Nile virus forecasts. *PLoS computational biology* 14(3): e1006047.

²⁷³ Platonov A.E. et al. (2008) Epidemiology of West Nile infection in Volgograd, Russia, in relation to climate change and mosquito (Diptera: Culicidae) bionomics. *Parasitology research* 103: 45–53.

²⁷⁴ Paz S. & Semenza J.C. (2013) Environmental drivers of West Nile fever epidemiology in Europe and Western Asia: a review. *International journal of environmental research and public health* 10: 3543–3562.

²⁷⁵ Lin H-L. & Wang F-B. (2019) Global dynamics of a nonlocal reaction–diffusion system modeling the West Nile virus transmission. *Nonlinear Analysis: Real World Applications* 46: 352–373.

lintuasemalla. Linnut pyydystetään verkkoihin ja ne rengastetaan ennen vapauttamista. Verkoissa kuolevista linnuista voitaisiin tunnistaa sekä Länsi-Niili virus että Usutuvirus. Vastaavanlainen tutkimus on tehty Keski-Euroopassa nokikanalla (*Fulica atra*)²⁷⁶. Espanjassa on tutkittu vasta-aineita 1213 linnusta (72 lajia) kartoittamaan Länsi-Niili viruksen esiintymistä²⁷⁷. Iso-Britanniassa on tutkittu Länsi-Niili viruksen riskiä. Sinne saapuvien muuttolintujen levähdyspaikoilla Espanjassa ja Ranskassa on ollut tautitapauksia.

3.1.2.2 Usutuvirus

Usutuvirus löydettiin Etelä-Afrikasta 1959²⁷⁸. Se on saapunut Eurooppaan useita kertoja muuttolintujen mukana. Ensimmäinen löytö oli vuonna 1996 kuolleesta linnusta²⁷⁹. Sen jälkeen sitä löytyi Alankomaista, Italiasta, Itävallasta, Kroatiaista, Saksasta, Espanjasta, Unkarista, Sveitsistä, Puolasta, Iso-Britanniasta, Tšekistä, Belgiasta, Serbiasta ja Kreikasta²⁸⁰. Ruotsissa virus löydettiin Öölannissa kesällä 2019 kuolleesta mustarstaasta²⁸¹. Ensimmäinen samanaikainen määrittäminen tehtiin mustarstaiden (*Turdus merula*) joukkokuolemista Wienissä vuonna 2001²⁸². Kuolemat alkoivat elokuussa ja jatkuivat keskisyyskuulle. Samalla ilmoitettiin sairaista apaattisista mustarstaista. Viidessä päivässä kuoli myös viisi lapinpöllöä (*Strix nebulosa*) Wienin

²⁷⁶ Straková P. et al. (2015) The common cot as sentinel species for the presence of West Nile and Usutu flavivirus in Central Europe. *Research in Veterinary Science* 102: 159–161.

²⁷⁷ Figuerola J, et al. (2008) Size matters: West Nile Virus neutralizing antibodies in resident and migratory birds in Spain. *Veterinary microbiology* 132: 39–46.

²⁷⁸ McIntosh B.M. (1985). Usutu (SA Ar 1776), nouvel arbovirus du groupe B. *International Catalogue of Arboviruses* 3: 1059–1060.

²⁷⁹ Weissenböck H t al. (2013) Usutuvirus, Italy, 1996. *Emerging Infectious Diseases* 19(2): 274–277.

²⁸⁰ Bakonyi T. et al. (2014) Comparison of complete genome sequences of Usutuvirus strains detected in Spain, Central Europe, and Africa. *Vector borne and zoonotic diseases* 14(5): 324–329.

Ashraf U. et al. (2015) Usutuvirus: an emerging flavivirus in Europe. *Viruses* 7(1): 219–238.

Fros J.J. et al. (2015) Comparative Usutu and West Nile virus transmission potential by local *Culex pipiens* mosquitoes in north-western Europe. *One Health*. 1: 31–36.

Folly A.J. et al. (2020) Detection of Usutu virus infection in wild birds in the United Kingdom, 2020. *Eurosurveillance* pii=2001732.

²⁸¹ Statens veterinärmedicinska anstalt (2019) Fågelprojekt upptäckte virus. 22.08.

<https://www.sva.se/om-sva/pressrum/nyheter-fran-sva/fagelprojekt-upptackte-virus>

²⁸² Weissenböck H. et al. (2002) Emergence of Usutuvirus, an African mosquito-borne flavivirus of the Japanese encephalitis virus group, central Europe. *Emerging Infectious Diseases* 8(7): 652–656.

eläintarhassa. Sen lisäksi ilmoitettiin useasta kuolleesta haarapääskystä (*Hirundo rustica*) noin 200 km Wienistä länteen.²⁸³

Lintujen lisäksi virusta on eristetty myös lepakoista²⁸⁴, saksanhirvestä²⁸⁵, koirasta²⁸⁶ ja hevosista²⁸⁷. Usutuvirus aiheuttaa harvoin tautia ihmisessä, ja yhteensä tunneaan vain 21 tapausta²⁸⁸. Oireet vaihtelevat hyvin lievistä vakaviin. Afrikasta virusta on eristetty kahdesta ihmisestä, Italiasta on kaksi tapausta ja Kroatista on kolme tapausta.²⁸⁹ Seroepidemiologisissa tutkimuksissa terveistä verenluovuttajista on löytenyt vasta-aineita Saksassa, Italiassa ja Serbiassa. Vasta-aineita esiintyi 0,02% - 1,1% verenluovuttajissa riippuen maasta²⁹⁰.

Lintuhyttysellä *Culex pipiensillä* on erittäin korkea vektorikapasiteetti²⁹¹. Suomessa yleisen *Culex torrentiumin* vektorikapasiteettia ei tunneta.

Usutuviruksen epidemioihin liittyy yleensä lintujen joukkokuolemia. Saksassa tehdyssä laajassa tutkimuksessa on virusta löytynyt paitsi mustarastaasta myös kottaraisesta (*Sturnus vulgaris*), kanarialinnusta (*Serinus canaria domestica*), varpusesta (*Passer domesticus*), lapinpöllöstä (*Strix nebulosa*), sarvipöllöstä (*Asio otus*), hiiripöllöstä (*Surnia ulula*), kuningaskalastajasta (*Alcedo atthis*), vihertikasta (*Picus viridis*) ja

²⁸³ Weissenböck H. et al. (2002) Emergence of Usutuvirus, an African mosquito-borne flavivirus of the Japanese encephalitis virus group, central Europe. *Emerging Infectious Diseases* 8(7): 652–656.

²⁸⁴ Cadar D. et al. (2014) Usutuvirus in bats, Germany, 2013. *Emerging Infectious Diseases* 20: 1771–1773.

²⁸⁵ García-Bocanegra I. et al. (2016) Spatio-temporal trends and riskfactors affecting West Nile virus and related flavivirus exposure in Spanish wild ruminants. *BMC veterinary research* 12: 249.

²⁸⁶ Durand B. et al. (2016) Seroprevalence of West Nile and Usutuviruses in military workinghorses and dogs, Morocco, 2012: dog as an alternative WNV sentinelspecies? *Epidemiology and infection* 144: 1857e64.

²⁸⁷ Barbic L. et al. (2013) Demonstration of Usutuvirus antibodies in horses, Croatia. *Vector borne and zoonotic diseases* 13: 772–774.

²⁸⁸ Gaibani P. & Rossini G. (2017) An overview of Usutuvirus. *Microbes and Infection* 19 (2017) 382e387.

²⁸⁹ Fros J.J. et al. (2015) Comparative Usutu and West Nile virus transmission potential by local *Culex pipiens* mosquitoes in north-western Europe. *One Health* 1: 31–36.

²⁹⁰ Gaibani P. & Rossini G. (2017) An overview of Usutuvirus. *Microbes and Infection* 19 (2017) 382e387.

²⁹¹ Fros J.J. et al. (2015) Comparative Usutu and West Nile virus transmission potential by local *Culex pipiens* mosquitoes in north-western Europe. *One Health* 1: 31–36.

inkatiirasta (*Larosterna inca*)²⁹². Suurin osa kuolleista linnuista oli mustarastaita. Mal-
linnuksissa on ennustettu, että virus leviäisi käytännössä melkein koko Pohjois-Sak-
saan ja Puolaan²⁹³. Viruksen leviäminen Euroopassa on ollut nopeaa. Se voi myös
saapua Suomeen muuttolintujen mukana. Mustarastaiden joukkokuolemista kannat-
taa siis myös tarkistaa usutuviruksen mahdollinen osuus.

Usutuvirus infektioita ihmisissä pidettiin kauan satunnaisina. Viime vuosina tapauksia
on kuitenkin ollut enemmän²⁹⁴. Saksassa on myös osoitettu, että on olemassa riski
saada virus verensiirron mukana²⁹⁵. On myös tutkimuksia, joissa esitetään rokotteen
kehittämistä. Tällä hetkellä se ei kuitenkaan liene tarpeellista. Suomessa usutuvirus
kannattaa epäillä vasta, jos todetaan mustarastaiden joukkokuolemia.

3.1.2.3 Lednicevirus

Virus tunnetaan myös Turlockviruksena. Sen patogeenisuus on tuntematon. Virus on
löytynyt Tonavan suistosta vasta-aineina muuttolinnuista. Varsinkin luonnonvaraiset
hanhet ja sorsat ovat viruksen kantajia²⁹⁶. Slovakiassa on *Culex modestus* arvioitu vi-
ruksen vektoriksi²⁹⁷. Viruksesta tarvitaan enemmän tietoa, jotta sitä voisi arvioida²⁹⁸.

²⁹² Ziegler et al. (2015) Epidemic Spread of Usutuvirus in Southwest Germany in 2011 to 2013 and Monitoring of Wild Birds for Usutu and West Nile Viruses. *Vector borne and zoonotic diseases* 15(8): 481–488.

²⁹³ Walter M. et al. (2018) Usutuvirusinduced mass mortalities of songbirds in Central Europe: Are habitat models suitable to predict dead birds in unsampled regions? *Preventive Veterinary Medicine* 159(1): 162–170.

²⁹⁴ Gaibani P. & Rossini G. (2017) An overview of Usutuvirus. *Microbes and Infection* 19: 382e387

Grottola A. et al. (2017) Usutuvirus injections in human: a retrospective analysis in the municipality of Modena, Italy. *Clinical Microbiology and Infection* 23: 33–37.

²⁹⁵ Gaibani P. & Rossini G. (2017) An overview of Usutuvirus. *Microbes and Infection* 19: 382e387.

²⁹⁶ Napp S. et al. (2018) West Nile virus and other mosquito-borne viruses present in Eastern Europe. *Pathogens and Global Health* 112(5): 233–248.

²⁹⁷ Berčič R.L. et al. (2019) Phylogenetic Analysis of Lednice *Orthobunyavirus*. *Microorganisms* 7: 447.

Lundström J.O. (1994) Vector competence of Western European mosquitoes for arboviruses A review of field and experimental studies. *Bulletin of the Society for Vector Ecology* 19: 23–36.

²⁹⁸ Hubálek Z. (2008) Mosquito-borne viruses in Europe. *Parasitological Research* 103(Suppl. 1): S29–S43.

3.1.2.4 Sindbisvirus

Sindbisviruksen aiheuttama tauti tunnetaan Suomessa Pogostan tautina. Sindbisviruksen aiheuttama tauti on yleensä lievä. Ruotsalaisessa tutkimuksessa havaittiin, että 39 % potilaista kärsivät kroonisesta nivelkivusta vielä 6–8 kuukautta infektion jälkeen.²⁹⁹ Virus eristettiin ensimmäisen kerran vuonna 1952 Egyptissä³⁰⁰.

Virus on esimerkki siitä, miten pitkiä matkoja patogeeni voi siirtyä lintujen mukana. Se on levinnyt Afrikassa ja Euroopassa³⁰¹. Sitä on myös tavattu Oseaniasta ja yksittäisiä tapauksia Kiinasta, ja Australiasta³⁰².

Viruksen genotyyppi I (SINV-I) aiheuttaa tautitapauksia ihmisessä sekä Etelä-Afrikassa, että Pohjois-Euroopassa. SINV-I on ainoastaan kerran 1920-luvulla siirtynyt Afrikasta Pohjois-Eurooppaan. Sieltä se on sitten levinnyt itään ja etelään³⁰³. Ruotsissa oli ensimmäinen tautitapaus 1967 ja Suomessa ensimmäinen tapaus todettiin 1974³⁰⁴. Kyseessä oli silloin maahan äskettäin levinnyt patogeeni³⁰⁵.

Virus on tavattu luonnonvaraisissa eläimissä ja linnuissa useassa Euroopan maassa. varsinkin rastaat (*Turdus* spp.) ovat keskeisessä asemassa isäntinä³⁰⁶. Myös Suomessa virusta on löytynyt useasta lintulajista³⁰⁷. *Culex* ja *Culiseta* sukujen hyttysset toi-

²⁹⁹ Gylfe Å. et al. (2018) Mosquitoborne Sindbisvirus Infection and Long-Term Illness. *Emerging Infectious Diseases* 24(6): 1141–1142.

³⁰⁰ Taylor R.M. et al. (1955) Sindbisvirus: a newly recognized arthropod transmitted virus. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 4: 844–862.

³⁰¹ Lwande O.W. et al. (2015) Global emergence of Alphaviruses that cause arthritis in humans. *Infection ecology & epidemiology* 5: 29853.

³⁰² Lundström J.O. & Pfeffer M. (2010) Phylogeographic Structure and Evolutionary History of Sindbisvirus. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 10(9): 889–907.

³⁰³ Jiaxin L. et al. (2019) Introduction and Dispersal of Sindbisvirus from Central Africa to Europe. *Journal of Virology* 93: e00620-19

³⁰⁴ Brummer-Korvenkontio M. et al. (2002) Epidemiology of Sindbisvirus infections in Finland 1981–96: possible factors explaining a peculiar disease pattern. *Epidemiology and Infection* 129: 335–345.

Skogh M. et al. (1982) Ockelbo disease; epidemic arthritis-exanthema syndrome in Sweden caused by a Sindbis-virus like agent. *Lancet* 1(8275): 795 - 796.

³⁰⁵ Adouchief S. et al. (2016) Sindbisvirus as a human pathogen—epidemiology, clinical picture and pathogenesis. *Reviews in Medical Virology* 26: 221–241.

³⁰⁶ Lundström J.O. et al. (2019) Sindbisvirus polyarthritis outbreak signalled by virus prevalence in the mosquito vectors. *PLoS neglected tropical diseases* 13(8): e0007702.

³⁰⁷ Kurkela S. et al. (2008) Sindbisvirus infection in resident birds, migratory birds, and humans, Finland. *Emerging infectious diseases* 14(1): 41–47.

mivat vektoreina. Pohjois-Ruotsissa on osoitettu, että *Culex torrentium* on Sindbisviruksen päävektori³⁰⁸. Myös lintuhyttysellä (*Culex pipiens*) ja viitahyttysellä (*Culiseta morsitans*) on vektorikapasiteettia. Molemmat lajit esiintyvät Suomessa³⁰⁹. Ihminen saa kuitenkin useimmiten tartunnan pikkuhyttysen (*Aedes cinereus*) pistoksen kautta³¹⁰. Pikkuhyttysellä on pitkä lentoaika, jonka aikana kuoriutuu uusia yksilöitä³¹¹. Sen lentohuippu on loppukesällä. Se voi esiintyä varsin runsaslukuisena metsässä ja ottaa mielellään verta ihmisestä³¹².

Suomessa virus esiintyy pääasiassa Pohjois-Karjalassa, mutta sillä on myös keskittymiä Keski-Suomessa. Ruotsissa on havaittu, että virus voi myös hyvin äkillisesti ilmaantua uusille alueille. Viruksella on Suomessa seitsemän vuoden syklejä. Vuonna 1995 oli 1311 tapausta, vuonna 2002 tapauksia oli 597 ja 2009 oli 106 tapausta³¹³. Metsäkanalinnuilla on yhteys syklisyyteen, ja vuoden 2002 tautihuipun jälkeisenä vuonna oli 27,4 % metsäkanalinnuista seropositiivisia. Vuonna 2004 oli metsäkanalintujen seropositiivisuus laskenut ja oli ainoastaan 1,4 %.³¹⁴ Ruotsissa vastaavaa syklisyyttä ei ole havaittu.³¹⁵

Syklisyyttä on Suomessa tutkittu vuosien 1984–2010 pohjalta. Alkukesä ja huhtikuun lumitilanne vaikutti tapausten määrään. Myös rantavesien säännöstely ja teerien poi-

³⁰⁸ Hesson J.C. et al. (2015) *Culex torrentium* Mosquito Role as Major Enzootic Vector Defined by Rate of Sindbisvirus Infection, Sweden, 2009. *Emerging Infectious Diseases* 21(5): 875–878.

³⁰⁹ Lundström J.O. (1999) Vector competence of western European mosquitoes for arboviruses. A review of field and experimental studies. *Bulletin of the Society for Vector Ecology* 19: 23–36.

Hulden L & Hulden L. (2014) Checklist of the family Culicidae (Diptera) in Finland. *ZooKeys* 441: 47–51.

³¹⁰ Lundström J.O. et al. (2019) Sindbisvirus polyarthritis outbreak signalled by virus prevalence in the mosquito vectors. *PLoS neglected tropical diseases* 13(8): e0007702.

³¹¹ Matheson R. (1966) Handbook of the mosquitoes of North America their anatomy and biology. *Hafner* 268 ss.

³¹² Becker N. et. al. (2003) Mosquitoes and their control, *Springer Verlag* 498 ss.

³¹³ THL Tartuntatautirekisterin tilastotietokanta.

https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/tr/shp/fact_shp?row=area-12260&column=time-12059&filter=reportgroup-12074.

³¹⁴ Kurkela S et al. (2008) Sindbisvirus infection in resident birds, migratory birds, and humans, Finland. *Emerging Infectious Diseases* 14: 41–47.

³¹⁵ Hesson J.C. et al. (2016) Temporal Variation in Sindbisvirus Antibody Prevalence in Bird Hosts in an Endemic Area in Sweden. *PLoS One* 11(8): e0162005.

kaistutuotanto, maataloudessa työskentelevien määrä, maatalousmaan käyttö (negatiivinen), ja tulotaso (alhaisuus) vaikuttivat epidemioihin³¹⁶. Ensimmäiset tapaukset ilmenevät heinäkuun lopussa ja huippu on elokuun keskivaiheella. Sen jälkeen tapausten määrä vähenee syyskuusta lokakuuhun.³¹⁷ Valitettavasti työttömyysastetta ei analysoitu, mutta se lienee yhteydessä tulotasoon. Suomessa on myös keskusteltu heinäkuun kesälomien siirrosta elokuuhun. Se taas lisäisi ihmisten mahdollisuutta saada infektio.

3.1.3 Muut hyttysten levittämät virukset

3.1.3.1 Bataivirus

Bunyamwera-ryhmään kuuluva Bataivirus eristettiin *Culex* -suvun hyttysistä Malesiassa vuonna vuonna 1955³¹⁸. Se eristettiin horkkahyttysistä (*Anopheles maculipennis* s.l.) Ukrainassa ja Moldovassa 1970-luvulla. Myöhemmin se löytyi samoista lajeista myös Saksassa³¹⁹. Virus on maailmanlaajuisesti levinnyt. Euroopassa sen levinneisyys on pääasiassa itäinen ja kaakkoinen. Sitä on myös tavattu Ruotsissa, ja sen vasta-aineita on havaittu Etelä-Suomessa ja Saksassa³²⁰.

Euroopassa tärkeimmät vektorit ovat: horkkahyttynen *Anopheles maculipennis* s.l., etelänhorkkahyttynen (*A. claviger*), elohyttynen (*Coquillettidia richardii*), joskus korpihyttynen (*Aedes (Ochlerotatus) punctor*) sekä metsähyttynen (*Aedes (Ochlerotatus) communis*)³²¹. *Anopheles maculipennis* kompleksista *A. messeae* on yleinen koko

³¹⁶ Jalava K. et al. (2013) Climatic, ecological and socioeconomic factors as predictors of Sindbisvirus infections in Finland. *Epidemiology and Infection* 141(9): 1857–1866.

³¹⁷ Jalava K. et al. (2013) Climatic, ecological and socioeconomic factors as predictors of Sindbisvirus infections in Finland. *Epidemiology and Infection* 141(9): 1857–1866.

³¹⁸ Liu H. et al. (2014) Isolation and complete nucleotide sequence of a Batai virus strain in Inner Mongolia, China. *Virology Journal* 11: 138.

³¹⁹ Jöst et al. (2011) Short report: Isolation and Phylogenetic Analysis of Batai Virus, Germany. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 84(2): 241–243.

³²⁰ Hubálek Z. (2008) Mosquito-borne viruses in Europe. *Parasitological Research* 103(Suppl. 1): S29–S43.

Napp S. et al. (2018) West Nile virus and other mosquito-borne viruses present in Eastern Europe. *Pathogens and Global Health* 112(5): 233–248.

Francy D.B. et al. (1989) Ecologic studies of mosquitoes and birds as hosts of Ockelbo virus in Sweden and isolation of Inkoo and Batai viruses from mosquitoes. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 41(3): 355–363.

Hubálek Z. (2008) Mosquito-borne viruses in Europe. *Parasitological Research* 103(Suppl. 1): S29–S43.

³²¹ Utrio P. (1976) Identification key to Finnish mosquito larvae (Diptera, Culicida) *Annales Agriculturae Fenniae* 15: 128–136.

Suomessa, etelänhorkkahyttynen ja elohyttynen ovat harvinaisia, kun taas korpiphyttynen ja metsähyttynen ovat yleisiä. Virus voi talvehtia aikuisissa horkkahyttysissä³²².

Virus on havaittu useasta lintulajista. Sika, hevonen ja märehitjät³²³ ovat isäntiä³²⁴. Lampaissa ja vuohissa sen on todettu aiheuttavan keskenmenoja. Viruksen tiedetään aiheuttavan influenssan tapaisia oireita ihmisessä, mutta sen patogeenisuus tarvitsee lisää selvitystä³²⁵. Virusta ei ole todennäköisesti aina diagnosoitu Suomessa. Sen selvittämiseen tarvitaan lisää tutkimusta.

3.1.3.2 O'nyong'nyongvirus

Afrikkalainen o'nyong'nyong viruksen aiheuttama epidemia ei ole ollut ajankohtainen vuosikausiin. Aiemmat tapaukset viittaavat 30–50 vuoden sykleihin³²⁶. Horkkahyttiset *Anopheles gambiae* ja *A. funestus* ovat viruksen päävektoreita³²⁷. Muiden horkkahyttislajien vektorikapasiteettia ei tunneta. Viruksen aiheuttama tauti muistuttaa denguekuumetta. Se kuvattiin Ugandassa 1959³²⁸. Laajin viruksen aiheuttamassa epidemiassa oli yli kaksi miljoonaa tapausta ja se levisi Ugandasta Keniaan, Tansaniaan, Zaireen, Malawiin ja Mosambikiin³²⁹. Ugandassa oli toinen epidemia 1996–1997³³⁰.

³²² Aspöck H. & Kunz C. (1970) Überwinterung des Calovo-Virus in experimentell infizierten Weibchen von *Anopheles maculipennis messeae* Fall. *Zentralblatt Bakteriologie A* 213: 304–310.

³²³ Ziegler U. et al. (2018) Seroprevalance of Batai virus in ruminants from East Germany. *Veterinary Microbiology* 227:97-102.

³²⁴ Lambert A. J. (2014) Serological Evidence of Batai Virus Infections, Bovines, Northern Italy, 2011. *Vector-Borne and Zoonotic Disease* 14(9): 688–689.

³²⁵ Hubálek Z. (2008) Mosquito-borne viruses in Europe. *Parasitological Research* 103(Suppl. 1): S29–S43.

Napp S. et al. (2018) West Nile virus and other mosquito-borne viruses present in Eastern Europe. *Pathogens and Global Health* 112(5): 233–248.

³²⁶ Rwaguma E.B. (1997). Emergence of Epidemic O'nyong-nyong Fever in Southwestern Uganda, After an Absence of 35 Years. *Emerging Infectious Diseases* 3(1): 77.

³²⁷ Rezza G. et al. (2017) O'nyong-nyong fever: a neglected mosquito-borne viral disease. *Pathogens and global health* 111(6):271 –275.

³²⁸ Williams M.C. et al. (1965) O'nyong'nyong fever: An epidemic virus disease in East Africa. VII Virus isolations from man and serological studies up to July 1961. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 59 (2): 186–97.

³²⁹ Haddow A.J. et al. (1960) O'nyong-nyong fever: An epidemic virus disease in East Africa 1. Introduction. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 54(6): 517–522.

³³⁰ Lutwama J.J. et al. (1999) Epidemic O'Nyong-Nyong fever in southcentral Uganda, 1996-1997: entomologic studies in Bbaale village, Rakai District. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 61 (1): 158–62.

Vuonna 2009 todettiin, että virus oli yleinen Kenian rannikkoalueella³³¹. Saksalainen turisti sairastui vuonna 2013 matkustettuaan Itä-Afrikassa³³².

Anopheles gambiae kompleksi koostuu useista lajeista ja on levinnyt laajalle Saharan eteläpuoliseen Afrikkaan³³³. *A. funestus* kompleksi on levinnyt laajalle koko Afrikassa³³⁴. O'nyong'nyong virus voisi siis levitä epideemisesti hyvinkin laajalle alueelle. Koska muiden horkkahyttyslajien vektorikapasiteettiä ei tunneta, on mahdotonta arvioida voisiko virus saada globaalisen levinneisyyden. Aikaisemmat epidemiat osoittavat kuitenkin, että virus sopivissa olosuhteissa voi levitä hyvinkin nopeasti.

3.1.4 Puutiaisten ja lepakoiden levittämät virukset

3.1.4.1 Krim-Kongo verenvuotokuume

Viruksen aiheuttama Krim-Kongo verenvuotokuume on monen eri puutiaislajien välittämä tauti. Kyseessä on vakava tauti, jonka kuolleisuus vaihtelee viidestä–yli 50 % maasta riippuen³³⁵. Siihen ei ole tehokasta hoitoa eikä hyväksyttyä rokotetta³³⁶. Bulgariassa on kehitetty rokote, mutta riittävää tutkimusta sen tehokkuudesta ei ole julkaistu³³⁷.

Krim-Kongoviruksella on laaja levinneisyys Afrikassa, Keski-Aasiassa ja Intiassa, Lähi-idässä ja Kaakkois-Euroopassa. Se kehittyi Afrikassa muutamia tuhansia vuosia

³³¹ LaBeaud A.D. et al. (2015) High rates of o'nyong nyong and Chikungunyavirus transmission in coastal Kenya. *PLoS neglected tropical diseases* 6;9(2):e0003436.

³³² Tappe D. et al. (2014) O'nyong-nyong Virus Infection Imported to Europe from Kenya by a Traveler. *Emerging Infectious Diseases* 20(10): 1766–1767.

³³³ Léong Pock Tsy J-M. et al. (2003) Distribution of the species of the *Anopheles gambiae* complex and first evidence of *Anopheles merus* as a malaria vector in Madagascar. *Malaria Journal* 2:33

³³⁴ Vectorbase, *Anopheles funestus*. <https://www.vectorbase.org/organisms/anopheles-funestus>

³³⁵ Ergönül O. (2006) Crimean-Congo haemorrhagic fever. *Lancet Infectious Diseases* 6: 203–214.

Whitehouse C.A. (2004) Crimean-Congo hemorrhagic fever. *Antiviral research* 64: 145–160.

³³⁶ Dowall S.D. et al. (2017) Development of vaccines against Crimean-Congo haemorrhagic fever virus. *Vaccine* 35: 6015–6023.

³³⁷ Mousavi-Jazi M. et al. (2012) A Healthy individuals' immune response to the Bulgarian Crimean-Congo hemorrhagic fever vaccine. *Vaccine* 30: 6225–6229.

sitten, ja siirtyi keskiajalla Keski-Aasiaan ja Intiaan³³⁸. Suurin osa 2008–2009 diagnosoituista tapauksista, 2645, on ollut Euroopassa ja Turkissa. Samoina vuosina oli Lähi-idässä 151 tapausta, Aasiassa 35 tapausta ja Afrikassa 10 tapausta³³⁹. Virus siirtyi Turkin kautta Kaakkois-Eurooppaan ainoastaan muutama sata vuotta sitten. Nopea leviäminen voi merkitä sitä, ettei se ole saavuttanut ekologista tasapainoa ja voi siksi jatkaa leviämistään³⁴⁰. Euroopassa se esiintyy Venäjällä, Gruusiassa, Ukrainassa, Bulgariassa, Albaniassa, Kosovossa, Kreikassa ja Turkissa³⁴¹. Vuonna 2016 oli tautitapauksia myös Espanjassa. Espanjan tapaukset edustivat viruksen afrikkalaista muotoa poikkeuksena Kaakkois-Euroopan tapauksista³⁴². Krim-Kongo verenvuotokuume on yleistynyt viimeisen kymmenen vuoden aikana muuttuneiden biologisten ja ympäristötekijöiden vuoksi³⁴³.

Virus siirtyy ihmiseen joko puutiainpureman kautta tai kosketuksesta infektiiviseen eläimeen.³⁴⁴ Puutiainen infektoituu imemällä sairaan eläimen verta. Naaras voi myös siirtää infektion transovariaalisesti munan kautta seuraavalle sukupolvelle. Ei kuitenkaan tiedetä, kuinka suuri osuus munista on infektoitu³⁴⁵. Toukka tai nymfi voi saada tartunnan imiessään verta lähellä infektiota kantavaa puutiasta. Siirtyminen puutiainesta toiseen voi tapahtua isännän saamatta tartuntaa. Monet nisäkkäät (mm. siilit,

³³⁸ Zehender G. et al. (2013) Bayesian Phylogeography of Crimean-Congo Hemorrhagic Fever Virus in Europe. *PLoS One* 8(11): e79663.

³³⁹ Dowall S.D. et al. (2017) Development of vaccines against Crimean-Congo haemorrhagic fever virus. *Vaccine* 35: 6015–6023.

³⁴⁰ Lukashev A.N. et al. (2016) Phylogeography of Crimean Congo Hemorrhagic Fever Virus. *PLoS One* 11(11): e0166744.

³⁴¹ Papa A. et al. (2015) Meeting report: First International Conference on Crimean-Congo hemorrhagic fever. *Antiviral Research* 120: 57–65.

³⁴² Negrodo A. et al. (2017) Autochthonous Crimean–Congo Hemorrhagic Fever in Spain. *New England Journal of Medicine* 377: 154–161.

³⁴³ Estrada-Peña A. et al. (2010) The trend towards habitat fragmentation is the key factor driving the spread of Crimean-Congo haemorrhagic fever. *Epidemiology and Infection*. 138(8): 1194–1203.

Estrada-Peña A. et al. (2012) Unraveling the ecological complexities of tick-associated Crimean-Congo hemorrhagic fever virus transmission: a gap analysis for the western Palearctic. *Vector borne and zoonotic diseases* 12(9): 743–752.

³⁴⁴ Bażanow B.A. et al. (2017) Vector and Serologic Survey for Crimean-Congo Hemorrhagic Fever Virus in Poland. *Vecto-Borne and Zoonotic Diseases* 17(7): 510 – 513.

³⁴⁵ Gargali A. et al. (2017) The role of ticks in the maintenance and transmission of Crimean-Congo hemorrhagic fever virus: A review of published field and laboratory studies. *Antiviral Research* 144: 93–119.

jiysijät, jänikset, ketut, lampaat, hevoset ja naudat) kehittävät 7–15 vuorokautta kestävä, oireettoman vireman³⁴⁶.

Monet puutiaislajit voivat toimia Krim-Kongoviruksen vektorina. Bulgariassa vektorilajit ovat *Hyalomma marginatum*, ruskea koiranpuutiainen (*Rhipicephalus sanguineus*) ja tavallinen puutiainen (*Ixodes ricinus*)³⁴⁷. Kosovossa ja Albaniassa tutkittiin useita lajeja (*Ixodes ricinus*, *Dermacentor marginatus*, *Haemophysalis* spp., *Rhipicephalus bursa* ja *Hyalomma marginatum*)³⁴⁸. Turkissa on tutkittu ihmisistä kerättyjä puutiaisia (*Hyalomma marginatum*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus annulatus*, *Dermacentor marginatus*, *Haemaphysalis parva* ja *Ixodes ricinus*) ja niiden kantamia viruksia. Puutiaispuurat keskittyivät huhtikuusta marraskuuhun³⁴⁹. Tärkein vektorilaji Keski-Aasiassa ja Välimeren ympäristössä on kuitenkin *Hyalomma marginatum*. Laji on erittäin sopiva vektoriksi, koska se etsii aktiivisesti uutta isäntää, kun taas meillä luonnossa esiintyvät puutiaislajit odottavat passiivisesti lähestyvää mahdollista isäntää. Virus pystyy replikoimaan puutiaisessa, ja se siirtyy sitten syljen mukana uuteen isäntään³⁵⁰. Virus voi talvehtia puutiaisessa ja puutiainen selviää pitkiä aikoja syömättä. Puutiainen toimii siis myös viruksen varantona. Virus oli havaittavissa *H. marginatum*issa jopa 700 vuorokautta veriaterian jälkeen, kun sitä pidettiin 4 °C lämpötilassa. Puutiainen pystyi infektoimaan nisäkkään jopa 10 kuukautta edellisestä veriateriasta³⁵¹.

Krim-Kongoviruksen leviämisestä on keskusteltu paljon. Mallinuksissa on kuitenkin rajoituksia³⁵². On esitetty, että ilmastonmuutos, lintujen kantamat puutiaislajit, sekä ih-

³⁴⁶ Spengler et al. (2016) Seroepidemiological studies of Crimean-Congo hemorrhagic fever virus in domestic and wild animals. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 10: e0004210.

³⁴⁷ Gergova I. et al. (2012) Crimean-Congo Hemorrhagic Fever Virus-Tick Survey in Endemic Areas in Bulgaria. *Journal of Medical Virology* 84: 605–614.

³⁴⁸ Sherii K. et al. (2018) Crimean-Congo Hemorrhagic Fever Virus and *Borrelia burgdorferi* sensu lato in Ticks from Kosovo and Albania. *Frontiers in Veterinary Science* 6: 35.

³⁴⁹ Bursal A, et al. (2011) Species diversity of ixodid ticks feeding on humans in Amasya, Turkey: seasonal abundance and presence of Crimean-Congo hemorrhagic fever virus. *Journal of Medical Entomology* 48(1): 85–93.

³⁵⁰ Gargali A. et al. (2017) The role of ticks in the maintenance and transmission of Crimean-Congo hemorrhagic fever virus: A review of published field and laboratory studies. *Antiviral Research* 144: 93–119.

³⁵¹ Turell M.J. (2007) Role of ticks in the transmission of Crimean-Congo hemorrhagic fever virus. Teoksessa Ergönül O. & Whitehouse C.A. (eds.) Crimean-Congo Hemorrhagic Fever. A Global Perspective. *Springer Verlag* 316 ss.

³⁵² Gargali A. et al. (2017) The role of ticks in the maintenance and transmission of Crimean-Congo hemorrhagic fever virus: A review of published field and laboratory studies. *Antiviral Research* 144: 93–119.

misten aiheuttamat muutoksen maankäytössä voisivat vaikuttaa vektoreiden siirtymiseen uusille alueille kantaen virusta mukanaan³⁵³. Valitettavasti eri tekijöiden erillistä vaikutusta ei ole selvitetty. Virus sinänsä selviää todennäköisesti myös viileässä ilmastossa. Suomessa puutiaiset talvehtivat karikkeessa ja lumipeiton alla lämpötila on nollan paikkeilla. Estrada-Peña et al. huomauttavat artikkelissaan 2012, että heidän tutkimalla alueella lämpötilalla ei ollut merkitystä Krim-Kongoviruksen leviämässä. Toisaalta he huomauttavat, että ilmasto vaikuttaa puutiaisten selviytymiseen³⁵⁴.

Päävektorin, *Hyalomma marginatum*, leviämistä on pohdittu paljon viime vuosina. Sillä on laaja levinneisyys Aasiassa ja Pohjois-Afrikassa. Euroopassa sitä löytyy Albaniassa, Bosniassa ja Herzegovinassa, Bulgariassa, Kroatiassa, Kyproksessa, Ranskassa, Kreikassa, Italiassa, Kosovossa, Makedoniassa, Moldovassa, Montenegrossa, Portugalissa, Romaniassa, Venäjällä, Serbiassa, Espanjassa ja Ukrainassa³⁵⁵. *H. marginatum* on löytynyt muuttolinnuista Suomessa³⁵⁶, Tanskassa, Ruotsissa, Norjassa, Tšekissä, Slovakiassa, Saksassa, Sveitsissä ja Isossa Britanniassa³⁵⁷. Laji on tavattu myös Puolasta mutta miten se on siirtynyt sinne, on epäselvää. Lajia on liitetty joko muuttolintuihin ja/tai eläinkuljetuksiin, eksoottisten eläinten kauppaan tai matkustajien kanssa liikkuneisiin lemmikkeihin³⁵⁸.

Suomessa esiintyy sekä tavallinen puutiainen (*Ixodes ricinus*) että ruskea koirapuutiainen (*Rhipicephalus sanguineus*). Koirapuutiainen on kuitenkin ainoastaan sisätilojen laji, eikä se pysty talvehtimaan ulkona. Puolassa on todettu, että vaikka siellä on sekä *I. ricinus* että *Dermacentor reticulatus* populaatioita, on epätodennäköistä, että Krim-

³⁵³ Gale P. et al. (2012) Impact of climate change on risk of incursion of Crimean-Congo haemorrhagic fever virus in livestock in Europe through migratory birds. *Journal of Applied Microbiology* 112(2): 246–257.

³⁵⁴ Estrada-Peña A. et al. (2012) Factors driving the circulation and possible expansion of Crimean-Congo haemorrhagic fever virus in the western Palearctic. *Applied Microbiology* 114: 278–286.

³⁵⁵ Jameson L. J. (2001) Importation of *Hyalomma marginatum*, vector of Crimean-Congo haemorrhagic fever virus into the United Kingdom by migratory birds. *Ticks and tick-borne Diseases* 3: 92–99.

³⁵⁶ Nuorteva P. & Hoogstraal H. (1963) The incidence of ticks (Ixodoidea Ixodidae) on migratory birds arriving in Finland during the spring of 1962. *Annales medicinae experimentalis et biologiae Fenniae* 41: 457–468.

³⁵⁷ Jameson L. J. (2001) Importation of *Hyalomma marginatum*, vector of Crimean-Congo haemorrhagic fever virus into the United Kingdom by migratory birds. *Ticks and tick-borne Diseases* 3: 92–99.

³⁵⁸ Nowak-Chmura M. (2014) A biological/medical review of alien tick species (Acari: Ixodida) accidentally transferred to Poland. *Annals of parasitology* 60(1): 49–59.

Kongovirus leviäisi sinne³⁵⁹. Mallinnusten mukaan Krim-Kongoviruksen levinneisyys ei myöskään lähitulevaisuudessa ulottuisi Suomeen³⁶⁰.

Koska Krim-Kongo verenvuotokuumeen tapausten määrä on lisääntynyt Kaakkois-Euroopassa ja Turkissa voi muuttolintujen mukana tulla infektiivisiä puutiaisia. Huomattava osa Suomen muuttolinnuista lentää Krim-Kongoviruksen endeemisen alueen halki, ja voivat siis olla potentiaalisia kuljettajia. Suomalaisten rengastustietojen avulla on mahdollista tehdä tarkempi selvitys mitä lintulajeja olisi syytä seurata³⁶¹. Lintujen rengastajat ovat keväällä vaaravyöhykkeessä käsitellessään lintuja lintuverkoissa. Puutiainen liikkuu isännällään useita päiviä ennen kiinnittymistään ja voi siis siirtyä linnusta rengastajaan.

Koska Krim-Kongoviruksen endeeminen alue on laajenemassa Kaakkois-Euroopassa, on myös mahdollista, että infektiivisiä puutiaisia voi saapua Suomeen eläinkuljetusten mukana. Varsinkin matka-autoilla ja asuntovaunuilla liikkeellä olevat perheet, joilla on koira ja luontokohteissa vierailevat turistit ovat vaaravyöhykkeessä. Myös Turkin ja Kaakkois-Euroopan halki saapuvat pakolaiset ovat riskiryhmä.

Krim-Kongoviruksen käyttöä bioterrorismissä on myös pidetty mahdollisena³⁶². Mahdollisuutta siirtää virusta luonnonvaraisiin puutiisiin Suomessa ei kuitenkaan tunneta.

3.1.4.2 Alongshan virus

Alongshan virus eristettiin vuonna 2017 potilaasta, joka Luoteis-Kiinassa oli sairastunut puutiasenkefaliittiin muistuttavaan tautiin. Sama virus löydettiin myös 86 muusta potilaasta Sisä-Mongoliassa ja Heilongjiangissa. Kaikilla potilailla oli ollut puutiaispuuremia³⁶³.

³⁵⁹ Bažanow B.A. et al. (2017) Vector and Serologic Survey for Crimean-Congo Hemorrhagic Fever Virus in Poland. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 17(7): 510–513.

³⁶⁰ Estada-Peña A. et al. (2012) Factors driving the circulation and possible expansion of Crimean-Congo haemorrhagic fever virus in the western Palearctic. *Applied Microbiology* 114: 278–286.

³⁶¹ Saurola P. et al. (2013) Suomen rengastus atlas I. *Luonnontieteellinen keskusmuseo* 549 ss.

Valkama P. et al. (2014) Suomen rengastus atlas II. *Luonnontieteellinen keskusmuseo* 789 ss.

³⁶² Whitehouse C. A. (2004) Crimean-Congo hemorrhagic fever. *Antiviral Research* 64(3): 145–160.

³⁶³ Ze-Dong W. et al. (2019) A New Segmented Virus Associated with Human Febrile Illness in China. *The New England Journal of Medicine* 380:2116-2125.

Alongshan virus kiertää myös puutiaisissa Kaakkois-Suomessa Kotkan saaristossa. Sitä ei ole kuitenkaan löytynyt tutkimuksessa, joka koski 900 suomalaisia potilaita, joten sen siirtyminen ihmisiin on harvinaista³⁶⁴.

3.1.4.3 Puutiaisenkefaliittivirus

Puutiaisaivokuume tarttuu yleensä virusta kantavalta puutiaisalta. Tartunnan voi myös saada pastöroimattomasta tinkimaidosta³⁶⁵. Virus löytyy paikoitellen koko palearktisella alueella. Viruksella on kolme tyyppiä. Tavallinen puutiainen (*Ixodes ricinus*) kantaa pääasiassa eurooppalaista tyyppiä (TBEV-Eur). Taigapuutiainen (*Ixodes persulcatus*) kantaa pääasiassa Kaukoidän tyyppiä (TBEV-FE) ja siperialaista tyyppiä (TBEV-Sib). Tavallinen puutiainen pystyy ilmeisesti myös tartuttamaan siperialaista tyyppiä³⁶⁶. Useimmat tapaukset EU:n alueella ovat eurooppalaista tyyppiä, mutta siperialaista tyyppiä on tavattu Suomesta ja Virosta, Kaukoidän tyyppiä taas Virosta ja Latviasta.³⁶⁷ Baltiasta, Pohjois-Suomesta ja Luoteis-Venäjältä tavatut siperialaistyyppit ovat kaikki eri alatyyppejä.³⁶⁸ Miten eri alatyyppeiden transmissio mahdollisesti eroaa toisistaan ei tunneta.

Suomessa keskustellaan paljon puutiaisaivokuumeesta, mutta tapausten määrä on suhteellisen pieni. EU-maista tavattiin vuosina 2012–2016 eniten tapauksia Liettuasta (2303), Tšekistä (2212), Saksasta (1445), Ruotsista (1180) ja Puolasta (1040). Myös Latviasta, Sloveniasta, Slovakiasta, Virosta ja Itävallasta tavattiin enemmän tapauksia

³⁶⁴ Kuivanen S. et al. (2019) Detection of novel tick-borne pathogen, Alongshan virus, in *Ixodes ricinus* ticks, south-eastern Finland. Rapid communication. *Eurosurveillance* 24(27): pii=1900394.

³⁶⁵ Valarcher J.F. et al. (2015) Tick-borne encephalitis. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)* 34(2): 453–466.

³⁶⁶ Jääskeläinen A. et al. (2016) Siberian subtype tick-borne encephalitis virus in *Ixodes ricinus* in a newly emerged focus, Finland. *Ticks and Tick-Borne Diseases* 7(1): 216–223.

³⁶⁷ Beauté J. et al. (2018) Tick-borne encephalitis in Europe, 2012 to 2016. *Eurosurveillance* 23(45): pii=1800201.

Lindquist L. et al. (2008) Tick-borne encephalitis. *Lancet* 371(9627): 1861–1871.

Golovljova I. et al. (2004) Characterization of tick-borne encephalitis virus from Estonia. *Journal of medical virology* 74(4): 580–588.

Jääskeläinen A. et al. (2010) Tick-borne encephalitis virus in ticks in Finland, Russian Karelia and Buryatia. *The Journal of general virology* 91(11): 2706–2712.

³⁶⁸ Jääskeläinen A. et al. (2016) Siberian subtype of tick-borne encephalitis virus, Finland. *Emerging Infectious Diseases* 12: 158–1571.

Kovalev S.Y. et al. (2009) Origin and distribution of tick-borne encephalitis virus strains of Siberian subtype in the Middle Urals, the North-West of Russia and the Baltic countries. *The Journal of general virology* 90: 2884–2892.

kuin Suomessa vastaavana aikana³⁶⁹. Viimeisten viiden vuoden aikana tapausten määrä Suomessa on vaihdellut 39–82 välillä. Suurin osa tapauksista tavataan Ahvenanmaalla, Varsinais-Suomen, Uudenmaan ja Helsingin sairaanhoitopiireissä³⁷⁰.

Viruksilla on hyvin paikallinen levinneisyys. Paikallisia esiintymisiä on myös löydetty hirvistä saatujen näytteiden avulla³⁷¹. Ahvenanmaan saaristossa virusta tutkittiin jo 1950- ja 60-luvuilla ns. Kumlingen tautina. Paitsi Ahvenanmaalla ja Turunmaan saaristossa virus esiintyy myös Kotkan saaristossa. Kemin rannikkoalueella ja Simossa löytyy yksi alue, niin kuin myös Raahen saaristossa ja Luodossa. Sisämaassa virusta esiintyy Lappeenrannan Sammallahdella, Taipalsaarella sekä Lapinlahdella. Uudella maalla virus esiintyy Raaseporissa, Lohjalla, Espoossa ja Kirkkonummella³⁷².

Vaikka tavallinen puutiainen ja taigapuutiainen ovat Euroopassa päävektoreita, on virusta eristetty myös *Haemophysalis* ja *Dermacentor* sukujen puutiaisista. Niiden vektorikapasiteetti on kuitenkin tuntematon³⁷³. Ainakin tavallinen puutiaisnaaras pystyy siirtämään viruksen transovariaalisesti seuraavalle sukupolvelle. Puutiainen voi siis olla infektiivinen koko elämänsä aikana. Koiras pystyy myös spermassa siirtämään viruksen naaraalle, joka sitten vuorostaan voi siirtää viruksen jälkeläisille³⁷⁴. Yleensä puutiainen saa tartunnan ottaessaan veriaterian jyräjältä. Puutiaiset voivat myös tartuttaa toisiaan ottaessaan samaan aikaan verta. Tämä koskee erityisesti toukkia ja nymfejä. Puutiaisnaaras on muninut ainoastaan yhden kerran ja yhteen paikkaan. Toukat ja nymfit pysyvät samalla paikalla eivätkä juuri liiku. Hyvin pienellä alueella voi siis olla satoja toukkia tai nymfejä. Käytännössä hyvin monta toukkaa tai nymfiä kiinnittyvät samaan isäntään. Yksi infektoitunut toukka voi sitten siirtää viruksen muille³⁷⁵. Virus tarttuu myös heti pureman aikana.

³⁶⁹ Beauté J. et al. (2018) Tick-borne encephalitis in Europe, 2012 to 2016. *Eurosurveillance* 23(45): pii=1800201.

³⁷⁰ Tartuntatautirekisterin tilastotietokanta.

https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/ttr/shp/fact_shp?row=area-12260&column=time-12059&filter=reportgroup-12194.

³⁷¹ Tonteri E. et al. (2016) Serological evidence of tick-borne encephalitis virus infection in moose and deer in Finland: sentinels for virus circulation. *Parasites & Vectors* 9: 54.

³⁷² THL. Puutiaisaivokuumeen riskialueet. <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit/taudit-ja-mikrobit/virustaudit/puutiaisaiivotulehdus/puutiaisaiivotulehduksen-riskialueiden-kartoitustulokset>.

³⁷³ Dobler G. et al. (2012) Epidemiology and distribution of tick-borne encephalitis. *Wiener Medizinische Wochenschrift* 162: 230— 238.

³⁷⁴ Reháček J. (1962) Transovarial Transmission of Tick-Borne Encephalitis Virus by Ticks. *Acta Virologica* 6(3): 220–226.

³⁷⁵ Randolph S. (2011) Transmission of tick-borne pathogens between co-feeding ticks: Milan Labuda's enduring paradigm. *Ticks and Tick-borne Diseases* 2(4): 179–182

Jyrsijät muodostavat viruksen varannon. Suomessa on virus tavattu talvella metsämyyristä (*Myodes glareolus*) ja peltomyyristä (*Microtus agrestis*)³⁷⁶. Myös siili voi olla viruksen väli-isäntä. Suuremmat eläimet eivät voi siirtää tartunnan puutiaisille, koska viremia niissä ei nouse tarpeeksi korkealle.³⁷⁷ Ihminen ei myöskään ole viruksen väli-isäntä³⁷⁸.

Puutiaisenkefaliittitapausten määrän kasvusta on keskusteltu. Taustalla on useita eri muuttujia, kuten maankäyttö, sosio-taloudelliset ja ekologiset syyt³⁷⁹. Viruksen leviäminen on myös liitetty ilmastonmuutokseen³⁸⁰. Toisaalta on ruotsalaissa materiaalisissa osoitettu, että puutiaisenkefaliittiviruksen esiintyminen riippuu enemmän isäntälajien (jyrsijöiden) populaatiodynamiikasta kuin ilmastomuuttujista³⁸¹. Latviassa vaikutti työttömyys ja alhainen tulotaso 1990-luvun lopussa puutiaisenkefaliittitapausten määrän nousuun³⁸². Ruotsissa on korostettu riistan merkitystä, varsinkin metsäauriskannan ja jäniskantojen kasvun merkitystä³⁸³. Eri muuttujien keskinäistä suhdetta ei kuitenkaan ole selvitetty.

³⁷⁶ Tonteri E. et al. (2011) Tick-borne encephalitis virus in wild rodents in winter, Finland, 2008-2009. *Emerging Infectious Diseases* 17(1): 72–75.

³⁷⁷ Dobler G. et al. (2012) Epidemiology and distribution of tick-borne encephalitis. *Wiener Medizinische Wochenschrift* 162: 230–238.

³⁷⁸ Dobler G. et al. (2012) Epidemiology and distribution of tick-borne encephalitis. *Wiener Medizinische Wochenschrift* 162: 230–238.

Šumilo D. et al. (2007) Climate change cannot explain the upsurge of tick-borne encephalitis in the Baltics. *PLoS One* 2(6): e500.

³⁷⁹ Riccardi N. et al. (2019) Tick-borne encephalitis in Europe: a brief update on epidemiology, diagnosis, prevention, and treatment. *European journal of internal medicine* 62: 1–6.

³⁸⁰ Tokarevich N.K. et al. (2011) The impact of climate change on the expansion of *Ixodes persulcatus* habitat and the incidence of tick-borne encephalitis in the north of European Russia. *Global health action* 4: 10.3402/gha.v4i0.8448.

Daniel M. et al. (2018) Increased Relative Risk of Tick-Borne Encephalitis in Warmer Weather. *Frontiers in cellular and infection microbiology* 8: 90.

³⁸¹ Palo R.T. (2014) Tick-borne encephalitis transmission risk: its dependence on host population dynamics and climate effects. *Vector borne and zoonotic diseases (Larchmont, N.Y.)* 14(5): 346–352.

Kriz B. et al. (2014) The role of game (wild boar and roe deer) in the spread of tick-borne encephalitis in the Czech Republic. *Vector borne and zoonotic diseases (Larchmont, N.Y.)* 14(11): 801–807.

³⁸² Šumilo D. et al. (2008) Socio-economic factors in the differential upsurge of tick-borne encephalitis in Central and Eastern Europe. *Reviews in medical virology* 18: 81–95.

³⁸³ Jaenson T.G.T. et al. (2018) The importance of wildlife in the ecology and epidemiology of the TBE virus in Sweden: incidence of human TBE correlates with abundance of deer and hares. *Parasites & Vectors* 11: 477.

3.1.4.4 Lyssa virukset

Rabiesta eli raivotautia aiheuttavat *Lyssa* virukset ei lasketa varsinaisiin vektorivälitteisiin patogeeneihin. Se on zoonoosi, joka voi tarttua ihmiseen muista selkärangkaisista. Tauti on otettu mukaan selvitykseen, koska panostukset tuulivoimaan lisäävät sen riskiä Suomessa. Vuonna 2015 todettiin maailmassa 17400 rabieskuolemaa³⁸⁴. Suomessa koettiin vuosien 1988–1989 aikana rabiesepidemia koti- ja luonnonvaraisilla eläimillä, jonka yhteydessä todettiin 66 eläinten raivotautitartuntaa. Vuodesta 1988 toututetaan kaakkorajalla syöttirokotusohjelmaa, rabiestartunnan leviämisen estämiseksi. Viimeisin varmistettu kotoperäinen rabiestartunta ihmisellä oli koiranpuremasta 1930-luvulla. Suomalainen tutkija menehtyi lepakkorabiekseen 1985. Vuonna 2007 menehtyi Suomessa filippiiniläinen mies saatuaan tartunnan kotimaassaan³⁸⁵.

Muutama tutkimus on yrittänyt yhdistää rabieksen ilmaston muutokseen. Alaskassa epäillään, että lämpenevä ilmasto voisi siellä vähentää tapauksien määrää³⁸⁶. Costa Ricassa rabiestapausten määrän vaihtelut katsotaan liittyvän El Niñoon³⁸⁷. Ratkaisevaa yhteyttä ilmaston ja rabieksen välillä ei kuitenkaan ole löytenyt.

Mahdollinen tartunta voi Suomessa välittyä ihmiselle pääasiassa kahdella tavalla; joko koiraeläimistä tai lepakosta. Kyseessä on silloin eri alatyyppejä. Maanisäkäsraabiasta voi tulla itärajan ylittävien supikoerien mukana. Tuontikoirat ovat toinen mahdollisuus. Koiria salakuljetetaan tai koirien rokotustodistukset voivat olla väärennettyjä³⁸⁸.

Euroopassa esiintyy kaksi eri lepakkorabiesvirusta (EBLV-1 ja EBLV-2). Vuosien 1977–2013 välissä todettiin 1064 rabiestapausta lepakoissa 16 Euroopan maassa³⁸⁹. Vuonna 2016 löydettiin epäilyttävästi käyttäytyvä lepakko Inkoossa, ja tutkimuksissa

³⁸⁴ Anon. (2015) Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 388(10053): 1459–1544.

³⁸⁵ Ruokavirasto. Zoonosikeskus.

[https://www.ruokavirasto.fi/teemat/zoonosikeskus/zoonosivit/virusten-aiheuttamat-
taudit/rabies/](https://www.ruokavirasto.fi/teemat/zoonosikeskus/zoonosivit/virusten-aiheuttamat-
taudit/rabies/)

³⁸⁶ Hueffer K. & Murphy M. (2018) Rabies in Alaska, from the past to an uncertain future. *International Journal of Circumpolar Health* 77(1): 1475185.

³⁸⁷ Hutter S.E. et al. (2018) Assessing changing weather and the El Niño Southern Oscillation impacts on cattle rabies outbreaks and mortality in Costa Rica (1985-2016). *BMC veterinary research* 14(1): 285.

³⁸⁸ Klevar S. et al. (2015) Cross-border transport of rescue dogs may spread rabies in Europe. *The Veterinary Record* 176(26): 672.

³⁸⁹ Jakava-Viljanen M. et al. (2015) Evolutionary trends of European bat lyssavirus type 2 including genetic characterization of Finnish strains of human and bat origin 24 years apart. *Archives of Virology* 160(6): 1489–1498.

löydettiin Lyssavirus. Kyseessä oli toinen kerta, kun Suomesta löytyi rabiesta lepakosta³⁹⁰. Patogeeni voi siirtyä lepakosta ihmiseen sairaan tai kuolleen lepakon käsitteilyssä. Myös sairaita ja kuolevia lepakoita saalistavat pedot kuten koirat, kissat, ketut tai supikoirat voivat saada tartunnan.

Tuulivoimalat muodostavat merkittävän uhan lepakoille, jotka hyönteissaaliin haussa lentävät lähelle tuulimyllyä, ja kärsivät n.s. barotraumasta³⁹¹. Myllyjen lähellä voi sen vuoksi esiintyä lepakoiden raatoja, jotka muut eläimet voivat hyödyntää. Tuulivoimaloiden yleistyessä kasvaa myös lepakkorabieksen riski. On osoitettu, että lepakko-kuolemat kasaantuvat tietyille tuulimyllyille. Tuulivoimaloiden ympäristöselvityksissä tulisikin erityisesti huomioida lepakoiden käyttäytyminen³⁹².

3.2 Vektorivälitteiset bakteerit

Monet vektorien välittämistä bakteereista johtuvat sosiaalisista ongelmista, ja ovat täiden tai kirppujen välittämiä. Toiset liittyvät kulkukoiriin ja rottiiin, ja ovat pääasiassa puutiaisten välittämiä. Suomessa esiintyy kotoperäisenä hyttysten välittämää jänisruttoa ja puutiaisten välittämää borrelioosia. Myös *Rickettsia helvetica* on löytynyt suomalaisista puutiaisista³⁹³. Q-kuumetta aiheuttava mm. puutiaisten ja punkkien välit-

³⁹⁰ Nokireki T. et al. (2017) Second case of European bat lyssavirus type 2 detected in a Daubenton's bat in Finland. *Acta veterinaria Scandinavica* 59: 62.

³⁹¹ Reimer J.P. et al. (2018) Echolocation activity of migratory bats at a wind energy facility: testing the feeding-attraction hypothesis to explain fatalities. *Journal of Mammology* 99(6): 1472–1477.

Grodsky S.M. (2011) Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *Journal of Mammology* 92(5): 917–925.

Baerwald E.F. et al. (2008) Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18(16): 695–696.

Leppänen M. (2012) Vindkraft–et ekologiskt hot mot fladdermusen. *Nordenskiöld-samfundets tidskrift* 70–71: 81–98.

³⁹² Reimer J.P. et al. (2018) Echolocation activity of migratory bats at a wind energy facility: testing the feeding-attraction hypothesis to explain fatalities. *Journal of Mammology* 99(6): 1472–1477.

Grodsky S.M. (2011) Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *Journal of Mammology* 92(5): 917–925.

Baerwald E.F. et al. (2008) Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18(16): 695–696.

³⁹³ Sormunen J.J. et al. (2016) Tick-borne bacterial pathogens in southwestern Finland. *Parasites & Vectors* 9: 168.

tämä *Coxiella burnetii* esiintyy Suomessa pääasiassa karjalla. Kotimaista tartuntaa ihmiseen ei ole todettu, vaan ihmisellä esiintyneet tapaukset ovat tuontia³⁹⁴. Naudoilla, hevosilla, lampailla, vuohilla ja koirilla esiintyy Suomessa puutiaisten välittämä *Anaplasma phagocytophilum*. Bakteri voi myös aiheuttaa tautia ihmisessä, mutta Suomessa ei ole todettu yhtään varmaa tapausta.³⁹⁵

Taulukko 3. Tärkeimmät vektorien välittämät bakteerit

Patogeeni	Heimo	Isäntä	Vektori	Tauti
<i>Francisella tularensis</i>	Francisellaceae	Useimmat nisäkkäät	Puutiaiset, paarmat, hyttyset	jänisrutto
<i>Rickettsia prowazekii</i>	Rickettsiaceae	Ihminen	Vaatetäi (<i>Pediculus humanus</i> var. <i>corporis</i>)	pilkkukuume Brill-Zinsserin tauti
<i>Rickettsia typhi</i>		Rotat, ihminen (toissijainen)	Ruttokirppu (<i>Xenopsylla cheopis</i>), <i>Leptopsylla segnis</i> . Toissijaisia: Ihmiskirppu (<i>Pulex irritans</i>), vaatetäi	
<i>Rickettsia conorii</i>		Koirat, kanit?, ihminen (toissijainen)	Puutiaiset,	Puutiaispilkkukuume, =Mar-seillen kuume

³⁹⁴ Ruokavirasto Zoonosikeskus

[https://www.ruokavirasto.fi/teemat/zoonosikeskus/zoonositi/bakteerien-aiheuttamat-
taudit/q-kuume/](https://www.ruokavirasto.fi/teemat/zoonosikeskus/zoonositi/bakteerien-aiheuttamat-taudit/q-kuume/)

³⁹⁵ Maroli M. et al. (2013) Phlebotominae sandflies and the spreading of leishmaniasis and other diseases of public health concern. *Medical and Veterinary Entomology* 27(2): 123–147.

Patogeeni	Heimo	Isäntä	Vektori	Tauti
<i>Rickettsia raoultii</i>		Jyrsijät, ihminen	<i>Dermacentor reticulatis</i>	kuumetauti
<i>Rickettsia akari</i>		Rotat, hiiret, ihminen	<i>Liponyssoides sanguineus</i> ³⁹⁶	
<i>Bartonella quintana</i>	Bartonellaceae	Ihminen	Vaateäi	ampumahautakuume
<i>Borrelia recurrentis</i>	Spirochaetaceae	Ihminen	Vaateäi	toisintokuume
<i>Borrelia duttoni</i>		Ihminen	<i>Ornithodoros moubata</i>	toisintokuumeen tapainen tauti
<i>Borrelia burgdorferi s.l.</i>		Jyrsijät, Linnut, ihminen	Puutiainen (<i>Ixodes ricinus</i>), taigapuutiainen (<i>Ixodes persulcatus</i>)	Lymen tauti, ”borreliosii”
<i>Yersinia pestis</i>	Yersiniaceae	Ihminen useimmat nisäkkäät	Kirput, täit	rutto
<i>Bacillus anthracis</i>	Bacillaceae	Ihminen nisäkkäät	Paarmat	pernarutto
<i>Coxiella burnetii</i>	Coxiellaceae	Ihminen, nisäkkäät	Puutiainen (<i>Ixodes ricinus</i>)	Q-kuume
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	Ehrlichaceae	Ihminen, erityisesti märehitjät	Puutiainen (<i>Ixodes ricinus</i>)	Anaplasmoosi, laidunkuume

³⁹⁶ Kotihiirellä ja rotalla loisiva punkki.

3.2.1.1 *Francisella tularensis*, jänisrutto

Tularemia eli jänisrutto on *Francisella tularensis* bakteerin aiheuttama tauti. Se esiintyy pääasiassa pohjoisella pallonpuoliskolla: Euroopassa, entisen Neuvostoliiton alueella, Kiinassa, Japanissa ja Pohjois-Amerikassa. Eniten tapauksia on Ruotsissa ja Suomessa³⁹⁷. Vuosina 2015–2017 oli Suomessa 104, 699 ja 32 tapausta³⁹⁸. Vuosina 1940–1942 oli Itä-Euroopan maissa vuosittain 10 000–100 000 tapausta. Japanissa oli tulareman huippu 1950-luvulla, joka liitettiin jänisten syöntiin. Sodanjälkeisessä Kosovossa oli 1999–2000 yhteensä 327 jänisruttotapausta. Epidemia johtui saastuneesta vedestä ja ruoasta³⁹⁹. Sitä on havaittu yli sadassa nisäkäslajissa, 25 lintulajissa ja yli 50 hyönteis- tai puutiaislajissa⁴⁰⁰.

Tularemia on jaettu tyyppi A:han ja tyyppi B:hen. Pohjoisamerikkalainen tyyppi A (*F. tularensis tularensis*) liitetään kuivaan ympäristöön, jäniseläimiin, puutiaisiin ja paarmoihin. Euraasialainen tyyppi B (*F. tularensis holarctica*) taas liitetään makeaan veteen, useaan jyr sijälajin, jäniksiin, puutiaisiin, paarmoihin ja hyttysiin⁴⁰¹. *F. tularensis* bakteeri on löytynyt tavallisessa puutiaisessa. (*Ixodes ricinus*)⁴⁰². Epidemioiden ja jyr sijäpopulaatioiden huippujen välillä on ruotsalaisessa materiaalissa löytynyt lievä korrelaatio⁴⁰³. Suomalaiset tutkijat ovat korostaneet jyr sijöiden merkitystä. Suomessa tautitapausten määrä ja maantieteellinen jakautuma ovat korkeimpia myyrien asutta-

³⁹⁷ Rydén P. et al. (2011) Outbreaks of Tularemia in a Boreal Forest Region Depends on Mosquito Prevalence. *The Journal of infectious diseases* 205: 297–304.

³⁹⁸ THL tartuntatautirekisterin tilastotietokanta
https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/tr/shp/fact_shp?row=area-12260&column=time-12059&filter=reportgroup-12231.

³⁹⁹ Tärvik A. & Berglund L. (2003) Tularaemia. *The European respiratory journal* 21: 361–373.

⁴⁰⁰ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

⁴⁰¹ Rydén P. et al. (2011) Outbreaks of Tularemia in a Boreal Forest Region Depends on Mosquito Prevalence. *The Journal of infectious diseases* 205: 297–304.

Rossow H. et al. (2014) Detection of *Francisella tularensis* in Voles in Finland. *Vector-borne and Zoonotic Diseases* 14(3): 193–198.

⁴⁰² Borde J.P. (2017) Five cases of vector-borne *Francisella tularensis holarctica* infections in south-western Germany and genetic diversity. *Ticks and Tick-borne Diseases* 8(5): 808–812.

⁴⁰³ Tärvik A. et al. (1996) Epidemiological analysis of tularemia in Sweden 1931–1947. *FEMS Immunology and Medical Microbiology* 13: 201–204.

milla alueilla. Myyräkantojen huiput edelsivät selvästi seuraavan vuoden tularemiatapausten määriä⁴⁰⁴. Suomessa on myös menestyksekkäästi mallinnettu tularemiian esiintymistä. Sen avulla pystytään ennustamaan tulevia epidemioita⁴⁰⁵.

Tyyppi A aiheuttaa useimmissa nisäkkäissä vakavan taudin, kun taas tyyppi B on suhteellisen lievä ja johtaa harvoin kuolemaan ihmisessä⁴⁰⁶. Patogeenin varannosta ei ole varmuutta, mutta puutiainen *Dermocentor variabilis* voi toimia varantona Pohjois-Amerikassa⁴⁰⁷. Toisaalta on myös osoitettu, että bakteeri voi säilyä *Acanthamoeba castellanii* nimisessä ameebassa⁴⁰⁸.

Tularemiatapauksen määrä Suomessa vaihtelee vuosien välillä muutamasta kymmenestä yli kahdeksansataan⁴⁰⁹. Vaaravyöhykkeessä on etupäässä ikäryhmä 40–70 vuotiaat. Maataloudessa työskentelevät ja metsästäjät ovat riskiryhmä⁴¹⁰. Lasten ja nuorten teini-ikäisten sairastumisriski on keski-suuri, ja nuorten aikuisten sairastumisriski on pienin.⁴¹¹ Bakteeri voi tarttua ihmiseen hyvin monella tavalla esimerkiksi verta imevien hyönteisten ja puutiainen välityksellä. Tartunnan voi myös saada veden tai ravinnon välityksellä tai hengittämällä ilmaa, jossa on hiukkasia sairaiden eläinten ulosteesta. Bakteeri pystyy tunkeutumaan ihon läpi, joten se tarttuu helposti tautia sairastavien eläinten tai siihen kuolleiden raatojen käsittelyssä.⁴¹²

⁴⁰⁴ Rossow H. et al. (2015) Incidence and seroprevalence of tularaemia in Finland, 1995 to 2013: regional epidemics with cyclic pattern. *Eurosurveillance* 20(33): pii=21209.

⁴⁰⁵ Rotejanprasert C. et al. (2018) Towards integrated surveillance of zoonoses: spatiotemporal joint modeling of rodent population data and human tularemia cases in Finland. *BMC Medical Research Methodology* 18: 72.

⁴⁰⁶ Sjöstedt A. et al. (1996) *Francisella tularensis*: Host–parasite interaction. *FEMS Immunology and Medical Microbiology* 13: 181–184.

⁴⁰⁷ Rinosh J.M. et al. (2012) Biology of *Francisella tularensis* Subspecies *holarctica* Live Vaccine Strain in the Tick Vector *Dermacentor variabilis*. *PLoS One* 7(4): e35441.

⁴⁰⁸ Abd et al. (2003) Survival and growth of *Francisella tularensis* in *Acanthamoeba castellanii*. *Applied and environmental microbiology* 69: 600–606.

⁴⁰⁹ THL Tartuntatautirekisterin tilastotietokanta.

https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/ttr/shp/fact_shp?row=area-12260&column=time-12059&filter=reportgroup-12231

⁴¹⁰ Rossow H. et al. (2014) Risk factors for pneumonic and ulceroglandular tularaemia in Finland: A population-based case-control study. *Epidemiology and Infection* 142(10): 2207–2216.

Feldman K.A. et al. (2003) Tularemia on Martha's Vineyard: seroprevalence and occupational risk. *Emerging Infectious Diseases*. 9(3): 350–354.

⁴¹¹ Desvars A. et al. (2015) Epidemiology and Ecology of Tularemia in Sweden, 1984–2012. *Emerging Infectious Diseases* 21(1): 32–39.

⁴¹² Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

Puutiaisja ja paarmoja pidetään muualla Euroopassa yleensä tärkeimpinä vektoreina. Puutiaisissa bakteeri lisääntyy keskisuolen seinämässä tai hemoseelissa. Sieltä, se siirtyy suosiin, kun puutiainen ottaa veriaterian. Bakteeri pystyy siirtymään seuraavaan sukupolveen ainakin muutamassa puutiaislajissa⁴¹³. Metsähyttysset ovat Ruotsissa ja Suomessa tärkeimmät vektorit⁴¹⁴. Ruotsissa pidetään kolmea hyttyslajia, *Aedes (Ochlerotatus) sticticusta*, kiusahyttystä (*Aedes vexans*) ja korpiphyttystä (*Aedes (Ochlerotatus) punctor*) keskeisinä vektoreina. Korpiphyttynen on Suomessa yleinen. Aikuiset hyttysset saavat bakteerin toukkina⁴¹⁵. Toukat taas saavat infektion vedessä.⁴¹⁶ Norjassa myös useimmat tautitapaukset johtuvat saastuneesta vedestä⁴¹⁷. Hyttysset eivät kuitenkaan ole vektoreita Keski-Euroopassa⁴¹⁸. Portugalissa on myös tutkittu hyttysten osuutta vuoden 2007 epidemian jälkeen. Portugalin hyttysillä ei ole vektorikapasiteettia⁴¹⁹.

Muutama tutkija on esittänyt, että tapausten määrä lisääntyisi ilmaston lämmetessä. Lähtökohdanna olisi, että myöhäiskesän hyttyspopulaatiot kasvaisivat⁴²⁰. Myöhäiskesä ja alkusyksyn hyttyspopulaatiot eivät kuitenkaan reagoi lämpenemiseen, jonka painopiste on talvi- ja kevätkaudessa. Kesälomien mahdollinen siirtyminen heinäkuusta elokuulle, saattaa altistaa enemmän ihmisiä tartunnalle. Suomeen verrattuna tularemia on harvinainen esimerkiksi Virossa ja Latviassa, jossa vuosina 2015–2017 oli yhteensä 7 tapausta⁴²¹.

⁴¹³ Guerrant R.L. et al. (1976) Tickborne oculoglandular tularaemia. *Archives of International Medicine* 136: 811–813.

⁴¹⁴ Rydén P. et al. (2011) Outbreaks of Tularemia in a Boreal Forest Region Depends on Mosquito Prevalence. *The Journal of infectious diseases* 205: 297–304.

⁴¹⁵ Lundström J.O. et al. (2011) Transstadial Transmission of *Francisella tularensis holarctica* in Mosquitoes, Sweden. *Emerging Infectious Diseases* 17(5): 794–799.

⁴¹⁶ Bäckman S. et al. (2015) Transmission of tularemia from a water source by transstadial maintenance in a mosquito vector. *Scientific Reports* 5: 7793.

⁴¹⁷ Larssen K.W. et al. (2014) All-time high tularemia incidence in Norway in 2011: report from the national surveillance. *European journal of clinical microbiology & infectious diseases: official publication of the European Society of Clinical Microbiology* 33(11): 1919–1926.

⁴¹⁸ Hubalek Z. & Halouzka J. (1997) Mosquitoes (Diptera: Culicidae), in contrast to ticks (Acari: Ixodidae), do not carry *Francisella tularensis* in a natural focus of tularemia in the Czech Republic. *Journal of medical entomology* 6: 660–663.

⁴¹⁹ Carvalho C-L. et al. (2012) Screening of mosquitoes as vectors of *F. tularensis* in Portugal. Viitattu abstraktin perusteella. Lähdekokoelma: *Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal*.

⁴²⁰ Rydén P. et al. (2009) Effects of Climate Change on tularemia disease activity in Sweden. *Global Health Action* 2.

⁴²¹ ECDC Tularaemia Annual Epidemiological Report for 2019.

<https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/AER-tularaemia-2019.pdf>

3.2.1.2 *Coxiella burnetii*, Q-kuume

Q-kuume on pääasiassa nautojen, lampaiden ja vuohien tauti, mutta se voi myös tartuttaa muita eläimiä ja lintuja⁴²². Se on levinnyt maailmanlaajuisesti ja esiintyy kotoperäisenä ja harvinaisena myös naudoissa Länsi- ja Etelä-Suomessa. Tartunnan saanut eläin erittää bakteereja maidon, virtsan, synnytysjätösten ja ulosteiden kautta. Kuivussa eritteet pölyävät ilmaan aerosoliksi. Bakteerin itiömuoto on kestävä ja voi levitä tuulen mukana. Ihminen saa yleensä tartunnan hengitysteiden kautta käsitellessään sairaita eläimiä. Se voi kuitenkin myös harvinaisesti tarttua puuttiaisen pureman kautta tai juomalla pastöroimatonta lehmän tai vuohen maitoa⁴²³.

Q-kuumetta esiintyy useimmissa Euroopan maissa. Vuonna 2016 EU:ssa ilmoitettiin 1058 vahvistettua tapausta. Vuonna 2006 oli Ranskan Chamonixin laaksossa epidemia 79 tapauksella⁴²⁴. Vuosina 2007–2010 puhkesi Alankomaissa laaja epidemia, joka käsitti 4026 tapausta, joista osa kroonisoitui⁴²⁵. Suomessa ihmisten kotoperäistä Q-kuume tartuntoja ei ole todettu. Matkailijat ovat saaneet tartunnan ulkomailla, ja vuosina 2015–2019 todettiin yhteensä kolmetoista tapausta⁴²⁶.

3.2.1.3 *Rickettsia prowazekii*, pilkkukuume

Pilkkukuumeelle on tyypillistä, että nuorella on suurempi mahdollisuus selvitä taudista kuin vanhalla iällä infektion saanut. Jos tauti on sairastettu nuorena, jää se usein oireettomana potilaaseen. Jos myöhemmin joutuu vakavaan stressitilanteeseen (nälkä, sotatilanne, pakolaisleiri) puhkeaa n.s. Brill-Zinsserin tauti. Brill-Zinsserin taudista bakteremian taso nousee tarpeeksi korkealle vektorin infektoitumista varten, mutta potilaalle se on lievä⁴²⁷.

⁴²² Kováčová E. & Kazár J. (2002) Q fever--still a query and underestimated infectious disease. *Acta virologica* 46(4): 193–210.

⁴²³ Zoonosikeskus. Q-kuume. *Ruokavirasto*
<https://www.ruokavirasto.fi/teemat/zoonosikeskus/zoonositi/bakteerien-aiheuttamat-taudit/q-kuume/>

⁴²⁴ Tissot-Dupont H. et al. (2007) Role of sex, age, previous valve lesion, and pregnancy in the clinical expression and outcome of Q fever after a large outbreak. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America* 44(2): 232–237.

⁴²⁵ Schneeberger P.M. et al. (2014) Q fever in the Netherlands - 2007-2010: what we learned from the largest outbreak ever. *Médecine et maladies infectieuses* 44(8): 339–353.

⁴²⁶ ECDC. Q fever Annual Epidemiological Report for 2019.

<https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/AER-Q-fever-2019.pdf>

⁴²⁷ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

Pilkkukuume on klassinen tauti, joka on ollut tiiviissä yhteydessä sodankäyntiin. Kuolleisuus on korkea, 30–60 %. Pilkkukuumeella oli ratkaiseva osuus Napoleonin häviöön Venäjän sotaretkellä 1812. Tauti oli jo silloin hävinnyt Länsi-Euroopasta, mutta oli kotoperäinen Itä-Euroopassa. Napoleonin sotilailla ei siis ollut minkäänlaista immuni-teettia tautia vastaan⁴²⁸. Ensimmäisen maailmansodan ja Neuvostoliiton sisällissodan aikana pilkkukuumeeseen sairastui yli 30 miljoonaa, ja ainakin 300.000 kuoli. Niiden joukossa oli bakteerille nimensä antanut lääkäri, Stephan von Prowazek. Vasta toisen maailmansodan aikana pystyttiin estämään epidemian leviämistä. Amerikkalaiset pysäyttivät 1943–1944 Napolissa pilkkukuumeen leviämistä käsittelemällä melkein 3 miljoonaa ihmistä pääasiassa DDT:llä⁴²⁹.

Pilkkukuume on nykyään harvinainen tauti. Se on aina ennen ollut yleisempi viileämmässä ilmastossa kuin tropiikeissa. Tilapäisiä tapauksia ja suppeampia epidemioita on esiintynyt toisen maailmansodan jälkeen Pohjois-Afrikassa⁴³⁰, Pohjois-Amerikassa⁴³¹, Etelä-Amerikan länsiosissa⁴³² ja Venäjällä⁴³³. Euroopan viimeisin epidemia puhkesi 1997 sairaalassa Venäjän Lipetskissä. 23 potilasta ja 8 henklökuntaan kuuluvaa sairastui, ja 22 osoittautuivat seropositiivisiksi. Potilaiden vaatteissa oli vaateitä, jotka myös kantoivat bakteeria⁴³⁴.

Taudilla on selvä yhteys sosiaalisiin ongelmatilanteisiin, joihin liittyvät suuret vaateitäpopulaatiot. Sellaisia esiintyy köyhimmässä oloissa Etelä- ja Keski-Amerikassa, Afrikassa ja Aasiassa. Euroopassa sitä ilmenee nykyään matkailijoiden tuontina⁴³⁵. Myös Yhdysvalloissa pelätään pilkkukuumetta kodittomien keskuudessa⁴³⁶. Viimeisin laajempi epidemia oli Burundissa vuonna 1997. Enemmän kuin sata henkilöä sairastui, ja

⁴²⁸ Hulden L. (2008) Kuusijalkainen vihollinen. *Schildts* 237 ss.

Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

⁴²⁹ Hulden L. (2008) Kuusijalkainen vihollinen. *Schildts* 237 ss.

Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

Zinsser H. (1950) Rats, lice and history: being a study in biography, which, after twelve preliminary chapters indispensable for the preparation of the lay reader, deals with the life of typhus fever. *Bantain sociology* 228 ss.

⁴³⁰ Niang M.P. et al. (1999) Epidemic typhus imported from Algeria. *Emerging Infectious Diseases* 5: 716–718.

⁴³¹ Massung R.F. et al. (2001) Epidemic typhus meningitis in the southwestern United States. *Clinical Infectious Diseases* 32: 979–982.

⁴³² Raoult D. et al. (1999) Survey of louse-associated diseases among rural Andean communities in Peru: prevalence of epidemic typhus, trench fever, and relapsing fever. *Clinical Infectious Diseases* 29: 434–436.

⁴³³ Tarasevich L. et al. (1998) Epidemic typhus in Russia. *Lancet* 352: 1151.

⁴³⁴ Tarasevich L. et al. (1998) Epidemic typhus in Russia. *Lancet* 352: 1151

⁴³⁵ Schöffel N. et al. (2019) Das Fleckfieber Die humane Infektion mit *Rickettsia prowazek*. *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie* 69:24–26.

⁴³⁶ Grief S. & Mille J.P. (2019) Infectious Disease Issues in Underserved Populations. *Physician Assistant Clinics* 4(1): 107— 125.

yksi punaisen Ristin työntekijä toi taudin mukanaan kotimaahansa⁴³⁷. Brill-Zinsserin tauti voi kuitenkin puhjeta alueilla, jossa aikaisemmin on esiintynyt pilkkukuumetta. Vuosina 1980–2000 oli 25 tapausta Kroatiaassa, ja joista viisitoista oli sairastanut pilkkukuumetta toisen maailmansodan aikana tai heti sen jälkeen⁴³⁸.

Sekä vaattetäi, päätäi että satiainen voivat olla pilkkukuumeen vektoreita. Epidemiaan tarvitaan kuitenkin suhteellisen suuria vaattetäipopulaatioita. Bakteeri lisääntyy täin keskisuolessa, ja leviää ulosteen mukana. Infektoitunut täi kuolee kymmenessä päivässä. Kun ihminen raapii ihoa, joutuu täin ulostetta haavoihin ja bakteeri siirtyy isäntään. Täin uloste säilyy infektiivisena 66 vuorokautta. Korkea kuume on yksi oireista, ja täit jättävät isäntänsä, kun lämpötila nousee, Korkea kuolleisuus huonoissa olosuhteissa voi johtaa likaisten vaatteiden kierrätykseen, jolloin vaattetäit ja niiden ulosteet vaihtavat isäntää. Kylmissä oloissa ihmiset hakeutuvat lähelle toisiaan, joka myös edesauttaa taudin leviämistä⁴³⁹.

Suomessa pilkkukuumetta esiintyi sotavankien keskuudessa jatkosodan aikana. Rintamalla tautia torjuttiin esimerkiksi täisaunojen avulla ja Vaasassa valmistettiin rokotetta⁴⁴⁰. Ilmastolla ei ole vaikutusta pilkkukuumeen leviämiseen. Sen sijaan nälkäkatastrofit, pakolaisvirrat ja laajat sosiaaliset ongelmat kerjäläisineen voivat antaa pilkkukuumelle uusia mahdollisuuksia levitä. Sekä pilkkukuumetta että Brill-Zinsserin tautia on diagnosoitu kodittomien keskuudessa Ranskassa⁴⁴¹.

3.2.1.4 *Rickettsia typhi*

Tauti liittyy rottiin ja niiden kirppuihin. Sitä esiintyy pääasiassa rannikkoalueilla erityisesti Intiassa, Burmassa, Thaimaassa, Pakistanissa ja Yhdysvaltojen eteläosissa⁴⁴². Vuosina 1931–1942 Yhdysvalloissa oli 42.000 tapausta, ja niistä 94 % oli Teksasin

⁴³⁷ Portillo A. et al. (2018) Arthropods as vectors of transmissible diseases in Spain. *Medina Clinica* 151(11): 450–459.

Raoult D. et al. (1998) Outbreak of epidemic typhus associated with trench fever in Burundi. *Lancet* 352:353–358.

⁴³⁸ Gratz N. (2006) Vector- and Rodent-borne Diseases in Europe and North America. Cambridge University Press 393 ss.

⁴³⁹ Schöffel, N. et al. (2019) Epidemic typhus. *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie* 69(1): 24–26.

Hulden L. (2008) Kuusijalkainen vihollinen. *Schildts* 237 ss.

⁴⁴⁰ Hulden L. (2008) Kuusijalkainen vihollinen. *Schildts* 237 ss.

⁴⁴¹ Faucher J.F. et al. (2012) Brill–Zinsser disease in Moroccan man, France, 2011. *Emerging Infectious Diseases* 18:171–172.

Brouqui P. et al. (2005) Ectoparasitism and vector-borne diseases in 930 homeless people from Marseilles. *Medicine (Baltimore)* 84: 61–68.

⁴⁴² Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

rannikolla. Infektio oli tavallinen myös Saksassa toisen maailmansodan aikana⁴⁴³. Bakteeri esiintyy myös Välimeren maissa kuten Kreikassa, Kyproksella, Kroatiaassa, Espanjassa ja sekä Kanarian saarilla⁴⁴⁴.

Rottien aiheuttama pilkkukuume on tautina lievempi kuin varsinainen pilkkukuume. Israelissa tehty tutkimus osoittaa kuitenkin, että tauti voi joskus myös olla vakava⁴⁴⁵. Isorotta (yleinen Suomessa) ja mustarotta (ei Suomessa) ovat tärkeimmät varsinaiset isännät ja ruttokirppu (*Xenopsylla cheopis*, ei Suomessa) ja pohjoinen rottakirppu (*Leptopsylla segnis*, yleinen Suomessa) ovat tärkeimmät vektorit⁴⁴⁶. Rottien läheisyydessä elävät ihmiset ovat vaaravyöhykkeessä. Bostonissa Massachusettsissa tehty tutkimus osoitti, että 30 % kodittomista näki rottia päivittäin. 11 %:lla kodittomista oli myös kirppuja⁴⁴⁷.

Jos bakteeri siirtyy ihmisiin, voivat myös ihmisen kirppu (*Pulex irritans*) ja vaatetäi toimia vektoreina⁴⁴⁸. Vaatetäi kuolee nopeammin *R. typhi* infektiosta kuin pilkkukuumeesta. *R. typhi* kuuluu sosiaalisista syistä leviäviin patogeeneihin. Sillä ei ole yhteyttä ilmastoon. Todennäköisyys sen leviämisestä Suomeen on pieni niin kauan kun yhteiskuntarakenteet säilyvät vakaina. Tauti voi kuitenkin saapua esimerkiksi pakolaisten tai kerjäläisten mukana.

3.2.1.5 *Rickettsia conorii*, Marseillen kuume, fièvre boutonneuse

Tauti esiintyy Etelä-Euroopassa, Afrikassa, Intiassa, Pakistanissa, Etelä-Kiinassa ja Kaakkois-Aasiassa. Italiassa sitä esiintyy erityisesti Kalabriassa, Sisiliassa ja Sardiassa⁴⁴⁹. Tauti on kivulias, mutta johtaa harvoin kuolemaan. Koiraa pidetään Etelä-

⁴⁴³ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

⁴⁴⁴ Portillo A. et al. (2018) Arthropods as vectors of transmissible diseases in Spain. *Medina Clinica* 151(11): 450–459.

⁴⁴⁵ Rogozin E. et al. (2019) High Morbidity Due to Murine Typhus Upsurge in Urban Neighborhoods in Central Israel. *American Journal of Tropical Meicine and Hygiene* 100(4): 952–956.

⁴⁴⁶ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss. Portillo A. et al. (2018) Arthropods as vectors of transmissible diseases in Spain. *Medina Clinica* 151(11): 450–459.

⁴⁴⁷ Leibler J.H. et al. (2018) Self-reported Animal and Ectoparasite Exposure among Urban Homeless People. *Journal of Health Care of the Poor and Underserved* 29(2): 664–675.

⁴⁴⁸ Diop, A. et al. (2017) Rickettsial genomics and the paradigm of genome reduction associated with increased virulence. *Microbes and Infection* 20(7-8):401–409.

⁴⁴⁹ Gomez-Barroso V. et al. (2019) Mediterranean spotted fever rickettsiosis in Italy, 2001-2015: Spatio-temporal distribution based on hospitalization records. *Ticks and Tick Borne Diseases* 10(1): 43–50.

Afrikassa bakteerin varsinaisena isäntänä, mutta myös mustarotta kantaa usein infektiota. 1970-luvulla todettiin, että Krimin niemimaalla 15–71 % koirista oli *R. conorii* bakteerin vasta-aineita. Useimmin vasta-aineita oli kulkukoirilla. Puutiaiset, kuten *Amblyomma hebraeum* ja ruskea koirapuutiainen (*Rhipicephalus sanguineus*) ovat vektoireita. Ihminen saa infektion puutiaisten puremista, murskatuista puutiaisista tai niiden ulosteesta. Infektio siirtyy usein tilanteessa, jossa ihminen poistaa puutiaisia koirista. Intiassa on havaittu selvä yhteys tautitapausten määrien ja kulkukoirien välillä⁴⁵⁰. Käytännössä kotikoirat muodostivat yhteyden. Myös niiden annettiin juosta vapaana, jolloin ne olivat yhdessä kulkukoirien kanssa, ja ”jakoivat” samat puutiaispopulaatiot⁴⁵¹. On myös mahdollista, että kanit toimivat varantoina. *R. conorii* infektiot vähenivät Euroopassa, kun kanipopulaatiot pienuivat myksomatoosiepidemioiden jälkeen 1950-luvulla.

Suomeen tuotavat katukoirat voivat olla *R. conorii*in kantajia. Kotimaisia koiria suojelemaan suhteellisen hyvin puutiaispuremia vastaan, joten patogeenista tuskin tulee kotoperäinen.

3.2.1.6 *Rickettsia helvetica*

Rickettsia helvetica on löytynyt *Ixodes*-suvun puutiaisista Ruotsista⁴⁵², Tanskasta⁴⁵³, Virosta⁴⁵⁴, Latviasta⁴⁵⁵ ja Liettuasta⁴⁵⁶. Se on myös löytynyt Varsinais-Suomesta⁴⁵⁷. Turun kaupunkialueella tehdyssä tutkimuksessa se esiintyi 11 % tutkituista nymfeistä

⁴⁵⁰ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss. Mane A. et al. (2019) Seroprevalence of spotted fever group and typhus group rickettsiae in individuals with acute febrile illness from Gorakhpur, India. *International Journal of Infectious Diseases* 79: 195–198.

⁴⁵¹ Mane A. et al. (2019) Seroprevalence of spotted fever group and typhus group rickettsiae in individuals with acute febrile illness from Gorakhpur, India. *International Journal of Infectious Diseases* 79: 195–198.

⁴⁵² Nilsson K. et al. (1999) *Rickettsia helvetica* in *Ixodes ricinus* ticks in Sweden. *Journal of clinical microbiology* 37: 400–403.

⁴⁵³ Skarphédinsson S. et al. (2007) Detection and identification of *Anaplasma phagocytophilum*, *Borrelia burgdorferi*, and *Rickettsia helvetica* in Danish *Ixodes ricinus* ticks. *APMIS : acta pathologica, microbiologica, et immunologica Scandinavica* 115: 225–130.

⁴⁵⁴ Katargina O. et al. (201) Detection and identification of *Rickettsia* species in *Ixodes* tick populations from Estonia. *Ticks and tick-borne diseases* 6: 689–694.

⁴⁵⁵ Radzijeuskaja J. et al. (2015) New records of spotted fever group rickettsiae in Baltic region. *Microbes and infection* 17: 874–878.

⁴⁵⁶ Radzijeuskaja J. et al. (2015) New records of spotted fever group rickettsiae in Baltic region. *Microbes and infection* 17: 874–878.

⁴⁵⁷ Sormunen J.J. et al. (2016) Tick-borne bacterial pathogens in southwestern Finland. *Parasites & Vectors* 9:168

ja aikuisista puutiaisissa⁴⁵⁸. Bakteeri löytyy myös muista puutiaissuvuista, ja Kroatiassa on arvioitu, että 10 % *Dermacentor reticulatus* lajin puutiaisista kantaa sitä⁴⁵⁹.

Ihmisessä *R. helvetica* aiheuttaa yleensä lievän kuumetaudin, mutta myös vakavampia oireita tunnetaan⁴⁶⁰. Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa osoitettiin, että rannikolla palveluksensa suorittaneista alokkaista 8,9 % olivat *R. helveticalle* seropositiivisia⁴⁶¹. Ruotsissa on havaittu, että *R. helvetican* yleisyys eri paikkakunnilta kerätyissä puutiaississa vaihteli 1,5 %–17,3 %⁴⁶². Lisää selvityksiä tarvitaan Suomen tilanteen selvittämiseksi.

3.2.1.7 *Rickettsia raoultii*

Rickettsia raoultii käyttää usean suvun puutiaisia vektorinaan. Euroopassa tärkeimpänä vektorina pidetään *Dermacentor reticulatus*⁴⁶³. Myös ruskea koirapuutiainen (*Rhipicephalus sanguineus*) toimii vektorina. *Rickettsia raoultii* eristettiin ihmsestä ensimmäisen kerran vuonna 2006 Espanjassa⁴⁶⁴. Sillä on hyvin laaja levinneisyys ja

⁴⁵⁸ Klemola T. et al. (2019) High tick abundance and diversity of tick-borne pathogens in a Finnish city. *Urban Ecosystems* Apr: 1–10.

⁴⁵⁹ Dobec M. et al. (2009) *Rickettsia helvetica* in *Dermacentor reticulatus* ticks. *Emerging Infectious Diseases* 15 (1): 98–100.

⁴⁶⁰ Severinsson K. et al. (2010) Detection and prevalence of *Anaplasma phagocytophilum* and *Rickettsia helvetica* in *Ixodes ricinus* ticks in seven study areas in Sweden. *Parasites & Vectors* 3: 66.

Fournier P.E. et al. (2000) Evidence of *Rickettsia helvetica* infection in humans, eastern France. *Emerging Infectious Diseases* 6: 389–392.

Nilsson K. et al. (1999) Association of *Rickettsia helvetica* with chronic perimyocarditis in sudden cardiac death. *The Lancet* 354: 1169–1173.

Nilsson K et al. (2010) *Rickettsia helvetica* in patient with meningitis, Sweden, 2006. *Emerging Infectious Diseases* 16:490–492.x

⁴⁶¹ Lindblom A. et al. (2012) Seroreactivity for spotted fever rickettsiae and coinfections with other tick-borne agents among inhabitants (sic) in central and southern Sweden. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases* 32 (3): 317–323.

⁴⁶² Severinsson K et al. (2010) Detection and prevalence of *Anaplasma phagocytophilum* and *Rickettsia helvetica* in *Ixodes ricinus* ticks in seven study areas in Sweden. *Parasites & Vectors* 3: 66.

⁴⁶³ Wijnveld M. et al. (2016) Novel *Rickettsia raoultii* strain isolated and propagated from Austrian *Dermacentor reticulatus* ticks. *Parasites & Vectors* 9(1): 567.

Olivieri E. et al. (2018) Transmission of *Rickettsia raoultii* and *Rickettsia massiliae* DNA by *Dermacentor reticulatus* and *Rhipicephalus sanguineus* (s.l.) ticks during artificial feeding. *Parasites & Vectors* 11(1): 494.

⁴⁶⁴ Ibarra V. et al. (2006) *Rickettsia slovaca* infection: DEBONEL/TIBOLA. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1078: 206–214.

esiintyy paitsi Euroopassa ja Keski-Aasiassa⁴⁶⁵ myös Kiinassa⁴⁶⁶ ja Thaimaassa⁴⁶⁷. Euroopassa sitä esiintyy lähimpänä Alankomaissa, Saksassa, Puolassa, Valko-Venäjällä ja Venäjällä⁴⁶⁸.

Rickettsia raoultii on ilmeisesti leviämässä sekä Aasiassa että Euroopassa. Sen DNA:ta on myös löytynyt saalistavissa tavallisissa puutiaisissa⁴⁶⁹. Tavallisten puutiaisten vektorikapasiteettia ei kuitenkaan tunneta.

3.2.1.8 *Rickettsia akari*

Rickettsia akari kuvattiin ihmisen patogeenina 1940-luvulla ensiksi Bostonissa ja New Yorkissa sekä muutama vuosi myöhemmin Neuvostoliitossa. Ukrainassa puhkesi noin tuhannen tapauksen epidemia 1949–1950. Patogeeni on todennäköisesti esiintynyt entisessä Jugoslaviassa ja Italiassa (Sisiliassa). Vuonna 2012 ilmoitettiin yksi tapaus Alankomaista⁴⁷⁰. Sitä on myös todettu Etelä-Koreassa, Etelä-Afrikassa ja Keski-Afrikan tasavallassa. Päävektori on punkki *Liponyssoides sanguineus*. Laji on kotihiiren ja rottien ulkoloinen, joka joskus puree ihmistä⁴⁷¹. Vektorissa *R. akari* pystyy siirtymään transovariaalisesti seuraavaan sukupolveen. Vektoria ei ole tavattu Suomesta⁴⁷², joten on epätodennäköistä, että tämä patogeeni ilmestyisi maahamme.

⁴⁶⁵ Parola P. et al. (2013) Update on Tick-Borne Rickettsioses around the World: a Geographic Approach. *Clinical Microbiology Reviews* 26(4): 657–702.

Zhao S. et al. (2019) *Rickettsia raoultii* and *Rickettsia sibirica* in ticks from the long-tailed ground squirrel near the China-Kazakhstan border. *Experimental & applied acarology* 77(3): 425–433.

⁴⁶⁶ Hao L. et al. (2018) Isolation and Identification of *Rickettsia raoultii* in Human Cases: A Surveillance Study in 3 Medical Centers in China. *Clinical Infectious Diseases* 66(7): 1109–1115.

⁴⁶⁷ Nooroong P. et al. (2018) Phylogenetic studies of bacteria (*Rickettsia*, *Coxiella*, and *Anaplasma*) in *Amblyomma* and *Dermacentor* ticks in Thailand and their co-infection. *Ticks and tick-borne diseases* 9(4): 963–971.

⁴⁶⁸ Parola P. et al. (2013) Update on Tick-Borne Rickettsioses around the World: a Geographic Approach. *Clinical Microbiology Reviews* 26(4): 657–702.

⁴⁶⁹ Schötta A-M. et al. (2017) Approaches for reverse line blot-based detection of microbial pathogens in *Ixodes ricinus* ticks collected in Austria and impact of the chosen method. *Applied and environmental microbiology* 83: e00489–e00417.

Chmielewski T. et al. (2009) *Rickettsia* spp. in ticks, Poland. *Emerging Infectious Diseases* 15: 486–488.

⁴⁷⁰ Renvoisé A. et al. (2012) A case of rickettsialpox in Northern Europe. *International Journal of Infectious Diseases* 16(3): 221–222

⁴⁷¹ Brouqui P. & Raoult D. (2006) Arthropod-borne diseases in homeless. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1078:223–235.

⁴⁷² Huhta V. (2016) Catalogue of the Mesostigmata mites in Finland. *Memoranda* 92: 129–148.

3.2.1.9 *Anaplasma phagocytophilum*

Puutiaiset, varsinkin tavallinen puutiainen ja taigapuutiainen välittävät *Anaplasma phagocytophilumia* biologisesti⁴⁷³. Bakteeri voi myös siirtyä mekaanisesti paarmojen suuosissa⁴⁷⁴. Puolassa on todettu, että mm. Suomessa yleinen suppupaarma (*Haematopota pluvialis*) voi toimia vektorina⁴⁷⁵. Bakteeri aiheuttaa naudoilla laidunkuumetta. Laidunkuume on vähentynyt, vaikka se vielä 1960-luvulla oli varsin yleinen Suomessa. Vuosina 1965–1966 oli 1800 tapausta⁴⁷⁶, vuonna 2017 oli 2 tapausta⁴⁷⁷ ja vuonna 2018 oli ainoastaan yksi tapaus⁴⁷⁸. Väheneminen on todennäköisesti seuraus muutoksista karjanpidossa, eivätkä naudat enää ole samalla tavalla altistuneita puutiainen puremille. Bakteria on löydetty useista nisäkkäistä⁴⁷⁹. Suomessa on todettu, että ainakin metsämyyrät (*Myodes glareolus*) ovat *A. phagocytophilum*in varanto⁴⁸⁰. Muualla Euroopassa on *A. phagocytophilumia* löydetty mm. metsäpäästäisessä (*Sorex araneus*), vaivaispäästäisessä (*Sorex minutus*), metsähiiressä (*Apodemus flavicollis*), peltomyyrässä (*Microtus agrestis*) ja kenttämyyrässä (*Microtus arvalis*)⁴⁸¹. La-

⁴⁷³ Katargina O. et al. (2012) Identification of *Anaplasma phagocytophilum* in tick populations in Estonia, the European part of Russia and Belarus. *Clinical Microbiology and Infection* 18(1): 40-46.

⁴⁷⁴ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary entomology. *CAB International* 725 ss.

⁴⁷⁵ Werszko J. et al. (2019) Molecular Detection of *Anaplasma phagocytophilum* in Blood-Sucking Flies (Diptera: Tabanidae) in Poland. *Journal of medical entomology* 56(3): 822–827.

⁴⁷⁶ Tuomi J. (1967) Experimental studies on bovine tick-borne fever. 1. Clinical and haematological data, some properties of the causative agent, and homologous immunity. *Acta pathologica et microbiologica Scandinavica* 70(3): 429–445.

⁴⁷⁷ Ruokavirasto eläintautitilasto

<https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/elaintenpito/elaintaudit/elaintaudit-1.1.-31.12.2017-aveittain.pdf>

⁴⁷⁸ Ruokavirasto eläintautitilasto

<https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/elaintenpito/elaintaudit/elaintautitilasto-2018-aluehallintovirastoittain-avit.pdf>

⁴⁷⁹ Elfving K. et al. (2015) Serologic and Molecular Prevalence of *Rickettsia helvetica* and *Anaplasma phagocytophilum* in Wild Cervids and Domestic Mammals in the Central Parts of Sweden. *Vector Borne and Zoonotic Diseases* 15(9): 529–534.

⁴⁸⁰ Kallio E. R. et al. (2014) First report of *Anaplasma phagocytophilum* and *Babesia microti* in rodents in Finland. *Vector borne and zoonotic diseases* (Larchmont, N.Y.) 14(6): 389–393.

⁴⁸¹ Matei I.A. et al. (2018) New records for *Anaplasma phagocytophilum* infection in small mammal species. *Parasites & Vectors* 11: 193.

boratoriokokeissa on onnistuttu eristämään *A. phagocytophilumia* isostarotasta (*Rattus norvegicus*)⁴⁸². Koska puutiaisia esiintyy myös kaupungin puistoissa, voi anaplasmoosi tulevaisuudessa olla kaupunkilaisten terveysuhka⁴⁸³.

Anaplasma phagocytophilum tavattiin ensimmäisen kerran ihmisessä vuonna 1986⁴⁸⁴. Vuoteen 2003 mennessä oli Euroopassa diagnosoitu 65 tapausta pääasiassa Sloveniassa ja Ruotsissa⁴⁸⁵. Myös Norjassa ja Alankomaissa on esiintynyt tapauksia⁴⁸⁶. Osa potilaista sai tartunnan verensiirrossa⁴⁸⁷. Ahvenanmaalla on verrattu anaplasmoosi tapausten määrää bakteeria kantavien puutiaisten määrään. Siellä todettiin, että todennäköisyys saada tartunnan infektiivisestä puutiaisesta on varsin pieni⁴⁸⁸.

⁴⁸² Xiao-Guang Z. et al. (2013) Dual infection with *Anaplasma phagocytophilum* and *Babesia microti* in a *Rattus norvegicus*, China. *Ticks and Tick-borne Diseases* 4(5): 399–402.

⁴⁸³ Gratz N. (2006) Vector- and Rodent-borne Diseases in Europe and North America. Distribution, Public Health Burden and Control. *Cambridge University Press* 393ss.

⁴⁸⁴ Atif F.A. (2015) *Anaplasma marginale* and *Anaplasma phagocytophilum*: Rickettsiales pathogens of veterinary and public health significance. *Parasitology research* 114(11): 3941–3957.

⁴⁸⁵ Strle F. (2004) Human granulocytic ehrlichiosis in Europe. *International journal of medical microbiology: IJMM* 293(Suppl 37): 27–35.

⁴⁸⁶ Stuen S. et al. (2013) *Anaplasma phagocytophilum*--a widespread multi-host pathogen with highly adaptive strategies. *Frontiers in cellular and infection microbiology* 3: 31.

⁴⁸⁷ Alhumaidan H. et al. (2012) Transfusion-transmitted anaplasmosis from leukoreduced red blood cells. *Transfusion* 53: 181–186.

ECDC. Factsheet on Human granulocytic anaplasmosis. <https://ecdc.europa.eu/en/infectious-diseases-public-health/human-granulocytic-anaplasmosis/factsheet-human-granulocytic>

⁴⁸⁸ Hennigsson A.J. et al. (2015) Low risk of seroconversion or clinical disease in humans after a bite by an *Anaplasma phagocytophilum*-infected tick. *Ticks and Tick-borne Diseases* 6(6): 787–792.

3.2.1.10 *Bartonella quintana*, ampumahautakuume

Ampumahautakuume eli viiden päivän kuume oli yleinen ensimmäisen maailmansodan aikana, 1914–1918, länsirintamalla. Ainakin miljoona sotilasta sairastui⁴⁸⁹. Sotien välillä tauti oli käytännössä tuntematon, mutta se palasi Saksaan toisen maailmansodan aikana ja yleistyi vuoteen 1943 mennessä⁴⁹⁰. Ampumahautakuume on harvoin fa-taali, mutta toipilaat pystyivät tartuttamaan sen muutamien kuukausien tai joskus jopa vuosien ajan⁴⁹¹.

Nykyään *B. quintana* on ongelma lähinnä kodittomien keskuudessa. Sitä on tutkittu Ranskassa⁴⁹², Yhdysvalloissa⁴⁹³, Venäjällä⁴⁹⁴ ja Japanissa⁴⁹⁵. Moskovassa kodittomille tarkoitettussa keskuksessa osoittautui, että 19 % asiakkaista oli vaattetaita, ja 12,3 % tutkituista täistä oli seropositiivisia⁴⁹⁶. Muualla se on todennäköisesti jäänyt huomaamatta. Japanissa on myös todettu, että japanilaiset makaakit (*Macaca fuscata*) muodostavat bakteerin varannon⁴⁹⁷.

Vaattetäi on ampumahautakuumeen päävektori. Ihmisen päätäi- ja satiaispopulaatiot ovat yleensä pienempiä, eikä niiden vektorikapasiteettiä ole tutkittu erikseen. Täi saa infektion ottaessaan veriaterian. Bakteeri lisääntyy täin keskisuolen seinämässä. 6–10 päivää infektion jälkeen bakteerit ilmestyvät täin ulosteeseen. Ihminen saa tartunnan hengittäessään kuivunutta ulostetta, tai kun uloste joutuu iholle. Bakteeri ei vaikuta täin elinikään. Täi on infektiivinen loppuelämänsä ajan eli noin 4–5 viikkoa. Bakteeri ei

⁴⁸⁹ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

⁴⁹⁰ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

⁴⁹¹ Tappero.W. et al. (1993) Bacillary angiomatosis and bacillary splenitis in immunocompetent adults. *Annals of internal medicine* 118(5):363–365.

Brouqui P. & Raoult D. (2006) Arthropod-borne diseases in homeless. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1078:223 - 235.

⁴⁹² Rolain J.M. et al. (2002) *Bartonella quintana* in human erythrocytes. *Lancet* 360: 226–228.

⁴⁹³ Spach D.H. (1995) *Bartonella (Rochalimaea) quintana* bacteremia in inner-city patients with chronic alcoholism. *The New England Journal of medicine*. 332: 424–428.

⁴⁹⁴ Rydkina E.B. et al. (1999) *Bartonella quintana* in body lice collected from homeless persons in Russia. *Emerging Infectious Diseases* 5: 176–178.

⁴⁹⁵ Brouqui P. & Raoult D. (2006) Arthropod-borne diseases in homeless. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1078:223 - 235.

⁴⁹⁶ Rydkina E.B. et al. (1999) *Bartonella quintana* in body lice collected from homeless persons in Russia. *Emerging Infectious Diseases* 5: 176–178.

⁴⁹⁷ Sato S. et al. (2015) Japanese Macaques (*Macaca fuscata*) as Natural Reservoir of *Bartonella quintana*. *Emerging Infectious Diseases* 21(12): 2168–2170.

siirry transovariaalisesti seuraavalle sukupolvelle. Täin ulosteessa bakteerit ovat elinkelpoisia hyvin kauan, jopa vuosia⁴⁹⁸.

Suomessa vaattetäit ovat lähinnä päihdeongelmaisten ja kodittomien ongelma⁴⁹⁹. Ampumahautakuumeetta voi esiintyä esimerkiksi muualta tulleiden liikkuvan väestön keskuudessa tai kodittomasti ulkomailla eläneiden suomalaisten keskuudessa.

3.2.1.11 *Borrelia recurrentis*, toisintokuume

Borrelia recurrentis aiheuttaa ihmisessä toisintokuumetta. Hoitamattomana kuolleisuus voi olla jopa 40 %. Afrikassa, Itä-Euroopassa ja Neuvostoliitossa oli arviolta 15 miljoonaa tapaus 1910–1945. Etiopiassa oli vuosittain 10.000 tapaus 1960–1979. Tauti aiheutti Ruotsissa laajan epidemian Kustaa III:n sodan aikana ja tuhansien merimiesten ja sotilaiden kuoleman, ja sodan jälkeen se siirtyi myös siviiliväestön piiriin⁵⁰⁰. Nykyään toisintokuume on kodittomien, pakolaisten ja köyhien ongelma. Marraskuussa 2015 diagnosoitiin 27 tapaus Syyriasta Italiaan tulleiden pakolaisten joukossa⁵⁰¹.

Vaattetäi on toisintokuumeen ainoa tunnettu vektori ja ihminen on ainoa isäntä. Tartunta edellyttää täin kuolemaa, ja siksi täipopulaatioiden on oltava hyvin suuria. Täi saa tartunnan veriateriasta. Useimmat spirokeetat kuolevat keskisuolessa, mutta muutama pystyy tunkeutumaan keskisuoelen seinämän läpi hemoseeliin, jossa ne lisääntyvät. Spirokeettien määrä täin hemolymfassa nousee merkittävästi kuuden päivän kuluttua infektiosta. Ne tunkeutuvat täin hermostoon ja keskiruumiiseen, mutta niitä ei ole löytynyt sylkirauhasista tai munasarjoista. Muutama bakteeri voi kulkeutua ulosteen kanssa, mutta ne ovat kuolemaisillaan, eivätkä pysty viemään infektiota eteenpäin. Ihminen saa bakteerin, jos murskattu täi joutuu iholle. Bakteeri pystyy tunkeutumaan ihon läpi, mutta ne voivat myös päästä ihmiseen raapimishaavojen kautta. Ei tiedetä, miten bakteeri säilyy epidemioiden välillä⁵⁰².

Toisintokuumeen mahdollinen esiintyminen Suomeen liittyy sosiaalisiin ongelmiin. Köyhyys, kodittomuus ja suuret pakolaisvirrat lisäävät tautiin liittyvät riskit.

⁴⁹⁸ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

⁴⁹⁹ Hulden L. (2011) Ohjeistus vaattetäiden hävittämiseksi A-klinikoilla. Moniste.

⁵⁰⁰ Hulden L. (2008) Kuusijalkainen vihollinen. *Schildts* 237 ss.

⁵⁰¹ Rapid riskassessment: communicable disease risks associated with the movement of refugees in Europe during the winter season; 2015.

<https://ecdc.europa.eu/en/publications-data/rapid-risk-assessment-communicable-disease-risks-associated-movement-refugees>

⁵⁰² Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

3.2.1.12 *Borrelia duttoni*

Borrelia duttoni aiheuttaa myös eräänlaista toisintokuumetta, ja sitä esiintyy Itä-, Keski- ja Etelä-Afrikassa. Ihminen on ainoa tunnettu isäntä. Tauti oli yleinen 1940-luvulla. Sen jälkeen tapausten määrä on vähentynyt. Paikallisten ihmisten puutiaispuremisen määrä on vähentynyt elintason noustua⁵⁰³.

Nahkapuutiainen *Ornithodoros moubata* saa infektion veriateriassaan. Keski- ja Etelä-Afrikassa bakteeri tunkeutuu seinämän läpi ja lisääntyy hemoseelissä. Sen jälkeen bakteerit tunkeutuvat keskushermostoon, munasarjoihin ja kooksiirauhaseihin (hämähäkkien eturuumiin sivuilla olevat ohutseinäiset, osittain pallomaiset erityselimet). Bakteerit tunkeutuvat sylkirauhaseihin ainoastaan nymfeissä, ja sen vuoksi ainoastaan nymfit voivat siirtää sitä eteenpäin veriaterian yhteydessä. Aikuiset voivat siirtää infektion kooksiirauhasten eritteessä tai transovariaalisesti seuraavalle sukupolvelle. Infektiivisten jälkeläisten osuus voi olla jopa 90 %⁵⁰⁴.

Borrelia duttoni voi esiintyä paikallisesti merkittävän pitkän ajan. *Ornithodoros moubatan* elinikä voi olla 15 vuotta (ilman ateriaa), ja bakteerin transovariaalinen siirtyminen⁵⁰⁵ voi kestää ainakin 5 sukupolvea. Puutiainen piiloutuu mielellään ahtaisiin rakoihin ja etsiytyy myös ihmisasumuksiin⁵⁰⁶. Elintavoiltaan se jopa muistuttaa seinäludetta. Suomalainen matkailija voi saada mukaansa puutiaisen esimerkiksi safarilla, kun hän jättää reppunsa väärälle paikalle. Taudin esiintyminen Suomessa edellyttää *O. moubatan* vakiintumista sisätiloissa.

3.2.1.13 *Borrelia burgdorferi* s.l.

Borrelia burgdorferi ryhmän bakteerien aiheuttama borrelioosi tunnetaan myös Lymen tautina. Se on Euroopan yleisin puutiaisen välittämä tauti. Se kuvattiin Yhdysvalloissa vuonna 1975, ja *B. burgdorferin* osuutta taudin aiheuttajana selvitettiin 1981. Tauti esiintyy lauhkealla vyöhykkeellä, ja tautitapausten määrä on kasvamassa. *B. burgdorferin* ryhmään kuuluu ainakin 15 lajia, joista vain viisi aiheuttaa tautia ihmisessä. *B. afzelii* ja *B. garinii* ovat tärkeimmät taudinaiheuttajat Euroopassa ja *B. burgdorferi* esiintyy ainoastaan paikoitellen. *B. gariniiä* liitetään erityisesti keskushermoston infektoitumiseen. Euroopassa on myös tunnistettu *B. bavariensis* ja *B. spielmanii*. *B. valaisiana*

⁵⁰³ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

⁵⁰⁴ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

Eldrige B. F. & Edman J.D. (2004) Medical Entomology. *Kluwer verlag* 659 ss.

⁵⁰⁵ Wagner-Jevseenko O. (1958) Reproduction in *Ornithodoros moubata* & genital transmission of *Borrelia duttoni*. *Acta tropica* 15(2): 118–168.

⁵⁰⁶ Eldrige B. F. & Edman J.D. (2004) Medical Entomology. *Kluwer verlag* 659 ss.

ja *B. lusitaniae* aiheuttavat harvoin tautia ihmisessä⁵⁰⁷. *B. miyamotoi* ei ole pidetty ihmisen taudinaiheuttajana, mutta Alankomaissa todettiin ensimmäinen tapaus ihmisessä vuonna 2013⁵⁰⁸. Suomessa on Seilin saarella puutiaisissa löytynyt paitsi *B. burgdorferi* s.s. myös *B. afzelii*, *B. garinii*, *B. valaisiana* ja *B. miyamotoi*⁵⁰⁹.

Tavallinen puutiainen (*Ixodes ricinus*) on Lyme borreliosisin päävektori Euroopassa. Tavallisista puutiaisista 12,3 % kantaa bakteeria⁵¹⁰. Paikallisesti on suuria eroja. Yli 20 % aikuisista puutiaisista Keski-Euroopassa kantaa bakteeria⁵¹¹. Taigapuutiaisella (*Ixodes persulcatus*) on itäinen levinneisyys, mutta aikuisista puutiaisista voi 35,1 % kantaa bakteeria⁵¹². Virossa infektointeiden taigapuutiaisten osuus, 16,3 %, oli korkeampi, kuin tavallisten puutiaisten infektoitujen osuus, 8,2 %⁵¹³. Infektiota kantavien taigapuutiaisten osuus on myös Suomessa suurempi (18,1 %) kuin tavallisten infektiota kantavien puutiaisten osuus (16,2 %)⁵¹⁴. Paitsi *Ixodes* suvun lajit voivat myös neljän muun suvun (*Amblyomma*, *Dermacentor*, *Haemophysalis*, *Rhipicephalus*) lajit olla vektoreita⁵¹⁵.

Jyrsijät muodostavat todennäköisesti *Borrelia burgdorferi* varannon. Bakteeri ei tartu hirviin, valkohäntäkaurisiin tai metsäkaurisiin. Niillä on kuitenkin tärkeä rooli, koska niiden määrä säätelee puutiaispopulaatioita. Jyrsijät muodostavat myös *Borrelia afzelii* varannon, ja bakteeri leviää helposti puutiasiin kimppasyönnin ansiota. Useat jyrsijälajit pystyvät jossain määrin torjumaan puutiaispuremat. On kuitenkin osoitettu, että

⁵⁰⁷ ECDC Factsheet about Borreliosis.

<https://ecdc.europa.eu/en/borreliosis/facts/factsheet>

⁵⁰⁸ Michelet L. et al. (2014) High-throughput screening of tickborne pathogens in Europe. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 4:103.

⁵⁰⁹ Sormunen J.J. et al. (2016) Assessing the abundance, seasonal questing activity, and *Borrelia* and tick-borne encephalitis virus (TBEV) prevalence of *Ixodes ricinus* ticks in a Lyme borreliosis endemic area in Southwest Finland. *Ticks and Tick-borne Diseases* 7: 208–215.

⁵¹⁰ Strnad M. et al. (2017) Europe-Wide Meta-Analysis of *Borrelia burgdorferi* *Sensu Lato* Prevalence in Questing *Ixodes ricinus* Ticks. *Applied and Environmental Microbiology* 83(15): e00609-17.

⁵¹¹ ECDC Factsheet about Borreliosis.

<https://ecdc.europa.eu/en/borreliosis/facts/factsheet>

⁵¹² Uspensky I. et al. (2006) Physiological age of field-collected female taiga ticks, *Ixodes persulcatus* (Acari: Ixodidae), and their infection with *Borrelia burgdorferi* *sensu lato*. *Experimental & applied acarology* 38(2–3): 201–209.

⁵¹³ Geller J. et al. (2013) *Borrelia burgdorferi sensu lato* prevalence in tick populations in Estonia. *Parasites & Vectors* 6: 202.

⁵¹⁴ Laaksonen M. et al. (2018) Tick-borne pathogens in Finland: comparison of *Ixodes ricinus* and *I. persulcatus* in sympatric and parapatric areas. *Parasites & Vectors* 11: 55.

⁵¹⁵ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

metsämyyrän immuunijärjestelmä pystyy huomattavasti paremmin torjumaan infektiivisen puutiaisen pureman, kuin bakteeria kantamattoman puutiaisen pureman⁵¹⁶.

Mustarastaseen (*Turdus merula*) ja talitiaiseen (*Parus major*) on laboratorioissa tartutettu *Borrelia afzelii*. Bakteeri ei kuitenkaan siinä kokeessa pystynyt siirtymään puutiaisesta toiseen kimppasyönnin kautta⁵¹⁷. *Borrelia garinii* on taas lintujen patogeeni⁵¹⁸.

Puutiaistoukka saa infektion ensimmäisessä veriateriassa. Bakteeri tulee joko jyrsijältä, maassa pesivältä linnulta, toisesta puutiaisnymphiltä tai aikuiselta, joka aterioi samasta isännästä lähellä toukkaa⁵¹⁹. Bakteerit siirtyvät keskisuolesta syvälle sylkirauhasiin. Ainoastaan muutamia bakteereita siirtyy syljen mukana isäntään aterioinnin alussa. Veri on kuitenkin puutiaisen ravintona hankala, koska siinä on paljon nestettä. Päästääkseen eroon liiasta nesteestä puutiainen sekoittaa verestä saadun nesteen sylkeen. Sen jälkeen se pumppaa syljensekaisen nesteen takaisin isäntään. Aterioinnin lopussa bakteereita on enemmän syljessä, ja isännän infektioriski kasvaa. Puutiaisen poistaminen usean päivän kestävästä aterioinnin alussa vähentää siis tartuntariskiä⁵²⁰.

B. burgdorferi ja useimmat ryhmän lajeista eivät siirry transovariaalisesti aikuisesta naaraasta munan kautta toukkaan. *B. miyamotoi* voi mahdollisesti olla poikkeus⁵²¹. Varmuutta asiasta ei kuitenkaan ole⁵²².

⁵¹⁶ Randolph S.E. (2009) Tick-borne disease systems emerge from the shadows: the beauty lies in molecular detail, the message in epidemiology. *Parasitology* 136(12): 1403–1413.

⁵¹⁷ Heylen D.J. et al. (2017) Inefficient co-feeding transmission of *Borrelia afzelii* in two common European songbirds. *Scientific reports* 7: 39596

⁵¹⁸ Margos G. et al. (2019) Core genome phylogenetic analysis of the avian associated *Borrelia turdi* indicates a close relationship to *Borrelia garinii*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 131: 93–98.

⁵¹⁹ ECDC Factsheet about Borreliosis.

<https://ecdc.europa.eu/en/borreliosis/facts/factsheet>

States S-L. et al. (2017) Co-feeding transmission facilitates strain coexistence in *Borrelia burgdorferi*, the Lyme disease agent. *Epidemics* 19: 33–42

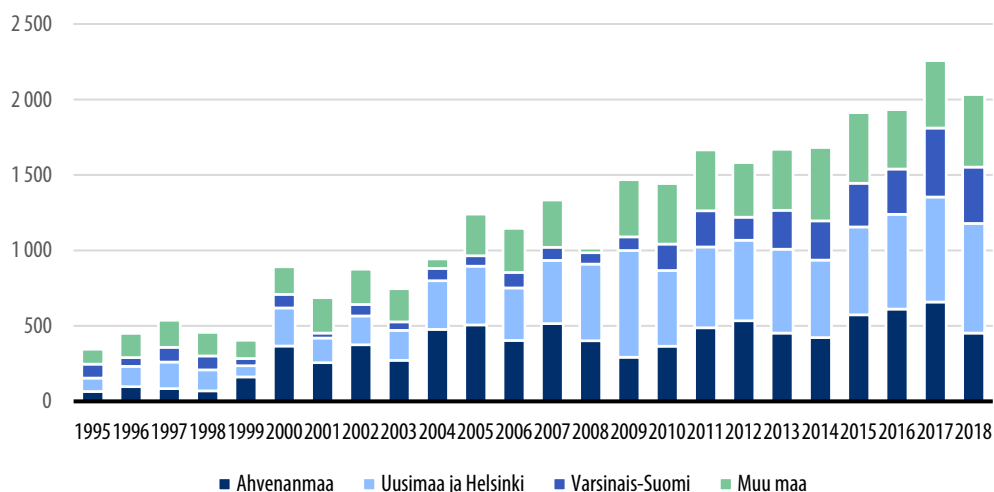
⁵²⁰ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

⁵²¹ Burri C. et al. (2014) Are *Apodemus* spp. mice and *Myodes glareolus* reservoirs for *Borrelia miyamotoi*, *Candidatus Neorhlichia mikurensis*, *Rickettsia helvetica*, *R. monacensis* and *Anaplasma phagocytophilum*? *Ticks and Tick-borne Diseases* 5: 245–251.

⁵²² Strnad M. et al. (2017) Europe-Wide Meta-Analysis of *Borrelia burgdorferi* *Sensu Lato* Prevalence in Questing *Ixodes ricinus* Ticks. *Applied and Environmental Microbiology* 83(15): e00609-17.

Suomessa borrelioositapausten määrä on viime vuosiympäriä ollut tasaisessa kasvussa⁵²³. 1960-luvun lopussa ja 1970-luvun alussa tilanne oli kuitenkin toinen. Tautia ei silloin osattu diagnosoida. Säilyneisiin verinäytteisiin tehty tutkimus on osoittanut, että Lyme borreliosin seroprevalenssi oli silloin huomattavasti korkeampi kuin vuonna 2011. Seroprevalenssi oli korkein yli viisikymmentävuotiailla, työelämän ulkopuolella olevilla sekä Keski- ja Etelä-Suomessa asuvilla⁵²⁴. Vuonna 2018 todettiin 2110 tapausta. Monet seikat vaikuttavat uuteen kasvuun. Osa tutkijoista painottaa ilmaston lämpenemistä⁵²⁵. Pitenevä kasvukausi pidentää jonkin verran puutiaisen saalistuskautta, mutta sen siirtyminen seuraavaan vaiheeseen on aina kiinni veriatierian saannista. Lyme borreliosin nykyisen trendin taustalla olevat syyt ovat huomattavasti monimutkaisempia. Onkin esitetty, että muutokset maankäytössä ja erilaiset taloudelliset tekijät voisivat selittää borrelioositapausten lisääntymisen⁵²⁶.

Kuvio 5. Borrelioositapausten määrät 1995–2018⁵²⁷.



⁵²³ Sajanti E. et al. (2019) Lyme Borreliosis in Finland, 1995 - 2014. *Emerging infectious diseases* 23(8):1282-1288.

⁵²⁴ Cuellar J. et al. (2020) Seroprevalence of Lyme borreliosis in Finland 50 years ago. *Clinical Microbiology and Infection* 26(5): 632–636.

⁵²⁵ Lindgren E. & Jaenson T.G.T. (2006) Lyme borreliosis in Europe: influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures. *WHO Europe* EUR/04/5046250.

⁵²⁶ Rizzoli A. et al. (2011) Lyme borreliosis in Europe. *Eurosurveillance* 16:27.

⁵²⁷ THL. Tartuntatautirekisterin tilastotietokanta.

https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/ttr/shp/fact_shp?row=area-12260&column=time-12059&filter=reportgroup-12465

Suomessa borrelioositapausten määrä on korkeampi miehissä kuin naisissa. Tapaukset ovat myös yleisempiä maan etelä-, keski- ja itäosissa. Väestön seroprevalenssitutkimuksissa osoitettiin, että suomalaisten seroprevalenssi on 3,9%, ja että paikalliset erot ovat 0,87%–6,12%⁵²⁸.

3.2.1.14 *Yersinia pestis*, rutto

Yersinia pestis bakteeri on peräisin Länsi-Kiinasta. Ensimmäinen laajempi pandemia levisi jo myöhäskivikaudella ja pronssikaudella Eurooppaan⁵²⁹. Sen jälkeen ihmiskuntaa on koetellut kolme pandemiaa. 500-luvulla Välimeren maihin saapui ns. Justinianuksen pandemia. Musta surma aloitti toisen pandemian 1347. Se loppui vasta 1700-luvun alussa. Viimeisimpiin toisen pandemian epidemioihin kuului Suomea vuonna 1710 koetellut ruttoepidemia. Tartunta saapui Baltiasta. Arviot uhrien määrästä on vaihdellut 4000 ja 10.000 välillä⁵³⁰.

Kolmas pandemia sai alkunsa 1800-luvun keskivaiheilla, kun Kiinan Yunnanissa puhkesi kapina. Se siirtyi pakolaisten mukana Hongkongin ja Shanghaihin 1890-luvulla. Sieltä alkoi matka höyrylaivoilla eri puolille maailmaa. Uuseita epidemioita puhkesi Intiassa, ja on arvioitu, että kuoli yli 12 miljoonaa ihmistä ruttoon 1896–1921⁵³¹. Saavutuaan Afrikkaan se levisi brittien sotilaskuljetusten mukana sisämaahan buurisodan aikana. Se pääsi myös Amerikoihin, jossa se rantautui ja levisi luonnonvaraisiin jyrsijöihin⁵³². Virallisesti kolmas pandemia julistettiin loppuneeksi vuonna 1959 kun vuosittaisten ruttotapausten määrä oli laskenut alle 200. Lähes 14 miljoonaa ihmistä oli kuollut. Vaarallisempaa oli, että rutto oli saanut uusia varantoja luonnonvaraisten jyrsijöiden keskuudessa, Pohjois- ja Etelä-Amerikassa, Afrikassa, Lähi-Idässä ja Intiassa⁵³³.

Ruttoa esiintyy vieläkin Keski-Aasiassa. Se oli Yhdysvalloissa rantautunut Kaliforniaan, ja sieltä se hitaasti leviää itään luonnonvaraisissa jyrsijöissä. Useimmat ihmispaukset ovat Kaliforniassa, New Mexicossa, Arizonassa, Koloradossa, Oregonissa ja

⁵²⁸ van Beek. et al. (2018) Population-based *Borrelia burgdorferi* sensu lato seroprevalence and associated risk factors in Finland. *Ticks and Tick-borne Diseases* 9(2): 275–280.

⁵²⁹ Valtueña A. et al. (2017) The Stone Age Plague and Its Persistence in Eurasia. *Current biology* 27(23): 3683–3691.

⁵³⁰ Hulden L. et al. (2017) Rutto. *Like* 335 ss.

⁵³¹ Echenberg M. (2010) Plague ports. *NYU Press*. 366 ss.

Catanach I.J. (2001) The "Globalization" of Disease? India and the Plague. *Journal of World History* 12(1): 131.

⁵³² Hulden L. et al. (2017) Rutto. *Like* 335 ss.

⁵³³ Hulden L. et al. (2017) Rutto. *Like* 335 ss.

Nevadassa⁵³⁴. Etelä-Amerikassa sitä esiintyy lähinnä Perussa, Ecuadorissa ja Brasiliassa. Intiassa puhkesi epidemia Suratissa vuonna 1994, jolloin 1200 ihmistä sairastui⁵³⁵. Paniikki, joka seurasi epidemian puhkeamista sai 1,5 miljoonaa ihmistä jättämään kotinsa⁵³⁶. Lähi-idässä ja Pohjois-Afrikassa ilmenee aika ajoin tapauksia. Eteläisessä Afrikassa ruttoa on myös päässyt luonnonvaraisiin jyräjöihin. Valtaosa nykyisistä ruttotapauksista on Madagaskarilla⁵³⁷. Vuosina 1998–2016 epäiltiin 13 234 tapausta, joista 27% vahvistettiin ja 17 % pidettiin todennäköisinä⁵³⁸. Ongelmallista on, että saarella on sekä antibioteille resistentti bakteerikanta, että tavallisille hyönteismyrkyille vastustuskykyisiä kirppuja⁵³⁹.

Ruttoa pidetään pääasiassa jyräjöiden patogeenina ja luonnossa sitä on tavattu yli 200 lajilla. Bakteeri on kuitenkin muidenkin nisäkkäiden patogeeni, mutta se ei tartu lintuihin tai matelijoihin. Isäntiä voidaan jakaa levittäjiin ja ylläpitäjiin. Luonnossa ylläpitäjät asuvat pesissä, joissa on runsaasti kirppuja. Silloin tällöin rutto saa kulkutaudin luonteen ja leviää. Pedot löytävät sairaita ja kuolleita eläimiä, ja voivat kantaa niitä pitkiä matkoja. Silloin tauti voi siirtyä ihmisiin, kotieläimiin ja ihmisen läheisyydessä eläviin rottiin. Myös vektoreina olevilla kirppulajeilla on useita tehtäviä. Mustalla rotalla elävä ruttokirppu (*Xenopsylla cheopis*) on tehokas levittäjä⁵⁴⁰. Ruttokirpun nielussa on pumppumeکانismi, joka siirtää veren kuvun (ruokatorven) läpi keskisuoleen. Ennen keskisuolta kirpulla on voimakas lihasmaha, jossa piikit estävät tervettä kirppua ok-

⁵³⁴ CDC Plague <https://www.cdc.gov/plague/maps/index.html>

⁵³⁵ Dutt A.K. et al. (2006) Surat plague of 1994 re-examined. *The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health* 37(4):755–760.

⁵³⁶ Sivaramakrishnan K. (2011) The return of epidemics and the politics of global-local health. *American journal of public health* 101(6): 1032–1041.

Hulden L. et al. (2017) Rutto. *Like* 335 ss.

⁵³⁷ Bragazzi N L. & Mahroum N. (2019) Trends predicts present and future plague cases during the plague outbreak in Madagascar: insights and implications from an infodemiological study. *JMIR public health and surveillance* 5(1): e13142.

⁵³⁸ Andrianaivoarimanana V. et al. (2019) Trends of Human Plague, Madagascar, 1998-2016. *Emerging Infectious Diseases* 25(2): 220–228.

⁵³⁹ Guiyoule A. et al. (2001) Transferable plasmid-mediated resistance to streptomycin in a clinical isolate of *Yersinia pestis*. *Emerging Infectious Diseases* 7(1):43–48.

Guiyoule A. et al. (1997) Recent emergence of new variants of *Yersinia pestis* in Madagascar. *Journal of Clinical Microbiology* 35(11): 2826–2833.

Miarinjara A. et al. (2017) Plague risk in vulnerable community: assessment of *Xenopsylla cheopis* susceptibility to insecticides in Malagasy prisons. *Infectious Diseases of Poverty* 6(1):141.

Miarinjara A. & Boyer S. (2016) Current Perspectives on Plague Vector Control in Madagascar: Susceptibility Status of *Xenopsylla cheopis* to 12 Insecticides. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 10(2):e0004414.

⁵⁴⁰ Eldrige B.F. & Edman J.D. eds. (2004) Medical Entomology. *Kluwer Academic Publishers* 659 ss.

sentamasta. Kun bakteerit joutuvat keskisuoleen, ne lisääntyvät ja muodostavat hyttelömäisen massan. Ensiksi täyttyy suolen yläosa, sitten lihasmaha ja pumppumeکانismi. Kirppu ei pysty nielemään, vaan yrittää imeä verta isännästä yhä uudestaan. Silloin uusi veri sekoittuu kurkussa bakteerimassan yläosaan, ja kirppu oksentaa bakteeripitoisen veren takaisin isäntään. Ruttokirppu kuolee yleensä noin kymmenessä päivässä. Bakteerihyytelön muodostuminen vaihtelee eri kirppulajien välillä. Toisilla lajeilla sitä ei muodostu kovinkaan paljon. Niiden vektorikapasiteetti on huonompi, mutta ne elävät pidempään, ja voivat ylläpitää ruttotartuntoja ilman nisäkkäitä lähes vuoden⁵⁴¹.

Paitsi kirput, myös monet puutiaislajit voivat toimia ruton vektoreina⁵⁴². Myös vaateäi on todettu olevan pätevä vektori⁵⁴³. Ruttobakteerin kyvystä säilyä nisäkkään tai vektorin ulkopuolella on keskusteltu. Bakteeri säilyy elinkykyisenä ainakin 16 kuukautta steriilissä sopivan kosteassa maanäytteestä⁵⁴⁴. On myös mahdollista, että bakteeri maassa joutuu alkueläimen syömäksi. Alkueläin voi muodostaa kystan, jonka sisällä bakteeri sitten voi säilyä vuosikaupalla⁵⁴⁵. Sen vuoksi voi ilmetä tapauksia alueilla, joista rutto on hävinnyt vuosikymmeniä aikaisemmin⁵⁴⁶.

Ruttoa on aina pidetty nälän, sodan ja luonnonmullistusten seuralaisena. Epidemiat puhkeavat ja leviävät kun suuria määriä likaisia ja nälkäisiä ihmisiä kokoontuu yhteen huonoissa ja epähygieenisissä oloissa sopivien vektoreiden ja bakteerin kanssa. Justinianuksen pandemia on liitetty maanjäristyksiin ja tulivuorenpurkauksista seuranneisiin katovuosiin⁵⁴⁷. Katovuodet vaivasivat Eurooppaa jo ennen mustan surman saapumista luoden kerjäläisjoukkoja ja autoituneita tiloja. Muutamat tutkijat ovat kuitenkin

⁵⁴¹ Hulden L. et al. (2017) Rutto. *Like* 335 ss.

⁵⁴² Fedorov V.N. (1960) Plague in camels and its prevention in the USSR. *Bulletin of the World Health Organization* 23: 275–281.

Thomas R.E. et al. (1990) Experimental Experimental infection of *Ornithodoros* spp. ticks (Acari: Argasidae) with *Yersinia pestis*. *Journal of Medical Entomology* 27(4): 720–723.

⁵⁴³ Drali R. et al. (2015) A New Clade of African Body and Head Lice Infected by *Bartonella quintana* and *Yersinia pestis* - Democratic Republic of the Congo. *American Journal of tropical Medicine and Hygiene* 93(5): 990–903.

Ayyadurai S. et al. (2010) Body lice, *Yersinia pestis orientalis*, and black death. *Emerging Infectious Diseases* 16(5): 892–893.

⁵⁴⁴ Mollaret H.H. (1963) Experimental preservation of plague in soil. *Bulletin de la Société de pathologie exotique et de ses filiales* 56: 1168–1182.

⁵⁴⁵ Pushkareva V.I. (2003) [Experimental evaluation of interaction between *Yersinia pestis* and soil infusoria and possibility of prolonged preservation of bacteria in the protozoan oocysts]. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii, i immunobiologii* 4: 40–44.venäjäksi.

⁵⁴⁶ Ayyadurai S. et al. (2008) Long-term persistence of virulent *Yersinia pestis* in soil. *Microbiology* 154(Pt 9):2865-71.

⁵⁴⁷ Hulden L. et al. (2017) Rutto. *Like* 335 ss.

halunneet liittää ruttoepidemioiden ilmaston. Lewnard & Townsend ovat tutkineet kolmannen pandemian epidemiat muutamassa isossa kaupungissa brittien hallitsemassa Intiassa. Vuosittaiset lämpötila- ja kosteusvaihtelut vaikuttivat kirppujen ja rottien määriin ja siten myös epidemioiden lyhyen ajan trendiin⁵⁴⁸.

Schmid ja hänen tutkimusryhmänsä ovat yrittäneet yhdistää satamakaupunkien toisen pandemian ruttoepidemioiden Karakorumin ilmastonvaihteluihin⁵⁴⁹. Tutkimus käsittelee kuitenkin vain murto-osan Eurooppaa vaivanneista epidemioista. Suurin osa epidemioista kiersi sotajoukkojen seuralaisina myöhäiskeskiajan ja 1500-luvun uskonnollisten ja talonpoikaiskapinoiden mukana sekä 1600-luvulla kolmikymmenvuotisen sodan seurauksena. Itämeren maiden laajat ruttoepidemioiden 1700-luvun alussa liittyivät Suuren Pohjansodan sotajoukkojen ja pakolaisvirtojen liikkumisiin⁵⁵⁰.

On epätodennäköistä, että rutto palaa Suomeen ainakaan laajana epidemiana. Matkailijat voivat kyllä tuoda yksittäisiä tapauksia. Ruttokirppu ei esiinny Suomessa. Iso-rotan kirppu (*Nosopsyllus fasciatus*) esiintyy kyllä Suomessa, mutta sitä pidetään huonona vektorina. Toisaalta se pystyy kyllä kantamaan bakteeria kauemmin, koska bakteeri ei sen vatsassa muodota kovin isoa tulppaa⁵⁵¹. Suomessa kirput ovat harvinaisia ihmisten ja koirien ulkoloisina. Käytännössä suomalaiset eivät juuri altistu kirppujen puremille, paitsi puhdistessaan linnunpönttöjä. Myös vaatetait ovat vielä harvinaisia Suomessa.

3.2.1.15 *Bacillus anthracis*, pernarutto

Pernarutto tunnettiin jo 1800-luvulla villanlajittelijoiden tautina. Vuosina 1899–1904 Kidderminsterin kaupungissa Englannissa 1,6 tuhannesta villatyöntekijöistä sairastui tautiin⁵⁵². Vuonna 2009 ilmeni huumeikäyttäjien keskuudessa saastuneesta herooinista saatua pernaruttoa. Muutaman vuoden kuluessa yhteensä 70 tapaus ilmeni Isossa Britanniassa, Ranskassa, Tanskassa ja Saksassa⁵⁵³. Nykyään pernarutto on kuitenkin

⁵⁴⁸ Lewnard J. A. & Townsend J.P. (2016) Climatic and evolutionary drivers of phase shifts in the plague epidemics of colonial India. *PNAS* 113(51): 14601–14608.

⁵⁴⁹ Schmid B.V. (2015) Climate-driven introduction of the Black Death and successive plague reintroductions into Europe. *PNAS* 112(10):3020–3025.

⁵⁵⁰ Hulden L. et al. (2017) Rutto. *Like* 335 ss.

⁵⁵¹ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary entomology. *CAB International* 725 ss.

⁵⁵² Carter T. (2002) The dissemination of anthrax from imported wool Kidderminster 1900–14 *Occupational and environmental medicine* 61(2): 103–107.

⁵⁵³ Berger T. et al. (2014) Injectional anthrax - new presentation of an old disease. *EuroSurveillance* 19(32). pii: 20877.

harvinainen EU-maissa. Vuonna 2016 oli ainoastaan kuusi vahvistettua tapausta; yksi Espanjassa ja viisi Romaniassa⁵⁵⁴.

Pernaruton tartunta tapahtuu, kun ihminen joutuu kosketuksiin anthraxitiöiden kanssa. Itiöt voivat siirtyä haavojen, hengitysteiden, ravinnon tai ruoansulatuksen kautta⁵⁵⁵. Itiöt voivat sitten aktivoitua ja muuttua anthrax bakteereiksi⁵⁵⁶. Tauti on hyvin tarttuva, mutta tartunnan saanut ei tartuta sitä eteenpäin. Esimerkiksi Ruotsissa lähellä Varbergia vuonna 1981 puhjennut tauti johtui todennäköisesti siitä, että Viskan-joesta oli nostettu saastunutta pohjamutaa. Siinä olleet itiöt joutuivat kasveihin, jotka heinän seassa syötettiin karjalle⁵⁵⁷. Pernaruttoa pidetään myös tärkeänä biologisen sodankäynnin patogeenina. Neuvostoliitossa tapahtui onnettomuus 1979 Sverdlovskissa, jolloin mikrohiukkasiin kiinnitettyjä bakteereita pääsi ilmakehään, ja yli 60 ihmistä menehtyi⁵⁵⁸. Myös Yhdysvallat ja Iso-Britannia tekivät kokeita patogeenien levittämiseksi aerosolien kautta⁵⁵⁹. Skotlannissa Gruinard saari saastui kokeiden seurauksena vuonna 1942. Saarelle asetettiin karanteeni, jota kumottiin vasta vuonna 1990 laajojen puhdistustoimenpiteiden jälkeen⁵⁶⁰.

Muutamit hyönteiset voivat olla itiöiden tai bakteerien välittäjiä suosissaan. Tärkeimmät ovat paarmat⁵⁶¹, pari hyttyslajia (keltakuumehyttynen (*Aedes aegypti*), *Aedes taeniorhynchus*) ja myös Suomessa esiintyvä pistokärpänen (*Stomoxys calcitrans*)⁵⁶².

⁵⁵⁴ ECDC Anthrax. Annual Epidemiological Report for 2016. Surveillance Report. https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/AER_for_2016-anthrax.pdf

⁵⁵⁵ Dixon T.C. et al. (1999) Anthrax. The New England Journal of Medicine 341(11): 815–826.

⁵⁵⁶ CDC. <https://www.cdc.gov/anthrax/basics/how-people-are-infected.html>

⁵⁵⁷ Smittsskyddsinstitutet. Mjältbrand. <https://web.archive.org/web/20120712090122/http://www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/mjaltbrand/>

⁵⁵⁸ Paunio M. (1999) Tartuntataudin leviäminen ilmateitse: räjähdysenomainen tuhkarokkoepidemia huosti ilmastoidussa koulussa Honkajoella. *Suomen Lääkärilehti* 54(10): 1223–1228.

⁵⁵⁹ Hulden L. et al. (2017) Rutto. *Like* 335ss.

⁵⁶⁰ Manchee R.J. (1994) Formaldehyde Solution Effectively Inactivates Spores of *Bacillus anthracis* on the Scottish Island of Gruinard. *Applied and environmental microbiology* 60(11): 4167–4171.

⁵⁶¹ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary entomology. *CAB International* 725 ss.

⁵⁶² Turell M.J. & Knudson G.B. (1987) Mechanical transmission of *Bacillus anthracis* by stable flies (*Stomoxys calcitrans*) and mosquitoes (*Aedes aegypti* and *Aedes taeniorhynchus*). *Infection and immunity* 55, 1859–1861.

Anthraxia on myös eristetty raatokärpäsisistä (heimo Calliphoridae) sekä huonekärpäsestä (*Musca domestica*)⁵⁶³. Suomessa on 38–39 paarmalajia⁵⁶⁴. Vektoreina tunnettuja hyttyslajeja ei ole Suomessa.

On mahdollista, että pernaruttoa on esiintynyt Suomessa jo 1500-luvulla⁵⁶⁵. Pernarutto oli Suomessa yleinen tauti eläimissä 1960-luvulle saakka. Sitä on tavattu eniten Varsinais-Suomessa, Satakunnassa, Kanta-Hämeessä, Pirkanmaalla, Pohjanmaalla ja Uudellamaalla⁵⁶⁶. Tauti on nykyään Suomessa harvinainen. Tietoisuus taudin epidemiologiasta, parantunut ruokintahygienia ja toimenpiteet taudin ehkäisemisessä (esim. raatojen käsittely) ovat vaikuttaneet taudin vähenemiseen. Ruotsissa kiellettiin luujauhon tuonti rehuksi 1957, ja se johti siellä nopeaan tautitapausten vähenemiseen⁵⁶⁷. Suomessa on vuoden 1940 jälkeen esiintynyt 283 tapausta 150:ssä paikassa. Useimmat tapaukset ovat naudoissa, mutta niitä on myös ollut hevosissa, siioissa, lampaissa, koirissa ja turkiseläimissä⁵⁶⁸.

Pernaruttoepidemiaa on säännöllisesti esiintynyt 30–40 vuoden välein porojen keskuudessa Taimyrin niemimaalla⁵⁶⁹. Noin 1,5 miljoonaa poroa kuoli pernaruttoon vuosina 1897–1925. Samana aikana on 29000 ihmisten ja karjan tautitapauksia ilmoitettu pohjoisvenäläisistä kylistä⁵⁷⁰. Monet vanhat haudat eivät täyttäneet terveysturvallisuuden vaatimuksia. Ikiroudassa kaivetut haudat eivät voineet olla kovinkaan syviä.

⁵⁶³ Fasanella A. et al. (2010) Evaluation of the House Fly *Musca domestica* as a Mechanical Vector for an Anthrax. *PLoS One* 5:e12219.

Blackburn J.K. et al. (2014) The necrophagous fly anthrax transmission pathway: empirical and genetic evidence from wildlife epizootics. *Vector borne and zoonotic diseases* 14:576–83.

⁵⁶⁴ Kahanpää J. et al. (2014) Checklist of the lower Brachycera of Finland: Tabanomorpha, Asilomorpha and associated families (Diptera). *ZooKeys* 441: 165–181.

⁵⁶⁵ Törnblom, L (1995) Sjukdomar och dödlighet bland kronboskapen i sydvästra Finland. *Hippokrates* 12.

⁵⁶⁶ Kivelä S-L. (1993) Pernaruton esiintyminen eläimillä Suomessa vuosina 1940–1990. Syventävien opintojen tutkielma. Eläinlääketieteellinen korkeakoulu, Mikrobiologian ja epizootologian laitos.

⁵⁶⁷ Elvander M. et al. (2017) Historical cases of anthrax in Sweden 1916-1961. *Transboundary and emerging diseases* 64(3):892–8.

⁵⁶⁸ Lieneman T. et al. (2018) Genotyping and phylogenetic placement of *Bacillus anthracis* isolates from Finland, a country with rare anthrax cases. *BMC Microbiology* 18:102.

⁵⁶⁹ Klovov K.K. (2011) National Fluctuations and Regional Variation in Domesticated Reindeer Numbers in the Russian North: Possible Explanations. *Sibirica* 10(1): 23–47.

⁵⁷⁰ Klovov K.K. (2011) National Fluctuations and Regional Variation in Domesticated Reindeer Numbers in the Russian North: Possible Explanations. *Sibirica* 10(1): 23–47.

Ikiroudan sulaminen aiheuttaa tulvia ja eroosiota, jotka paljastavat vanhat pernaruttoon kuolleiden eläinten haudat⁵⁷¹. Ylilaiduntaminen ja porojen suuri määrä⁵⁷² aiheuttavat myös eroosiota, mikä lisää anthraxin riskiä. Ylilaiduntaminen on ongelma myös Suomen Lapissa⁵⁷³. Pernaruton historiallista levinneisyyttä siellä ei tunneta.

Vuoden 2016 epätavallisen lämmin ja kuiva kesä on myös liitetty pernaruttoepidemiaan. 2650 poroa kuoli Pohjois-Venäjällä. Porojen vastustuskyky oli alentunut lämpötilan vuoksi. 30 ihmistä saivat tartunnan ja yksi teini-ikäinen kuoli. Lämmennyt maaperä oli otollinen itiöiden sulamiselle⁵⁷⁴. Monet venäläiset tutkijat ovat varovaisia liittäessään pernaruttoepidemian ilmastomuutokseen. Tautiin sairastuneet ihmiset (96,4 %) saivat tartunnan teurastuksissa sairastuneiden eläinten lihan kautta, ja rokotusten puuttuminen on tärkeämpi syy tapausten kasvuun kuin ilmasto⁵⁷⁵. On myös esitetty, että lämmin kesä olisi aiheuttanut hyönteisten massaesiintymistä⁵⁷⁶. Kyseessä voi olla väärinkäsitys, koska alkuperäisessä tutkimuksessa ei pidetä siellä olevia hyönteisiä pernaruttoepidemian taudinvälittäjinä.⁵⁷⁷ Tundralla esiintyy pääasiassa mäkäreitä, hyttysiä ja polttiaisia, eikä pohjoisia hyttyslajeja tunneta pernaruton vektoreina. Teoriassa mäkärät ja polttiaiset voisivat ehkä toimia mekaanisina vektoreina ja kantaa itiöitä suuosissaan. Molemmat ottavat veriaterian samalla tavalla kuin paarmat, eli puremalla reiän isäntään ja hörppivät haavasta vuotavan veren. Ne ovat kuitenkin huomattavasti paarmoja pienempiä, eikä sellaista mahdollisuutta ole edes pohdittu kirjallisuudessa.

⁵⁷¹ Revich B.A. & Podolnaya M.A. (2011) Thawing of permafrost may disturb historic cattle burial grounds in East Siberia. *Global Health Action* 4(1).

⁵⁷² Waits A. et al. (2018) Human infectious diseases and the changing climate in the Arctic. *Environment International* 121: 703–713.

⁵⁷³ Klovov K.B. (2008) Northern reindeer of Taymyr Okrug as the focus of economic activity: Contemporary problems of reindeer husbandry and the wild reindeer hunt. *Polar Geography* 21(4): 233–271.

⁵⁷⁴ Simonova E.G. et al. (2017) Anthrax in the Territory of Yamal: Assessment of epizootiological and epidemiological risks. *Проблемы Особо Опасных Инфекций* 1: 89–93.

⁵⁷⁵ Dugarzhapova Z.F. et al. (2017) Anthrax in the Asian part of the Russian Federation. Security issues in Russia III: Food and waterborne diseases in the Russian Arctic, Siberia and the Far East, 2000–2011. *Проблемы Особо Опасных Инфекций* 1: 59–64.

⁵⁷⁶ Waits A. et al. (2018) Human infectious diseases and the changing climate in the Arctic. *Environment International* 121: 703–713.

⁵⁷⁷ Simonova E.G. et al. (2017) Anthrax in the Territory of Yamal: Assessment of epizootiological and epidemiological risks. *Проблемы Особо Опасных Инфекций* 1: 89–93.

Taimyrin tautiriskiä vaikuttaa lisääntynyt maankäyttö (porojen määrä), ohut maakerros, kesän lämpötila ja huono rokotustilanne. Tautitapausten seurannalla ja maankäytön vähenemisellä voidaan siellä estää ihmisten pernaruttoepidemiat⁵⁷⁸. On epätodennäköistä, että ilmaston lämpeneminen voisi aiheuttaa lisääntyneitä pernaruttotapauksia Suomessa. Pernaruttoitoiden ekologia voi kuitenkin aiheuttaa paikallisia tapauksia. Ne säilyvät sopivissa olosuhteissa kymmeniä vuosia, jopa 200 vuotta on mainittu. Pohjois-Amerikassa tehty tutkimus on osoittanut, että itiöiden säilyvyys on paras kosteassa, orgaanisessa ei-happamassa kalkkipitoisessa maaperässä. Kalsium vaikuttaa todennäköisesti sekä itiön kuoren muodostumiseen että sen pitkäikäisyyteen⁵⁷⁹. Pernaruttoa on Suomessa esiintynyt eniten alueilla, joiden maaperässä on savikerrostumia. Savimaassa onkin korkea pH-arvo ja kalsiumpitoisuus⁵⁸⁰.

Mahdollinen pernaruton puhkeaminen Suomessa liittyisi todennäköisesti maansiirtotöihin. Pernaruttotapaukset on selvitetty vuosilta 1940–1960⁵⁸¹. Niitä edeltäviä tapauksia ei tunneta. Uusien teiden rakentaminen ja rakennuskannan kasvu varsinkin pääkaupunkiseudulla sekä Turun ja Tampereen ympäristöt ovat riskivähykkeessä, ja tarkkaa tietoa taudin aikaisemmasta esiintymisestä pitäisi olla suunnittelijoiden tiedossa.

3.3 ”Alkueläimet” (”Protozoa” tai ”Protista”)

Alkueläimet eivät muodosta yhtenäistä fylogeneettista ryhmää, vaan siihen on kuulunut yli 65.000 lajia yksisoluisia eliöitä, jotka nykyisin on jaettu useisiin eri eliöluokkiin ja ryhmiin (esim. eliöluokat Kinetoplasmida ja Apicomplexa sekä eräät sieni- ja leväryhmät)⁵⁸². Muutamat lajit ovat vektorivälittäisiä patogeeneja kuten esimerkiksi mala-

⁵⁷⁸ Prokudin A.V. et al. (2016) Использование прогностического моделирования для изучения эпизоотического процесса зоонозных инфекций на примере полуострова Таймыр. *Генетика И Разведение Животных* 2: 41–46.

⁵⁷⁹ van Ness G.B. (1971) Ecology of anthrax. *Science* 172: 1303–1307.

⁵⁸⁰ Tikkanen, Ilona (2017) *Bacillus anthracis*-bakteerin säilyminen ympäristössä – säilymiseen vaikuttavat tekijät ja niiden merkitys Suomessa. Lisensiaatintutkielma. Eläinlääketieteellisten biotieteiden osasto. Helsingin yliopisto. 63 ss.

⁵⁸¹ Tikkanen, Ilona (2017) *Bacillus anthracis*-bakteerin säilyminen ympäristössä – säilymiseen vaikuttavat tekijät ja niiden merkitys Suomessa. Lisensiaatintutkielma. Eläinlääketieteellisten biotieteiden osasto. Helsingin yliopisto. 63 ss.

Kivelä S-L. (193) Pernaruton esiintyminen eläimillä Suomessa vuosina 1940-1990. Lisensiaatin tutkielma. Eläinlääketieteellinen tiedekunta. Helsingin yliopisto. Lainattu edellämainitun teoksen mukaan.

⁵⁸² Adl, S. M. et al. (2005) The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 52(5): 399–400.

riaa aiheuttava horkkahyttysten välittämä *Plasmodium* suku (Apicomplexa, Plasmodiidae heimo), unitautia aiheuttava tsetsekärpästen välittämä *Trypanosoma brucei* (Kinetoplastida, Trypanosomatidae heimo) sekä eräiden petoluteiden välittämä Chagan tautia aiheuttava *Trypanosoma cruzi*. Sekä afrikkalaiset tsetsekärpäset että eteläamerikkalaiset vektoriluteet eivät kuulu potentiaalsiin vieraslajeihin, joten unitaudin ja Chagan taudin saapuminen Suomeen ei ole todennäköistä. Leishmaniaasista aiheuttavat *Leishmania* -suvun lajit (Kinetoplastida, Trypanosomatidae heimo) on aikaisemmin myös laskettu alkueläimiin. Leishmaniaasista esiintyy lähinnä Välimeren maissa ja vektoreina toimivat perhossääskien heimoon (Psychodidae) kuuluvat hietasääsket (Phlebotominae alaheimo, suvut *Lutzomyia* ja *Phlebotomus*). Vektorit vaativat vakaan, lämpimän ja kostean ilmaston, eivätkä selviä Pohjois-Euroopassa. Hietasääskien pohjoisraja kulkee pitkin 50 °C leveyspiiriä Pohjois-Amerikassa ja Euraasiassa⁵⁸³.

Taulukko 4. *Plasmodium* spp. sekä *Babesia divergens* ihmisen patogeenina

Patogeeni	Heimo	Vektorit	Isäntä	Tauti
<i>Plasmodium falciparum</i>	Plasmodiidae	<i>Anopheles</i> spp. horkkahyttiset	Ihminen	malaria
<i>Plasmodium vivax</i>				
<i>Plasmodium ovale</i> - <i>P. ovale wallikeri</i> - <i>P. ovale curtisi</i>				
<i>Plasmodium malariae</i>				
<i>Plasmodium knowlesii</i>			apina, ihminen	
<i>Babesia divergens</i>	Babesiidae	<i>Ixodes</i> spp. puutiaiset	Märehtijät, (ihminen)	punatauti babesioosi

⁵⁸³ Maroli M. et al. (2013) Phlebotomine sandflies and the spreading of leishmaniasis and other diseases of public health concern. *Medical and Veterinary entomology* 27(2): 123–147.

3.3.1.1 Ihmisen *Plasmodium* spp. lajit, malaria

Vuonna 2017 maailmassa oli 219 miljoonaa malariatapausta, joista 435.000 johti kuolemaan⁵⁸⁴. Malaria esiintyy pääasiassa Saharan eteläpuolella Afrikassa. Keski-Amerikassa, Etelä-Amerikan pohjoisissa valtioissa sekä Etelä-Aasiassa. Vaikka malarialla on pitkään ollut laskeva trendi, tilanne pysähtyi vuonna 2017⁵⁸⁵.

Kuusi *Plasmodium* lajia/alalajia (*P. ovale* on jaettu alalajeiksi) aiheuttaa malariaa ihmisellä. Niistä tärkeimmät ovat *P. falciparum* sekä *P. vivax*. *P. falciparum* esiintyy pääasiassa Afrikassa, ja *P. vivax* vastaa 65 % tapauksista Amerikassa ja Aasiassa⁵⁸⁶. Historiallisesti *P. vivaxilla* on ollut erittäin laaja levinneisyys⁵⁸⁷ pohjoisella pallonpuoliskolla: Yhdysvaltojen pohjoisosissa⁵⁸⁸, Kanadassa⁵⁸⁹, Jakutiassa⁵⁹⁰ sekä Norjan⁵⁹¹ Jäämeren rannikolla. Myös *P. falciparumilla* on ollut nykyistä levinneisyyttä laajempi esiintyminen. Sitä esiintyi esimerkiksi Arkangelissa Neuvostoliiton sisällissodan aikana⁵⁹².

Malaria on käytännössä historiallisesti ollut levinneisyys melkein kaikkissa maissa, joissa on horkkahyttysiä. Ainoa poikkeus lienee Mongolia. Ihminen ei myöskään ole pystynyt hävittämään malarian tuhoamalla vektoripopulaatioita. Se on tapahtunut ainoastaan kahdesti: Malediiveilla, jossa horkkahyttysset olivat vieraslaji sekä Palestiinassa, jossa Israel miehitti alueet, jossa oli horkkahyttysiä⁵⁹³. Malarian häviäminen teollisuusmaista johtuu perheeseen pienemmisestä. Malaria häviää spontaanisesti, kun yhdessä nukkuvien henkilöiden lukumäärä laskee alle neljän⁵⁹⁴. Hyttynen pistää käytännössä ainoastaan nukkuvia henkilöitä, joten samassa huoneessa/tilassa nukkuvien

⁵⁸⁴ WHO. Malaria <https://www.who.int/malaria/en/>

⁵⁸⁵ WHO. World malaria report 2018. 165 ss.

⁵⁸⁶ Vogel G (2013). The forgotten malaria. *Science* 342 (6159): 684–687.

⁵⁸⁷ Bruce-Chwatt, L.J. & de Zulueta J.J (1980) The rise and fall of malaria in Europe: A historico-epidemiological study. *Oxford university press* 240ss.

⁵⁸⁸ Ackerknecht, Erwin H. (1945) Malaria in the Upper Mississippi Valley. Supplements to the Bulletin of the History of Medicine. Baltimore, The Johns Hopkins Press 142ss.

⁵⁸⁹ Fisk, G.H. (1931) Malaria and the *Anopheles* mosquito in Canada. *The Canadian Medical Association Journal* 679–683.

⁵⁹⁰ Lysenko A.Y & Semashko I.N. (1968) Geography of malaria. A medical-geographical study of an ancient disease. *Medical Geography* 1966.

⁵⁹¹ Reiter P. (2008) Global warming and malaria: knowing the horse before hitching the cart. *Malaria Journal* 7(Suppl I): S3.

⁵⁹² Bruce-Chwatt, L.J. & de Zulueta J.J (1980) The rise and fall of malaria in Europe: A historico-epidemiological study. *Oxford university press* 240ss.

⁵⁹³ Hulden L. et al. (2013) Average household size and the eradication of malaria. *Journal of the Royal Statistical Society. Serie A. Statistics in Society* 1773: 725–742.

⁵⁹⁴ Hulden L. et al. (2013) Average household size and the eradication of malaria. *Journal of the Royal Statistical Society. Serie A. Statistics in Society* 1773: 725–742.

lukumäärä ratkaisee lopulta malarialoision kohtalon⁵⁹⁵. Hyttysverkkojen avulla voidaan simuloida tilanne, jossa ihmisten välisen tartunnan mahdollisuus vähenee. Jakamalla henkilökohtaisia hyttysverkkoja on malaria saatu häviämään Aneityumin saarella Vanuatussa⁵⁹⁶.

Horkkahyttiset (*Anopheles* spp.) ovat malarian ainoat vektorit. Suvussa on n. 460 lajia, ja niistä 30–40 on nykyään vektoreita. Käytännössä on osoittautunut, että jos loisio saa kontaktin tarpeeksi pitkäikäisen horkkahyttyslajin kanssa, on horkkahyttysellä vektorikapasiteettia. Paras esimerkki on *P. vivaxin* matka Atlantin yli joskus 1500-luvulla. Loisio pystyi heti käyttämään paikallisia amerikkalaisia horkkahyttyslajeja. Ne kuuluvat *Anopheles* suvun alasukuun, joka on ollut erossa Vanhan maailman horkkahyttysistä noin 100 miljoonaa vuotta.

Plasmodium suvun loisiot päätyvät vektoriin veriaterian kautta. Vektorissa ne lisääntyvät suvullisesti, ja sporozoitit siirtyvät hyttysen sylkirauhasiin. Sylkirauhasissa ne vaikuttavat rauhasen apyraasituotantoon. Vähentynyt apyraasi saa hyttysen pistämään useammin ja imemään verta kauemmin⁵⁹⁷. Kun sporozoitit veriaterian yhteydessä pääsevät isäntään, ne hakeutuvat maksaan. Osa *P. vivaxin* sporozoiteista muodostavat lepotilassa olevia hypnozoiteja. Lepovaihe voi kestää useita vuosia⁵⁹⁸. *P. falciparum* ei muodosta vastaavanlaista lepovaihetta. Maksassa sporozoitit tunkeutuvat makkasoluihin ja lisääntyvät suvuttomasti. Sen jälkeen ne siirtyvät verenkiertoon ja tunkeutuvat punaisiin verisoluihin. Ne lisääntyvät suvuttomasti verisoluissa. Osa jälkeläisistä tunkeutuu uusiin verisoluihin, osasta kehittyy gametosyyteja, jotka pystyvät lisääntymään suvullisesti. Ne hakeutuvat ihon alle paikkoihin, joissa ne helposti pääsevät vektoriin sen ottaessa veriaterian⁵⁹⁹. Loision kehitysaika hyttysessä riippuu lämpötilasta⁶⁰⁰. Yleensä lämpötila on samalla optimaalinen munien kehitykseen. Hyttynen

⁵⁹⁵ Hulden L & Hulden L. (2009) The decline of malaria in Finland--the impact of the vector and social variables. *Malaria Journal* 8(94): 1–9.

⁵⁹⁶ Watanabe N. et al. (2014) Determinants of the use of insecticide-treated bed nets on islands of pre- and post-malaria elimination: an application of the health belief model in Vanuatu. *Malaria Journal* 13(441): 1–12.

⁵⁹⁷ Ribeiro J.M.C. et al. (1985) Salivary gland apyrase determines probing time in anopheline mosquitoes. *Journal of Insect Physiology* 31: 346–689.

Hulden L. & Hulden L. (2011) Activation of the hypnozoite: a part of *Plasmodium vivax* life cycle and survival. *Malaria Journal* 10(90): 1–6.

⁵⁹⁸ Hulden L. et al. (2008) Natural relapses in vivax malaria induced by *Anopheles* mosquitoes. *Malaria Journal* 7(64): 1–11.

⁵⁹⁹ Manguin S. et al. (2008) Biodiversity of Malaria in the world. *John Libbey Eurotext* 464 ss.

⁶⁰⁰ Singh P. et al. (2016) Intricacies of using temperature of different niches for assessing impact on malaria transmission. *Indian Journal of Medical Research* 144(1): 67–75.

pystyy lentämällä hakeutumaan sopivaan lämpötilaan. Jos ulkona on liian kuuma, se hakeutuu sisätiloihin ja vastaavasti ulos, jos lämpötila sisällä on sopimaton.

Useat tutkimusryhmät ovat mallintaneet tulevaisuuden malaria-alueet, ja liittäneet tulokset ilmaston lämpenemiseen⁶⁰¹. Kylmässä ilmastossa malaria on siirtynyt sisätiloihin talvehtivien horkkahyttysten kanssa⁶⁰², joten ilmaston lämpötilalla ei ole ollut merkitystä. Suomessa malaria onkin ollut kotoperäinen koko maassa. Se hävisi hitaasti ja Helsingin viimeinen epidemia oli 1902⁶⁰³. Jatkosodan aikana malariatapausten määrä lisääntyi rintamalla⁶⁰⁴. Kotoperäinen malaria hävisi 1950-luvulla.

Vuosittain Suomessa todetaan 30–50 malariatapausta matkailijoilla tai maahanmuuttajilla⁶⁰⁵. Valtaosa on saanut tartunnan Afrikassa, ja suurin osa sairastaa *P. falciparum* lajia. Vaikka malaria on aina levinnyt ihmisen mukana uusille alueille, on kotoperäisen malarian paluu epätodennäköinen. Käytännössä sopivia vektoreita kuitenkin löytyy melkein jokaisesta kesämökistä ja rantasauunasta. Ellei tiloja lämmitetä, hyttiset aktivoituvat keväällä, ja ottavat veriaterian ennen munimista⁶⁰⁶. Jos malariaa sairastava ihminen yöpyy sellaisissa tiloissa voi loisio siirtyä hyttyseen. Riippuen *Plasmodium* lajista, sporogonia tarvitsee vähintään 16 °C lämpötilan. Kesämökissä tai saunassa on kuitenkin yhdessä nukkuvien lukumäärä yleensä hyvin rajallinen. Todennäköisyys on pieni, että infektiivinen horkkahyttynen voisi löytää terveen isännän.

3.3.1.2 Babesioosi

Yli sata *Babesia* (*Piroplasma*) lajia on kuvattu. Babesioosi on yksi tärkeimmistä sekä luonnonvaraisten nisäkkäiden että kotieläinten taudeista⁶⁰⁷. Vain muutama laji on ihmisen patogeeni. Babesioositapausten määrä ihmisellä vaihtelevat maailmanlaajuisesti. Sitä diagnosoidaan harvoin malaria-alueilla. Babesioosi on Yhdysvalloissa jonkin verran lisääntynyt ja myös levinnyt maantieteellisesti. Vuosina 2011–2014 todettiin

⁶⁰¹ Caminade C. et al. (2014) Impact of climate change on global malaria distribution. *PNAS* 111 (9) 3286–3291

⁶⁰² Hulden L et al. (2005) Endemic malaria: an 'indoor' disease in northern Europe. Historical data analysed. *Malaria Journal* 4(19): 1–13.

⁶⁰³ Hulden L & Hulden L. (2009) The decline of malaria in Finland--the impact of the vector and social variables. *Malaria Journal* 8(94): 1–9.

⁶⁰⁴ Hulden L. & Hulden L. (2008) Dynamics of positional warfare malaria: Finland and Korea compared. *Malaria Journal* 7(17): 1–13.

⁶⁰⁵ THL. Tartuntatautirekisterin tilastotietokanta.

https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/ttr/shp/fact_shp?row=area-12260&column=time-12059&filter=reportgroup-12356

⁶⁰⁶ Vogel G (2013). The forgotten malaria. *Science* 342 (6159): 684–687.

⁶⁰⁷ Beugnet F. & Moreau Y. (2015) Babesiosis. *Revue scientifique et technique* (International Office of Epizootics) 34(2): 627–639.

siellä 4631 uutta tapausta⁶⁰⁸. Suurin osa ihmisten tapauksista ovat *Babesia microtin* aiheuttamia, mutta myös *B. divergensin* sekä *B. venatorum* eli *Babesia* sp. EU1 tapauksia tunnetaan⁶⁰⁹. Euroopassa *B. divergens* infektiot ovat kuitenkin yleisimmät ihmisessä ja tavallinen puutiainen (*Ixodes ricinus*) on tärkein vektori. Suomesta tunnetaan yksi fataali babesioosi tapaus ihmisellä⁶¹⁰. *Babesia* on suhteellisen harvinainen patogeeni verrattuna useisiin muihin puutiaisvälitteisiin patogeeneihin Euroopassa⁶¹¹.

Isäntä saa tartunnan puutiaispureman kautta. Tartunnan voi myös saada verensiirroissa. Sikiö on harvoissa tapauksissa saanut tartunnan istukan kautta. Isännässä sporotsoiitit tunkeutuvat punaisiin verisoluihin ja lisääntyvät. Kun verisolu tuhoutuu, osa merotsoiteistä tunkeutuu uusiin verisoluihin. Osa kehittyy gametosyyteiksi, jotka voivat siirtyä puutiaiseen veriateriassa. Puutiaisessa gametosyytit kehittyvät tsygootteiksi ja lisääntyvät suvullisesti. Lopulta muodostuu okineetti, joka siirtyy puutiaisen eri osiin. Infektiivinen vaihe muodostuu sylkirauhasissa, josta sporotsoiitit sitten siirtyvät isäntään syljen mukana⁶¹². Jos aikuinen puutiainen saa loision veriateriassaan voi se siirtää sen muniin ja niiden kautta toukille. Toukat ovat sen vuoksi infektiivisiä, ja puutiainen voi kantaa tartuntaa koko elämänsä aikana⁶¹³. Kuinka monen puutiaissukupolven ajan *B. divergens* selviää ei tunneta.

Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan ainoastaan 0,5 % tavallisista puutiaisista kantavat *Babesia* lajia⁶¹⁴. Osuus on huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi Liettuassa, jossa vastaava osuus oli 9,5 %⁶¹⁵. Norjassa *Babesia* kantavien puutiaisten osuus on

⁶⁰⁸ <https://www.cdc.gov/parasites/babesiosis/data-statistics/index.html>.

⁶⁰⁹ Rożej-Bielicka W. et al. (2015) Human babesiosis. *Przegląd epidemiologiczny* 69: 489–494.

⁶¹⁰ Haapasalo K. et al. (2010) Fatal babesiosis in man, Finland, 2004. *Emerging Infectious Diseases* 16: 1116–1118.

⁶¹¹ Andersson M. et al. (2013) Co-Infection with "*Candidatus Neoehrlichia mikurensis*" and *Borrelia afzelii* in *Ixodes ricinus* Ticks in Southern Sweden. *Vector Borne Zoonotic Diseases* 13: 438–442.

⁶¹² Rożej-Bielicka W. et al. (2015) Human babesiosis. *Przegląd epidemiologiczny* 69: 489–494.

⁶¹³ Joyner L.P. & Donnelly J. (1979) The epidemiology of babesial infections. *Advances on Parasitology* 17: 115–140.

Karbowiak G. et al. (2018) The role of particular ticks developmental stages in the circulation of tick-borne pathogens in Central Europe. 6. *Babesia*. *Annals of parasitology* 64(4): 265–284.

⁶¹⁴ Laaksonen M. et al. (2018) Tick-borne pathogens in Finland: comparison of *Ixodes ricinus* and *I. persulcatus* in sympatric and parapatric areas. *Parasites & Vectors* 11(1): 556.

⁶¹⁵ Radzijeuskaja J. et al. (2018) Investigation of *Babesia* spp. in sympatric populations of *Dermacentor reticulatus* and *Ixodes ricinus* ticks in Lithuania and Latvia. *Ticks and Tick-borne Diseases* 9(2): 270–274.

0,9 %⁶¹⁶. Etelä-Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa *Babesia* kantavien aikuisten tavallisten puutiaisten osuus oli 2,8 % ja nymfien osuus oli 3,7 %⁶¹⁷.

Suomessa *B. venatorum* on yleisin *Babesia* laji tutkituissa puutiaisissa⁶¹⁸. *B. venatorum* on myös löytynyt muualta Euroopan puutiaisista⁶¹⁹. Ruotsissa on myös tutkittu lajin esiintyminen metsäkauriissa verinäytteiden pohjalta. Kaiken kaikkiaan siellä tutkittiin 77 yksilöä, ja yli puolella oli *Babesia* infektiota. *B. venatorum* esiintyi 6 yksilössä. Ruotsissa esiintyvä sekvenssi oli myös identtinen Kiinassa ihmiseltä saadun sekvenssin kanssa⁶²⁰. On mahdollista, että aikuiset puutiaskoiraat siirtävät tartunnan todennäköisemmin kuin aikuiset naaraat. *B. venatorum* on nimittäin ainoastaan löytynyt koiraan sylkirauhasista⁶²¹.

Babesia divergens on Suomessa vanhastaan tunnettu naudän punatautina. Varhaisimmat tiedot ovat 1700-luvulta. Tauti oli silloin yleinen mm. Hauholla⁶²². Toisen maailmansodan jälkeen naudän babesioosi on merkittävästi vähentynyt. Karja ei enää altistu puutiaisille samassa mittakaavassa. Useimmat laitumet ovat avoimia, ja puutiaisten määrä niissä on pieni. Monesti naudat liikkuvat sellaisella pihattoalueella, ettei siinä juuri kasva nurmikkoa. Vuonna 1965 oli 4796 tapausta ja vuonna 2004 vain 312 tapausta naudoilla⁶²³. Viimeksi punatauti on todettu karjalla vuonna 2018⁶²⁴. Punatauti-tapausten väheneminen selittää myös loision suhteellisen alhainen esiintyminen puu-

⁶¹⁶ Øines Ø. et al (2012) Prevalence and diversity of *Babesia* spp. in questing *Ixodes ricinus* ticks from Norway. *Parasites & Vectors* 5: 156.

⁶¹⁷ Karlsson M.E. & Andersson M. O. (2016) *Babesia* species in questing *Ixodes ricinus*, Sweden. *Ticks and Tick-borne Diseases* 7: 10–12.

⁶¹⁸ Laaksonen M. et al. (2018) Tick-borne pathogens in Finland: comparison of *Ixodes ricinus* and *I. persulcatus* in sympatric and parapatric areas. *Parasites & Vectors* 11(1): 556.

⁶¹⁹ Welc-Falęciak R. et al. (2012) Diversity of *Babesia* in *Ixodes ricinus* ticks in Poland. *Advances in Medical Sciences* 57(2): 364–369.

⁶²⁰ Andersson M.A. et al. (2016) Molecular detection of *Babesia capreoli* and *Babesia venatorum* in wild Swedish roe deer, *Capreolus capreolus*. *Parasites & Vectors* 9: 221.

⁶²¹ Lejal E. et al. (2019) Tick-borne pathogen detection in midgut and salivary glands of adult *Ixodes ricinus*. *Parasites & vectors* 12:152.

⁶²² Herkepaues C. (1756) Historisk och oeconomisk beskrifning öfwer Hauho sokn uti Tawastland. Åbo: tryckt hos Direct. och Kongl. Boktr. i Storförstend. Finland, Jacob Merckell. 74ss.

⁶²³ Haapasalo K. et al. (2010) Fatal babesiosis in man, Finland, 2004. *Emerging Infectious Diseases* 16: 1116–1118.

⁶²⁴ Ruokavirasto (2019) Eläintaudit Suomessa 2018. *Ruokaviraston julkaisuja* 4: 64ss.

tiaisissa. On kuitenkin mahdollista, että naudan punatauti lisääntyy, kun nautoja käytetään maisemointiin. Nautoille on kehitetty rokote, mutta sen käyttö ei ole täysin ongelmatonta⁶²⁵.

Babesia microti on jyräjöiden patogeeni. Sitä on Suomessa löytynyt taigapuutiaisella Kokkolan seudulla⁶²⁶. Myös Pietarin esikaupunkialueella kerätyistä taigapuutiaisista on löytynyt *B. microtia*⁶²⁷. Laji on Yhdysvalloissa tavallisin ihmisellä esiintyvä *Babesia*-laji⁶²⁸. Euroopassa on esiintynyt muun muassa tuontitapauksia⁶²⁹ ja muutama oireeton tapaus Puolassa⁶³⁰.

Babesioosia pidetään kasvavana terveysuhkana⁶³¹. Vaikka naudan punatauti on Suomessa vähentynyt, on todennäköistä, että ihmistapausten määrä nousee tulevaisuudessa. Taudin diagnosointi on tehostunut ja varsinkin metsäkauriiden ja valkohäntäkauriiden määrät ovat nousussa.

⁶²⁵ de Waal D.T. & Combrink M.P. (2006) Live vaccines against bovine babesiosis. *Veterinary parasitology* 138(1-2):88–96.

⁶²⁶ Alekseev A.N. et al. (2007) First report on tick-borne pathogens and exoskeletal anomalies in *Ixodes persulcatus* Schulze (Acari: Ixodidae) collected in Kokkola coastal region, Finland. *International journal of acarology* 33: 253–258.

⁶²⁷ Kallio E.R. et al. (2014) First report of *Anaplasma phagocytophilum* and *Babesia microti* in rodents in Finland. *Vector borne and zoonotic diseases (Larchmont, N. Y.)* 14: 389–393.

Alekseev A.N. et al. (2003) Evidence of *Babesia microti* infection in multi-infected *Ixodes persulcatus* ticks in Russia. *Experimental & applied acarology* 29(3-4): 345–353.

⁶²⁸ Goethert H.K. et al. (2018) Zoonotic *Babesia microti* in the northeastern U.S.: Evidence for the expansion of a specific parasite lineage. *PLoS ONE* 13(3): p.e0193837.

⁶²⁹ Nohýnková E. et al. (2003) [A case of *Babesia microti* imported into the Czech Republic from the USA]. *Casopis lékařů českých* 142(6): 377–381. Lainattu yhteenvedon perusteella.

⁶³⁰ Humiczewska M & Kuźna-Grygiel W. (1997) [A case of imported human babesiosis in Poland]. *Wiadomości parazytologiczne* 43(2): 227–229. Lainattu yhteenvedon perusteella.

Welc-Falęciak R. et al. (2010) Co-infection with *Borrelia* species and other tick-borne pathogens in humans: two cases from Poland. *Annals of agricultural and environmental medicine: AAEM* 17(2): 309–313.

⁶³¹ Schnittger L. et al. (2012) *Babesia*: a world emerging. Infection, genetics and evolution. *Journal of molecular epidemiology and evolutionary genetics in infectious diseases* 12(8): 1788–1809.

3.4 Vektorivälitteiset sukkulamadot ja hyönteissyöntiin liittyvät laakamadot

Sukkulamadot muodostavat oman pääjakson eläinkunnassa. Pieni osa niistä voi loisia ihmisessä ja käyttää hyönteisiä vektoreina. Osa tarvitsee ihmisen lisäksi myös nilviäisen väli-isännäksi. Nisäkkäissä ja ihmisissä ne loisivat veressä, imusolmukkeissa, lihaksissa ja niihin liittyvissä kudoksissa tai kehon onteloissa. Vektoreita käyttävät lajit kehittyvät pääasiassa hyttysissä ja mäkärissä.

Pääjakso	Heimo	Laji	Vektori
Nematoda, sukkulamadot	Filariidae	<i>Brugia malayi</i>	Hyttysset: <i>Anopheles</i> spp., <i>Aedes</i> spp., <i>Culex</i> spp.
		<i>Brugia timori</i>	Hyttysset: <i>Anopheles</i> spp., <i>Aedes</i> spp., <i>Culex</i> spp.
	Onchocercidae	<i>Wucheria bancrofti</i>	Hyttysset: <i>Anopheles</i> spp., <i>Aedes</i> spp., <i>Culex</i> spp.
		<i>Loa loa</i>	Paarmat: <i>Chrysops</i> spp.
		<i>Onchocerca lupi</i>	Mäkärät: <i>Simulium</i> spp. Polttiaiset: <i>Culicoides</i> <i>nubelosus</i>
		<i>Dirofilaria repens</i>	Hyttysset: <i>Anopheles</i> spp., <i>Aedes</i> spp., <i>Culex</i> spp.
		<i>Dirofilaria immitis</i>	Hyttysset: <i>Anopheles</i> spp., <i>Aedes</i> spp., <i>Culex</i> spp.
	Thelaziidae	<i>Thelazia callipeda</i>	Mahlakärpänen: <i>Phortica</i> <i>variegata</i>
Platyhelminthes, laakamadot	Dicrocoeliidae	<i>Dicrocoelium</i> <i>dendriticum</i>	Kekomuurahaiset: <i>Formica</i>
	Hymenolepididae	<i>Hymenolepis</i> <i>diminuta</i>	Torakat, hinkalokuoriaiset: <i>Tribolium</i> spp. jauhomato: <i>Tenebrio molitor</i> ,

Globaalisesti tärkeimmät vektorivälitteiset ovat elefantiaasista aiheuttavat *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* ja *B. timori* sekä jokisokeutta aiheuttava *Onchocerca volvulus*. Seuraavina ovat *Loa loa* sekä *Mansonella streptocerca*. Eläinlääketieteellisesti tärkeitä ovat *Onchocerca* -lajit, koirien sydänmato *Dirofilaria immitis* ja *D. repens*, *Thelazia callipaeda* sekä *Setaria* ja *Elaeophora* -lajit. Osa niistä voi myös siirtyä ihmiseen⁶³².

Ilmastonmuutoksen vaikutusta sukkulamatoihin on vaikeaa ennustaa. Short et al. ennustavat loisperäisten tautien lisääntymistä ilmaston lämmetessä⁶³³. Tilastoa ei kuitenkaan esitetä tukemaan väitteitä. Kuivuminen voi vähentää isänniksi sopivien nilviäisten populaatioita, kun taas suuret patohankkeet ja ekosysteemien muutokset voivat vaikuttaa päinvastaisesti⁶³⁴. Myös Afrikan maiden ennustetulla taloudellisella kehityksellä on oma vaikutuksensa. Halkiomadot elävät yhden vaiheen kotiloissa ja niiden aiheuttamaa tautia pidetään malarian jälkeen ihmisten pahimpana loistautina⁶³⁵. On mahdollista, että kuivuus, taloudellinen kehitys ja rokotteen kehitys voivat eliminoida esimerkiksi halkiomatojen aiheuttaman skistosomiaasin Afrikasta⁶³⁶. Laajat kampanjat loishäädöillä vähentävät myös niiden aiheuttamien tautien tapausmääriä. Ongelma on kuitenkin uskollisaatio.

3.4.1.1 Elefantiaasi

90 % elefantiaasitapauksista on rihmamadon, *Wuchereria bancroftin* aiheuttamia. Myös *Brugia malayi* ja *B. timori* aiheuttavat osan tapauksista. 856 miljoonaa ihmistä 52 maassa tarvitsevat kemoterapiaa taudin estämiseksi. Vuonna 2016 57,9 % tarvitsijoista saivat lääkityksen⁶³⁷. Tautia on menestyksekkäästi hävitetty useista maista ja myös yleisesti on tautitapausten määrä vähentynyt⁶³⁸.

⁶³² Kettle D.S. (1995) Medical and veterinary entomology. *CAB International* 725 ss.

⁶³³ Short E.E. et al. (2017) Climate Change Contribution to the Emergence or Reemergence of Parasitic Diseases. *Infectious Diseases: Research and Treatment* 10: 1–7.

⁶³⁴ Blum A.J. & Hotez P.J. (2018) Global “worming”: Climate change and its projected general impact on human helminth infections *PLoS Neglected Tropical Diseases* 12(7): e0006370.

⁶³⁵ WHO Schistosomiasis Fact Sheet. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/schistosomiasis>

⁶³⁶ Blum A.J. & Hotez P.J. (2018) Global “worming”: Climate change and its projected general impact on human helminth infections *PLoS Neglected Tropical Diseases* 12(7): e0006370.

⁶³⁷ David H. Molyneux (2018) Advancing toward the Elimination of Lymphatic Filariasis *New England Journal of Medicine* 379:1871–1872.

⁶³⁸ WHO. Lymphatic filariasis. Fact sheet. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lymphatic-filariasis>. 1.1 2019.

Naarasrihmamadot parittelevat ja synnyttävät mikrofilarioita ihmisessä. Mikrofilariat joutuvat veriaterian mukana hyttyseen. Ne tunkeutuvat suuosien läpi ja joutuvat hyttysen ruumiinnesteeseen. Lopulta ne siirtyvät lentolihaksiin ja luovat nahkansa kaksi kertaa. Kolmannen asteen infektiiviset toukat siirtyvät hyttysen päähän. Kun hyttynen ottaa seuraavan aterian toukat tunkeutuvat suosiin ja siirtyvät syljen mukana ihmiseen. Ihmisessä toukkien kehitys etenee vielä muutamia vaiheita ennen kuin ne aikuistuvat. Mikrofilarioilla on vuorokausirytmii ja hakeutuvat öisin tietyille alueille ihmisessä missä iho on sopivan ohut. Yöaktiiviset hyttyslajit toimivat tällöin vektoreina.

Tärkeimmät vektorilajit kuuluvat *Anopheles*-sukuun sekä *Aedes*-, *Culex*- ja *Mansonia*-sukuihin. *Mansonia* lajeja ei ole Suomessa. Hyttyslajien vektorikapasiteetti vaihtelee. On epätodennäköistä, että elefantiaasi leviäisi Suomeen ilmastonmuutoksen seurauksena. Rihmamadot levisivät helposti Amerikan trooppisiin osiin orjakaupan seurauksena jo 1500-luvulla. Ne pystyvät ilmeisesti suhteellisen helposti sopeutumaan uusiin vektorilajeihin, koska hyttysten alaheimot Anophelinae ja Culicinae erosivat toisistaan jo yli sata miljoonaa vuotta sitten. Aikuinen *Wucheria bancrofti* elää ihmisessä 6–8 vuotta ja tuottaa sinä aikana miljoonia mikrofilarioita. Verrattuna malariaan, vektoreita tarvitaan kuitenkin huomattavasti suurempi määrä. Myanmarin Rangoonissa on todettu, että mikrofilareman tuottamiseksi vaaditaan 15500 infektiivistä hyttyspuremaa⁶³⁹. Loisia on ensin merenkulun ja sittemmin turismin mukana tuotu Suomeen lukuisia kertoja. Hyttyspuremien kokonaismäärä ei kuitenkaan riitä ylläpitämään tautia Suomessa. Mikrofilarioiden kehitys tarvitsee korkean lämpötilan onnistuakseen. *Brugia malayi* kehittyy *Anopheles sinensis* lajissa 20–32 °C lämpötilassa 6–6,5 vuorokaudessa⁶⁴⁰.

3.4.1.2 Loiaasi

Silmämadon *Loa loa* levinneisyys keskittyy Keski-Afrikan sademetsiin ja savanneihin⁶⁴¹. Vektoreina toimivat *Chrysops*-suvun paarmat (Suomessa on seitsemän lajia⁶⁴²). Suomesta esiintyvistä lajeista viisi esiintyy Välimeren pohjoisrannikolla, mutta

⁶³⁹ Hairston N.G. & De Meillon B. (1968) On the nefficiency of transmission of *Wucheria bancrofti* from mosquito to human host. *Bulletin of the World Health Organization* 38: 938–941.

⁶⁴⁰ Kettle D.S. (1995) Medical and veterinary entomology. CAB International 725 ss.

⁶⁴¹ Boussinesq M. (2013) Loiasis *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*. 100(8): 715–731.

⁶⁴² Kahanpää J. et al (2014) Checklist of the 'lower Brachycera' of Finland: Tabanomorpha, Asilomorpha and associated families (Diptera) *ZooKeys* 441: 165–181.

niitä ei tavata Pohjois-Afrikasta⁶⁴³. Paitsi endeemisellä alueella on tapauksia myös tavattu matkailijoissa. Loiasis liittyy trooppiseen ilmastoon, mutta Kamerunin vuoristossa 1200 m:n korkeudessa tehty tutkimus on osoittanut, että viileässä ilmastossa mikrofilaroiden kehitys vektorissa onnistuu 3–4 viikossa⁶⁴⁴. Aikuinen loinen on arvioitu elävän keskimäärin yhdeksän vuotta, mutta tunnetaan tapauksia, jossa elinikä on ollut 15–21 vuotta⁶⁴⁵.

Afrikan endeemiseltä alueelta on tullut runsaasti afrikkalaisia siirtolaisia varsinkin Italiaan, Ranskaan, Belgiaan ja Saksaan. Heidän joukossa on myös *Loa loa* -loista kantavia yksilöitä. Ranskassa todetuissa tapauksissa (47 kpl) useimmat olivat saaneet tartunnan Gabonissa, Kamerunissa tai Keski-Afrikan tasavallassa⁶⁴⁶. Yli sata tuontitapausta analysoineessa tutkimuksessa todettiin, että suuri osa on tullut myös Nigeriasta⁶⁴⁷. Euroopassa monet siirtolaiset tekevät tilapäistyötä viljelyksillä. On siis todennäköistä, että he ovat joutuneet eurooppalaisten paarmojen puremiksi. Eurooppalaisten paarmojen vektorikapasiteettia ei kuitenkaan tunneta. Loinen ei kuitenkaan ole siirtynyt eurooppalaisiin sokkoparmoihin, eikä kotoperäisiä tapauksia tunneta.

3.4.1.3 Jokisokeus ja *Onchocerca* -lajit

Jokisokeus vaivaa yli 17 miljoonaa ihmistä Saharan eteläpuolella Afrikassa, Brasiliassa ja Venezuelassa sekä Jemenissä⁶⁴⁸. Jokisokeus kotoperäisillä alueilla Etelä-Amerikassa on kuitenkin käytännössä melkein kadonnut laajan hävittämiskampanjan avulla⁶⁴⁹. *Onchocerca* -lajeja on kymmenkunta, ja *O. volvulus* on jokisokeuden aiheuttaja ihmisessä. Suurin osa kotoperäisten alueiden ulkopuolelta todetut tapaukset ovat

⁶⁴³ Fauna Europaea. *Chrysops*. https://fauna-eu.org/cdm_dataportal/taxon/51ac7707-b298-4fe4-86c1-1de5ff85a311

⁶⁴⁴ Whittaker C. et al. (2018) The Population Biology and Transmission Dynamics of *Loa loa* *Trends in Parasitology* 34(4): 335–350.

⁶⁴⁵ Whittaker C. et al. (2018) The Population Biology and Transmission Dynamics of *Loa loa* *Trends in Parasitology* 34(4): 335–350.

⁶⁴⁶ Gantois N et al. (2013) Imported loiasis in France: a retrospective analysis of 47 cases *Travel Medicine and Infectious Disease* 11(6): 366–373.

⁶⁴⁷ Antinori S. et al. (2012) Review Imported *Loa loa* filariasis: three cases and a review of cases reported in non-endemic countries in the past 25 years. *International Journal of Infectious Diseases* 16: e645–e662.

⁶⁴⁸ WHO (2017) Progress report on the elimination of human onchocerciasis 2016–2017 *Weekly Epidemiological Record* 92: 681–694.

⁶⁴⁹ WHO (2016) Progress towards eliminating onchocerciasis in the WHO. Region of the Americas: verification of transmission in Guatemala. *Weekly Epidemiological Record* 91: 501–505.

siirtolaisissa, pakolaisissa ja turisteissa, jotka ovat käymässä sukulaisten ja tuttavien luona. Länsimaisissa turisteissa jokisokeus on melko harvinainen⁶⁵⁰.

Simulium -suvun mäkärät toimivat *O. volvuluksen* vektoreina. *Simulium* suvussa on useita satoja lajeja ja 41 alasukua. Suomessa on 44 *Simulium* lajia, mutta niiden vektorikapasiteettia ei tunneta⁶⁵¹. Kun *Simulium damnosum*-naaras Afrikassa ottaa veriaterian, jossa on mikrofilarioita, ne siirtyvät mäkärän keskisuoleen ja sieltä lentoli-haksiin. Samalla mikrofilarioista kehitty ensimmäinen toukkavaihe. Vielä kahden nahanluonnin jälkeen se siirtyy mäkäränaaraan päähän. Sylkeen se siirtyy kolmannessa toukkavaiheessa. Toukkavaiheet mäkärässä kestävät seitsemän vuorokautta. Toukat siirtyvät sitten ihmiseen mäkärän ottaessa seuraavan veriaterian. Isännässä toukat läpikäyvät vielä kaksi nahanluontia ja kehittyvät aikuisiksi madoiksi 6–12 kuukaudessa. Aikuistuttuaan ne parittelevat ja naaras tuottaa 700–1200 mikrofilariaa vuorokaudessa. Isännässä mikrofilariat siirtyvät ihon alle päivisin, jolloin päiväaktiiviset mäkärät saavat niitä veriaterian yhteydessä. On arvioitu, että 95 % aikuisista lopettaa mikrofilariatuotannon 13–14 vuodessa⁶⁵².

Jokisokeus on, kuten loaasi, trooppinen tauti siten, että tartunta tapahtuu ainoastaan tropiikeissa. Ihminen on tuonut mukanaan tartuntaa Eurooppaan, mutta mikrofilariat eivät ole siirtyneet paikallisiin mäkäriin. WHO on käynnistänyt kampanjan jokisokeuden hävittämiseksi kotoperäiseltä alueeltaan. Etelä-Amerikassa Kolombia, Ekvador, Meksiko ja Guatemala ovat onnistuneet hävittämään jokisokeuden alueeltaan. Myös Afrikassa on ihmisten hoitaminen ivermektiinillä loisen pysäyttämiseksi lisääntynyt. Vuonna 2016 Afrikassa hoidettiin melkein 133 miljoonaa ihmistä⁶⁵³.

3.4.1.4 *Onchocerca lupi*

Loinen esiintyy pääasiassa koiraeläimillä, mutta sitä on tavattu myös kissoilla. Sitä ei ole todettu ketulla tai supikoiralla, mutta on todennäköistä, että molemmat ovat poten-

⁶⁵⁰ Showler A.J. & T. B. Nutman (2018) Imported onchocerciasis in migrants and travelers *Current Opinion in Infectious Diseases* 31(5): 393–398.

⁶⁵¹ Ilmonen J. (2014) Checklist of the Simuliidae of Finland *ZooKeys* 441: 91–95.

⁶⁵² Plaisier A.P. et al (1991) The reproductive lifespan of *Onchocerca volvulus* in West African savanna *Acta Tropica* 48(4): 271–284.

⁶⁵³ WHO River blindness: shifting from prevention to surveillance and elimination. https://www.who.int/neglected_diseases/news/shifting_from_prevention_to_surveillance_elimination/en/

tiaalisia isäntiä. Vuonna 2011 julkaistiin tapaus ihmisessä, kun 18-vuotiaan turkkilaisnaisen silmästä oli poistettu loinen⁶⁵⁴. Sen jälkeen vastaavia tapauksia on ollut myös Saksassa, Tunisiassa, ja Iranissa⁶⁵⁵. *O. lupi* on leviämässä Euroopassa. Pääasiassa sitä esiintyy Etelä-Euroopassa, mutta sitä tavataan myös esimerkiksi Saksassa⁶⁵⁶. Suomessa loinen löydettiin Romaniasta tuodussa koirassa vuonna 2014. Kyseessä oli Suomessa ja Pohjoismaiden ensimmäinen *Onchocerca lupi* -tapaus⁶⁵⁷.

Loisen elinkiertoa ei täysin tunneta, mutta todennäköisesti se on samankaltainen kuin *O. volvuluksen* elinkierto. Aikuinen *O. lupi* elää kolmesta kahdeksaan vuoteen⁶⁵⁸. Paitsi *Simulium* -suvun lajeja myös *Culicoides* (polttainen) -suvun lajeja on mainittu

⁶⁵⁴ Otranto D. et al. (2011) First Evidence of Human Zoonotic Infection by *Onchocerca lupi* (Spirurida, Onchocercidae) *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 84(1): 55–58.

⁶⁵⁵ Bergua et al (2015) Human case of *Onchocerca lupi* infection, Germany, August 2014 *Eurosurveillance*: 20(16).

Ilhan HD et al (2014) *Onchocerca lupi* infection in Turkey: a unique case of a rare human parasite *Acta Parasitologica* 58(3): 384–388.

Mowlavi G et al. (2015) Human ocular onchocerciasis caused by *Onchocerca lupi* (Spirurida, Onchocercidae) in Iran. *Journal of helminthology* 88(2): 250–255.

Otranto D. et al. (2015) The role of wild canids and felids in spreading parasites to dogs and cats in Europe. Part I: Protozoa and tick-borne agents. *Veterinary Parasitology* 213(1-2): 12–23.

Otranto D. et al. (2015) The role of wild canids and felids in spreading parasites to dogs and cats in Europe. Part II. Helminths and arthropods *Veterinary Parasitology* 213(1-2): 24–37.

⁶⁵⁶ Bergua et al (2015) Human case of *Onchocerca lupi* infection, Germany, August 2014 *Eurosurveillance*: 20(16).

Ilhan HD et al (2014) *Onchocerca lupi* infection in Turkey: a unique case of a rare human parasite *Acta Parasitologica* 58(3): 384–388.

Mowlavi G et al. (2015) Human ocular onchocerciasis caused by *Onchocerca lupi* (Spirurida, Onchocercidae) in Iran. *Journal of helminthology* 88(2): 250–255.

Otranto D. et al. (2015) The role of wild canids and felids in spreading parasites to dogs and cats in Europe. Part I: Protozoa and tick-borne agents. *Veterinary Parasitology* 213(1-2): 12–23.

Otranto D. et al. (2015) The role of wild canids and felids in spreading parasites to dogs and cats in Europe. Part II. Helminths and arthropods *Veterinary Parasitology* 213(1-2): 24–37.

⁶⁵⁷ Anon (2014) Hyönteisten välittämä loistauti havaittiin koiralla Suomessa. *Maaseudun Tulevaisuus* 23 tammikuuta.

⁶⁵⁸ Hodžić et al. (2018) A case of ocular infection with *Onchocerca lupi* in a dog from Germany *Transboundary and emerging diseases* 65(1): e214–e216.

Grácio A.J. et al. (2015) Onchocerciasis caused by *Onchocerca lupi*: an emerging zoonotic infection. Systematic review *Journal of Parasitology Research Parasitology* 114(7): 2401–2413.

vektoreina⁶⁵⁹. Suomen 44 mäkärälajista⁶⁶⁰, useat löytyvät myös Keski-Euroopasta, ja ainakin *Simulium ornatum* on Saksassa todettu usean *Onchocerca* -lajin vektoriksi. Samassa tutkimuksessa on myös todettu, että meillä esintyvällä polttiaisella⁶⁶¹, *Culicoides nubeculosus*, on *Onchocerca* lajien vektorikapasiteetti⁶⁶².

Onchocerca lupi leviäminen Suomessa on mahdollinen, koska sopivia vektoreita on yleisinä luonnossa. Nykyinen ilmasto ei ole este leviämiselle. Tartunta tulee todennäköisesti koiran kautta ensimmäiseksi esikaupunkialueelle, jossa on koirien lisäksi runsaasti supikoiria ja kettuja.

Ruokaviraston ohjeiden mukaan koiria on käsiteltävä madonestolääkityksellä ennen maahantuontia⁶⁶³. Vaikuttavina aineina käytetään pratsikvantelia ja epsiprantelia. *O. lupi* torjunnassa käytetään pääasiassa ivermektiiniä tai diethylikarbamasiinia sekä antibiootteja⁶⁶⁴. Sydänmatojen estolääkitys voi ehkä estää myös *O lupi* -infektioit⁶⁶⁵. Sitä annetaan pääasiassa Länsi-Eurooppaan matkustaville suomalaisille koirille. Lomamatkoilla mukana olevat koirat ja niiden omistajat voivat olla vaaravyöhykkeessä matkustaessaan endeemisellä alueella.

3.4.1.5 *Dirofilaria repens* ja koiran sydänmato *D. immitis*

Neljäkymmentä *Dirofilaria*-suvun lajeja on kuvattu, mutta ihmisen kannalta koirilla esiintyvät *D. immitis* ja *D. repens* ovat tärkeimmät. Elinkierron aikana loisella on viisi

⁶⁵⁹ Verocai G.G. et al. (2016) *Onchocerca lupi* nematodes in dogs exported from the United States into Canada *Emerging Infectious Diseases* 22(8): 1477–1479.

⁶⁶⁰ Latrofa MS (2018) A real-time PCR tool for the surveillance of zoonotic *Onchocerca lupi* in dogs, cats and potential vectors *PLoS Neglected Tropical Diseases* 12(4):e0006402.

⁶⁶¹ Ilmonen J. (2014) Checklist of the Simuliidae of Finland *ZooKeys* 441: 91–95.

⁶⁶² Hulden L. & Hulden L. (2014) Checklist of the family Ceratopogonidae (Diptera) of Finland. *ZooKeys* 441: 53–61.

Dohnal J. et al. (1990) Distribution of microfilariae of *Onchocerca lienalis* and *Onchocerca gutturosa* in the skin of cattle in Germany and their development in *Simulium ornatum* and *Culicoides nubeculosus* following artificial infestation *Veterinary Parasitology* 36(3-4): 325–332.

⁶⁶³ Ruokavirasto (2019) Ekinokokit.

<https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/elaintenpito/elainten-terveys-ja-elaintaudit/elaintaudit/usealle-elainlajille-yhteiset-taudit/ekinokokit/>

⁶⁶⁴ Egyed Z et al. (2002) Electron microscopic and molecular identification of *Wolbachia* endosymbionts from *Onchocerca lupi*: implications for therapy *Veterinary Parasitology* 106(1): 75–82.

⁶⁶⁵ Saari S. et al (2018) *Canine Parasites and Parasitic Diseases* Academic Press 287ss.

kehitysvaihetta. Vektori vuorostaan saa infektion veriaterian aikana. Vektorissa mikrofilariat läpikäyvät toukkavaiheita ja kolmannen toukkavaiheen mikrofilariat siirtyvät vuorostaan isäntään seuraavan veriaterian aikana. Mikrofilarioiden kehitys jatkuu isännässä ja ne aikuistuvat kuudessa kuukaudessa. Ihminen ei ole sopiva isäntä, eivätkä mikrofilariat saavuta sukukypsyyttä⁶⁶⁶. Se voi kuitenkin aiheuttaa ihoon tai silmään tulehduspesäkkeitä⁶⁶⁷.

Koiran sydänmato, *Dirofilaria immitis*, on alkuaan trooppinen ja subtrooppinen laji, joka on levinnyt USA:ssa pohjoisiin osavaltioihin ja osaan Kanadaan. Australian itärannikko on myös osa sen levinneisyyden aluetta. Euroopassa se on yleinen Espanjassa, Portugalissa, Italiassa ja Ranskassa. Sen levinneisyys on siirtymässä pohjoisemmaksi Keski-Eurooppaan. Koirissa laji todettiin Unkarissa vuonna 2009⁶⁶⁸, Slovakiassa vuonna 2010⁶⁶⁹ ja Puolassa vuonna 2012⁶⁷⁰. Laji on myös löytynyt Saksassa Brandenburgista ja Baden-Württembergistä vuosina 2011–2013 kerätyistä hyttysistä⁶⁷¹. Laji on lisäksi todettu ihmisessä Moskovon lähellä Venäjällä⁶⁷².

Dirofilaria immitis on kosmopoliittinen laji, kun taas *D. repens* löytyy vain Euroopasta, Aasiasta ja Afrikasta. Itä-Euroopassa se on tavallisempi kuin *D. immitis* ja se on myös levinnyt uusille alueille. Se on löytynyt Välimeren maista, Balkanin niemimaalta, Isosta Britannian, Belgiasta, Tanskasta, Alankomaista, Pohjois-Ranskasta, Saksasta, Itä-vallasta, Tšekin, Puolasta, Unkarista, Bulgariasta, Slovakiasta, Romaniasta, Serbiasta, Kroatiasta, Moldovasta, Ukrainasta, Valko-Venäjältä, Venäjältä ja Baltian

⁶⁶⁶ Gheorhită M.-I. et al. (2017) Intramuscular human *Dirofilaria repens* infection of the temporal region—case report and review of the literature *Romanian journal of Morphology and embryology* 58(2): 585–592.

⁶⁶⁷ Capelli G. et al. (2018) Recent advances on *Dirofilaria repens* in dogs and humans in Europe. *Parasites & Vectors* 11: 663.

⁶⁶⁸ Jacso O. et al. (2009) First autochthonous *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856) infection in a dog in Hungary. *Helminthologia* 46: 159–161.

⁶⁶⁹ Miterpáková M. et al. (2010) *Dirofilaria* infections in working dogs in Slovakia. *Journal of Helminthology* 84: 173–176.

⁶⁷⁰ Świątalska A. & Demiaszkiewicz A.W. (2012): First autochthonous case of *Dirofilaria immitis* invasion in dog in Poland. *Życie Weterynaryjne* 87: 685–686.

⁶⁷¹ Kronefeld M. et al. (2014) Molecular detection of *Dirofilaria immitis*, *Dirofilaria repens* and *Setaria tundra* in mosquitoes from Germany. *Parasites & Vectors* 7(30): 1–6.

⁶⁷² Tumolskaya N.I. et al (2016) *Dirofilaria immitis* in a child from the Russian Federation. *Parasite* 23(37): 1–4.

maista⁶⁷³ ⁶⁷⁴. Romaniassa se on yleinen ja löytyy 7–20 % tutkituista koirista⁶⁷⁵. Liettuassa peräti 38 % tutkimukseen osallistuneista koirista oli infektoitu⁶⁷⁶. *D. repens* on myös löytynyt kolmesta koirasta Virossa⁶⁷⁷. *D. repens* esiintyy koirilla sekä Pietarissa että Viipurissa.⁶⁷⁸ *D. repens* ei ole kotoperäinen Norjassa, Ruotsissa tai Suomessa, vaan se on diagnosoitu tuontikoirissa⁶⁷⁹.

Koiraeläimet (kettu, supikoira, susi, kultasakaali) ja varsinkin kesykoira ovat *Dirofilaria immitis* ja *D. repens*in varantoja⁶⁸⁰. Todennäköisesti myös näättäeläimet, ainakin fretti, voivat toimia varantona⁶⁸¹. Monet hyttyslajit voivat toimia vektoreina ja sopivia lajeja, kuten *Anopheles maculipennis*, *Aedes vexans* sekä *Culex pipiens/torrentium* kompleksi, löytyvät myös Suomesta. Koska sekä Anophelinae että Culicinae alaheimojen lajit voivat toimia vektoreina, on todennäköistä, että sopivia vektorilajeja on

⁶⁷³ Genchi C. & Kramer L. (2017) Subcutaneous dirofilariosis (*Dirofilaria repens*): an infection spreading throughout the old world. *Parasites & Vectors* 10(S2): 1–6.

⁶⁷⁴ Capelli G. et al. (2018) Recent advances on *Dirofilaria repens* in dogs and human in Europe. *Parasites & Vectors* 11(663): 1–21.

⁶⁷⁵ Ilie M.S. et al. (2012) Survey of canine dirofilariosis from south-western Romania—preliminary results Teoksessa: Grandi et al. (Eds): 3rd European *Dirofilaria* Days. Parma, Italy. 68ss.

Ciocan R et al. 2013 Autochthonous cases of *Dirofilaria* in dogs from Timiș country (western part) Romania. *Global journal of medical research* 13: 29–34.

Ionică A.M. et al. (2015) Current surveys on the prevalence and distribution of *Dirofilaria* spp. and *Acanthocheilonema reconditum* infections in dogs in Romania. *Journal of Parasitology Research* 114: 975–982.

⁶⁷⁶ Alsarraf M. et al. (2012) Emerging risk of *Dirofilaria* spp. infection in Northeastern Europe: high prevalence of *Dirofilaria repens* in sled dog kennels from the Baltic countries. *Scientific reports* 11(1):1068.

⁶⁷⁷ Jokelainen P. et al. (2016) *Dirofilaria repens* Microfilaremia in Three Dogs in Estonia *Vector borne and zoonotic diseases* 16(2): 136–138.

⁶⁷⁸ Pietikäinen R. et al. (2017) *Dirofilaria repens* transmission in southeastern Finland. *Parasites & Vectors* 10: 561.

⁶⁷⁹ SVA *Dirofilaria repens* (kutan dirofilarios) hos hund.

<https://www.sva.se/djurhalsa/hund/infektionssjukdomar-hund/dirofilaria-repens-kutan-dirofilarios-hund>

Pietikäinen R. et al. (2017) *Dirofilaria repens* transmission in southeastern Finland *Parasites & Vectors* 10(561): 1–6.

⁶⁸⁰ Ionică A.M. et al. (2016) Role of golden jackals (*Canis aureus*) as natural reservoirs of *Dirofilaria* spp. in Romania *Parasites & Vectors* 9(240): 1–6.

Kranchenko V. et al. (2016) *Dirofilaria immitis* and *D. repens* in sylvatic reservoirs of Krasnodar Krai (Russian Federation). *Veterinary parasitology, regional studies and reports* 6:35–38.

⁶⁸¹ Campbell W.C. & Blair L.S. (1978) *Dirofilaria immitis*: experimental infections in the ferret (*Mustela putorius furo*). *Journal of Parasitology Research* 64:119–22.

huomattavasti enemmän. Sekä *D. immitiksen* että *D. repensin* mikrofilarioilla on isännässään vuorikausirythmi, joka sopii vektorilajien aktiivisuuteen⁶⁸².

Dirofilaria immitis ja *D. repens* voivat siirtyä ihmiseen. Portugalilainen lääkäri Amato Lusitano kuvasi vuonna 1566 ensimmäisenä *D. repens* infektion kolmevuotiaan tytön silmässä⁶⁸³. Ihmisten *D. immitis* tapaukset ovat Euroopassa suhteellisen harvinaisia; 25 tapusta viimeisten 37 vuoden aikana. *D. repens* tapaukset ovat huomattavasti yleisempiä. Vuosina 1977–2016 todettiin ihmisissä 3500 tapusta. Yli puolet Euroopan tapauksista on Italiasta⁶⁸⁴. Suomessa todettiin yksi tapaus vuonna 2015⁶⁸⁵.

Dirofilaria lajien leviäminen Euroopassa on pääasiassa liitetty koirien matkusteluun ja ilmaston lämpenemiseen⁶⁸⁶. *D. repensin* levinneisyys on Lähi-Idästä Venäjän Arkan-geliin⁶⁸⁷ osoittaa kuitenkin, ettei laji ole kovinkaan herkkä ilmaston vaikutuksille. Samalla se osoittaa, että Suomen ilmasto on jo tällä hetkellä sopiva. Katukoirat ovat ihmisen kannalta varsinainen riskiryhmä. Ongelmallista on, että koira voi olla oireeton pitkän ajan. Portugalissa on osoitettu, että eri menetelmillä testatuista katukoirista 8,8–74,6 % olivat seropositiivisia *Dirofilaria immitikselle*⁶⁸⁸.

Dirofilaria toukat kehittyvät hyttysessä 8–13 vuorokaudessa 28–30 °C lämpötilassa, 10–11 vuorokaudessa 26 °C ja 16–20 vuorokaudessa 22 °C lämpötilassa. Toukkien

⁶⁸² Pietikäinen R. et al. (2017) *Dirofilaria repens* transmission in southeastern Finland *Parasites & Vectors* 10(561): 1–6.

Ionică A.M. et al. (2017) *Dirofilaria immitis* and *D. repens* show circadian co-periodicity in naturally co-infected dogs. *Parasites & Vectors* 10(1): 1–6.

⁶⁸³ Lusitano A. (1566) *Curationum Medicinalium Centuria Septima*. Venetiis apud Vincentium Valgresium curatio 63. 106ss. Lainattu: Genchi C. & Kramer L. (2017) Subcutaneous dirofilariosis (*Dirofilaria repens*): an infection spreading throughout the old world. *Parasites & Vectors* 10:517.

Genchi C. & Kramer L. (2017) Subcutaneous dirofilariosis (*Dirofilaria repens*): an infection spreading throughout the old world. *Parasites & Vectors* 10:517.

⁶⁸⁴ Fontanelli Sulakova L. et al. (2016) *Dirofilaria repens* mivrofilariae from a human node fine-needle aspirate: a case report. *BMC Infectious Diseases* 16(248): 1–5.

⁶⁸⁵ Pietikäinen R. et al. (2017) *Dirofilaria repens* transmission in southeastern Finland. *Parasites & Vectors* 10: 561.

⁶⁸⁶ Genchi C. et al. (2011) Changing climate and changing vector-borne disease distribution: The example of *Dirofilaria* in Europe. *Veterinary Parasitology* 176(4): 295–299.

⁶⁸⁷ Kartashev V. et al. (2014) Regional Warming and Emerging Vector-Borne Zoonotic Dirofilariosis in the Russian Federation, Ukraine, and Other Post-Soviet States from 1981 to 2011 and Projection by 2030. *BioMed research international* 2014: 858936.

⁶⁸⁸ Ferrira C. et al. (2017) Molecular characterization of *Dirofilaria* spp. circulating in Portugal. *Parasites & Vectors* 10(250): 1–8.

(*D. immitis*) kehitys pysähtyy, jos lämpötila putoaa alle 14 °C⁶⁸⁹. Toukkien kehitys on siis mahdollinen Suomessa. Mikrofilarioiden ekologiaa ei täysin tunneta. Tiedetään kyllä, miten ne käyttäytyvät isännässä, ja miten ne siirtyvät ja kehittyvät hyttysessä. Valitettavasti mikrofilarioiden mahdollinen vektorin manipulointi on tuntematon. On täysin mahdollista, että mikrofilarioiden läsnäolo vektorissa saa vektorin hakeutumaan sopivaan lämpötilaan. Myös *Dirofilaria* spp. häätö on ongelmallista. Nykyään käytetyistä estolääkityksistä ainoastaan moxidectiini on osoittautunut tehokkaaksi *D. immitiksen* infektiivisten mikrofilarioiden häädössä ja se on osittain tehokas (98%) *D. repensin* aikuisasteen hävittämisessä⁶⁹⁰. *D. repensin* yleistymistä voidaan pitää merkittävänä uhkana terveydelle.

3.4.1.6 *Thelazia callipaeda*

Thelazia callipaeda on kotoisin Kaukoidästä, jossa sillä on laaja levinneisyys. Se löytyi Euroopasta ensimmäisen kerran 1989 koiran silmästä Pohjois-Italiassa⁶⁹¹. Se yleistyi alueella nopeasti, ja jo vuonna 1995 41,8 % metsästys ja paimenkoirista olivat saaneet infektion⁶⁹². Sen jälkeen se on edelleen levinnyt ja löytynyt Ranskasta, Sveitsistä, Saksasta, Espanjasta, Portugalista, Bosniasta ja Herzegovinasta, Kroatiaasta, Romaniasta, Bulgariasta, Unkarista, Kreikasta, Slovakiasta ja Serbiasta⁶⁹³. Se on monessa maassa myös siirtynyt lemmikeistä luonnonvaraisiin nisäkkäisiin. USA:ssa esiintyy toinen laji, *T. californiensis*. Molemmat lajit voivat siirtyä ihmiseen⁶⁹⁴. Euroopassa tapaukset ihmisissä ovat kaikki ilmenneet alueilla, jossa esiintyy koirien thelaziata, ja kaikki ovat ajoittuneet kesään⁶⁹⁵. Ihmisten tapaukset liittyvät köyhyyteen ja huonoon hygieniaan, jolloin vektoripopulaatiot kasvavat. Usein siihen yhdistyy myös

⁶⁸⁹ Genchi C. et al. (2009) Climate and *Dirofilaria* infection in Europe. *Veterinary Parasitology* 163: 286–292.

⁶⁹⁰ Genchi C. & Kramer L. (2017) Subcutaneous dirofilariosis (*Dirofilaria repens*): an infection spreading throughout the old world. *Parasites & Vectors* 10:517.

⁶⁹¹ Rossi L. & Bertaglia P. (1989) Presence of *Thelazia callipaeda* (Railliet & Henry, 1910) in Piedmont, Italy. *Parassitologia* 31: 167–172.

⁶⁹² Magnis J. et al. (2010) Local transmission of eye worm *Thelazia callipaeda* in southern Germany. *Parasitology Research* 106(3): 715–717.

⁶⁹³ Palfreyman J. et al (2018) Predicting the distribution of *Phortica variegata* and the potential for *Thelazia callipaeda* transmission in Europe and in the United Kingdom. *Parasites & Vectors* 11(272): 1–8.

⁶⁹⁴ Otranto D. & Dutto M. (2008) Human Thelaziasis, Europe. *Emerging Infectious Diseases* 14(4): 647–649.

⁶⁹⁵ Otranto D. & Dutto M. (2008) Human Thelaziasis, Europe. *Emerging Infectious Diseases* 14(4): 647–649.

tiivit kontaktit sairaisiin koiriin ja kissoihin. Infektio esiintyy useimmin lapsissa ja vanhuksissa. Se aiheuttaa erilaisia silmäoireita kuten mm. kyynelehtimistä, sidekalvontulehdusta ja pahimmillaan sokeutta⁶⁹⁶.

T. callipaedan isäntiä ovat koiraeläimet (kesykoira, susi, kettu, supikoira, kultasakaali) ja kissaeläimet (kesykissa, ilves, eurooppalainen metsäkissa).⁶⁹⁷ Se kehittyy myös kaniissa, rusakossa ja kivinäädässä⁶⁹⁸. Italiassa tehdyssä tutkimuksessa löytyi yhden ihmispotilaan silmästä aikuinen naaras, jolla oli hedelmöittyneitä munia, joten *T. callipaeda* pystyy käyttämään ihmistä isäntänään⁶⁹⁹. Mahlakärpäsen *Phortica variegata* koiraat toimivat päävektoreina⁷⁰⁰. Ainoastaan koiraat käyttävät nisäkkään silmän eritteitä ravintonaan, kun taas naaraat suosivat hedelmäperäistä ravintoa⁷⁰¹. *Phortica variegata* esiintyy sekä Suomessa⁷⁰² että Ruotsissa⁷⁰³. Ruotsalaisessa tutkimuksessa on löytynyt *Thelazia* spp. myös nautakärpäsessä (*Musca autumnalis*)⁷⁰⁴. Nautakärpäsen on tavallinen Suomessa. On myös mahdollista, että *Ph. semivirgo* ja *Ph. erinacea* toimivat Euroopassa vektoreina⁷⁰⁵. Näitä lajeja ei ole tavattu Suomesta.

Thelazia callipaedan kehitys vektorissa kestää 17 vuorokautta, kun lämpötila on 26 °C–31 °C⁷⁰⁶. Munat kehittyvät naaraassa, joka on varsinaisen isännän silmien ympärillä olevissa kudoksissa. Naaras siirtää munakuorissaan olevat ensimmäisen toukkavaiheen toukat isännän kyyneliin. Ne joutuvat vektoriin, kun se syö kyyneleitä. Vektorissa toukka hylkää munakuorensa ja tunkeutuu keskisuolen seinämän läpi. Se jää

⁶⁹⁶ Máca J. & Otranto D. (2014) Drosophilidae feeding on animals and the inherent mystery of their parasitism. *Parasites & Vectors* 7(516): 1–8.

⁶⁹⁷ Mihalca A. et al. (2016) *Thelazia callipaeda* in wild carnivores from Romania: new host and geographical records. *Parasites & Vectors* 9(359): 1–5. 9

⁶⁹⁸ Farkas R. et al. (2018) The first feline and new cases of *Thelazia callipaeda* (Spirurida: Thelaziidae) infection in Hungary. *Parasites & Vectors* 11(338): 1–6.

⁶⁹⁹ Otranto D. & Dutto M. (2008) Human Thelaziasis, Europe. *Emerging Infectious Diseases* 14(4): 647–649.

⁷⁰⁰ Otranto D. et al. (2006) *Phortica variegata* as an intermediate host of *Thelazia callipaeda* under natural conditions: evidence for pathogen transmission by a male arthropod vector. *International Journal for Parasitology* 36(10–11): 1167–1173.

⁷⁰¹ Máca J. & Otranto D. (2014) Drosophilidae feeding on animals and the inherent mystery of their parasitism. *Parasites & Vectors* 7(516) 1–8.

⁷⁰² Lajitietokeskus. www.laji.fi

⁷⁰³ Anders Lindström, Statens veterinärmedicinska anstalt. Pers. communication

⁷⁰⁴ Chirico J. (1994) Prehibernating *Musca autumnalis* (Diptera: Muscidae)—an overwintering host for parasitic nematodes. *Veterinary Parasitology* 52: 279–284.

⁷⁰⁵ Máca J. & Otranto D. (2014) Drosophilidae feeding on animals and the inherent mystery of their parasitism. *Parasites & Vectors* 7(516) 1–8.

⁷⁰⁶ Wang Z.X. & Yang Z.X. (1993) Studies on the development of *Thelazia callipaeda* larvae in the intermediate host *Amiota variegata* in China. *Chinese Journal of Zoology* 28: 4–8.

kahdeksi vuorokaudeksi hemoseeliin, ja tunkeutuu sitten joko rasvaelimeen tai genitaalisiin. Kehitettyään kolmanteen toukkavaiheeseen, toukka siirtyy vektorin päähän, ja seuraavan aterioidin mukana nisäkkääseen. Kun se on isännän silmässä, silmäluomessa, kyynelrauhasessa tai kyynelkanavassa, se kehittyy neljänteen toukkavaiheeseen ja aikuistuu. Prosessi isännässä kestää noin kuukauden⁷⁰⁷.

Kun *Thelazia callipaeda* siirtyy luonnonvaraisiin eläimiin, on sen hävittäminen käytännössä mahdotonta. Suurin osa tiedoista koskee kettuja. Kettujen infektioaste vaihtelee. Suurimmillaan, 49,3 %, se on Etelä-Italian ketuissa⁷⁰⁸. Koirien ja kissojen mukana se siirtyy nopeasti uusiin maihin. Yhteyttä ilmastoon ei ole löydetty. Isossa Britanniassa on mallinnettu vektorin *Phortica variegata* leviämistä. Sen mukaan suuri osa Eurooppaa on sopiva lajille⁷⁰⁹. Mallin mukaan levinneisyys ei ulottuisi Ruotsiin ja Suomeen⁷¹⁰. Koska vektori on jo löytynyt molemmista maista, voidaan otaksua, ettei mallinnus ole luotettava. Valitettavasti tiedot *P. variegata* ekologiasta ovat hyvin puutteelliset. Se on aktiivisimmillaan 20–25 °C lämpötilassa, ja sitä on kerätty paljon tamnimetsissä⁷¹¹.

3.4.1.7 Hyönteisten syöntiin liittyvät sisäloiset

Suomessa sallittiin hyönteisten myynti ihmisravinnoksi vuonna 2017. Pääasiassa kasvatetaan jauhomatoja (*Tenebrio molitor*) ja kotisirikkoja (*Acheta domestica*). Hyönteisten kasvatusta pitää olla tilassa, johon ei pääse ulkopuolelta tulleita raatokärpäsiä tai jyrsoja. Korkean lämpötilan ja kosteuden vuoksi hyönteisille tarkoitettu ravinto ei pidä säilyttää kasvattamossa.

⁷⁰⁷ Otranto D. et al. (2004) Biology of *Thelazia callipaeda* (Spirurida, Thelaziidae) eyeworms in naturally infected definitive hosts. *Parasitology* 129(5): 627–633. 8

⁷⁰⁸ Otranto D. et al. (2009) *Thelazia callipaeda* (Spirurida, Thelazidae) in wild animals. Report of new host species and ecological implications. *Veterinary Parasitology* 166: 262–267.

⁷⁰⁹ Palfreyman J. et al. (2018) Predicting distribution of *Phortica variegata* and potential for *Thelazia callipaeda* transmission in Europe and the United Kingdom. *Parasites & Vectors* 11(272): 1–8.

⁷¹⁰ Palfreyman J. et al. (2018) Predicting distribution of *Phortica variegata* and potential for *Thelazia callipaeda* transmission in Europe and the United Kingdom. *Parasites & Vectors* 11(272): 1–8.

Otranto D. et al. (2006) The zoophilic fruitfly *Phortica variegata*: morphology, ecology and biological niche. *Medical and Veterinary Entomology* 20: 358–364.

⁷¹¹ Otranto D. et al. (2006) The zoophilic fruitfly *Phortica variegata*: morphology, ecology and biological niche. *Medical and Veterinary Entomology* 20: 358–364.

Hyönteisten välittämät sisäloiset ovat olleet suhteellisen harvinaisia ihmisessä. Vaikka esimerkiksi *Toxocara canis* esiintyy yleisesti Pohjoismaissa⁷¹², on tartunta yleensä tullut lemmikkien kautta ja kovakuoriaisten osuus on mitätön. Vaarana on kuitenkin, että infektioiden määrä nousee tulevaisuudessa.

Periaatteessa kuumentaminen tappaa loiset ravintona käytettävissä hyönteisissä. Valitettavasti tarpeellinen kuumentamisaika ja lämpötila ei tunneta kaikkien loisten kannalta. *Toxocara canista* on tutkittu. Se säilytti elinvoimaisuutensa lihassa, jota oli kuumennettu 100 °C vesihauteessa viiden minuutin ajan⁷¹³.

3.4.1.8 Pieni maksamato (*Dicrocoelium dendriticum*)

Kyseessä on tiehytmatoihin kuuluva loinen, jolla on kolme isäntää, kotilo, muurahainen ja märehitijä. Lammas on Suomessa esiintynyt pääisäntänä, mutta ne esiintyvät myös naudoilla. *D. dendriticum* voi kuitenkin lisääntyä myös ihmisessä ja tuottaa munia. Tapaukset ovat harvinaisia, mutta voivat lisääntyä muurahaisten syönnin yhteydessä. Vakavissa tapauksissa loinen voi aiheuttaa maksakirroosia⁷¹⁴. Hyönteissyöntibuumin yhteydessä harrastetaan myös hyönteisten keräämistä luonnosta. Varsinkin kekoja rakentavien muurahaisten käyttäminen ravintona on suosittua⁷¹⁵.

D. dendrocoelium on löytynyt mm. *Formica* suvun muurahaislajeista. Skotlannissa *Formica fusca* (alasuku *Serviformica*) eli Suomessakin yleinen mustamuurahainen on todettu väli-isännäksi³. Varsinaiset kekomuurahaiset (alasuku *Formica*) edustavat lajikompleksia, joka Suomessa koostuu neljästä lajista.

*Dicrocoelium dendriticum*in viettää aikuisuutensa pääisäntänsä maksassa ja lisääntyy suvullisesti siinä. Munat päätyvät maastoon märehitijän ulostaessa. Silokotilot (*Cochlicopa lubrica*, laji on yleinen koko Suomessa) syövät ne. Munat kuoriutuvat kotiloissa

⁷¹² El-Nawawi F.A. et al. (2009) Methods for inactivation of *Toxoplasma gondii* cysts in meat and tissues of experimentally infected sheep. *Foodborne pathogens and disease* 5: 687–690.

⁷¹³ Ljungström I. & van Knapen F. (2009) An Epidemiological and Serological Study of *Toxocara* Infection in Sweden. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases* 21(1): 87–93.

Näreaho A. et al. (2012) Feline intestinal parasites in Finland: prevalence, risk factors and anthelmintic treatment practices. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 14(6): 378–383

Hulden L. (2015) Minikarjaa: Hyönteiset ruokana. *Like* 327ss.

⁷¹⁴ Pepe P. et al. (2015) *Dicrocoelium dendriticum* induces autophagic vacuoles accumulation in human hepatocarcinoma cells. *Veterinary Parasitology* 212(3–4): 175–180.

⁷¹⁵ Kairenius T. Murkkuja mausteeksi! <https://hyonteiskokki.fi/2018/07/03/654/>

ja ensimmäisen sukupolven mirasidiatoukat lisääntyvät suvuttomasti. Jälkeläiset ovat toisen sukupolven pussimaisia sporokysteja. Sporokystien munista muodostuu toukkia, jotka lopulta joutuvat kotilon tuottamiin limapalloihin⁷¹⁶. Muurahainen syö kotilon limaa, ja samalla niissä olevat *D. dendriticum* toukat. Toukat kehittyvät sitten muurahaisessa parin kuukauden aikana, ja ne vaikuttavat myös muurahaisen käyttäytymiseen. Kun lämpötila illalla laskee alle 15 °C, muurahainen kiipeää heinän korteen ja halvaantuu. Se lisää mahdollisuuden, että märehijä syö sen. Märehijässä toukat haikutuvat suolistosta maksaan ja aikuistuvat.⁷¹⁷

3.4.1.9 *Hymenolepis diminuta*

Hymenolepis diminuta on rotilla tavallinen heisimato⁷¹⁸. Se on levinnyt myös Suomeen, ja voi joskus siirtyä ihmiseen. *H. diminuta* käyttää hyönteisiä (kovakuoriaiset, torakat, kirput) väli-isäntään. Esimerkiksi varastotuholaisena esiintyvä hinkalokuoriainen (*Tribolium confusum*) ja muut suvun lajit toimivat väli-isäntinä⁷¹⁹. Jauhopukki eli jauhomato (*Tenebrio molitor*) on myös yksi tavallisimmista *H. diminutan* väli-isännistä. Jauhomato kuuluu ihmisen ravinnoksi kelpaaviin hyönteislajeihin⁷²⁰.

Aikuisen 20–60 cm pitkän *H. diminutan* munat poistuvat pääisännän eli rotan ulosteeseen mukana. Väli-isäntä syö ulosteet ja saa infektion. Munat kehittyvät hyönteisen keski-suolella ja tunkeutuvat suoliseinämän läpi. Hinkalokuoriaisessa munien kehitys kestää 8 vuorokautta +30 °C lämpötilassa⁷²¹. Samalla väli-isäntänä toimivan hyönteisen käytös muuttuu. Naaras suosii infektiivisiä koiraita ja munatuotanto on silloin parittelun

⁷¹⁶ Tarry D. W. (1969) *Dicrocoelium dendriticum*: The Life Cycle in Britain. *Journal of Helminthology* 43(3–4): 403–416.

⁷¹⁷ Otranto D. & Traversa D. (2002). A review of dicrocoeliosis of ruminants including recent advances in the diagnosis and treatment. *Veterinary Parasitology* 107(4): 317–335.

⁷¹⁸ Yang D. et al. (2017) Prevalence of *Hymenolepis nana* and *H. diminuta* from Brown Rats (*Rattus norvegicus*) in Heilongjiang Province, China. *Korean Journal of Parasitology* 55(3): 351–355.

Galán-Puchades M.T. et al. (2018) First survey on zoonotic helminthosis in urban brown rats (*Rattus norvegicus*) in Spain and associated public health considerations. *Veterinary Parasitology* 259: 49–52.

⁷¹⁹ Yezerski A. et al. (2020) Comparison of the effects of multiple variables on the levels of infection of the rat tapeworm, *Hymenolepis diminuta*, in its intermediate host, the confused flour beetle *Tribolium confusum*. *Journal of helminthology* 94: e116.

⁷²⁰ Ruokavirasto. Lista siirtymäaikaan sallituista hyönteislajeista. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikkeiden-alkutuotanto/elaimista-saatavat-elintarvikkeet/hyonteiset/lista-siirtymaikaan-sallituista-hyonteislajeista/>

⁷²¹ Voge M. & Heyneman D. (1957) Development of *Hymenolepis nana* and *Hymenolepis diminuta* (Cestoda: Hymenolepididae) in the intermediate host *Tribolium confusum*. *University of California Publications in Zoology* 59: 549–580.

jälkeen suurempi⁷²². Infektiiviset jauhopukit liikkuvat normaalia hitaammin, ja joutuvat sen vuoksi helposti rottien saaliiksi⁷²³. Jauhopukin elinaika pitenee, ja se lisää mahdollisuuden joutua saaliiksi⁷²⁴. *H. diminuta* voi myös tarttua jauhopukista toiseen, jos kovakuoriaiset syövät infektiivisen yksilön⁷²⁵. Rotta saa sitten tartunnan syödessään infektiivisiä hyönteisiä.

Hymenolepis tartunnat ovat harvinaisia ihmisessä. Yleensä ihminen saa tartunnan syötyään hinkalokuoriaisten tai torakoiden saastuttamia elintarvikkeita⁷²⁶. Tartuntariski voi varsinkin kotikasvatuksissa lisääntyä Suomessa, koska jauhomatoja syödään silloin myös kuumentamatta. *H. diminutasta* voi myös muodostua työturvallisuusriski jauhomadon kasvattajille, jos hygienia on puutteellinen.

⁷²² Hurd H. & Ardin R. (2003) Infection increases the value of nuptial gifts, and hence male reproductive success, in the *Hymenolepis diminuta*–*Tenebrio molitor* association. *Proceedings. Biological sciences* 270(Suppl 2): 172–174.

⁷²³ Sheiman I.M. et al. (2006) A behavioral study of the beetle *Tenebrio molitor* infected with cysticercoids of the rat tapeworm *Hymenolepis diminuta*. *Naturwissenschaften* 93(6): 305–308.

⁷²⁴ Hurd H. et al. (2001) A parasite that increases host lifespan. *Proceedings. Biological sciences* 268(1477): 1749–1753.

⁷²⁵ Pappas P.W. & Barley A.J. (1999) Beetle-to-beetle transmission and dispersal of *Hymenolepis diminuta* (Cestoda) eggs via the feces of *Tenebrio molitor*. *Journal of Parasitology* 85(2): 384–385.

⁷²⁶ Kolodziej P. et al. (2014) Analysis of a child infected with *Hymenolepis diminuta* in Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 21(3): 510–511.

4 Keskeiset ihmisten patogeenien vektorilajit Suomessa ja niiden vektorikapasiteetti (lyhyesti)

Hyönteiset ja punkit voidaan ihmisen näkökulmasta jakaa kolmeen ryhmään: hyödylliset, haitalliset ja hyödyttämät. Vektorilajit kuuluvat tautien välittäjinä haitallisiin. Taudinvälittäjinä hyönteiset voivat siirtää patogeeneja mekaanisesti, kuten huonekärpänen joka toiminnallaan kantaa bakteereja lantakasasta ruokapöydälle. Biologisessa tartunnassa patogeenillä on jokin kehitysvaihe vektorissa. Hyvänä esimerkkinä on malaria, jossa *Plasmodium* sp. lisääntyy suvullisesti horkkahyttysessä ja suvuttomasti ihmisessä.

Useimmiten biologinen vektorikapasiteetti liittyy verta imeviin hyönteisiin ja punkkeihin. Kyky imeä verta on kehittynyt hyönteisissä 6–7 kertaa evoluution aikana hyvin erilaisista lähtökohdista. Sen vuoksi verta imevät hyönteiset edustavat eri lahkoja, ja niiden kyky siirtää patogeeneja on hyvin erilainen. Ääripäänä voidaan pitää seinäludetta (*Cimex lectularius*). Veri on tämän Suomessa yleisen lajin molempien sukupuolien ainoa ravintolähde. Vaikka sen voisi kuvitella olevan erinomainen vektori, se ei varmuudella levitä yhtään patogeenia.

Suomessa tärkeimmät hyönteisvektorit kuuluvat kaksisiipisten lahkoon. Hyttysset ovat tärkeimmät ihmisen kannalta. Eläinlääkinnällisesti tärkeitä ovat myös polttiaiset ja mäkärät. Muut, kuten paarmoilla, pistokärpäsellä ja täikärpäsillä on rajoitetumpi merkitys. Myös kirput ja täit voivat olla vektoreita. Välimeren maissa hietasääsket (heimo Psychodidae, alaheimo Phlebotominae) ovat tärkeitä leishmaniaasiksen vektoreita. Kyseinen alaheimo ei esiinny Suomessa. Hämähäkkieläimiin kuuluvilla puutiaisilla on yhä kasvava merkitys vektorilajeina.

4.1.1.1 Hyttysset (Culicidae)

Maailmassa on yli 3500 hyttyslajia. Suomessa lajimäärä on pieni, vain 43 lajia. Hyttysten heimo jaetaan kahteen alaheimoon: Culicinae ja Anophelinae⁷²⁷. *Aedes* suku on nykyään jaettu useaan sukuun, joita aikaisemmin pidettiin alasukuina. Kirjallisuudessa nähdään käytetyn sekä vanhaa *Aedes* sukua, että uusi jako. Tässä raportissa käytetään pääasiassa vanhaa *Aedes* sukua ja entinen alasuku, *Ochlerotatus* on suluissa.

⁷²⁷ Becker N. et. al. (2003) Mosquitoes and their control. Springer Verlag 498 ss.

Vanha käytäntö on nimittäin vielä yleinen nimenomaan lääketieteellisessä entomologiassa.

Hyttysset ovat sopeutuneet hyvin erilaisiin oloihin, ja niillä on suuri merkitys patogeenien levittäjinä. Toukat kehittyvät aina vedessä, mutta lajista riippuen veden laatu voi vaihdella suuresti. Ainoastaan naarat ottavat veriaterioita, joita käytetään munien kehitykseen. Molemmat sukupuolet käyttävät kukkien mettä ravinnokseen. Ne ovat siis myös pölyttäjiä. Suomessa on eniten hyttysiä Kainuussa ja Metsä-Lapissa.

Taulukko 5. Suomessa esiintyvien lajien uusi sukuihin jako⁷²⁸.

Suku		Lajimäärä
<i>Anopheles</i>	Horkkahyttysset	4
<i>Aedes</i>	Kesähyttysset	3
<i>Aedimorphus</i>	Kesähyttysset	1
<i>Coquillettidia</i>	Elohyttysset	1
<i>Culex</i>	Lintuhyttysset	3 + 1 alalaji
<i>Culiseta</i>	Kirsihyttysset	6
<i>Dahlia</i>	Kesähyttysset	1
<i>Ochlerotatus</i>	Kesähyttysset	23

Hyttysset voivat talvehtia joko munina, toukkina tai aikuisina. Suomalaisilla lajeilla on pääsääntöisesti ainoastaan yksi sukupolvi vuodessa. Muutamien lajien toukkia esiintyy pitkin kesää, mitä on joskus tulkittu useampana sukupolvena⁷²⁹. Varmuutta asiasta ei ole koska näillä lajeilla voi esiintyä pidentynyt kehitys, jolloin uusia aikuisia voi ilmes-

⁷²⁸ Hulden L. & Hulden L. (2014) Checklist of the family Culicidae (Diptera) in Finland. *ZooKeys* 441: 47–51.

Culverwell C.L. (2017) A report on the mosquitoes of mainland Åland, southwestern Finland and revised list of Finnish mosquitoes. *Medical and Veterinary Entomology* 32(2): 145–154.

⁷²⁹ Culverwell C.L. et al. (2021) The mosquitoes of Finland: updated distributions and bionomics. *Medical and Veterinary Entomology* 35:1–29.

tyä usean kuukauden aikana. Asia vaatii lisää ekologista tutkimusta. Useimmat suomalaiset lajit talvehtivat munavaiheessa tai aikuisina, muutama toukkana. Kesähyttiset talvehtivat pääasiassa munavaiheessa. Metsähyttynen (*Aedes (Ochlerotatus) communis*) kehittyi toukkana lumen sulamislätäköissä. Sen huippu on juhannuksena, jolloin se etsii veriateriaa munintaa varten. Aikuisia löytyy kuitenkin myös myöhemmin pitkin kesää. Se pystyy munimaan kerran ilman veriateriaa. Se laskee munat kuivalle maalle paikalle, jossa on vanhojen koteloiden hajua. Munat kehittyvät, jos paikalle tulee lumen sulamislätäkö seuraavana keväänä. Munat säilyvät useita vuosia elinkelteisinä, jos lätäköjä ei ilmesty⁷³⁰.

Tärkeimmät horkkahyttiset, horkkahyttynen (*Anopheles messeae*) ja pohjanhorkkahyttynen (*A. beklemishevi*) talvehtivat aikuisina. Vuosina 2007–2009 tutkittiin horkkahyttysten esiintyminen metsävyöhykkeessä Kaamasen porontukimusasemalla Lapissa. Horkkahyttysten huippu alkoi muutamia päiviä lumen sulamisen jälkeen ja kesti noin kolme viikkoa kesäkuun loppuun. Vuorokauden aikana voitiin saada yli 300 yksilöä. Samana aikana tundralla pidetyissä pyydyksissä ei horkkahyttisiä saatu, joten horkkahyttisiä esiintyi pelkästään metsävyöhykkeessä⁷³¹. Avotuntureita lukuun ottamatta horkkahyttiset ovat yleisiä koko maassa⁷³². *A. daciae* on nykyään erotettu *A. messeae*sta, ja se on levinnyt Etelä-Suomessa⁷³³. *A. maculipennis sensu stricto* on tavattu Ahvenanmaalta⁷³⁴. Naaraat munivat keväällä ja kuolevat. Kesällä löytyy sen vuoksi ainoastaan lajien toukkia. Aikuiset kuoriutuvat sitten loppukesällä ja parittelevat. Koiraat kuolevat parittelun jälkeen. Ainoastaan 10 % naaraista nauttii veriaterian ennen talvehtimista⁷³⁵. Luonnossa talvehtimispaikka on usein nisäkkäiden pesässä. Horkkahyttysnaaraat hakeutuvat myös usein ihmisasumuksiin ja muihin ulkorakennuksiin. Keväällä ne aktivoituvat, hakevat veriaterian ja munivat. Horkkahyttiset munivat

⁷³⁰ Brummer-Korvenkötö M. et al. (1971) Ecology and phenology of mosquitoes (Dipt., Culicidae) inhabiting small pools in Finland. *Acta Entomologica Fennica* 28: 51–73.

⁷³¹ Hulden L. & Hulden L. (2007–2009) Julkaisemattoman keräyksen tiedot.

⁷³² Utrio P. (1979) Geographic distribution of mosquitoes (Diptera, Culicidae) in eastern Fennoscandia. *Notulae entomologicae* 59(3): 105–123.

Lokki J. et al. (1979) Diagnosing Adult *Anopheles* Mosquitoes. *Aquilo Ser Zool* 20: 5–12.

⁷³³ Culverwell C.L. et al. (2020) *Anopheles daciae*, a new country record for Finland. *Medical and Veterinary Entomology* 34: 145–150.

⁷³⁴ Culverwell C.L. (2017) A report on the mosquitoes of mainland Åland, southwestern Finland and revised list of Finnish mosquitoes. *Medical and Veterinary Entomology* 32(2): 145–154.

⁷³⁵ Hulden L. et al. (2005) Endemic malaria: an 'indoor' disease in northern Europe. Historical data analysed. *Malaria Journal* 4: 1.

Utrio P. (1979) Geographic distribution of mosquitoes (Diptera, Culicidae) in eastern Fennoscandia. *Notulae entomologicae* 59(3): 105–123.

pysyvään veteen kuten suuret lammikot, järvet ja merenlahdet⁷³⁶. Sisätiloissa horkkahyttiset voivat ottaa veriaterian jo helmikuussa, mikäli tila on lämmitetty. Horkkahyttiset lentävät äänettömästi, kun on rauhallista. Munittuaan kerran hyttynen palaa takaisin samalle paikalle, josta on saanut ensimmäisen veriaterian. Se myös suosii samaa isäntälajia⁷³⁷.

Sekä elohyttiset että kirsihyttiset talvehtivat aikuisina. Niiden elintavoista tiedetään kuitenkin vähän. Myös lintuhyttiset talvehtivat aikuisina. Ne etsiytyvät mielellään kellarieihin ja luoliin, josta niitä voi löytyä tuhansittain. Lintuhyttysen alalaji, viemärihyttynen, elää koko elämänsä sisätiloissa⁷³⁸.

Horkkahyttiset, elohyttiset ja kesähyttiset suosivat nisäkkäitä. Lintuhyttiset taas suosivat lintuja. Hyttynen löytää isännän seuraamalla tämän uloshengityksensä jättämän hiilidioksidijäljen. Kun hyttynen pääsee lähemmäksi se reagoi myös hienhajuun, (poikkeuksena lintuhyttiset) ja lopuksi lämpöön⁷³⁹.

4.1.1.2 Mäkärät, Simuliidae

Maailmassa esiintyy yli 2000 kaksisiipisiin kuuluvia mäkärälajeja. Suomessa esiintyy 56 mäkärälajia⁷⁴⁰. Mäkärät näyttävät pieniltä (2–3 mm) mustilta kärpäsiltiltä, joilla on kirkkaat siivet. Ainoastaan naarat ottavat veriaterian. Ne ovat yleensä aktiivisia päivällä⁷⁴¹.

Naaraat munivat virtaavaan veteen ja toukat kiinnittyvät kiviin tai vesikasveihin⁷⁴². Virtaavassa vedessä on enemmän happea, jota toukat tarvitsevat hengitykseensä. Mäkärät eivät lennä, kun lämpötila laskee alle 14 °C. Aktiivisimmillaan ne ovat 19–20 °C. Mäkärämäärät ovat suurimmat Lapissa, mutta niitä löytyy myös Etelä-Suomesta. Yleensä ne eivät lennä kovin pitkiä matkoja munimispaikoistaan. Mäkäränaaras löytää isännän, isännän hajun ja hiilidioksidijäljen perusteella. Naaras käyttää näköaistiaan

⁷³⁶ Becker N. et. al. (2003) Mosquitoes and their control. *Springer Verlag* 498 ss.

⁷³⁷ Hulden L. & Hulden L. (2008) Dynamics of positional warfare malaria: Finland and Korea compared. *Malaria Journal* 7: 171.

⁷³⁸ Becker N. et. al. (2003) Mosquitoes and their control. *Springer Verlag* 498 ss.

⁷³⁹ Becker N. et. al. (2003) Mosquitoes and their control. *Springer Verlag* 498 ss.

⁷⁴⁰ Ilmonen J. (2014) Checklist of the family Simuliidae (Diptera) of Finland. *ZooKeys* 441: 91–95.

⁷⁴¹ Kettle D.S. (1995) Medical and veterinary entomology. *Cabi international* 725 ss.

Wenk P. (1981) Bionomics of adult black flies. Teoksessa: Laird M. (ed.) *Blackflies: The future for Biological Methods in Integrated Control*. Academic Press 399ss.

⁷⁴² Sandhall Å. (1973) Småkryp. 308ss.

vasta kun isäntä on alle kahden metrin päässä⁷⁴³. Mäkärät ovat useiden sisäloisten vektoreita. Suomessa yleinen *Simulium reptans* on mm. naudon onchocerciasiksen vektori⁷⁴⁴.

4.1.1.3 Polttiaiset, Ceratopogonidae

Maailmassa esiintyy yli 6000 kaksisiipisiin kuuluvia polttiaislajeja. Suomessa esiintyy 97 lajia⁷⁴⁵. Useimmat ovat toisten hyönteisten petoja ja imevät niiden nestettä siipisuonista. Ainoastaan *Culicoides*-sukuun kuuluvat 25 lajia ottaa Suomessa veriaterian selkärangkaisista⁷⁴⁶.

Polttiaiset ovat hyvin pieniä, noin 1–3 mm pitkiä kaksisiipisiä, joilla on siivissä tummat ja vaaleat kuviot. Ainakin muutama *Culicoides*-laji pystyy pohjoisessa Euroopassa munimaan kerran ilman veriateriaa⁷⁴⁷. Niillä on purevat suuosat, ja niitä voi esiintyä suurina massoina erityisesti loppukesällä ja syksyllä. Käytännössä niiden lentoaika Suomessa loppuu vasta pysyvän lumipeitteen tultua. Ne sietävät hyvin kylmyyttä ja voivat lentää, jos tilapäinen lumi on sulanut syksyllä. Niiden lämpötilavaatimuksia on vaikea arvioida. Koska ne liikkuvat hyvin lähellä pakkasrajaa, on todennäköistä, että ne etsiytyvät lämpöön munien kehittymisen ajaksi. Lapissa lähin lämmin paikka on niille poron turkissa.

Suomessa lajeilla on todennäköisesti ainoastaan yksi sukupolvi vuodessa. Esimerkiksi tärkeällä vektorilajilla *C. obsoletuksella* on Suomessa yksi sukupolvi, mutta Etelä-Englannissa kolme sukupolvea vuodessa⁷⁴⁸.

⁷⁴³ Bradbury W.C. & Bennett G.F. (1974) Behaviour of adult Simuliidae (Diptera) I. Response to color and shape. *Canadian Journal of Zoology* 52: 251–259.

Bradbury W.C. & Bennett G.F. (1974) Behaviour of adult Simuliidae (Diptera) II. Vision and olfaction in near-orienting and landing. *Canadian Journal of Zoology* 52: 1355–1364.

⁷⁴⁴ McCall P. & Trees A.J. (1993) Onchocerciasis in British cattle: a study of the transmission of *Onchocerca* sp. in north Wales. *Journal of Helminthology* 67(2): 123–135.

⁷⁴⁵ Hulden L. & Hulden L. (2014) Checklist of the family Ceratopogonidae (Diptera) of Finland. *ZooKeys* 441: 53–61.

⁷⁴⁶ Hulden L. & Hulden L. (2014) Checklist of the family Ceratopogonidae (Diptera) of Finland. *ZooKeys* 441: 53–61.

⁷⁴⁷ Carpenter S. et al. (2013) *Culicoides* biting midges, arboviruses and public health in Europe. *Antiviral Research* 100(1): 102–113.

⁷⁴⁸ Kettle D.S. (1995) Medical and veterinary entomology. *Cabi international* 725 ss.

Culicoides-suvussa on tärkeitä arbovirusten, sukkulamatojen ja alkueläinten vektoreita. Niiden puremat ovat kivuliaita, ja ne muodostavat ongelman varsinkin porvasojen silmille. Suomessa niiden merkitys on lähinnä eläinlääketieteellinen. Ne ovat nautojen ja lampaiden Schmallerbergviruksen vektoreita⁷⁴⁹. *Culicoides*-lajien asema potentiaalisina vektoreina vaatii lisää selvitystä⁷⁵⁰. Ne välittävät Keski- ja Etelä-Amerikassa ihmisille kuumetautia aiheuttava Oropouchevirusta. On mahdollista, että ne myös tulevaisuudessa voisivat välittää eurooppalaisille jonkun ennestään tuntemattoman patogeenin aiheuttaman epidemian⁷⁵¹.

4.1.1.4 Paarmat, Tabanidae

Paarmat ovat isoja kaksisiipisiä, joiden siipien väli on 6–30 mm. Yli 4000 paarmalajia on kuvattu. Euroopassa on 213 lajia ja Suomessa 38–39⁷⁵². Ainoastaan naaraat ottavat veriaterian (muutamissa lajeissa ei esiinny veriaterioita). (Eläin)lääketieteellisesti tärkeimmät lajit ovat suvuissa sokkopaarmat (*Chrysops*), varsinaiset paarmat (*Hybomitra*), nautapaarmat (*Tabanus*) ja suppupaarmat (*Haematopota*), joita usein löytyy karjan, hevosten tai lampaiden luota. Paarmat ovat erityisesti aktiivisia aurinkoisella säällä, päivällä keskikesällä. Ne ovat hyviä ja nopeita lentäjiä, jotka etsivät isäntiä näköaistilla. Sokkopaarmojen toukat syövät mätäneviä kasviksia, kun taas nautapaarmojen ja suppupaarmojen toukat ovat petoja ja kannibaaleja. Sen vuoksi sokkopaarmojen toukkia on yleensä enemmän⁷⁵³.

⁷⁴⁹ Birlay M.H. & Boorman J.P.T. (1982) Estimating the survival and biting rates of haematophagous insects, with particular reference to the *Culicoides obsoletus* group (Diptera: Ceratopogonidae) in southern England. *Journal of Animal Ecology* 51: 135–148.

⁷⁵⁰ Conraths F.J. et al. (2013) Schmallerberg virus, a novel orthobunyavirus infection in ruminants in Europe: potential global impact and preventive measures. *New Zealand veterinary journal* 61(2): 63–67.

Balenghien T. et al. (2014) The emergence of Schmallerberg virus across *Culicoides* communities and ecosystems in Europe. *Preventive veterinary medicine* 116(4): 360–369.

⁷⁵¹ Sick F. et al. (2019) *Culicoides* Biting Midges—Underestimated Vectors for Arboviruses of Public Health and Veterinary Importance. *Viruses* 11(4): 376.

⁷⁵² Kahanpää J. et al. (2014) Checklist of the 'lower Brachycera' of Finland: Tabanomorpha, Asilomorpha and associated families (Diptera). *ZooKeys* 441: 165–181.

⁷⁵³ Oldroyd H. (1973) Tabanidae (horseflies, clegs, deerflies etc.). Teoksessa: Smith K.G.V. (toim.) *Insects and Arthropods of Medical Importance. British Museum* 195–208.

Paarmat ovat useiden sisäloisten vektoreita. Ne pystyvät myös mekaanisesti suosisaan välittämään *Anaplasma phagocytophilum* karjalle, jänisruttoa (*Francisella tularensis*) karjalle ja ihmisille sekä pernaruttoa (*Bacillus anthracis*) ihmisille ja eläimille⁷⁵⁴.

4.1.1.5 Täikärpäset, Hippoboscidae

Suomessa esiintyy 12 täikärpäsiin kuuluvaa lajia⁷⁵⁵. Tärkeimmät ovat lampaantäikärpänen (*Melophagus ovinus*), hevosentäikärpänen (*Hippobosca equina*) sekä hirvikärpänen (*Lipoptena cervi*). Lampaan täikärpänen on siivetön, ja hevosentäikärpänen esiintyy pääasiassa hevosten ja nautojen ulkoloisena. Hirvikärpänen yleistyi Suomessa 1960-luvulla hirvikannan kasvaessa⁷⁵⁶. Sillä on laaja levinneisyys Afrikasta Pohjois-Eurooppaan ja Siperiaan. Pohjois-Afrikassa se ahdistelee kameleita ja Euroopassa muita sorkkaeläimiä.

Hirvikärpäsen vektorikapasiteetista on keskusteltu. Se ei pysty vaihtamaan isäntää, koska se menettää siipensä laskettuaan sopivalle isännällä. Sinä se sitten elää loppuelämänsä. Hirvikärpänen nauttii kuitenkin ainoastaan verta, ja ravinnon hyödyntämiseksi se tarvitsee tiettyjä bakteereja. Naaras siirtää ne toukalle, joka kehittyy täysikasvuiseksi naaraan sisällä. Teoriassa naaras pystyy samalla siirtämään isäntäeläimestä saatuja muita patogeeneja jälkeläisilleen⁷⁵⁷. Hirvikärpästä on epäilty välittävän *Bartonella* spp. hirvieläimille. Bakteereja ei ole kuitenkaan löydetty hirvikärpäsen koteloista, ainoastaan hirvieläimistä⁷⁵⁸.

4.1.1.6 Kirput (Siphonaptera)

Kirput ovat siivettömiä nisäkkäiden (94 % lajeista) ja lintujen (6 % lajeista) ulkoloisia. Lajeja on n. 2500. Ulkoloisten tapaan, ne ovat litteitä, jotta ne pystyisivät helposti liikkumaan karvaisella isännällä. Kirpuille kelpaavat useimmiten monta erilaista isäntälajia. Sen vuoksi ne pystyvät helposti siirtämään patogeeneja eri isäntälajien välillä.

⁷⁵⁴ Kettle D.S. (1995) Medical and veterinary entomology. *Cabi international* 725 ss.

⁷⁵⁵ Pohjoismäki J. & Kahanpää J. (2014) Checklist of the superfamilies Oestroidea and Hippoboscoidea of Finland (Insecta, Diptera) *ZooKeys* 441: 383–408.

⁷⁵⁶ Pellikka J. et al. (2010) Hirvikärpäskohtaamiset ja niiden vaikutukset luonnossa liikkujien käyttäytymiseen. *Metsätieteen aikakauskirja* 3: 221–237.

⁷⁵⁷ Bezerra-Santos M.A. & Otranto D. (2020) Keds, the enigmatic flies and their role as vectors of pathogens. *Acta Tropica* 209: 105521.

⁷⁵⁸ Duodu S. et al. (2013) *Bartonella* Infections in Deer Keds (*Lipoptena cervi*) and Moose (*Alces alces*) in Norway. *Applied and environmental microbiology* 79(1): 322–327.

Szewczyk T. et al. (2017) Molecular detection of *Bartonella* spp. in deer ked (*Lipoptena cervi*) in Poland. *Parasites & vectors* 10(1): 487.

Ihmisen kirppu (*Pulex irritans*) on normaalisti sian ulkoloinen⁷⁵⁹. Kissakirppu (*Ctenophalides felis*) on tavallisin kirppu koirilla. Ainoastaan 25 % lajeista on riippuvainen yhdestä isäntälajista. ”Hyvän” ja ”huonon” isäntälajin ero voi korkeintaan nähdä munien määrissä. Suurin osa lajeista (74 %) löytyy jyrksijoiden pesistä. Kirput tunnustetaan siitä, että ne hyppivät, jos niitä häiritään. Ne ovat yleensä kiiltävän ruskeita ja niiden koko vaihtelee 1–6 mm välillä⁷⁶⁰.

Aikuiset kirput nauttivat ainoastaan verta. Ne löytävät isännän lämmön, tämän varjon, hajun ja hiilidioksidin perusteella⁷⁶¹. Toukat syövät aikuisten kirppujen verenpitoista ulostetta, sairaita ja kuolevia aikuisia kirppuja ja muita toukkia. Yleensä kirput viettävät aikaansa sekä isännällä että isännän pesässä. Aikuiset kirput voivat olla pitkiä aikoja ilman ravintoa⁷⁶².

(Eläin)lääketieteellisesti tärkeimmät kirppulajit kansainvälisesti ovat ruttokirppu (*Xenopsylla cheopis*), hietakirppu (*Tunga penetrans*), ihmiskirppu, kissakirppu, rotta-kirppu (*Nosphyllus fasciatus*), trooppinen kanakirppu (*Echinophaga gallinacea*) sekä lintukirppu (*Ceratophyllus gallinacea*)⁷⁶³. Suomessa niistä esiintyy rottakirppu ja lintukirppu. Kissa- ja koirakirppu on tullut tuontikoirien ja -kissojen kanssa. On mahdollista, että kissukirppu on leistymässä Suomessa.

Kirput elävät pääasiassa joko pesissä tai isännällä, eivätkä ne ole kovin herkkiä ulkolämpötiloille. Esimerkiksi rottakirpun muna kehittyy, kun lämpötila nousee yli 5 °C. Kanikirppu (*Spilopsyllus cuniculi*) selviää ilman ravintoa 9 kuukautta -1 °C lämpötilassa.⁷⁶⁴

Suomessa ihmiskirppu oli tavallinen ihmisen ulkoloinen ennen keskuslämmityksen yleistymistä. Keskuslämmitys alensi asuntojen ilmankosteuden, ja sisäilmasta tuli liian

⁷⁵⁹ Holland G.P. (1964) Evolution, classification, and host relationships of Siphonaptera. *Annual Review of Entomology* 9: 123–146.

⁷⁶⁰ Kettle D.S. (1995) Medical and veterinary entomology. *Cabi international* 725 ss.

⁷⁶¹ Askew R.R. (1971) Parasitic Insects. *American Elsevier Pub. Co.* 316 ss.

Shulov A. & Naor D. (1964) Experiments on the olfactory responses and host specificity of the oriental rat flea (*Xenopsylla cheopis*), (Siphonaptera: Pulicidae). *Parasitology* 54: 225–231.

⁷⁶² Askew R.R. (1971) Parasitic Insects. *American Elsevier Pub. Co.* 316 ss.

Shulov A. & Naor D. (1964) Experiments on the olfactory responses and host specificity of the oriental rat flea (*Xenopsylla cheopis*), (Siphonaptera: Pulicidae). *Parasitology* 54: 225–231.

⁷⁶³ Askew R.R. (1971) Parasitic Insects. *American Elsevier Pub. Co.* 316 ss.

Shulov A. & Naor D. (1964) Experiments on the olfactory responses and host specificity of the oriental rat flea (*Xenopsylla cheopis*), (Siphonaptera: Pulicidae). *Parasitology* 54: 225–231.

⁷⁶⁴ Kettle D.S. (1995) Medical and veterinary entomology. *Cabi international* 725 ss.

kuiva kirppujen toukille. Suomessa koirien ja kissojen kirput ovat vielä harvinaisia. Niitä tuodaan yleensä ulkomailta näyttelymatkojen tuliaisina. Koirien ulkoloisina kirput ovat yleisiä heti Suomen lahden eteläpuolella. Suomalaiset saavat useimmat kirppupuremat lintukirpulta, kun syksyisin tai keväisin puhdistetaan linnunpönttöjä. Monet suosivat myös siilien ruokkimista, ja voivat silloin saada siilikirpun (*Archaeopsylla erinacei*) puremia. Ulkona liikkuvat kissat voivat myös kantaa saaliseläinten kirppuja mukanaan.

4.1.1.7 Täit ja väiveet (Phthiraptera)

Täit ja väiveet ovat litteitä, siivettömiä hyönteisiä, jotka loisivat nisäkkäillä tai linnuilla. Täit (Anoplura) imevät verta, ja väiveet (Mallophaga) nakertavat ihoa, karvaa, sulkia ja ottavat välillä myös verta⁷⁶⁵. Ihmisellä ei ole väiveitä koska hänellä ei ole tarpeeksi karvapeitettä. Selvitys täiden esiintymisestä Suomessa perustuu pääosin julkaisematomaan tietoon. Vaatetäi oli käytännössä hävinnyt Suomesta 1960-lukuun mennessä. 2000-luvulla rupesi tulemaan näytteitä ja kyselyitä Luonnontieteelliseen keskusmuseoon ja Helsingin yliopiston silloisen soveltavan biologian laitokseen. Vuonna 2011 tehtiin ohjeistusta vaatetäiden hävittämiseksi A-klinikoille.

Täit ovat hyvin isäntäuskollisia, ja niitä on kuvattu noin 1000 lajia. Suurin osa lajeista elää jyrsojillä. Täiden erikoistuminen yhteen isäntälajiin johtaa siihen, etteivät koirantäit tartu ihmiseen tai päinvastoin⁷⁶⁶.

Ihmisellä on kaksi (kolme, jos vaatetäitä (*Pediculus humanus*) ja päätäitä (*P. capitis*) pidetään omina lajeinaan) täilajia. Vaatetäi polveutuu yhdestä (tai ehkä useammasta) päätäikannasta⁷⁶⁷, ja sen ekologia on jonkin verran erilainen kuin päätäin ekologia. Vaatetäipopulaatiot ovat yleensä huomattavasti suurempia, ja yhdessä paidassa voi olla tuhansittain aikuisia yksilöitä. Vaatetäinaaras myös tuottaa enemmän munia kuin päätäinaaras. Päätäipopulaatiot ovat yleensä pienempiä. On vaikea erottaa noin 2–3 mm pitkiä vaate- ja päätäitä toisistaan ulkoisten tuntomerkkien mukaan.

⁷⁶⁵ Kettle D.S. (1995) Medical and veterinary entomology. *Cabi international* 725 .

⁷⁶⁶ Kettle D.S. (1995) Medical and veterinary entomology. *Cabi international* 725 ss.

⁷⁶⁷ Salavastru C.M. et al. (2017) European guideline for the management of pediculosis pubis. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology: JEADV* 31(9): 1425–1428.

Noin 1,5–2 mm pitkä satiainen (*Pthirus pubis*) tarttuu pääasiassa sukupuolilyhteydessä⁷⁶⁸. Satiaisen kynnet ovat suurempia kuin päätäin kynnet, koska se tarttuu pääasiassa häpykarvoihin, joskus rintakarvoihin, kulmakarvoihin tai jopa silmäripsiin⁷⁶⁹. Satiaispopulaatiot ovat määrällisesti huomattavasti pienempiä kuin pää- ja vaatepäätäpopulaatiot. Sen vuoksi ne eivät juuri yksinään pysty ylläpitämään vektorivälitteisiä tauteja.

Vaatepäitä kokiivat romahduksen jatkosodan jälkeen. Syy romahdukseen oli parantunut hygienia, DDT:n käyttö ja kodittomuuden väheneminen. Vaatepäitä olivat käytännössä hävinneet Suomessa todennäköisesti 1970-luvulla. Viimeisten kahdenkymmenen vuoden aikana ne ovat kuitenkin tehneet paluuta. Kotimaiset kannat ovat yleistyneet pääasiassa huumeikäyttäjien ja alkoholistien keskuudessa. Usein tartuntojen lähde on ollut ulkomailla. Vaatepäitä ovat tavallisia Thaimaassa ja Intiassa kodittomien ja ulkosalla elävien keskuudessa. Myös kerjäläiset ja pakolaiset ovat riskiryhmä. Vaatepäitäpopulaatiot kasvavat, kun ihminen nukkuu riisumatta käyttövaatteitaan. Vaatepäitä munii ruumiinlämmössä, ja muninta lakkaa, jos vaatekappale riisutaan. Mahdollisuus riisua vaatteet yöksi voi käynnissä melkein puolittaa vaatepäitäpopulaatiota. Vaatepäitä on useiden patogeenien vektori. Ongelmallista on, ettei vaatepäitäiden yleisyyttä ole kunnolla selvitetty Suomessa. Paitsi, että vaatepäitä ovat ongelma riskiryhmässä, ne ovat myös työturvallisuusongelma riskiryhmien kanssa työskentelevälle henkilökunnalle. Tietotaito häätää vaatepäitäpopulaatio on yleensä puutteellinen.

Suomen (ja muiden länsimaiden) päätäpopulaatiot romahtivat myös toisen maailmansodan jälkeen. Päätäitä sai helposti hävitettyä DDT:n avulla, ja tartunta väheni, sitä mukaan, kun päätäitä harvinaistuivat. DDT kiellettiin 1970-luvulla. Sen jälkeen päätäitä ovat yleistyneet melkein kaikissa teollisuusmaissa⁷⁷⁰. Suomessa päätäitä on nykyään tavallinen ainakin isoissa kaupungeissa. Päätäitäiden kokonaislevinneys Suomessa ei kuitenkaan varmuudella tunneta. Täitä esiintyvät pääasiassa päiväkotilapsilla ja ala-asteen koululaisilla riippumatta sosiaalisesta taustasta⁷⁷¹. Täiepidemioilla on kaksi vuositaita huippua, syksyllä, kun lapset palaavat kesälomilta, ja talvella joulun jälkeen.

⁷⁶⁸ Amanzougaghene N. et al. (2016) High Ancient Genetic Diversity of Human Lice, *Pediculus humanus*, from Israel Reveals New Insights into the Origin of Clade B Lice. *PLoS One* 11(10): e0164659.

Li W. et al. (Genotyping of Human Lice Suggests Multiple Emergences of Body Lice from Local Head Louse Populations. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 4(3): e641.

⁷⁶⁹ Kettle D.S. (1995) Medical and veterinary entomology. *Cabi international* 725 ss.

⁷⁷⁰ Falagas M.E. et al. (2008) Worldwide Prevalence of Head Lice. *Emerging Infectious Diseases* 14(9): 1493–1494.

⁷⁷¹ Clark J.M. et al. (2013) Human lice: past, present and future control. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 106: 162–171.

Suurella lapsiryhmässä ei voida olla varmoja, että täiden häätö on täydellinen. Päätämyrkyillä on resistenssiongelmia⁷⁷², ja osa vanhemmista suosii ”orgaanisia ja myrkyttömiä” aineita. Täikampaa lukuun ottamatta, ne eivät tehoa. Torjunta voi myös olla taloudellinen rasite, koska käytännössä koko perhe pitää käsitellä.

Täit nauttivat veriaterian joka neljäs tunti, mutta ne pysyvät elossa kolme päivää ilman isäntää viileässä huonelämmössä (oma koe). Aikuiset täit eivät siis kuole päiväkodissa viikonlopun aikana. Naaras munii keskimäärin 82 munaa (saivareita), jotka se liimaa hiuksiin. Täit suosivat puhtaita hiuksia. Saivareet kuoriutuvat viikossa. Irtohiukissa ne pysyvät elinkelpoisina kuukauden, ja kuoriutuvat vasta kun ne ovat lähikoketuksessa ihmiseen⁷⁷³. Lapsi voi siis saada tartunnan irtohiuksesta ryömiessään esimerkiksi sisäleikkipaikoissa, pallomerissä jne. Hiusharjat voivat myös välittää saivareita, mutta aikuiselle täille voi käsittely harjassa olla liian kovakourainen. Aikuiset täit voivat kuitenkin liikkua päähineiden välillä hattuhyllyillä. Lämpimässä päähineessä täit nimittäin pyrkivät niin kauaksi päänahasta kuin mahdollista. Jokunen täi jää silloin helposti päähineeseen, kun se riisutaan. Päähine viilenee hattuhyllyllä, ja täi jättää sen hakeuten lämpimämpään paikkaan. Lämpimin paikka on silloin myöhemmin hattuhyllylle tullut päähine.

4.1.1.8 Puutiaiset (Ixodidae, Acari)

Käsitteet punkki ja puutiainen sekoitetaan usein toisiinsa. Punkit ovat hämähäkieläimiin kuuluva alaluokka. Puutiaiset ovat punkkeihin kuuluva laji, Ixodida. Siihen kuuluu kolme heimoa, nahkapuutiaiset (Argasidae) ja kovapuutiaiset (Ixodidae) sekä Nuttalliellidae, jossa on ainoastaan yksi laji. Suomessa on tavattu kymmenen puutiaislajia. Niistä tavallisella puutiaisella (*Ixodes ricinus*) ja taigapuutiaisella (*Ixodes persulcatus*) on merkitystä vektoreina. Myyräpuutiainen (*Ixodes triangulipes*) elää pääasiassa jyrsijöiden pesissä, eikä se juuri vaivaa ihmistä. Sillä voi kuitenkin olla merkitystä patogeeniin siirtymisessä tavalliseen puutiaiseen ja taigapuutiaiseen kimppasyönnin yhteydessä⁷⁷⁴. Sisätiloissa elävä ruskea koiranpuutiainen (*Rhiphicephalus sanguineus*)

⁷⁷² Meister L. & Ochsendorf F. Head Lice. *Deutsches Ärzteblatt international* 113(45): 763–772.

Durand R., Bouvresse S., Berdjane Z., Izri A., Chosidow O. & Clark J.M. (2012) Insecticide resistance in head lice: clinical, parasitological and genetic aspects. *Clinical Microbiology and Infection* 18, 338–344.

⁷⁷³ Bonilla D.L. et al. (2013) The biology and taxonomy of head and body lice—implications for louse-borne disease prevention. *PLoS pathogens* 9(11): e1003724.

⁷⁷⁴ Henttonen H. (2018) Tauteja luonnosta. *Metsäkustannus* 126ss.

neus) pystyisi periaatteessa olemaan monien tautien vektori, mutta mahdolliset patogeenit eivät todennäköisesti saavuta sitä⁷⁷⁵. Sen lisäksi on *Hyalomma marginatum* ja *H. rufipes* löytynyt muuttolinnuista⁷⁷⁶.

Ihminen saa puutiaisen yleensä liikkueessaan luonnossa. Puutiaisia voi kuitenkin myös löytyä esikaupunkialueilla. Niillä on myös populaatioita puistoissa sekä Turussa, että Helsingissä⁷⁷⁷. Myös Pietarissa on kerätty puutiaisia paitsi hautausmailta myös metsäisistä puistoista⁷⁷⁸.

Riski saada puutiaispuremia kasvaa koiran omistajilla⁷⁷⁹. Ruotsalaisessa tutkimuksessa todettiin, että 53 % koiranomistajista antavat koiransa nukkua sängyssä⁷⁸⁰. Nykyään monet suositut puutiasten häätöön tarkoitetut aineet, eivät karkota puutiaisia, vaan ne kuolevat vasta otettuaan verta. Puutiainen ei yleensä kiinnity heti, vaan se voi viettää useita päiviä isännällään etsiessään sopivaa kiinnityspaikkaa. Sinä aikana se voi helposti siirtyä koiran vieressä nukkuvan ihmiseen⁷⁸¹.

Vaatteiden peseminen ei aina tapa puutiaista. Aikuinen puutiainen selviää pesukoneen 40 °C lämpötilan pesuohjelmasta (pesuaineella ja huuhteluaineella). Pitkä käsittely kuumassa (yli 60 °) kuivausrummussa tappaa sen⁷⁸².

⁷⁷⁵ Bowman S. & Nuttall P. (2008) Ticks: Biology, Disease and Control. *Cambridge University Press* 506 ss.

⁷⁷⁶ Nuorteva P. & Hoogstraal H. (1963) The Incidence of Ticks (Ixodoidea, Ixodidae) on Migratory Birds arriving in Finland during the Spring of 1962. *Annales medicinae experimentalis et biologiae Fenniae* 41(4): 457–468.

⁷⁷⁷ Mäkinen J. et al. (2003) Prevalence of granulocytic *Ehrlichia* and *Borrelia burgdorferi* sensu lato in *Ixodes ricinus* ticks collected from Southwestern Finland and from Vormsi Island in Estonia. *APMIS : acta pathologica, microbiologica, et immunologica Scandinavica* 111(2): 355–362.

Junttila, J. et al. (1999) Prevalence of *Borrelia burgdorferi* in *Ixodes ricinus* ticks in urban recreational areas of Helsinki. *Journal of Clinical Microbiology* 37: 1361–1365.

⁷⁷⁸ Tretyakov K.A. et al. (2014) Ixodid ticks in St. Petersburg: a possible threat to public health. *Estonian Journal of Ecology* 63(4): 215–224.

⁷⁷⁹ Jones E.H. et al. (2018) Pet ownership increases human risk of encountering ticks. *Zoonoses and public health* 65(1):74-79.

De Wet S. et al. (2020) Love the ones you're with: Characteristics and behaviour of Maryland pets and their owners in relation to tick encounters. *Zoonoses and public health* 67(8): 876–881.

⁷⁸⁰ Olsson P. (2020) Så många kvinnor sover hellre med sin hund än sin partner. *Agria djurförsäkring*. <https://www.agria.se/hund/artiklar/om-hund/sa-manga-kvinnor-sover-hellre-med-sin-hund-an-sin-partner/>

⁷⁸¹ Oma koe. Julkaisematon.

⁷⁸² Oma koe. Julkaisematon.

Puutiainen ei juo, vaan saa tarvitsemansa nesteen ilmankosteudesta. Puutiainen on aktiivinen heti kun lämpötila nousee yli + 5 °C⁷⁸³. Aikuinen naaras munii yhden kerran usean päivän aikana 1000–3000 munaa. Puutiaisella on munavaiheen jälkeen kolme vaihetta: toukka, nymfi ja aikuinen. Se ottaa jokaisen vaiheen aikana yhden veriaterrian, yhteensä siis kolme kertaa⁷⁸⁴. Se pystyy talvehtimaan kaksi kertaa jokaisen vaiheen aikana. Aikuinen puutiainen voi siis saavuttaa kuuden vuoden iän. Puutiainen saalistaa passiivisesti odottaen sopivan isännän tuloa. Toukkana puutiainen saa aterian pääasiassa jyräjöistä, siileistä, jäniksenpoikasista, tai maassa makaavasta metsäkaurisvasasta. Nymfi voi saalistaa myös vähän isompaa eläintä. Aikuinen puutiainen kiipeää n. puoli metriä ruohonkorrelle ja odottaa isoa nisäkästä. Sen mahdollisuudet saalistaa pientä maassa liikkuvaa eläintä pienenee. Samalla se jättää haju jäljen toisille puutiaisille⁷⁸⁵. Aikuisen veriaterrian saaminen on kriittisin vaihe puutiaisen elämässä. 98 % aikuisista naaraista jää ilman veriaterraa, eivätkä ne pysty munimaan ja jatkamaan sukua⁷⁸⁶.

Tavallisella puutiaisella ja taigapuutiaisella on samanlainen elämänkierto. Taigapuutiainen esiintyy muutamilla laajoilla alueilla sisämaassa ja Pohjanlahden rannikkoa pitkin. Tavallinen puutiainen dominoi etelärannikolla. Molemmat lajit menevät suunnilleen yhtä kauas pohjoiseen⁷⁸⁷. Taigapuutiaisen aktiivisuushuippu on keväällä, aikaisemmin kuin tavallisen puutiaisen, jolla on aktiivisuushuippu sekä kesällä että alkusyksyllä⁷⁸⁸.

Taigapuutiaista on viime vuosikymmenenä löytynyt runsaasti Suomessa. Varmuudella ei kuitenkaan voida sanoa, onko kyseessä leviäminen vai runsastuminen. Aikaisemmin puutiaisia ei juurikaan määritetty lajilleen, ja kaikkia yksilöitä pidettiin tavallisena

⁷⁸³ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

⁷⁸⁴ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss.

⁷⁸⁵ Kettle D.S. (1995) Medical and Veterinary Entomology. *Cabi international* 725 ss. Estrada-Pena A. et al. (-s.a.) Ticks of Europe and North Africa. *Springer Verlag* 404 ss.

⁷⁸⁶ Korotkov Y. et al. (2015) Observations on changes in abundance of questing *Ixodes ricinus*, castor bean tick, over a 35-year period in the eastern part of its range (Russia, Tula region). *Medical Veterinary Entomology* 29(2): 129–136.

⁷⁸⁷ Estrada-Pena A. et al. (2017) Ticks of Europe and North Africa. *Springer Verlag* 404 ss.

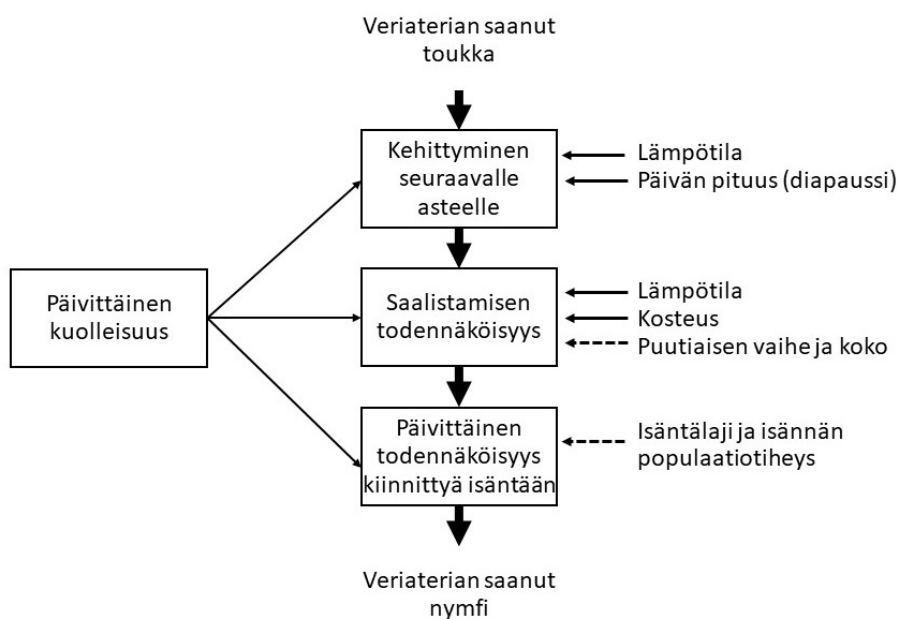
Laaksonen M. et al. (2017) Crowdsourcing-based nationwide tick collection reveals the distribution of *Ixodes ricinus* and *I. persulcatus* and associated pathogens in Finland. *Emerging microbes & infections* 6(5): e31.

⁷⁸⁸ Henttonen H. (2018) Tauteja luonnosta. *Metsäkustannus* 126ss.

puutiainen. Ensimmäinen varma määrittely tehtiin vasta vuonna 2008, jolloin taigapuutiainen yksilö löytyi Ilomantsissa⁷⁸⁹. Pohjois-Ruotsista taigapuutiainen löytyi vuonna 2015⁷⁹⁰. Sielläkään ei kuitenkaan ole aikaisemmin määritetty puutiaiset lajilleen.

Monet seikat vaikuttavat puutiainen selviämiseen. Karjalan tasavallassa on tutkittu miten lämpötila vaikuttaa taigapuutiainen lyhytaikaiseen trendin. Korkea lämpötila huhtikuussa nopeuttaa lumen sulamisen, jolloin taigapuutiainen saa lisää päiviä saalistamiseen. Sopivat sääolot heinäkuussa taas edistää veriaterian saaneiden nymfiä nahanluontia. Runsaat lumensateet talvella luovat talvehtiville taigapuutiaisille vakaita oloja⁷⁹¹.

Kuvio 6. Tavallisen puutiainen siirtyminen vaiheesta toiseen⁷⁹².



⁷⁸⁹ Bugmyrin S. et al. (2012) *Ixodes persulcatus* [Schultze 1930] (Acari: Ixodidae) in eastern Finland. *Entomologica Fennica* 22(4): 268–273.

⁷⁹⁰ Jaenson T.G.T. et al. (2016) First evidence of established populations of the taiga tick *Ixodes persulcatus* (Acari: Ixodidae) in Sweden. *Parasites & Vector* 9: 377.

⁷⁹¹ Bugmyrin S.V. et al. (2019) Long-term dynamics of *Ixodes persulcatus* (Acari: Ixodidae) abundance in the north-west of its range (Karelia, Russia). *Experimental and Applied Acarology* 77(2): 229–240.

⁷⁹² Bowman A.S. & Nuttall P. eds. (2008) *Ticks: Biology, Disease and Control*. Cambridge University Press 506 ss

On mainintoja, että kohonnut lämpö nopeuttaisi puutiaisen elinkiertoa⁷⁹³. Vaikka lämpötila vaikuttaa veriaterian saaneen puutiaistoukan tai nymfin nahanluontiin, se ei ole ratkaiseva tekijä. Toukat ja nymfit ovat herkkiä kuivuudelle. Kuivana kautena, ne piilotautuvat karikkeessa, eivätkä saalista. Lausunnot sateisten kesien ”pienemmistä määristä” puutiaispuremista kuvastavat lähinnä ihmisen käyttäytymistä. Sateella ollaan vähemmän ulkona, ja todennäköisyys saada puutiaispurema on pienempi. Päivän pituus vaikuttaa talvehtimisajankohtaan⁷⁹⁴. Talveksi puutiainen kaivautuu karikkeeseen, jossa se on suojassa lumen alla. Puutiainen voi talvehtia sekä ennen, että jälkeen nahanluontia⁷⁹⁵. Keväällä puutiaiset aktivoituvat lumen sulattua ja lämpötilan noustua.

Ilman veriateriaa puutiainen ei voi siirtyä vaiheesta toiseen. Sen vuoksi isäntien määrä on lämpötilaa huomattavasti tärkeämpi tekijä edellyttäen, että lämpötila ylittää + 5 °C. Koska puutiaistoukat ottavat veriateriansa pienistä nisäkkäistä, voidaan ajatella, että myyrien syklisyys vaikuttaisi myös puutiaisiin. Sekä tavallinen puutiaisen ja taigapuutiaisen elinikä on kuitenkin niin pitkä, että ne ainakin Keski- ja Etelä-Suomessa käytännössä elävät yli sekä myyrähuipun, että myyräkannan romahtamisen. Myyräkantojen vaihtelut heijastuvat siis laimeasti tai ei ollenkaan puutiaiskantoihin. Sen sijaan myyräkantojen vaihtelut heijastuvat puutiaiskantojen *Borrelia afzelii*in infektiivisyyteen⁷⁹⁶.

Viime vuosina on Suomessa tutkittu puutiaisten levinneisyyttä yleisöltä saatujen puutiaishavaintojen ja -yksilöiden avulla. Sen mukaan puutiaiset esiintyvät Etelä-Lappia myöten⁷⁹⁷. Suurin osa havainnoista ovat koirista, ja kuvastavat sen vuoksi myös ih-

⁷⁹³ Sormunen J.J. et al. (2015) Assessing the abundance, seasonal activity, and *Borrelia* and tick-borne encephalitis virus (TBEV) prevalence of *Ixodes ricinus* ticks in a Lyme borreliosis endemic area in Southwest Finland. *Ticks and Tick-borne Diseases* 7: 208–215.

⁷⁹⁴ Belozero V.N. (1967) [Larval diapause in the tick *Ixodes ricinus* L and its dependence on external conditions. IV. Interactions between exogenous and endogenous factors in the regulation of larval diapause] *Entomological Review* 46: 447–451. Venäjäksi.

Belozero V.N. (1970) [Nymphal diapause in the tick *Ixodes ricinus* L. (Ixodidae). III. Photoperiodic reaction in unfed nymphs]. *Parazitologiya* 4: 139–145. Venäjäksi.

⁷⁹⁵ Belozero V.N. (1998) Role of two-step photoperiodic reaction in the control of development and diapause in the nymphs of *Ixodes persulcatus*. *Russian Journal of Zoology* 2: 414–418.

⁷⁹⁶ Coipan C.E. et al. (2018) The genetic diversity of *Borrelia afzelii* is not maintained by the diversity of the rodent hosts. *Parasites & Vectors* 11: 454.

⁷⁹⁷ Laaksonen M. et al. (2018) Tick-borne pathogens in Finland: comparison of *Ixodes ricinus* and *I. persulcatus* in sympatric and parapatric areas. *Parasites & Vectors* 11: 556.

misten liikkumista. Etelä-Lapin havainnot ovat saattaneet tulla matkailijoiden mukana⁷⁹⁸. Mahdotonta ei kuitenkaan ole, että jossain Lapin pihapiirissä tai leirintäalueella saattaa syntyä tilapäinen populaatio muutamaksi vuodeksi. Sekä tavallinen puutiainen että taigapuutiainen esiintyvät pääasiassa etelämpänä akselilla Simosta Kuuhmoon⁷⁹⁹.

Puutiaiskanta on selvästi kasvanut Suomessa viimeisten vuosikymmenten aikana. Ilmaston lämpeneminen on yritetty liittää puutiaispopulaatioihin⁸⁰⁰, mutta tutkimusaineisto on ajallisesti lyhyt. Toinen ongelma on, että ainoastaan lämpötila verrataan puutiaispopulaatioihin. Muita keskeisiä muuttujia, kuten maankäyttöä tai riistamääriä ei huomioida. Esimerkiksi Pohjois-Ruotsissa on verrattu puutiaisten levinneisyyttä 1980-luvun alusta 1990-lukuun⁸⁰¹. Tutkimus osoittaa, että puutiaiskanta on levinnyt, mutta kaikkia muuttujia ei huomioida. Jokaisella puutiaisvaiheella on Suomessa vähintään 2x 5–6 kuukautta aikaa löytää isännän saadakseen veriaterian. Lämpenevä ilmasto on Suomessa pidentänyt saalistuskautta korkeintaan noin 5 %. Ihmisen toimenpiteet metsästettävän riistakannan säätelyyn talviruokinnalla, petojen määrän säätelyllä ja metsähoidolla, pitävät suurten nisäkkäiden kantoja korkealla. Silloin myös puutiaisten määrää kasvaa.

Sekä amerikkalaiset että venäläiset tutkijat ovat päätyneet siihen, että suurten nisäkkäiden määrä säätelee puutiaispopulaatioita⁸⁰². Kun suuria nisäkkäitä on paljon, saavat aikuiset puutiaiset helpommin tarvitsemansa veriaterian. Kannattaa muistaa, että

⁷⁹⁸ Laaksonen M. (2015) Puutiaisten (*Ixodes* spp.) levinneisyys Suomessa 2014. Pro gradu tutkielma. *Turun Yliopisto, Biologian laitos*. 56 ss.

⁷⁹⁹ Estrada-Pena A. et al. (2017) Ticks of Europe and North Africa. *Springer Verlag* 404 ss.

⁸⁰⁰ Jaenson T.G.T. & Lindgren E. (2011) The range of *Ixodes ricinus* and the risk of contracting Lyme borreliosis will increase northwards when the vegetation period becomes longer *Ticks and Tick-borne Diseases* 2(1): 44–49

Lindgren E. et al. (2000) Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. *Environmental health perspectives* 108: 119–124.

Tokarevich N. et al. (2017) Impact of air temperature variation on the ixodid ticks habitat and tick-borne encephalitis incidence in the Russian Arctic: the case of the Komi Republic. *International journal of circumpolar health* 76(1): 1298882.

⁸⁰¹ Lindgren E. et al. (2000) Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. *Environmental health perspectives* 108: 119–124.

⁸⁰² Bowman S. & Nuttall P. (2008) Ticks: Biology, Disease and Control. *Cambridge University Press* 506 ss.

Halsey J. et al. (2018) The role of *Ixodes scapularis*, *Borrelia burgdorferi* and wildlife hosts in Lyme disease prevalence: A quantitative review. *Ticks and Tick Borne Diseases* 9(5): 1103–1114.

Korotkov Y. et al. (2015) Observations on changes in abundance of questing *Ixodes*

ainoastaan kaksi naarasta sadasta pystyy munimaan⁸⁰³. Ruotsissa on osoitettu, että puutiaisten populaatiot ovat kasvamassa, riistakantojen kasvun seurauksena⁸⁰⁴. Riistakannat ovat kasvaneet myös Suomessa. 1900-alussa hirvi oli käytännössä hävinnyt Suomesta. Suomessa oli vähän riistaa vielä 1950-luvun lopussa. Pääasiassa maatalouspolitiikan seurauksena peltojen metsittyminen sai alkunsa ja kiihtyi 1960-luvulla. Silloin myös hirvikanta lähti kasvuun. Sen jälkeen ovat myös metsäkauris ja valkohäntäkauris lisääntyneet nopeasti. Nykyään hirvikanta yritetään pitää 100 000 eläimessä. Myös valkohäntäkauriskanta on noussut samoihin lukemiin. Metsäkauriiden määrä on vaikeaa arvioida. Varovaisesti arvioiden, voidaan otaksua, että Suomen metsissä on suuruusluokkaa 300 000 isoa sorkkaeläintä⁸⁰⁵. Valitettavasti, ei sorkkaeläinten vähentäminen automaattisesti vähennä puutiaisvälikkeiden patogeenien tartuntoja. Kun sorkkaeläinten määrä vähenee, vähenee myös puutiaisten määrä. Jäljellä olevat puutiaiset ottavat silloin useammin veriaterian jyrksijöiltä, jolloin infektiivisten puutiaisten osuus kasvaa⁸⁰⁶. Sorkkaeläinten poistamisen jälkeen pienpedot, jyrksijät ja linnut ylläpitävät puutiaiskantaa, joten käytännössä puutiaiskannan väheneminen voi kestää useita vuosia.

Kun arvioidaan puutiaispopulaatioiden vaihtelut pitkällä aikavälillä, kannattaa kerätä aineistoa mahdollisimman pitkältä ajalta. Ilmasto on Suomessa alkanut lämmetä 1880-luvun kylmästä jaksosta alkaen⁸⁰⁷. Puutiaiskannan kasvua kannattaisi sen vuoksi tarkastaa samasta pitkästä jaksosta. Historiallinen levinneisyys voidaan tutkia

ricinus, castor bean tick, over a 35-year period in the eastern part of its range (Russia, Tula region). *Medical Veterinary Entomology* 29(2): 129–136.

Stafford III K.C. et al. (2003) Reduced Abundance of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) and the Tick Parasitoid *Ixodiphagus hookeri* (Hymenoptera: Encyrtidae) with Reduction of White-Tailed Deer. *Journal of Medical Entomology. Population and Community Ecology* 40(5): 642–652.

Rand P.W. et al. (2003) Deer Density and the Abundance of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) *Journal of Medical Entomology. Population and Community Ecology* 40(2): 179–184.

⁸⁰³ Korotkov Y. et al. (2015) Observations on changes in abundance of questing *Ixodes ricinus*, castor bean tick, over a 35-year period in the eastern part of its range (Russia, Tula region). *Medical Veterinary Entomology* 29(2): 129–136.

⁸⁰⁴ Jaenson T.G.T. et al. (2012) Changes in the geographical distribution and abundance of the tick *Ixodes ricinus* during the past 30 years in Sweden. *Parasites & Vectors* 5: 8.

⁸⁰⁵ Riistakannat. *Suomen riistakeskus* <https://riista.fi/riistatalous/riistakannat/elaimet/>

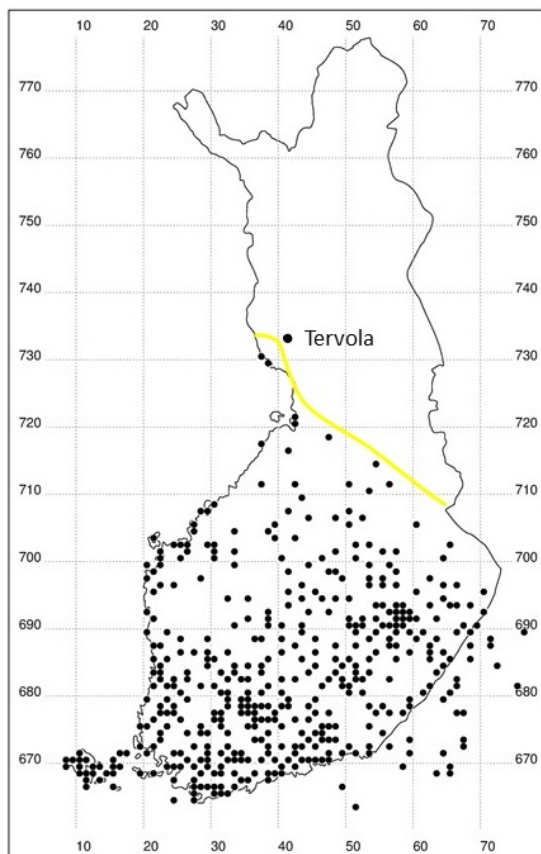
⁸⁰⁶ Perkins S.E. et al. (2006) Localized deer absence leads to tick amplification. *Ecology* 87(8): 1981–1986.

⁸⁰⁷ Linderholm H.W. et al. (2003) Tree-ring records from central Fennoscandia: the relationship between tree growth and climate along a west–east transect. *The Holocene* 13(6): 887–895.

Turpeinen O. (1986) Nälkä vai tauti tappoi? Kauhunvuodet 1866–1868. *Historiallisia tutkimuksia* 136, 307ss.

epäsuorasti puutiaisten karjalle välitetyn *Babesia divergens* loision aiheuttavan punataudin kautta. Punataudin levinneisyys kuvastaa siis myös puutiaisen levinneisyyttä. Suomessa oli vuonna 1900 melkein 1,5 miljoonaa nautaa⁸⁰⁸. Metsälaidunnus oli yleistä, joten metsissä oli viitisen kertaa enemmän suuria nisäkkäitä kuin nykyään. Punatautitapausten määrästä 1889–1950 (183.311 tapausta) voidaan päätellä, että puutiaiskanta silloin on ollut huomattavasti tiheämpi kuin nykyään. Vuosina 1951–2013 oli Suomessa 112.591 punatautitapausta, ja kaikki olivat kartassa esitetyn keltaisen rajan eteläpuolella.

Kuvio 7. Paikkakunnat, joissa esiintyi punatautia 1850–1910. Tautihavainnot kerättiin sanomalehdistä ja vuodesta 1883 myös virallisista tilastosarjoista⁸⁰⁹. Sanomalehtitiedot perustuivat lääkäreiden lausuntoihin. Tervola oli pohjoisin paikkakunta.



⁸⁰⁸ Vattula K. (1983) Historiallinen tilasto. Suomen taloushistoria 3. *Kustannusyhtiö Tammi* 470 ss.

⁸⁰⁹ Historiallinen sanomalehtiarkisto. *Kansalliskirjasto*
<https://www.kansalliskirjasto.fi/fi/palvelut/digitointi-ja-sailytyspalvelut/digi-kansalliskirjaston-digitoidut-aineistot>
 Suomenmaan tilastollinen vuosikirja 1883–1950.

Punatautitapaukset antavat varmaa tietoa niistä paikkakunnista, joissa oli puutiaisia. Valitettavasti ne paikkakunnat jäivät pimentoon, joissa puutiaiset eivät kantaneet loisia. Viime vuosisadan alussa puutiaisen levinneisyys oli kuitenkin suurin piirtein samankaltainen kuin nykyään. Etelä-Lapin puutiaislöydöt toki puuttuvat. Myös Simossa oleva puutiaisenkefaliittiviruksen paikallinen levinneisyysalue mahtuu hyvin puutiaisen historialliseen levinneisyyteen. Kyseessä voi siis olla vanha esiintymä.

Punatauti tilanne Ruotsissa oli vastaavanlainen kuin Suomessa. 1890–1929 karjan punatauti esiintyi Norrbottenin läänissä yhteensä 133 tilalla⁸¹⁰, joista suurin osa oli alueella, josta puutiainen on sittemmin hävinnyt.

Puutiaisten levinneisyyttä Suomessa tutkittiin 1960-luvun alussa. Selvitys tehtiin kyselyillä, ja sen lisäksi käytiin maastossa pyytämässä puutiaisia⁸¹¹. Silloinkaan ei erotettu tavallista puutiaista taigapuutiaisesta, joten molemmat lajit ovat voineet esiintyä aineistossa.

Nautojen metsälaidunnuksen vuoksi puutiaiskanta sekä Suomessa että Pohjois-Ruotsissa oli 1900-luvun alkupuolella todennäköisesti jopa tiheämpi kuin nykyään. Puutiaiskannat romahtivat, kun metsälaidunnus loppui, mutta puutiaiset eivät hävineet. Kun riistamäärät rupesivat kasvamaan 1970-luvulla, myös puutiaiskannat elpyivät. Riistamäärä Suomen metsissä on vielä huomattavasti pienempi kuin nautojen historiallinen määrä. Voidaan siis olettaa, että puutiaismäärät jatkavat kasvamista, ainakin niin kauan kuin myös sorkkaeläinten kannat kasvavat. Tulevaisuudessa Suomessa on myös kasvava villisikapopulaatio.

⁸¹⁰ Statistisk årsbok för Sverige 1890–1929.

⁸¹¹ Öhman C. (1961) The geographical distribution of *Ixodes ricinus* in Finland. *Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica* 76:4.

5 Lopuksi

On todennäköistä, että vektorivälitteisten tautien tuontitapaukset tulevat lisääntymään tulevaisuudessa. Eri ihmisryhmät tuovat mukanaan uusia tai uusia/vanhoja patogeeneja Suomeen. Myös uusia vektoreita voi saapua maahan. Usutuvirus ja Länsi-Niili virus voivat kotiutua ihmisestä riippumatta. Suhteellisen pienellä joukolla, lähinnä eksoottisia tauteja hoitavilla ja tutkivilla lääkäreillä ja hoitohenkilökunalla on tällä hetkellä valmiuksia vastata uusiin haasteisiin. Vakituista (eläin)lääketieteellisen entomologian ongelmia hoitavaa hyönteistutkijaa ei Suomessa ole.

Valmiuksien parantamiseksi on syytä panostaa koulutukseen ja tutkimukseen. Vektorivälitteisten tautien torjuminen ei rajoitu pelkästään terveystoimikunnille. Koska ihminen on toiminnallaan useasti luonut edellytykset vektorivälitteisille taudeille, on niiden ennakointi myös ulottautuva maankäyttöä suunniteltaviin ja valvoviin viranomaisiin. Ilmastomuutoksella on rajallinen vaikutus mahdollisten uusien vektorivälitteisten patogeeneiden ja vektoreiden saapumiseen Suomeen lyhyellä aikavälillä. Suomessa vuosien välinen keskilämpötilavaihtelu on suuri, noin 4,5 °C, kun 150 vuoden aikana vuoden keskilämpötila on noussut 0,74 °C. Paikallisesti ihmisen vaikutuksesta johtuvat muutokset ovat moninkertaisesti merkittävämpiä tekijöitä verrattuna ilmaston lämpötilojen nousevaan trendiin. Ihmisen luoma mikroilmasto, mahdollistaa myös uusien vektorilajien tilapäisiä populaatioita.

Puutiaskantojen kasvu tulee jatkumaan riistakantojen kasvun mukaisesti. Sorkkaeläinten riistakantoja tulisi pienentää, vaikkakin vaikutus näkyisi vasta pitkällä tähtäimellä.

- Vektorien ja niiden välittämien patogeenien seuranta ja tutkimus
 - a) Muuttolintujen tuomat virukset, kuten Länsi-Niili virus ja Usutuvirus voivat tulevaisuudessa aiheuttaa epidemioita Suomessa. Valmiuksien ylläpitämiseksi tarvitaan tietoa vektorien kannanvaihteluista. Suomessa ei ole vakituista vektorien monitorointia. Elävien vertaimevien hyönteisten (hyttyset, mäkärät, polttiaiset) kerääminen mahdollistaa myös patogeenien seurannan. Lisää varoja pitäisi siis kohdistaa monitoroinnin toteuttamiseen, materiaalin määrittämiseen sekä sekvenssointiin. Samalla tulisi selvittää, voidaanko lintukirppujen avulla monitoroida lintujen patogeeneja. Myös lääketieteellisen entomologian osaamisen saatavuus tulisi varmistaa vakituksilla työsuhteilla.
 - b) Kotimaisten vektorilajien ekologiaa ja niiden vektorikapasiteettia tunnetaan hämmästyttävän huonosti, vaikka lajistosta on tietoa. Tarvitaan lisää tutkimusta, jotta voidaan varautua patogeenien mahdollisuuksiin kotoutua.

- c) Hyönteisten ja puutiaisten saapuminen Suomeen kaukoliikenteen ja autotukailijoiden mukana tulisi tutkia. Tällä hetkellä niiden tuoma riski on tuntematon ja arvausten varassa. Lajit voidaan kartoittaa erillisellä projektilla tutkimalla rekkoja ja Euroopassa lomailevia asuntovaunuja.
- d) Vaatetäiden yleistyminen on seuraus sosiaalisesta häädystä ja uusien riskiryhmien saapumisesta Suomeen. Valmiuksia ja tietotaitoa hoitaa kasvavaa syöpäläisongelmaa ei ole. Sekä vaatetäiden että päätäiden levinneisyyttä tulisi selvittää. Vaatetäitä varten tehtyä ohjeistusta tulisi päivittää, ja tietoisuus täistä tulisi lisätä sosiaalisia ongelmia hoitavien koulutuksessa. Vaatetäit ovat aina merkki vakavasta sosiaalisesta ongelmasta.
- Koulutuksen puute
 - e) Monen ammattiryhmän kyky tunnistaa mahdollisia vektorilajeja ja varastotilojen tuholaisia on puutteellinen. Täydennyskoulutusta olisi syytä järjestää mm. terveys- ja ympäristötarkastajille. Myös tuholaiсторjujen lajituntemus on puutteellinen, ja heidän koulutuksensa on tältä osin pinnallinen. Tämä taho on kuitenkin usein ensimmäinen, joka voi joutua kosketuksiin ongelmalajien kanssa. Lajituntemuksen osuutta koulutuksessa tulisi huomattavasti lisätä.
 - f) Vektoribiologian osalta yliopistollinen koulutus on ollut melko satunnainen ja pitkälti dosenttiopetuksen varassa. (Eläin)lääketieteellinen entomologia on pitkälti poikkitieteellinen kokonaisuus, eikä biologin koulutus yksin riitä. Kurssitarjonta tulisi kehittää ja saada säännölliseksi osaksi opetusohjelmista usean tiedekunnan yhteisenä hankkeena.
 - Tiedotus
 - g) Riski eri hyttyslajien, kirppujen ja puutiaisten leviämisestä Suomeen matkailijoiden ja kuljetusten mukana tulisi saattaa suuren yleisön tietouteen. Tiedotusta varten tulisi perustaa viiden vuoden projekti, jossa voidaan panostaa eri riskiryhmien valistamiseen kirjoituksilla aiheesta esimerkiksi Koiramme -lehteen ja karavaanareiden ja Autoliiton tiedotusvälineisiin.
 - h) Luonnontieteellinen keskusmuseo määrittää ilmaiseksi suuren yleisön tuomia näytteitä. Se on käytännössä ainoa taho, jossa on asiantuntemusta määrittää myös eksoottisia lajeja. Sen vuoksi pitäisi museon resurssit tarkistaa ja lisätä.
 - i) Tiikerihyttysen mahdollinen saapuminen Suomeen tapahtuu todennäköisesti tavarakuljetuksissa. Turun ja Helsingin kaupunkien ympäristötarkastajille tulisi tiedottaa riskistä. Nopealla toiminnalla mahdollinen invaasio voidaan torjua.
 - j) Olisi syytä teettää Kansallisarkistossa arkistoselvitys vanhojen pernaruttotaustien paikantamiseksi riskien minimoimiseksi. Tuloksia tulisi myös käyttää kaupunkisuunnittelussa ja rakentamisessa. Esimerkiksi pernaruttosaneeraus on hyvin vaativaa ja kallista, joten ennakointi olisi suotavaa.

Liite 1. Patogeenien mahdollisuus saapua Suomeen ja kotoutua

Arviointi perustuu yhteenvedon kirjallisuuden pohjalta. Tilastolliseen arviointiin ei ole tarpeeksi dataa. Kyseessä on myös ”worst case scenario”, monessa tapauksessa voidaan kyseisen patogeenin kotoutuminen Suomeen välttää.

Virukset

Denguevirus Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: -	Vektorin tuonti	Vektori Suo- messa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
	+	-	+++	++	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muutto- linnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Keltakuume virus Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: -	Vektorin tuonti	Vektori Suo- messa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muutto- linnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chikungunya virus Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: -	Vektorin tuonti	Vektori Suo- messa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
	+	+	+++	++	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muutto- linnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Zikavirus Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: -	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
	+		+	-	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muutto- linnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O'nyong-nyongvirus Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: ?	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
	-	?	+	+	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muutto- linnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bataivirus Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +++?	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	-	+++	+	++	++	+	-	-	++
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muutto- linnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tahynavirus Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: ++?	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
		+++		+	+	+	+	-	+++
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muutto- linnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Länsi-Niilin virus Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +++-	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
	-	+++	-	-	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muutto- linnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	+++	-	-	-	-	-

Usutuivirus Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +++	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	-	+++	-	-	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muutto- linnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	+++	-	-	-	-	-
Lednicevirus Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: ?	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muutto- linnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	+++	-	-	-	-	-
Krim-Kongovirus Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	+	++	-	+++	++	+	++	-	+++
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muutto- linnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	+	+	-	+	-	-	-	-	-
Lyssa virukset Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muutto- linnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	++	-	+++	-	-	-	-	-	-

Bakteerit

<i>Rickettsia prowazekii</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +?	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	+++	++	-	-	-	-	+++	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syöti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	++
<i>Rickettsia typhi</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +?	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	-	++	-	-	-	-	+++	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syöti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	++
<i>Rickettsia conorii</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +?	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	+	+	-	+	+	-	++	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syöti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	++	+	-	-	-	-	-	-	++
<i>Rickettsia akari</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +?	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	-	?	-	-	-	-	++	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syöti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Rickettsia raoultii</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +?	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	+	?	-	-	-	+	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syöti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	+	-	-	-	-	-	-	+

<i>Bartonella quintana</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	+++	++	-	-	-	-	+++	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	++
<i>Borrelia recurrentis</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: -	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	+++	++	-	-	-	-	++-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Borrelia duttoni</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	+++	-	-	+	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Yersinia pestis</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: -	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
		+++	-	++	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	--	-
<i>Bacillus anthracis</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	-	++	-	-	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	++	-

”Alkueläimet” (”Protozoa”, ”Protista”)

<i>Plasmodium falciparum</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: -	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
	-	+++	++	+	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syöti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plasmodium vivax</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: -	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
	-	+++	++	+	-	-	-	-	--
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syöti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sisäloiset

<i>Wucheria bancrofti</i> <i>Brugia malayi</i> ja <i>B. timori</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: -	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
	+	?	-	+	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Loa loa</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: -	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
	+	?	-	+	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Onchocerca volvulus</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: -	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
	+	?	-	-	-	-	+?	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Onchocerca lupi</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavarakulje- tukset	Eläinkuljetukset
	-	+++	-	-	-	+	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	+++	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dirofilaria immitis</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
		+++	-	-	-	+	-	-	+-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	+++	-	-	-	-	-	-	-	-

<i>Dirofilaria repens</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +++	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
	-	+++	-	-	-	+	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	+++	++	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thelazia callipaeda</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: -	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
	+	++	-	-	-	+	+	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	++	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Didrocoelium dendriticum</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: ++	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
	-	+++	-	-	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	+++	-	-	-	-
<i>Hymenolepis diminuta</i> Kotoutuminen Suomeen 5 vuodessa: +	Vektorin tuonti	Vektori Suomessa	Turismi	Luonto- matkailu	Auto- matkailu	Koira- matkailu	Kerjäläiset, pakolaiset, yms.	Tavara- kuljetukset	Eläinkuljetukset
	-	+++	-	-	-	-	-	-	-
	Katukoirat	Tulokaslajit, nisäkkäät	Lepakot	Muuttolinnut	Hyönteisten syönti	Ilmaston- muutos	Kosteusvaihtelu	Maansiirto- työt	Sosiaali- ongelmalliset
	-	-	-	-	++	-	-	-	-

Solujen selitteet

Vektorin tuonti:	Kyseisen patogeenin kotoutuminen Suomeen edellyttää myös vektorin tuonnin. Patogeenin tarvitsemaa vektorin tuontia voi myös vahvistaa jo Suomessa olevat populaatiot.
Vektori Suomessa:	Patogeenin käyttämä vektorilaji esiintyy Suomessa.
Turismi	Pääasiassa ulkomaihin suuntautuvat pakettimatkat.
Luontomatkailu:	Ulkomaille luontokohteisiin suuntautuvat matkat. Tähän lasketaan esim. erilaiset telttaretket luonnonpuistoihin yms.
Automatkailu:	Autolla (matka-autolla, asuntovaunulla) tehdyt lomamatkat Eurooppaan, Suomen ulkopuolelle.
Koiramatkailu:	Ulkomaille tehdyt lomamatkat ja näyttelymatkat koiran kanssa.
Kerjäläiset, pakolaiset, yms.:	Ryhmään sisältyvät Kaakkois-Euroopasta Suomeen autolla saapuvat kerjäläiset, pakolaiset ja laittomat siirtolaiset esimerkiksi Afrikasta.
Tavarakuljetukset:	Auto-, laiva tai lentorahdissa ulkomailta saapuvat tavarat ja tuotteet.
Eläinkuljetukset:	Tuotantoeläimien kuljetukset Euroopasta Suomeen. Ryhmään sisältyy myös TIR-kuljetuksina Suomen halki Venäjälle vietävät eläimet.
Katukoirat:	Katukoirien tuonti Suomeen.
Tulokaslajit, nisäkkäät:	Pääasiassa Suomen lahden ympäri (mahdollisesti) siirtyvät nisäkkäät kuten villisika ja kultašakaali.
Lepakot:	Lepakoissa esiintyvät patogeenit.
Muuttolinnut:	Muuttolintujen kantamat patogeenit.
Hyönteisten syönte:	Patogeeni, joka voi tarttua ihmiseen hyönteisten syönnin yhteydessä.
Ilmastonmuutos:	Suomessa tapahtuva pitkän ajan lämpötilojen muutos.
Kosteusvaihtelu:	Suomessa mahdolliset muutokset sademäärissä.
Maansiirtotyöt:	Maansiirtotöiden yhteydessä maaperästä leviävät patogeenit.
Sosiaaliongelmalliset:	Köyhyyteen liittyvät ongelmat, kodittomuus, päihteiden käyttö.

Liite 2. Uusien vektorilajien mahdollinen saapuminen Suomeen

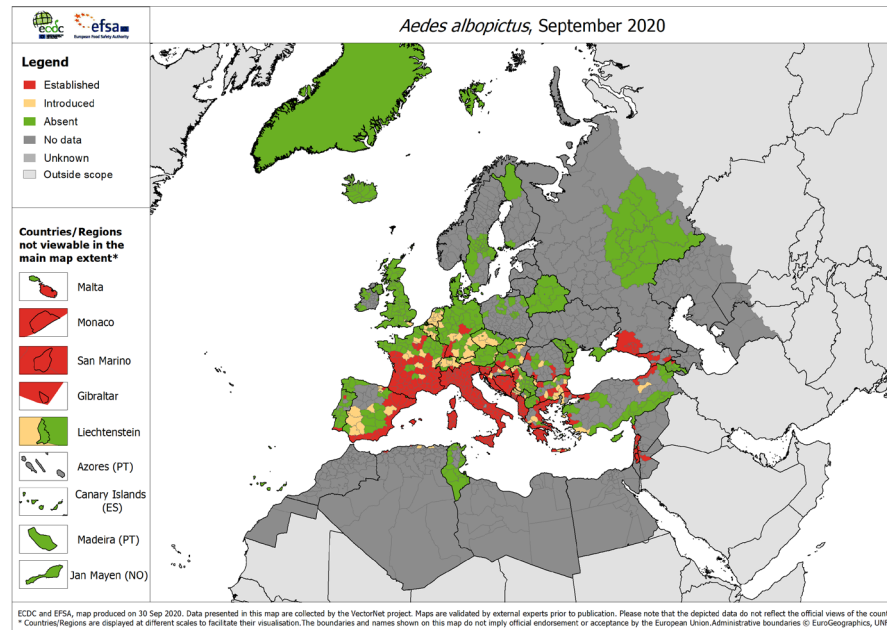
Kartat: VectorNet ECDC, syyskuu 2020.

Hyttiset (Culicidae)

Aedes albopictus
tiikerihyttynen
Alkuperä: Kaakkois-
Aasia

Talvenkestävyys: +

Mahdollinen saapuminen
Suomeen viiden vuoden sisällä:
+



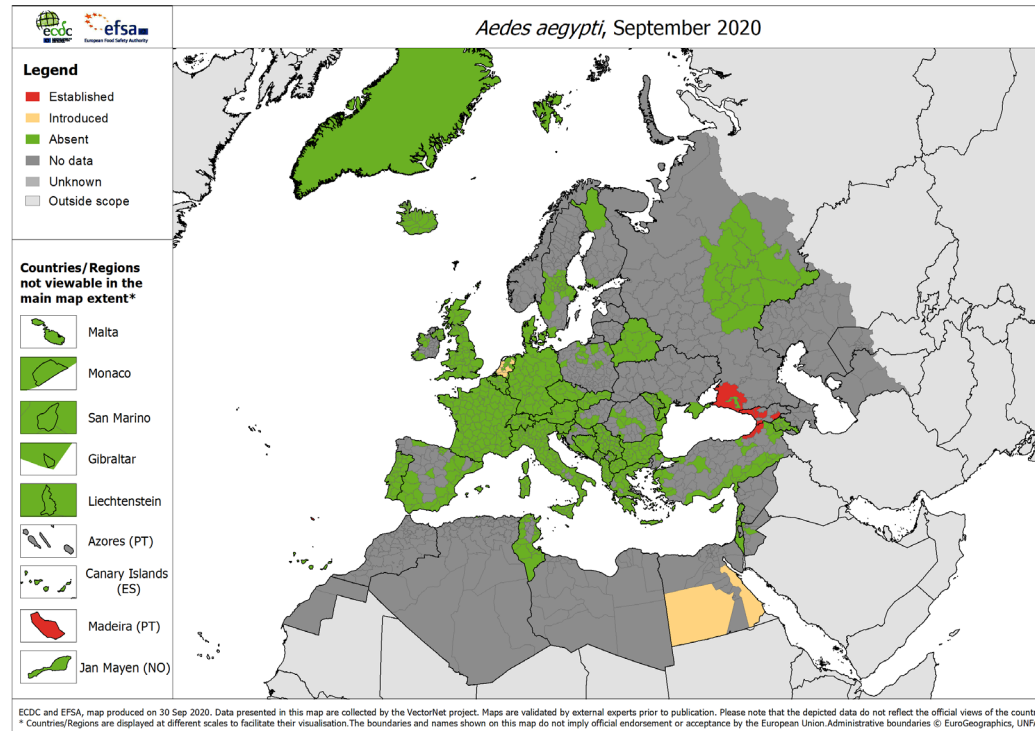
Turismi	Auto- matkailu	Katu- koirat	Kerjä- läiset	Tavara- kuljetukset	Eläin- kuljetukset	Muutto- linnut	Tulokas- lajit (nisäkkäät)	Ilmaston- muutos	Kotoutuminen Suomen		
									Luontoon	Rakennettuun ympäristöön	Sisä- tiloihin
-	+	-		+++	++	-	-	-	-	+?	-

Aedes aegypti
keltakuumehyttynen
Alkuperä: Afrikka

Talvenkestävyys: -

Mahdollinen saapuminen
Suomeen viiden vuoden sisällä:

-

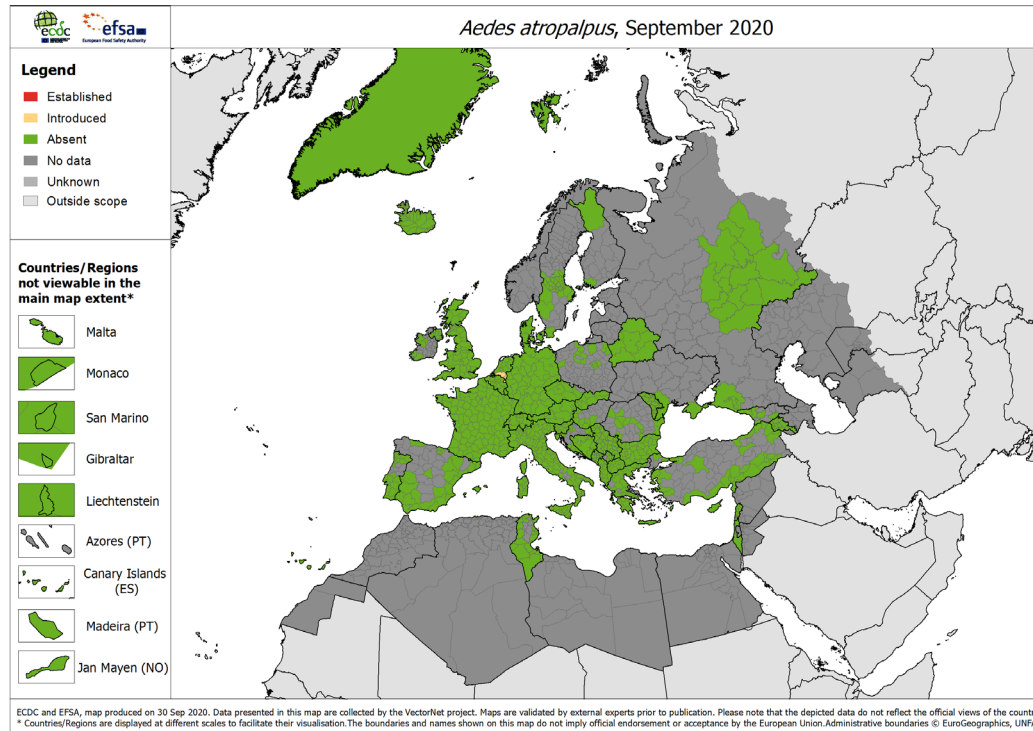


Turismi	Auto- matkailu	Katu- koirat	Kerjä- läiset	Tavara- kuljetukset	Eläin- kuljetukset	Muutto- linnut	Tulokas- lajit (nisäkkäät)	Ilmaston- muutos	Kotoutuminen Suomen		
									Luontoon	Rakennettuun ympäristöön	Sisä- tiloihin
-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-

Aedes atropalpus
Alkuperä: Pohjois-Amerikka

Talvenkestävyys: ++

Mahdollinen saapuminen
Suomeen viiden vuoden sisällä:
-

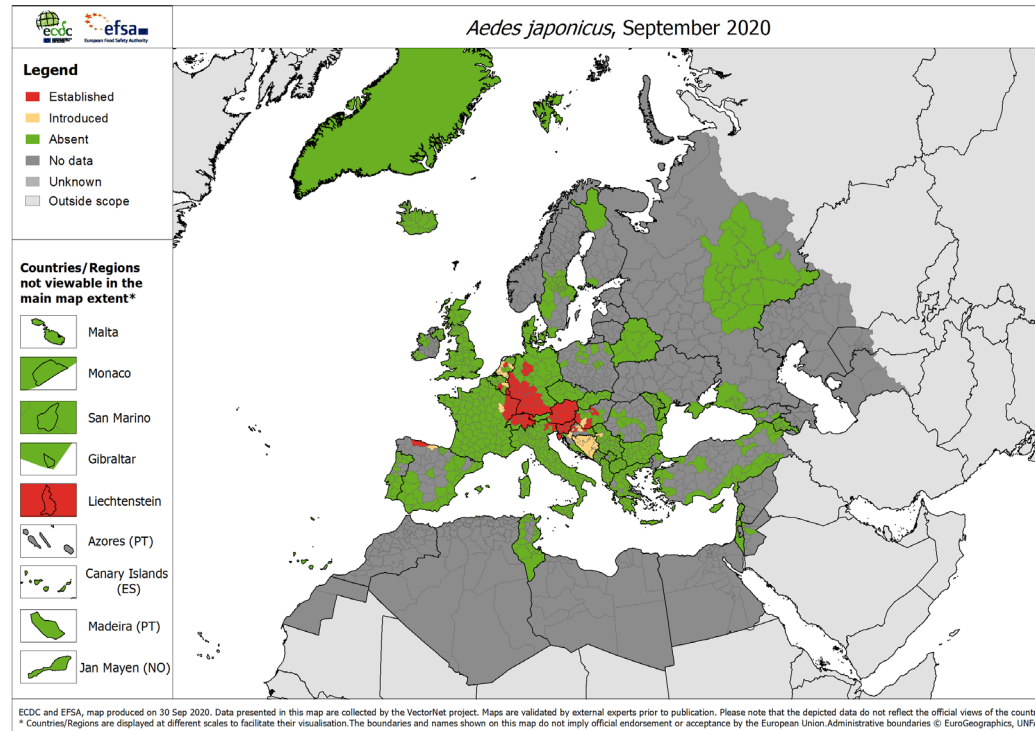


Turismi	Auto- matkailu	Katu- koirat	Kerjä- läiset	Tavara- kuljetukset	Eläin- kuljetukset	Muutto- linnut	Tulokas- lajit (nisäkkäät)	Ilmaston- muutos	Kotoutuminen Suomen		
									Luontoon	Rakennettuun ympäristöön	Sisä- tiloihin
-	-	-	-	+++	-	-	-	-	-	-	-

Aedes japonicus
Alkuperä: Japani, Honshu

Talvenkestävyys: +

Mahdollinen saapuminen
Suomeen viiden vuoden sisällä:
+



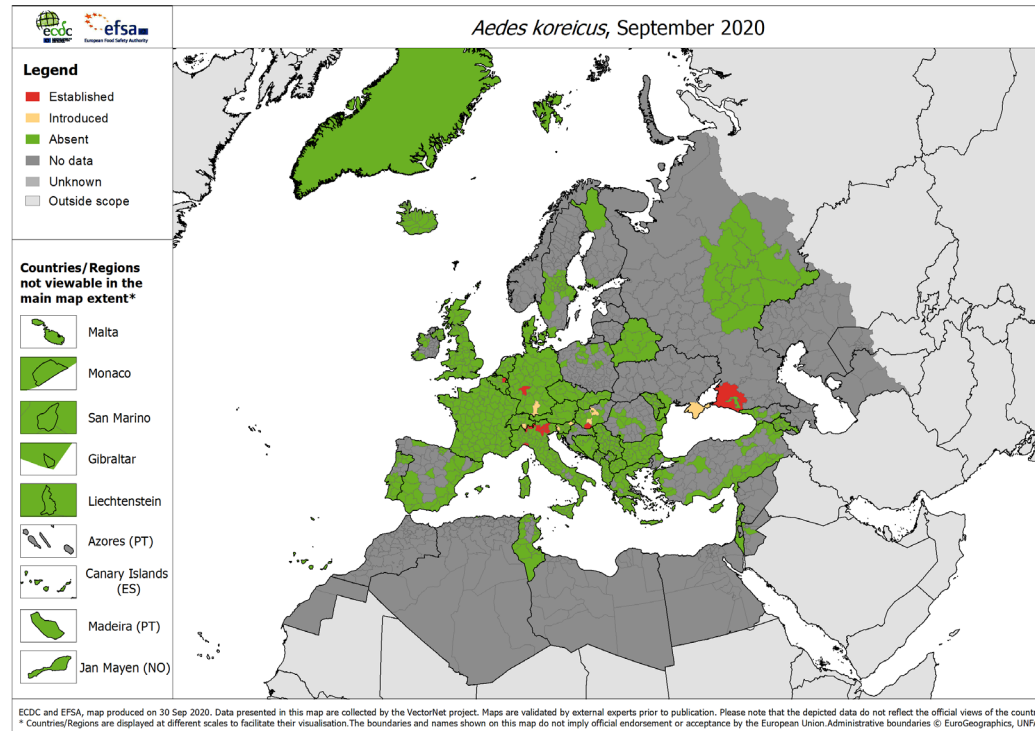
Turismi	Auto- matkailu	Katu- koirat	Kerjä- läiset	Tavara- kuljetukset	Eläin- kuljetukset	Muutto- linnut	Tulokas- lajit (nisäkkäät)	Ilmaston- muutos	Kotoutuminen Suomen		
									Luontoon	Rakennettuun ympäristöön	Sisä- tiloihin
-	+	-	-	+++	+++	-	-	-	+?	+?	-

Aedes koreicus

Alkuperä: Koillis-Kiina, Korea, Japani, Venäjän Kaukoitä

Talvenkestävyys: +++

Mahdollinen saapuminen Suomeen viiden vuoden sisällä:
+



Turismi	Auto- matkailu	Katu- koirat	Kerjä- läiset	Tavara- kuljetukset	Eläin- kuljetukset	Muutto- linnut	Tulokas- lajit (nisäkkäät)	Ilmaston- muutos	Kotoutuminen Suomen		
									Luontoon	Rakennettuun ympäristöön	Sisä- tiloihin
-	-	-	-	++	++	-	-	-	+	+	-

Puutiaiset (Ixodida, Ixodidae, Argasidae)

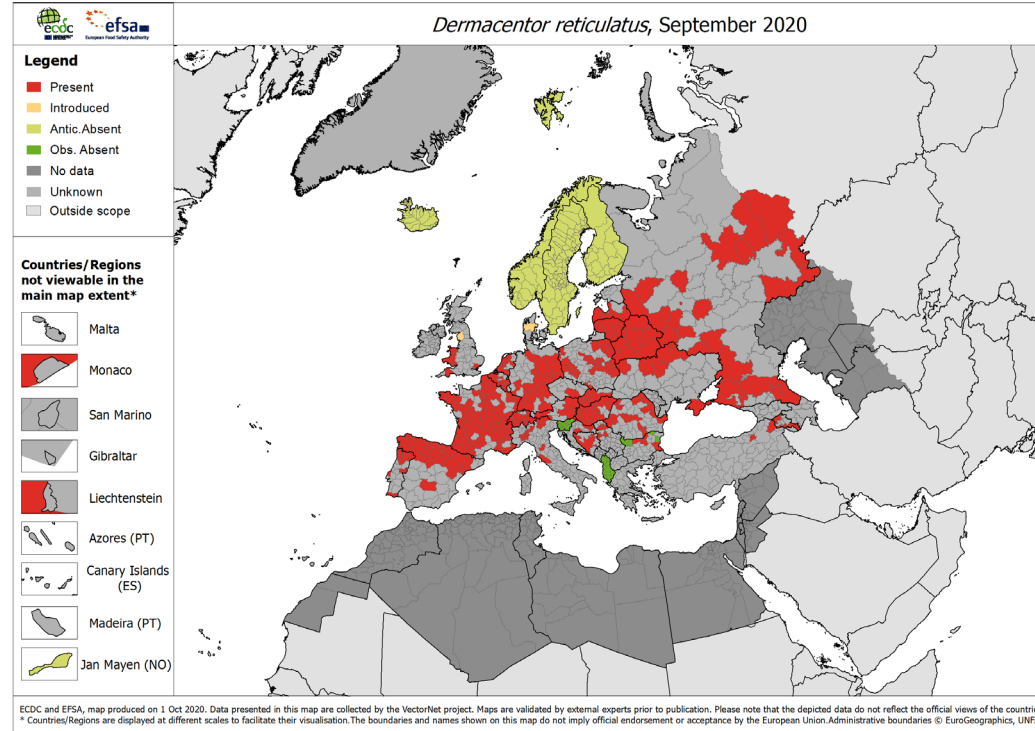
Dermacentor reticulatus

Alkuperä:

Etelä-Eurooppa,
Lounais-Aasia

Talvenkestävyys: ++

Mahdollinen
saapuminen
Suomeen viiden
vuoden sisällä: ++

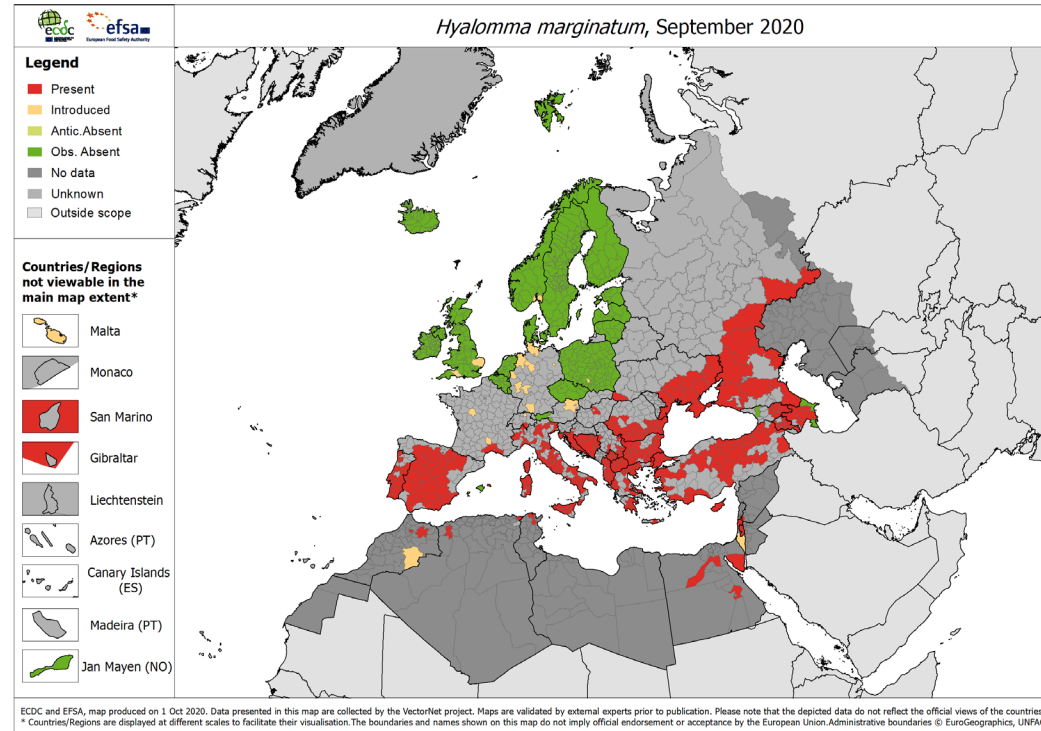


Turismi	Auto- matkailu	Katu- koirat	Kerjä- läiset	Tavara- kuljetukset	Eläin- kuljetukset	Muutto- linnut	Tulokas- lajit (nisäkkäät)	Ilmaston- muutos	Kotoutuminen Suomen		
									Luon- toon	Rakennettuun ympäristöön	Sisä- tiloihin
-	++	++	++	++	+++	+	+++	-	+++	++	-

Hyalomma marginatum
 Alkuperä: Etelä-Eurooppa,
 Pohjois-Afrikka, Aasia

Talvenkestävyys: +?

Mahdollinen saapuminen
 Suomeen viiden vuoden
 sisällä: ++?



Turismi	Automat- kailu	Katu- koirat	Kerjä- läiset	Tavara- kuljetukset	Eläin- kuljetukset	Muutto- linnut	Tulokas- lajit (nisäkkäät)	Ilmaston- muutos	Kotoutuminen Suomen		
									Luon- toon	Rakennettuun ympäristöön	Sisä- tiloihin
-	-	-	-	-	-	+++		-	+?	-	-

Täit (Phthiraptera), kirput (Siphonaptera)

<i>Pediculus corporis, vaateäi</i>											
kosmopoliitti ihmisen ulkoinen											
Mahdollinen saapuminen Suomeen viiden vuoden sisällä: +++											
Levinneisyys: koko Eurooppa											
Turismi	Auto- matkailu	Katu- koirat	Kerjä- läiset	Tavara- kuljetukset	Eläin- kuljetukset	Muutto- linnut	Tulokas- lajit (nisäkkäät)	Imaston- muutos	Kotoutuminen Suomen		
									Luontoon	Rakennettuun ympäristöön	Sisä- tiloihin
++	-	-	+++	-	-	-	-	-	-	-	+++
<i>Pulex irritans</i> ihmisenkirppu											
<i>Ctenocephalides felis</i> kissankirppu											
<i>Ctenocephalides canis</i> koirankirppu											
kosmopoliitteja											
Talvenkestävyys: +++											
Mahdollinen saapuminen Suomeen viiden vuoden sisällä: +++											
Levinneisyys: koko Eurooppa											
Turismi	Auto- matkailu	Katu- koirat	Kerjä- läiset	Tavara- kuljetukset	Eläin- kuljetukset	Muutto- linnut	Tulokas- lajit (nisäkkäät)	Imaston- muutos	Kotoutuminen Suomen		
									Luontoon	Rakennettuun ympäristöön	Sisä- tiloihin
+	+++	+++	+++	-	+	-	-	-	-	-	osittain

Nisäkkäät (Mammalia)

Canis aureus											
kultasakaali											
Alkuperä: Kaakkois-Eurooppa, Lounais- ja Etelä-Aasia											
Talvenkestävyys: ++											
Mahdollinen saapuminen Suomeen viiden vuoden sisällä: +++											
Levinneisyys: Itämeren etelärannikko, Viro, Pohjois-Saksa, Tanska											
Turismi	Auto- matkailu	Katu- koirat	Kerjäläiset	Tavara- kuljetukset	Eläin- kuljetukset	Muutto- linnut	Tulokas- lajit (nisäkkäät)	Ilmaston- muutos	Kotoutuminen Suomen		
									Luontoon	Rakennettuun ympäristöön	Sisä- tiloihin
-	-	-	-	-	-	-	+++	-	+++	+	-
Procyon lotor											
Pesukarhu, supi											
Alkuperä: Keski- ja Pohjois-Amerikka											
Talvenkestävyys: ++											
Mahdollinen saapuminen Suomeen viiden vuoden sisällä: -, 10-20 vuoden sisällä: +++											
Levinneisyys: Itämeren etelärannikolle, Puola, Saksa, Tanska, Etelä-Ruotsi. Valkovenäjä											
Turismi	Auto- matkailu	Katu- koirat	Kerjäläiset	Tavara- kuljetukset	Eläin- kuljetukset	Muutto- linnut	Vieras- lajit (nisäkkäät)	Ilmaston- muutos	Kotoutuminen Suomen		
									Luontoon	Rakennettuun ympäristöön	Sisä- tiloihin
-	-	-	-	-	-	-	+++	-	+	+++	-

Solujen selitteet

Talvenkestävyys	Vektorin mahdollisuus selvitä Etelä-Suomen talvesta.
Vektori Suomessa:	Patogeenin käyttämä vektorilaji esiintyy Suomessa.
Turismi	Pääasiassa ulkomaihin suuntautuvat pakettimatkat.
Automatkailu:	Autolla (matka-autolla, asuntovaunulla) tehdyt lomamatkat Eurooppaan, Suomen ulkopuolelle.
Katukoirat:	Katukoirien tuonti Suomeen.
Kerjäläiset	Ryhmään sisältyvät Kaakkois-Euroopasta Suomeen autolla saapuvat kerjäläiset, pakolaiset ja laittomat siirtolaiset esimerkiksi Afrikasta.
Tavarakuljetukset:	Auto-, laiva tai lentorahdissa ulkomalta saapuvat tavarat ja tuotteet.
Eläinkuljetukset:	Tuotantoeläimien kuljetukset Euroopasta Suomeen. Ryhmään sisältyy myös TIR-kuljetuksina Suomen halki Venäjälle vietävät eläimet.
Muuttolinnut:	Muuttolintujen kantamat patogeenit.
Tulokaslajit, nisäkkäät:	Pääasiassa Suomen lahden ympäri (mahdollisesti) siirtyvät nisäkkäät kuten villisika ja kltasakaali.
Ilmastonmuutos:	Suomessa tapahtuva pitkän ajan lämpötilojen muutos.
Kotoutuminen Suomen luontoon	Vektorilajin mahdollisuus levitä luontoon ja muodostaa populaatioita.
Kotoutuminen Suomen rakennettuun ympäristöön	Vektorilajin mahdollisuus levitä esimerkiksi esikaupunkialueella, teollisuusalueella ja kaupunkiympäristössä sekä muodostaa siellä populaatioita.
Kotoutuminen Suomen sisätiloihin	Vektori sopeutuu ainoastaan sisätiloihin, mutta voi muodostua sisätilojen tuholaiseksi.

Liite 3. Arvio Suomessa esiintyvien tärkeimpien patogeenien ja vektoreiden lähitulevaisuudesta

Arviointi perustuu yhteenvetoon kirjallisuuden pohjalta. Tilastolliseen arviointiin ei ole tarpeeksi tietoa

Patogeenit

	Tapausten lisääntyminen 5 vuoden sisällä	Päävektorit
Sindbisvirus Luontainen vaihtelu syklisyyden mukaan	?	<i>Culex</i> spp., <i>Culiseta</i> spp.
Puutiaisenkefaliitti Rokotuksilla voidaan vaikuttaa tapausten määriin	+	<i>Ixodes ricinus</i> , <i>I. persulcatus</i> , tinkimaito
Eurooppalainen lepakkorabies (EBLV-1 ja (EBLV-2)	+	
Alongshan virus	+	<i>Ixodes ricinus</i>
<i>Francisella tularensis</i> , jänisrutto	?	<i>Aedes</i> spp., <i>Ochlerotatus</i> spp., Tabanidae, <i>Ixodes</i> spp., sairaiden ja kuolleiden eläinten käsittely
<i>Borrelia burgdorferi</i> s.l., Lymen tauti	++	<i>Ixodes ricinus</i> , <i>I. persulcatus</i>

Vektorilajien kehitys viiden vuoden sisällä

Hyttys	-	Suuret vuosittaiset vaihtelut. Keskimäärin ei muutoksia. Salaojitus vähentää toukkien mahdollisuuksia kehittyä. Soiden ennallistaminen taas lisää toukkien mahdollisuuksia.
Mäkäret	-	Suuret vuosittaiset vaihtelut kesälämpötilan mukaan.
Paarmat	-	Vuosittaiset vaihtelut keskikesän aurinkopäivien ja lämpötilan mukaan
Kirput	?	Kirppulajien vaihteluita ei tunneta
Täit		
Vaateäi	++	Köyhyyden ja sosiaalisten ongelmien kasvu suosii vaateäitä
Päääi	++	Lapsiryhmien koko päiväkodeissa, sekä täimyrkkyjen resistenssiongelmat
Satiainen	-	Bikinivahausten suosio vähentää kotimaisia satiaispopulaatioita
Puutiaiset		
Puutiainen	+++	Riistamäärän pitäminen suurena ja suurten petojen määrän pienenä suosii puutiaisia
Taigapuutiainen	+++	Riistamäärän pitäminen suurena ja suurten petojen määrän pienenä suosii puutiaisia

