

# Puugid kui haigusekandjad Tallinna ja lähiumbruse rohealadel

Esmauuring, 2018



**Tervise Arengu Instituut**  
National Institute for Health Development

Tervise Arengu Instituut

**Puugid kui haigusekandjad  
Tallinna ja lähiümbruse  
rohealadel.  
Esmauuring, 2018.**

Julia Geller, Maria Vikentjeva

Tallinn 2020

Tervise Arengu Instituudi **missioon** on luua ja jagada teadmisi, et tõenduspõhiselt mõjutada tervist toetavaid hoiakuid, käitumist, poliitikat ja keskkonda eesmärgiga suurendada inimeste heaolu Eestis.

Täname SA Eesti Vabaõhumuuseum ja Tallinna Loomaia personali, kellega koostöös sai neis paikades puukide kogumine võimalikuks.

Väljaande andmete kasutamisel viidata allikale.

Soovitatav viide käesolevale väljaandele: Geller J, Vikentjeva M. Puugid kui haigusekandjad Tallinna ja lähiümbruse rohealadel. Esmauuring 2018. Tallinn: Tervise Arengu Instituut; 2020.

# Sisukord

Joonised.....	4
Tabelid.....	4
Mõisted.....	5
Lühendid.....	5
Lühikokkuvõte .....	6
Summary.....	7
Заключение .....	8
Sissejuhatus.....	10
1..Uuringu eesmärgid ja uuritavate haigustekitajate tutvustus.....	11
1.1 Puukentsefaliidiviirus.....	11
1.2 Puukborrelioosi põhjustatavad <i>Borrelia burgdorferi</i> bakterid .....	12
1.3 <i>Borrelia miyamotoi</i> .....	12
1.4 <i>Ehrlichia</i> ja <i>Anaplasma</i> liiki bakterid ( <i>Candidatus neoehrlichia mikurensis</i> ja <i>Anaplasma phagocytophilum</i> ).....	13
1.5 <i>Rickettsia</i> liiki bakterid.....	13
2..Ülevaade uuringu meetodikast.....	14
2.1 Kohtade valik ning puukide kogumine.....	14
2.2 Haigustekitajate määramine.....	15
3..Uuringutulemused .....	16
3.1 Puukide olemasolu ja arvukus Tallinna rohealadel .....	16
3.2 Puukidega ülekantavate haigustekitajate esinemine linnapuukides.....	17
3.2.1 Puukentsefaliidiviirus .....	19
3.2.2 Puukborrelioosi tekitajad .....	19
3.2.3 Teised haigustekitajad.....	19
4..Arutelu ja kokkuvõte .....	20
Kasutatud kirjandus.....	21

## Joonised

Joonis 1. Piloottuuringu raames külastatud paigad .....	14
Joonis 2. Üldine haigustekitajate levimuse tase ning sisaldus linnapuukides .....	18
Joonis 3. Projekti raames tuvastatud haigustekitajate liigid ning nende üldine levimus.....	18
Joonis 4. Puukidega levivad haigustekitajad kõige puugirohkemates kohtades Tallinnas.....	19

## Tabelid

Tabel 1. Uuringu raames külastatud kohad ning puugikorje tulemused.....	16
Tabel 2. Puukidega ülekantavate haigustekitajate üldine esinemine Tallinna rohealadel kogutud puukides.....	17
Tabel 3. <i>B. miyamotoi</i> , <i>R. helvetica</i> , <i>A. phagocytophilum</i> ja <i>Ca. N. mikurensise</i> levimus Tallinna rohealadel elutsevates puukides.....	20

## Mõisted

### Endeemiline piirkond

geograafiline piirkond või ala, kus teatud haigus on pidevalt esinev. Mõnede haiguste kohta on olemas minimaalsed esinemissageduse väärtused, mille ületamise korral peetakse ala endeemiliseks. Puukentsefaliidi korral on endeemiliseks piirkonnaks ala, kus haigestumissagedus on  $\geq 5$  juhtu 100 000 elaniku kohta aastas

### Lipumeetod

puukide kogumismeetod taimestikult. Selleks kasutatakse nn lippu ehk pikale pulgale kinnitatud ruutmeetri suurust heledat kangast, millega tõmmatakse üle taimestiku. Iga 5–7 m järel kontrollitakse kanga mõlemaid külgi

### Migreeruv erüteem

laienev punetav nahalaik, mis tekib tavaliselt puugihammustuskoha ümber ning on esimeseks puukborrelioosi sümptomiks. Võib ulatuda läbimõõduni 15–20 ja mõnikord kuni 70 cm. Laigu serv on ümbritsevast nahast eraldatud pideva, lahtiühendatava erütematoosse piiriga, mille laius on 2–3 mm kuni 2 cm. Laigu keskpunktis on naha muutused vähem väljendunud

## Lühendid

<b>PE</b>	puukentsefaliit
<b>PEV</b>	puukentsefaliidiviirus
<b>TAI</b>	Tervise Arengu Instituut
<b>VIO</b>	viroloogia ja immunoloogia osakond

## Lühikokkuvõte

Uuringu eesmärk oli välja selgitada puukide esinemine Tallinna ja selle lähiümbruse avalikel rohealadel, kuivõrd arvukamalt neid linnatingimustes on ning kas ja milliseid inimese tervisele ohtlikke haigustekitajaid nad levitavad.

Pilootuuring Tallinna linnapuukidest viidi läbi 2018. aasta kevadisel puugihooajal ehk mais. Uuringu läbiviimiseks oli valitud 17 erinevat vaba aja veetmise võimalust pakkuvat kohta Tallinna linna piires ning Tallinna linnapiiril asuv Männiku metsaala.

Kokku sai puukide osas uuritud üle 11 000 ruutmeetri ning kogutud 997 puuki. Neist nümfe (puukide noorjärke) ja täiskasvanud isendeid (kokku 829 puuki) uuriti molekulaarsete meetoditega nii puukentsefaliidiviiruse ja *Borrelia* bakterite, kui ka teiste Eestis esinevate puukidega ülekantavate haigustekitajate olemasolule.

### Puukide levimus

- Puuke leiti peaaegu igas Tallinna piires valitud paigas (13/17).
- Linna sees tuvastati kõige suurem keskmine arvukus Eesti Vabaõhumuuseumis, Tallinna Loomaaias ning Pirita-Lükati terviseradadel – vastavalt 22,2, 25,9 ja 10,3 puuki 100 ruutmeetri kohta, mis on kõrgemad näitajad kui mõne Saaremaa paiga omad.
- Hästi hooldatud, madalalt niidetud muru ning teedega ümbritsetud paikades, kus oli vähe varju, oli puukide arvukus tunduvalt madalam, kui üldse.

### Puukidega levivad haigustekitajad

- Linnatingimustes elutsevates puukides tuvastati kõiki samu haigustekitajaid, mis on varem leitud Eestis looduslikes tingimustes elutsevatel puukidel.
- Haigustekitajate olemasolu suhtes positiivseks testitud puukide osakaal varieerus 3%-st kuni 44%-ni, kui keskmiselt 35% linnaaladelt kogutud puukidest osutus positiivseks vähemalt ühe haigustekitaja olemasolule.
- Puukentsefaliidiviirus tuvastati ainult üksikutes puukides kolmelt linnaalalt, kuid puukborrelioosi põhjustavat *Borrelia* baktereid leiti igast paigast kogutud puukides. Taastuva palaviku *Borrelia miyamotoi*, erlihioosi ja anaplasmoosi põhjustajad *Ca. N. mikurensis* ja *Anaplasma phagocytophilum* ning *Rickettsia helvetica* tuvastati samuti.
- 5,6%-s uuritud või 16,4%-s positiivseks osutunud puukides tuvastati rohkem kui ühe haigustekitaja olemasolu.

Saadud tulemused viitavad, et puugid on kohandunud eluks looduslikes linnatingimustes ning ka linnaparkides ja muudel rohealadel on olemas oht saada puugihammustus ja -haigus.

Kuigi puugihammustuse saamise ja puugihaigustesse nakatumise oht linna puhkealadel võib konkreetsetes kohtades märkimisväärselt erineda, ei ole ka linnas viibides puugihammustuse ning -haiguse haigestumise risk välistatud ning tuleb olla tähelepanelik ja mõelda enda kaitsmisele.

Kliimamuutused ja linnastumine, mis põhjustavad nii keskkonna- kui mikrokliimaatilisi, maastiku koostise ja maakasutuse muutusi, võivad erinevalt mõjutada patogeeni-peremehe-vektori süsteemi kõiki etappe, mõjutades nii kogu süsteemi. Linnade roheline infrastruktuuri parendamine toetab inimeste heaolu. Samas võivad isegi linnade hajusalt paiknevad haljasalad pakkuda puukidele, puukide kaudu levivatele patogeenidele ja nende peremeesorganismidele sobivaid keskkonna- ja mikrokliimaatilisi tingimusi, soodustades nende püsimist linnalooduses.

## Summary

The purpose of the current pilot study was to reveal and estimate the presence of medically important tick species in the urban green landscapes as well as to establish the presence and the prevalence of various tick-borne pathogens they may transmit.

„Tallinn urban ticks“ study was conducted during spring tick activity period in 2018. There were 17 sites chosen within the city area and Männiku forest in the Tallinn suburbs. Totally, there were over 11 000 square meters screened with flagging technique and 997 ticks of all stages collected. All nymphs and adult ticks (totally 829) were individually analyzed by molecular methods for the presence of tick-borne encephalitis virus and *Borrelia* bacteria, as well as other tick-borne pathogens which are known to be circulating in Estonian tick population.

Tick presence and abundance:

- ticks had been found at almost every urban site (13/17);
- the greatest mean abundance had been recorded at Open Air Museum, Tallinn Zoo and Pirita-Lükati healthtrails – respectively, 22.2, 25.9 and 10.3 ticks per 100 square meters;
- at smaller in size, surrounded by roads well-maintained areas with low-cut grass and a lack of litter and shadow the presence of ticks is significantly lower if any.

Tick-borne pathogens:

- there were all the same tick-borne pathogens detected in urban ticks if compared to tick found in the natural landscapes in Estonia;
- the number of ticks found to be positive for at least one tick-borne pathogen varied at different collecting sites from 3 to 44%, with mean value of 35%;
- tick-borne encephalitis virus had been detected only at three collecting sites within the city area, whereas Lyme *Borrelia* had been found in ticks at every site. Relapsing fever group *Borrelia miyamotoi*, human ehrlichiosis and anaplasmosis causing agents *C. N. mikurensis* and *Anaplasma phagocytophilum*, respectively, as well as *Rickettsia helvetica*, had been also detected at various prevalence rates;
- in 5.6% of all analyzed ticks or 16.4% of all positive ticks the presence of more than one pathogenic agent had been revealed.

The results indicate that ticks are adapted to live in natural urban conditions and that there is a risk of tick bites and getting a tick-borne disease in urban parks and other green areas as well. However, it should be borne in mind that in the case of diseases transmitted by vectors, infection can only occur if human activity coincides with that of the animal carrier and the vectors (in this context, ticks). Although the risk of getting a tick bite and being infected in a city recreation area can vary considerably, the risk of tick bite and tick-borne infection should be taken into account and personal preventive measures need to be considered.

Climate change and urbanization, causing both environmental and microclimatic changes in landscape composition and land use, can affect different stages of the pathogen-host-vector system in different ways, affecting the whole system. Improving urban green infrastructure contributes to the well-being of the population. Even urban patches of green spaces can provide suitable environmental and microclimatic conditions for ticks, tick-borne pathogens and their host organisms, contributing to their survival in urban nature.



## Заключение

Целью настоящего пилотного исследования было выявление и оценка присутствия важных с медицинской точки зрения видов клещей в городских зеленых ландшафтах, а также установление наличия и распространенности различных возбудителей заболеваний, которые они могут передавать.

Исследование «Таллиннские городские клещи» проводилось в 2018 году в период весенней клещевой активности. Было выбрано 17 различных мест на территории города и лесная полоса в Мяннику. В общей сложности было исследовано более 11 000 квадратных метров и собрано 997 особей клещей. Все нимфы и взрослые клещи (всего 829) были индивидуально проанализированы молекулярными методами на наличие вируса клещевого энцефалита и бактерий *Borrelia*, а также других возбудителей заболеваний, циркуляция которых в природных очагах на территории Эстонии была выявлена в ранних исследованиях.

Наличие и численность клещей в городских парках и прочих зелёных зонах:

- клещи были обнаружены почти на каждом из исследованных городских участков (13/17);
- наибольшая средняя численность была зафиксирована в Музее под открытым небом, в Таллиннском зоопарке и на тропах здоровья Пирита-Люкати - соответственно 22,2, 25,9 и 10,3 особей на 100 квадратных метров;
- на небольших, окруженных дорогами, хорошо ухоженных участках с низкой травой и недостатком лиственной подложки и тени, численность клещей значительно ниже, или вовсе отсутствуют.

Возбудители заболеваний, передающиеся клещами:

- в городских клещах были обнаружены все те же клещевые патогены как и в естественной среде обитания Эстонии;
- количество клещей, положительных на наличие по крайней мере одного клещевого патогена, варьировалось в разных местах сбора от 3% до 44%, со средним значением 35%;
- вирус клещевого энцефалита был обнаружен только в трех местах сбора в пределах города, в то время как бактерии *Borrelia*, вызывающие клещевой боррелиоз, были обнаружены в клещей на каждом участке, с показателями распространённости от 3 до 25%. Принадлежащая к группе возбудителей рецидивизирующих лихорадок *Borrelia miyamotoi*, агенты *Sa. N. mikurensis* и *Anaplasma phagocytophilum*, вызывающие эрихиоз человека и анаплазмоз, соответственно, а также *Rickettsia helvetica*, также были обнаружены, с меньшей, и варьюющей в зависимости от места сбора распространённостью;
- в 5,6% всех проанализированных клещей или в 16,4% всех положительных клещей было обнаружено наличие более одного патогенного агента.

Результаты этого исследования показывают, что и в городских условиях клещи могут быть представлены в значительной численности. Однако, следует учитывать, что при трансмиссивных болезнях инфекция может возникнуть только в том случае, если деятельность человека совпадает с активностью животного резервуара и переносчиков. Тем не менее, несмотря на различия между городской и естественной средой обитания, риск укуса клеща и заражения клещевыми инфекциями в городских парках и прочих местах активного отдыха с зелеными насаждениями не может быть исключён и необходимые меры предосторожности для посетители должны быть приняты во внимание, по крайней мере, в самых популярных для посещения местах.

Изменение климата и урбанизация, которые приводят как к экологическим, так и к микроклиматическим, ландшафтным и изменениям в землепользовании, могут по-разному влиять на каждый этап системы возбудитель-хозяин-переносчик, влияя, в конечном итоге, на всю систему. Улучшения зеленой инфраструктуры в городах поддерживают благосостояние населения. Тем не менее, даже фрагментированные городские зеленые зоны могут также обеспечить подходящие экологические и микроклиматические условия для клещей, возбудителей заболеваний и их хозяев, что делает возможным сохранение устойчивых природных очагов клещевых заболеваний, что, в свою очередь, может привести к увеличению заболеваемости клещевыми инфекциями в городах.

## Sissejuhatus

Linna rohelised alad, nagu pargid ja muud puhkealad, väljõusaalid ja terviserajad meelitavad nii kohalikke kui turiste, need on olulised inimeste heaolule ning pakuvad võimalusi mitmesugusteks vabaõhuüritusteks. Rohelise taristu arendamine suurendab aga ka inimeste riski nakatuda zoonootilistesse ja siirutajate kaudu levivatesse haigustesse, kuna linna rohealad pakuvad paljudele linnastunud loomaliikidele sobilikke elamistingimusi. Seega suureneb ka kokkupuute tõenäosus erinevate looma- ja siirutajate liikidega.

Puuke esineb linnakeskkonna haljasaladel laialdaselt: parkides, puhkealadel ja kalmistutel. Seda isegi vaatamata kitsamale taime- ja loomaliikide mitmekesisusele. Seetõttu pakuvad linna puhke- ja vaba aja veetmise ning välitingimustes sportimise kohad riskipotentsiaali mitte ainult puugihammustuse saamiseks, vaid ka puukide kaudu edasikanduvate haiguste tekkeks. Mitmed välisuuringud, sealhulgas Euroopa riikide teadlaste tehtud uuringud on näidanud, et linnadest ja nende populaarsetelt puhkealadelt leitud puugid võivad olla erinevate haigustekitajate, näiteks puukentsefaliidiviiruse (PEV), *Borrelia burgdorferi* s.l, *B. miyamotoi*, *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* (CNM), *Anaplasma phagocytophilum* ja *Rickettsia helvetica* kandjad (1–4).

Eesti on aastakümneid kuulunud puukentsefaliidi ja puukborrelioosi endeemilisse piirkonda. Ehkki viimase kümnendi jooksul on puukentsefaliidi esinemissagedus vähenenud 2–3 korda (13,3–18,7 juhult 100 000 elaniku kohta aastatel 2009–2012 kuni 6,5 juhuni 2018. aastal), on see endiselt üks kõrgeimaid Euroopas ning haigestumissagedus on kõrge praktiliselt igas Eesti maakonnas (5). Lyme'i borrelioosi esinemissagedus aga on kahekordistunud 84,5-lt juhult 100 000 elaniku kohta 2013. aastal 173,6 juhuni 2018. aastal ning püsib kõrgel. Märkimisväärne on see, et keskmiselt 13% PE ja puukborrelioosiga nakatunud inimestest teatasid puugihammustusest linnapiirkondades (Terviseameti epidemioloogilised andmed (Natalja Kerbo, isiklik suhtlus)).

Eestis on levinud kaks *Ixodes* perekonna puugiliiki: igal pool Eestis esinev võsapuuk *I. ricinus* ja laanepuuk *I. persulcatus*, keda leidub koos *I. ricinus*'ega ida- ja lõunaosas. Mõlemad liigid on võimelised inimestele levitama erinevaid haigustekitajaid. Tervise Arengu Instituudi varasemad teadusuuringud on näidanud, et peale Euroopa (TBEV-Eu) ja Siberi (TBEV-Sib) puukentsefaliidiviiruse alamtüüpide ning vähemalt viie *Borrelia burgdorferi* s.l liigi, leidub Eesti puukides ka muid haigustekitajad: inimese granulotsütaarse anaplasmoosi tekitaja *A. phagocytophilum*, erlihhoosi tekitajad *Ehrlichia muris* ja *Ca. N. mikurensis*, taastuva palaviku tekitajate rühma kuuluv *B. miyamotoi*, *Rickettsia* bakterid (*R. helvetica*, *R. monacensis*, *Ca. R. tarasevichae*) ja mitmed *Babesia* liigid, mis on inimese babesioosi tekitajateks (6–13).

Käesolev uuring annab esimese ülevaate puukide esinemisest ja nendega levivate patogeenide levikust Tallinna linnas. Uuringu eesmärk oli selgitada puukide levikut ning hinnata puugihammustuse ja puugihaigustesse nakatumise võimalust erinevatel Tallinna ja selle lähiümbruse populaarsetel rohealadel.

Uuringu rahastajaks oli Tervise Arengu Instituut.

# 1 Uuringu eesmärgid ja uuritavate haigustekitajate tutvustus

Pilootuuringu „Puugid ja nendega levitatavad haigustekitajad Tallinna ja lähiümbruse rohealadel“ üks eesmärk oli välja selgitada puukide olemasolu ja levimus Tallinna populaarsetel vaba õhu puhkealadel ning hinnata nii puugihammustuse riski linnamaastikul. Teine eesmärk oli tuvastada linnapuukide populatsioonis erinevate haigustekitajate olemasolu ja levik ning hinnata puukidega ülekantavatesse haigustesse nakatumise riski linnaparkides ja muudel rohealadel.

## 1.1 Puukentsefaliidiviirus

Puukentsefaliidiviirus (PEV, ingl *tick-borne encephalitis virus* ehk TBEV) on üks tuntumaid puukidega levivatest haigustekitajatest Euroopas. Viiruse peamiseks reservuaariks ehk kandjaks ja säilitajaks looduses peetakse väikenärlisi (leet-, kaelus-, jutttselg- ja uruhiired) ning ka *Ixodes* puuke. Kui nad saavad väikelooma peal toitudes koos looma verrega viiruse, mis säilib puugis kogu tema eluea, võib see puugi järgmise toitumise ajal loomale, sh inimesele, edasi kanduda ning võib olla ka emaspuugilt munemisel järglaskonnale edasi antud.

Tänapäeval on teada kolm PEV-i alamtüüpi, milleks on Euroopa (TBEV-Eu), Siberi (TBEV-Sib) ja Kaug-Ida (TBEV-FE). Euroopa PEV-i peamiseks siirutajaks on võsapuugid ning Siberi ja Kaug-Ida alamtüüpide peamiseks ülekandjateks peetakse võsapuuke. Üldiselt, siirutaja liigi spetsiifilisuses seisnebki PEV-i alamtüüpide levik maailmas: Euroopa riikides on peamiseks puukentsefaliidi põhjustajaks Euroopa alamtüüp, kuid Venemaa Uurali mäestiku idapoolel on rohkem levinud PEV-i Siberi ja Kaug-Ida alamtüübid. Kuigi kõik PEV-i alamtüübid põhjustavad üht haigust, on näidatud, et erineva alamtüübi poolt põhjustatud haiguse kulgu, tüsistused ning suremusmäär erineb.

Inimese organismi jõuab viirus üsna kiiresti, kuna see paikneb puugi süljenäärmetes ning satub inimese verre juba puugisülje esimese portsuga. See tähendab, et isegi kui puuk on alles mõned tunnid inimese nahka kinnitunud ning imemist alustanud, võib viirus selle ajaga inimesele üle kanduda. PEV-i Kaug-Ida alamtüübi põhjustatud nakkuse korral on nii haiguse kulgu kui ka tüsistused väga rasked ning suremusmäär ulatub kuni 35%-ni (14). Siberi alamtüüpi seostatakse kroonilise puukentsefaliidiga, mille korral suremusmäär ulatub kuni 2–3% -ni (15).

Kahefaasilist haiguskulgu peetakse aga Euroopa alamtüübi peamiseks tunnuseks. Pärast keskmiselt 8 päeva kestvat inkubatsiooniperioodi saabub umbes nädalapikkune sümptomiteta või gripitaoliste sümptomitega vireemiline faas, mille vahepealse lühiajalise taastumise järel tekivad 20–30% haigestunudel kesknärvisüsteemi kahjustused - viirus satub aju ja ajukelmetele ning võib esile kutsuda erineva raskusastmega meningiiti või meningoentsefaliiti. Kuigi Euroopa alamtüübi poolt põhjustatud haiguse korral on suremus alla 2%, esineb kuni 46%-l kesknärvisüsteemi kahjustuse saanutel pikaajalisi jääknähtusid (16).

Puukentsefaliiti võib haigestuda ka kuumtöötlemata/pastöriseerimata piima või sellest valmistatud toodete tarbimisel. Inimeselt inimesele see edasi ei kandu, välja arvatud emalt lootele, ning selle läbipõdemisel tekib eluaegne immuunsus. Haiguse vastu spetsiifilist ravi ei ole ehk ravi on suunatud sümptomite leevendamiseks. Tõhus viis haiguse ennetamiseks on soovitustele vastav vaktsineerimine.

Eesti kuulub puukentsefaliidi endeemilise ehk suurema haigestumisega piirkonda. Terviseameti andmetel registreeriti perioodil 2000–2011 aastati 90–272 juhtumit ehk kuni 19,8 juhtumit 100 000 elaniku kohta. Õnneks on viimase nelja aasta jooksul puukentsefaliiti haigestumine langenud kolmekordselt ning püsib stabiilselt tasemel 6,2–6,6 juhtu 100 000 elaniku kohta. 2018. aastal haigestus puukentsefaliiti 85 inimest, neist 12 Tallinnas (5).

Kuigi pole kindlalt teada, milliste PEV-i alamtüüpide poolt on põhjustatud puukentsefaliit Eesti haigestunutel, on TAI viroloogia ja immunoloogia osakonna uuringud näidanud, et Eestis elutsevadel puukidel levib enamasti Euroopa alamtüüp, kuid esineb ka Siberi oma ning seda leidub nii laane- kui ka võsapuukidel. PEV-i levimus Eesti puukides kõigub 0,5%-st Lääne-Eestis 4–9%-ni Ida- ja Kagu-Eestis (13, 17).

## 1.2 Puukborrelioosi põhjustatavad *Borrelia burgdorferi* bakterid

Puukborrelioos on kõige levinum puukidega leviv haigus põhjapoolkeral. Euroopas põhjustavad haigust vähemalt viis liiki *Borrelia burgdorferi sensu lato* grupi bakteritest, mida seostatakse nii erinevate reservuaarloomaliikide kui ka haigusväljunditega. Euroopas on kõige levinumad ning sagedasemad *B. afzelii* – looduses on selle peamiseks kandjaks närilised, kliinilistes väljundites seostatakse inimestel nahakahjustustega, ning *B. garinii*, mille säilitajaks looduses ja peamiseks allikaks puukidele on linnud ning mis inimestel põhjustab peamiselt neuroloogilisi kahjustusi ehk neuroborrelioosi. Samuti peetakse haigust tekitavaks väikenäriliste poolt looduses säilivaid *B. burgdorferi sensu stricto*, *B. bavariensis* ja *B. spielmanii* ning lindudelt pärit *B. valaisiana* bakterit. Nii nagu ka puukentsefaliidiviiruse korral, saavad puugid baktereid koos verega kui toituvad reservuaarloomade peal, ning need säilivad puugi kehas tema elu lõpuni, kuid erinevalt PEV-ist ei kandu need edasi emaspuugilt järglastele.

Nakkuse saamiseks kulub vähemalt üle 12–18 tunni või reeglina üle 1–2 ööpäeva, kuna bakterid ei paikne puugi süljenäärmetes, vaid seedetraktis ning nende transpordi mehhanism seedetraktist süljega välja käivitub alles pärast vereportsu sattumist puugi kõhtu. Haiguse esimeste tunnuste ilmnemiseni võib minna 2–4 nädalat ning selleks peetakse migreeruvat erüteemi (*erythema migrans*) ehk reeglina hammustuskoha ümber tekkivat laienevat punetavat laiku, millega võivad kaasneda ka palavik, peavalu, üldine nõrkus, pearinglus, liiges- ja lihasvalud, kaalu langus. Puukborrelioosi vastu vaktsiini ei ole. Haigust ravitakse antibiootikumidega, kuid ravimata jäänud borrelioos võib põhjustada pikaajalisi tüsistusi närvisüsteemis, südames või liigestes. Haigestunud inimeselt nakkus edasi ei kandu. Pärast läbipõdemist immuunsust ei teki ning inimene võib uuesti nakatuda.

Ka puukborrelioosi osas kuulub Eesti endeemilise piirkonda. Alates 2007. aastast on puukborrelioosi haigestumine järsult tõusnud ning püsib kõrgena. Aastatel 2007–2008 juhtumite arv kahekordistus 721-lt 1423-ni ning aastatel 2018–2019 oli haigestumisjuhtumeid üle 2200 aastas, mis on kõrgeim haigestumise näitaja läbi aastate – 175,3 juhtumit 100 000 elaniku kohta (5). TAI varasemad uuringud on näidanud, et Eesti erinevates paikades võib 10–40% puukidest olla *Borrelia* bakterite kandjateks (6, 17).

## 1.3 *Borrelia miyamotoi*

*Borrelia miyamotoi* tuvastati puukides esimest korda 1995. aastal Jaapanis. Eestis leiti seda esmakordselt aastatel 2008–2010 kogutud puukides (7). Nagu puukentsefaliidiviirust ja puukborrelioosi põhjustavate *Borrelia* bakterite korral, on ka *B. miyamotoi* peamiseks reservuaariks looduses väikenärilised. Üksnes puuk saab *B. miyamotoi* bakterid looma verega toitumisel, need jäävad puugi kehaorganitesse kogu tema elu ning võivad päranduda ka emaspuugilt järglaskonnale.

Esimest *B. miyamotoi* põhjustatud haigestumisjuhtumit, mida tänapäeval nimetatakse *Borrelia miyamotoi* haiguseks, kirjeldati 2011. aastal ning sellest ajast on kirjeldatud üle 50 juhtumi

Euroopas, Põhja-Ameerikas ja Venemaal (18). Haigust iseloomustavad palavik, mis võib ületada 40 °C, pea-, lihas- ja liigesevalu, väsimus, iiveldus ja külmavärinad. Sümptomid ilmnevad umbes ühekahe nädala jooksul pärast puugihammustust ning palavikuhood võivad olla korduvad: 2–3 episoodi, millel on kaks päeva kuni kaks nädalat kestev vahepaus ning iga episood kestab 2–5 päeva. On kirjeldatud, et haigusega võivad kaasneda ka kesknärvisüsteemi kahjustused, k.a meningoentsefaliit. Haigus allub antibiootikumiravile, kuid mõned sümptomitest, nagu väsimus, võivad kesta mõned nädalad isegi pärast bakterivastast ravi. Seni puudub ühtne laboratoorne diagnostika *B. miyamotoi* haiguse diagnoosimiseks. Eestis pole ühestki haigusjuhtumist teatatud, kuid TAI varasemad uuringud on näidanud, et bakterit leidub Eesti puukides kuni 3%-lise levimusega (7).

## 1.4 Ehrlichia ja Anaplasma liiki bakterid (*Candidatus neoehrlichia mikurensis* ja *Anaplasma phagocytophilum*)

Enamik teatistest uue bakteri nimega *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* tuvastamisest Euroopas tehti aastatel 2006–2013 kogutud puukide kohta ning inimese haigustekitajaks tunnistati see 2010. aastal (19). Eestis teatati bakteri olemasolust 2012.–2014. aastal kogutud võsapuukides (9). Nagu ka eelnevalt kirjeldatud haigustekitajate juures, peetakse puukidele *Ca. N. mikurensis* peamisteks reservuaarloomadeks ehk nakkusallikaks väikenärlisi.

Bakteri põhjustatud haigust nimetatakse neoehrlichioosiks või *Ca. N. mikurensis* nakkuseks ning seda on kirjeldatud Rootsi, Norra, Poola, Tšehhi, Saksamaa, Hollandi ning Šveitsi patsientidel. Enamik kirjeldatud juhtumitest, millel olid nähtavad sümptomid, esinesid immuunpuudulikkusega patsientidel, kuid ka hea immuunstaatusega inimestel oli migreeruva erütemiga sarnane nahalööve, pea-, liigeste või lihasvalud ja väsimus (19). Eestis pole seni ühtegi haigestumisjuhtumit kirjeldatud.

*Anaplasma phagocytophilum*it teatakse Eesti puukide populatsioonis levivat vähemalt aastast 2006 (10). Selle bakteri säilimise eest looduses vastutavad nii närlised kui ka suuremad metsloomad, näiteks hirved ja kitsed. Bakterit seostatakse nii inimese kui ka kodu- ja lemmikloomade haigustega. Inimestel on nakkus tihti asümptomaatiline või kergelt kulgev gripitaoliste sümptomitega (palavik, pea-, lihas- ja liigesevalud), kuid esineda võivad ka tõsisemad respiratoorsed või neuroloogilised kahjustused (20). Väga harva esineb nahalööve. Nakkust ravitakse antibiootikumidega. Siiani on teada ainult ühest inimese granuloetsütaarse anaplasmoosi haigestumisjuhtumist (21).

## 1.5 Rickettsia liiki bakterid

Puukidega ülekantavatest haigustekitajatest on Eesti puukide populatsioonis teada *R. helvetica*, *R. monacensis* ning *R. tarasevichae*. Neist esimene on teistest märkimisväärselt kõrgema levimusega: *R. helvetica*t tuvastati 6,6% võsapuukides ning *R. monacensis*t ja *R. tarasevichae*t ainult üksikutes puukides (11). Pole ühtset arvamust, kes on *R. helvetica* peamiseks kandjaks loomade seas ning arvamusi on erinevaid. Kuid on teada, et puugid on bakterile nii reservuaariks kui ka ülekandjateks ning nad on võimelised bakterit säilitama kogu oma eluea ja seda munemisel ka järglastele edasi andma.

*R. helvetica*t peetakse inimese haiguse tekitajaks 1999. aastast, mil Rootsis teatati kahest äkilisest surmajuhtumist südamekahjustuse tõttu, mida seostati *R. helvetica* nakkusega. Sellest ajast on haigestumisjuhtumitest teatatud Rootsis, Prantsusmaal, Šveitsis ja Itaalias. Sümptomiteks olid palavik, nahalööve või kärnad, mis avalduvad 1–3 nädala jooksul pärast puugihammustuse saamist.

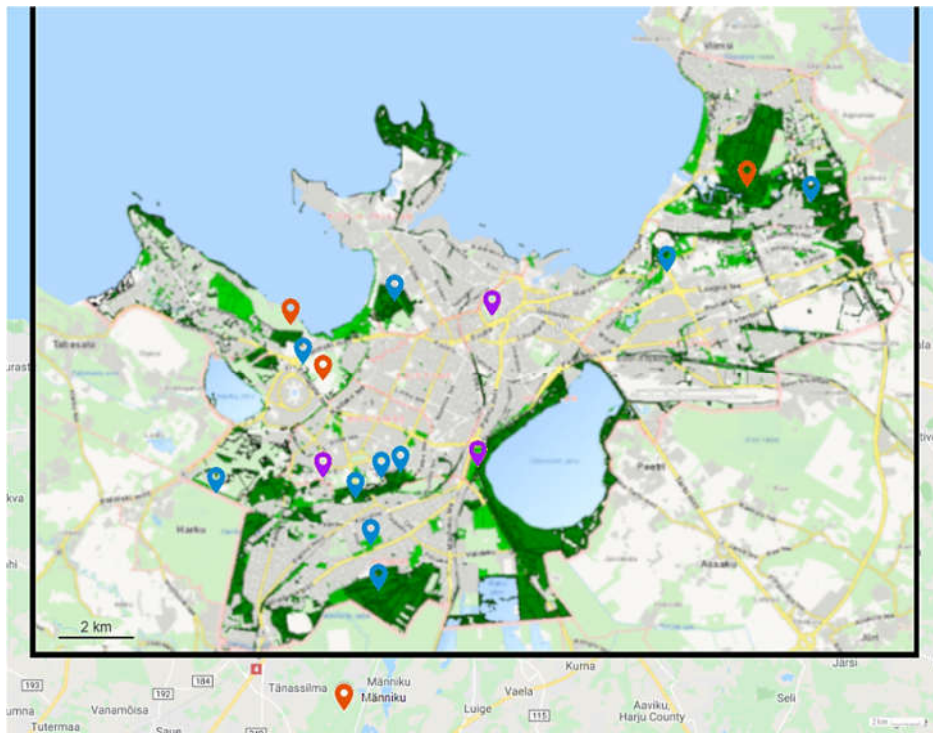
Enamik juhtumitest on aga kliiniliste avaldumisteta (22). Haigust ravitakse antibiootikumidega. Eestis pole ühtegi haigestumisjuhtumit seni kirjeldatud.

## 2 Ülevaade uuringu metoodikast

### 2.1 Kohtade valik ning puukide kogumine

Puukide kogumine uuringu tarbeks toimus 2018. aasta 1. maist kuni 9. juunini. Kuna puukide aktiivsus on tihedas seoses õhutemperatuuri ja niiskusega, hakkas mai algusest püsivad suviselt kuumade ja kuivade ilmade tõttu puukide aktiivsus märgatavalt langema juba mai teises pooles. Seetõttu peatus puukide kogumine juuni alguses.

Kokku külastati Tallinna eri linnaosades 17 roheala, lisaks ka linnalähedast Männikut (**Joonis 1**). Kohtade valikul toetuti Tallinna Haljastusalade Infosüsteemi andmetele (<https://his.tallinnlv.ee/connect/analyst/mobile/#/main>). Valikukriteeriumiteks olid populaarsus ja külastatavus ning puukidele sobilikud keskkonnatingimused.



**Joonis 1.** Piloottuuringu raames külastatud paigad. Kaardid on koostatud Google'i ning Tallinna Haljastusalade Infosüsteemi kaartide alusel. Lilla kohamärgiga paikades ei leitud ühtegi puuki, sinisega märgitud paikades koguti 1–50 puuki, punasega märgitud paikades üle 50 puugi.

Puukide kogumiseks kasutati nn lipumeetodit ehk T-kujulisele puuvarrele kinnitatud ühe ruutmeetri suuruse heledavärvilise flanellkangaga üle muru ning muu madala ja keskmise kasvuga taimestiku „kammimist“. Iga läbitud viie meetri järel kontrolliti, kas kangale on kinnitunud puuke (vaata fotot järgmisel lehel). Vastavalt valitud koha pindalale ja maastiku struktuurile viis igas kohas puukide kogumist läbi 1–3 inimest. Puukide kogumine toimus hommikuti ajavahemikus kell 8–11.



Foto 1. Puugid flanellkangast lipu peal. Foto autor Julia Geller, TAI

Kuna linna rohealade maastiku ning taimeistiku struktuur, samuti pindala olid erinevad, ei olnud uurimismetoodika läbitava vahemaa suhtes standardiseeritud, kuid igas kohas uuriti vähemalt 100 ruutmeetrit pinda (suuremate parkide ja alade korral võimalusel suuremat vahemaad) ning puukide kogumiseks valiti alad, mis paiknevad radade lähedal (nt kettagolfi, tervise- või kõnnirajad), infotahvlite ümber või puhkealade ümbruses ehk sellised, kus inimestel on oht puuki saada.

Kogutud puugid sorteeriti kohe kogumisel arengustaadiumi ja soo järgi eraldi katseklaasidesse. Seejärel viidi need TAI VIO laborisse puugiliigi kindlakstegemiseks ning edasisteks uuringuteks.

## 2.2 Haigustekitajate määramine

Kõik kogutud nümfid ja täiskasvanud puugid analüüsiti molekulaarbioloogiliste meetoditega ühekaupa mitmete puukidega ülekantavate ning Eesti puukide populatsioonis teadaolevate haigustekitajate olemasolu suhtes (6–11, 13). Vähese arvukuse tõttu vastseid (ehk larve, ld *larvae*) haigustekitajate analüüsimisel ei kasutatud.

Uuritud haigustekitajad:

- puukentsefaliidiviirus
- puukborrelioosi põhjustatavad *Borrelia burgdorferi* bakterid
- *Borrelia miyamotoi*
- *Ehrlichia* ja *Anaplasma* liiki bakterid (*Candidatus neoehrlichia mikurensis* ja *Anaplasma phagocytophilum*)
- *Rickettsia* liiki bakterid

Kõik positiivseks osutunud proovid saadeti ka edasisele sekveneerimisele haigustekitaja liigi või genotüübi määramiseks Tartu Ülikooli Biokeskuse tuumiklaborisse. Saadud tulemused analüüsiti erialase tarkvara ja TAI VIO osakonnas kasutusel olevate andmebaaside abil.



## 3 Uuringutulemused

### 3.1 Puukide olemasolu ja arvukus Tallinna rohealadel

Puuke leiti pea igas kogumispaigas, välja arvatud Hirve-, Toom-, Glehni ja Sanatooriumi pargis ning Järve terviseradasid ümbritsevatel aladel.

Kokku koguti 997 puuki, kellest 644 ehk 64,6% olid nümfid ning 102 (10,2%) emased – ehk need puugi arengustaadiumid, mis ohustavad inimest kõige rohkem. Kõik puugid olid võsapuugid, mis on kõige levinum puugiliik Eestis. Kuid üks puuk, mis leiti Sütiste pargist, tuvastati laanepuugiks, kes reeglina elutseb Lõuna-, Ida- ja Kagu-Eestis.

Tallinna kõige populaarsematest parkidest või rohealadest leiti kõige vähem puuke Kadrioru pargist (Jaapani aia ümbrus ning nõlvaalused). Kõige puugirikkamaks osutusid aga Tallinna Loomaaed (piknikuplatsid ja õpperajad metsas) ja Eesti Vabaõhumuuseum (**Tabel 1**), kus kokku sai kogutud vastavalt 576 ja 923 puuki ehk 62,4% puukidest. Keskmise puugi arvukus ehk puukide arv 100 ruutmeetri kohta varieerus 1,7–2,0 Sütiste ja Kadrioru pargis kuni 22,2–25,9 Eesti Vabaõhumuuseumi ja Tallinna Loomaaia metsaaladel.

**Tabel 1.** Uuringu raames külastatud kohad ning puugikorje tulemused

	Koha nimi	Koordinaadid kümnendsüsteemis	Uuritud ala, m <sup>2</sup>	Kogutud puukide arv				Kokku	Keskm. arvukus* *
				Vast-sed	Nüm-fid	Isased	Emas-ed		
1	Pirita jõeorg, Iru linnamäe lähedal	59.45749, 24.90233	450	-	16	1	1	<b>18</b>	4,0
2	Pirita-Lükati terviserajad	59.46046, 24.85935	1250	7	107	7	8	<b>129</b>	10,3
3	Kadrioru park	59.44149, 24.79821	300	-	4	1	1	<b>6</b>	2,0
4	Ilmarise terviserajad	59.36589, 24.66664	1400	2	30	5	2	<b>39</b>	2,8
5	<i>Hirvepark/Toompark*</i>	<i>59.43364, 24.73743</i>	<i>600</i>	-	-	-	-	-	-
6	<i>Glehni park</i>	<i>59.39245, 24.65774</i>	<i>300</i>	-	-	-	-	-	-
7	Stroomi metsapark	59.43722, 24.69211	1200	2	27	6	5	<b>40</b>	3,3
8	Eesti Vabaõhumuuseum	59.4323, 24.63955	1200	40	175	18	33	<b>266</b>	22,2
9	Loomaaia tagune, Ehitajate tee	59.42067, 24.653	300	17	7	7	9	<b>40</b>	13,3
10	Sütiste park	59.39442, 24.68997	600	-	5	3	2	<b>10</b>	1,7
11	Nõmme-Mustamäe	59.38952, 24.67452	600	-	26	3	1	<b>30</b>	5,0
12	Hiiu-Vabaduse	59.37802, 24.67781	150	-	4	3	2	<b>9</b>	6,0
13	Harku-Nõmme MKA	59.38743, 24.61057	100	-	2	-	2	<b>4</b>	4,0
14	<i>Järve terviserajad</i>	<i>59.39967, 24.72989</i>	<i>600</i>	-	-	-	-	-	-
15	Tallinna Loomaaed - piknikuplatsid ja õpperajad metsas	59.42078, 24.6616	1200	100	158	23	30	<b>311</b>	25,9
16	<i>Sanatooriumi park</i>	<i>59.37616, 24.66383</i>	<i>600</i>	-	-	-	-	-	-
17	Sütiste park (Tehnikaülikooli Spordihoone ümbrus)	59.39313, 24.68108	200	-	20	-	1	<b>21</b>	10,5
		<b>Linnas kokku</b>		<b>168</b>	<b>581</b>	<b>77</b>	<b>97</b>	<b>923</b>	
1s u	Männiku	59.32734, 24.67965	400	-	63	6	5	<b>74</b>	18,5
		<b>KOKKU</b>	11450		<b>644</b>	<b>83</b>	<b>102</b>	<b>997</b>	

\* Kaldkirjas kirjutatud kohtades puuke ei leitud. \*\* Puukide arv arvatuna 100 ruutmeetri kohta.

## 3.2 Puukidega ülekantavate haigustekitajate esinemine linnapuukides

Puukidega ülekantavaid haigustekitajaid tuvastati pea igas kohas, kus oli ka puuke kogutud. Keskmiselt tuvastati haigustekitajate olemasolu 33,8%-l uuritud puukidest.

Kuna puukide kogumist linnatingimustes ei olnud võimalik kõikide näitajate kohta ühtlustada, siis arvutati ka puukidega ülekantavate haigustekitajate levimustaset ehk nakkustekitajate suhtes positiivseteks analüüsitud puukide protsenti ainult nende kogumispaijade kohta, kus oli kogutud rohkem kui 30 puuki ( Tabel 2).

Saadud tulemuste põhjal tuvastati kõige rohkem haigustekitajaid kandvaid puuke Eesti Vabaõhumuuseumis ning Tallinna Loomaaia metsaaladel – vastavalt 43,8% ja 42,2%.

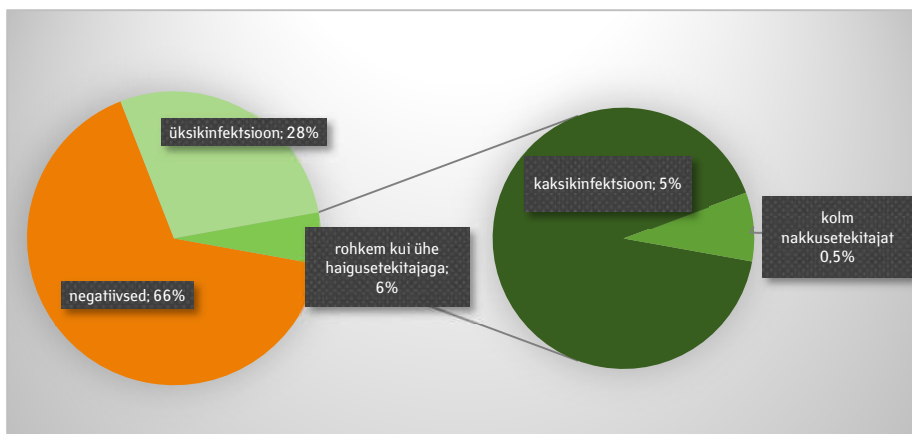
**Tabel 2.** Puukidega ülekantavate haigustekitajate üldine esinemine Tallinna rohealadel kogutud puukides

Koha nimi	Uuritud puukide arv (nõmfid ja täiskasvanud isendid kokku)	Nendest haigustekitajate olemasolu suhtes positiivsete puukide arv, % *
Pirita jõeorg, Iru linnamäe lähedal	18	5
Pirita-Lükati terviserajad	122	38 (31.1%)
Kadrioru park	6	1
Ilmarise terviserajad	37	9 (24.3%)
Stroomi metsapark	38	7 (18.4%)
Eesti Vabaõhumuuseum	226	99 (43.8%)
Loomaaia tagune, Ehitajate tee	23	8
Sütiste park	10	1
Nõmme-Mustamäe	30	1
Hiiu-Vabaduse	9	3
Harku-Nõmme MKA	4	0
Tallinna Loomaaed - piknikuplatsid ja õpperajad metsas	211	89 (42.2%)
Sütiste park (Tehnikaülikooli Spordihoone ümbrus)	21	5
Männiku	74	14 (18.9%)
<b>KOKKU</b>	<b>829</b>	<b>280 (33,8%)</b>

\* Esinemissagedus protsentides on arvatud ainult nende uurimiskohtade kohta, kus analüüsitud puugiproovide arv oli üle 30.

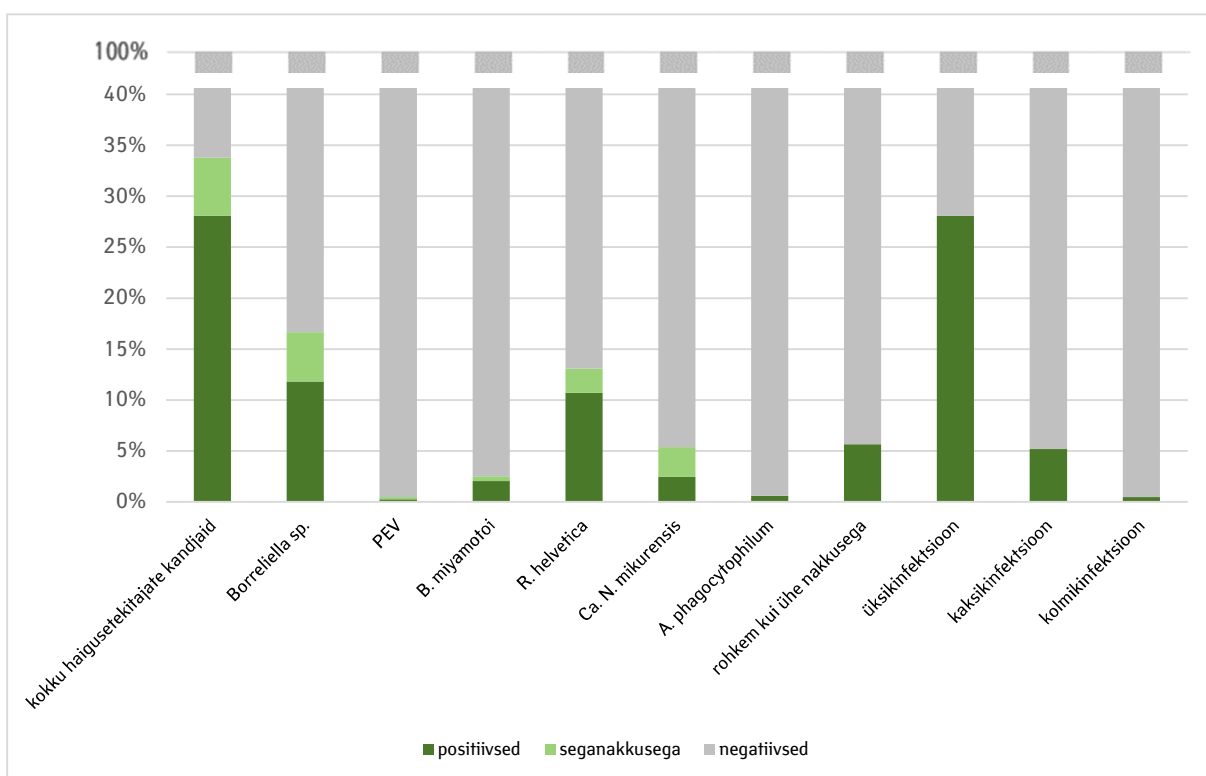
Enamikus ehk 28%-s uuritud puugiproovidest tuvastati ühe haigustekitaja olemasolu, kuid 47 puugis ehk kõikidest puukidest 5,7%-s tehti kindlaks kahe ja kolme erineva haigustekitaja olemasolu (Joonis 2).

Näiteks puukentsefaliidiviirusega neljast puugist kahel tuvastati lisaks puukborrelioosi põhjustajat ja *Ca. N. mikurensis* ning 41 puugil, kellel tuvastati *Borrelia* ehk puukborrelioosi põhjustaja olemasolu, leiti muu seas ka muid haigustekitajaid, millest neljal juhul oli tegemist kolme eri haigustekitajaga.



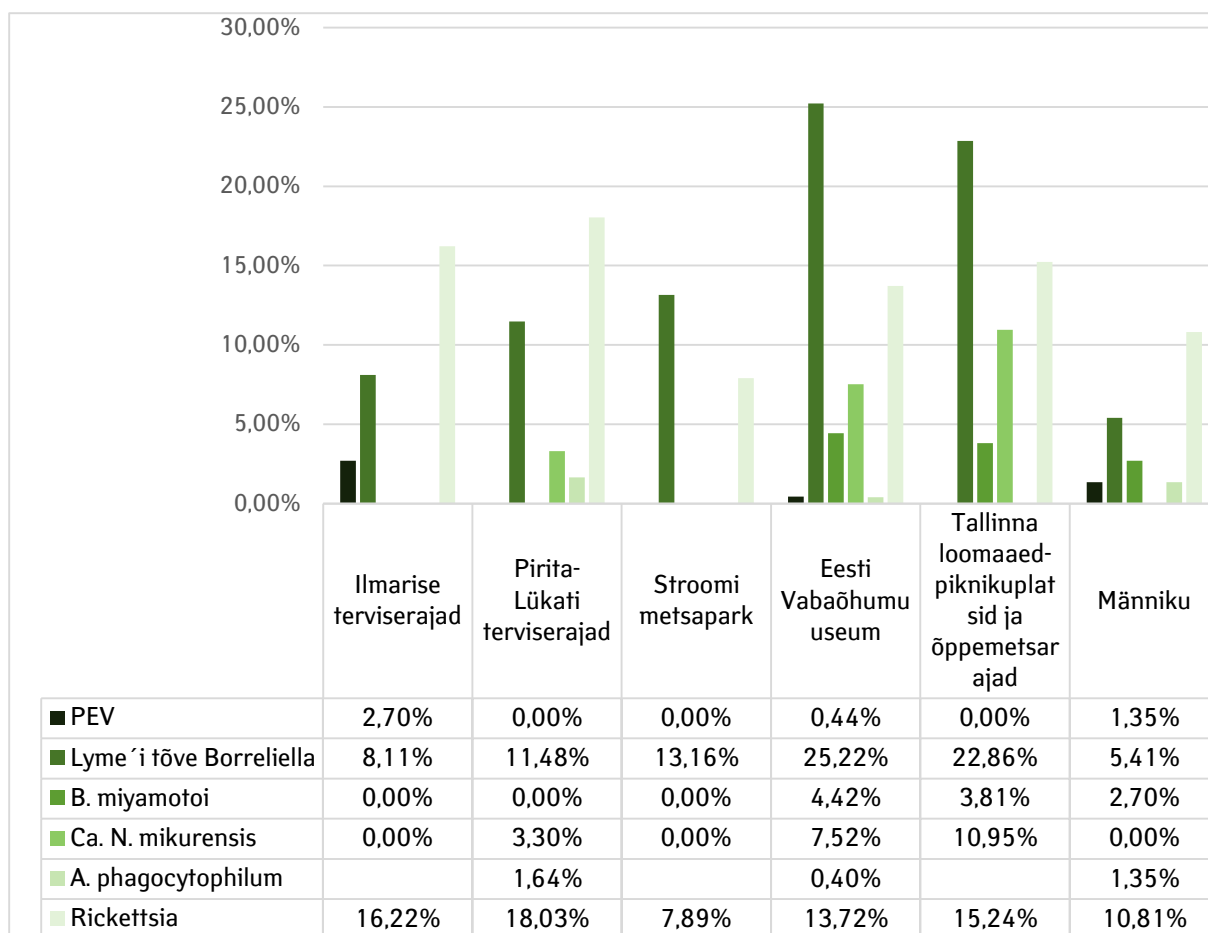
**Joonis 2.** Üldine haigustekitajate levimuse tase ning sisaldus linnapuukides

Linnaaladel elutsevatel puukidel tuvastati kõik uuritavad haigustekitajad, nii puukentsefaliidiviirus ja puukborrelioosi põhjustavad bakterid, kui ka muud bakteriaalse päritoluga haigustekitajad *Neoehrlichia*, *Anaplasma* ja *Rickettsia* perekondade liikidest. Eestis teadaolevate ning kinnitatud haigusjuhtumitega haigustekitajatest kõige levinumaks osutusid puukborrelioosi põhjustavad *Borrelia* bakterid, keskmise levimusega 17,5%. Puukentsefaliidiviirust leiti ainult neljas puugiproovis 829-st ehk 0,5%-l puukidest (**Joonis 3**).



**Joonis 3.** Projekti raames tuvastatud haigustekitajate liigid ning nende üldine levimus

Kõige suurem haigustekitajate esindajate mitmekesisus ühe paiga puukides tuvastati Eesti Vabaõhumuuseumis, kust kogutud puukides leiti kõik projekti käigus otsitavad haigustekitajate liigid. Vaid üksikud liikide esindajad olid puudu Tallinna Loomaaias, Pirita-Lükati terviseradadel ja Männikul (**Joonis 4**).



**Joonis 4.** Puukidega levivad haigustekitajad kõige puugirohkemates kohtades Tallinnas

### 3.2.1 Puukentsefaliidiviirus

Puukentsefaliidiviirus tuvastati neljas puugiproovis, mis olid kogutud Tallinnas Pirita jõeorus Iru linnamäe lähedal, Nõmmel Ilmarise terviseradadel, Eesti Vabaõhumuuseumis ning Männikul. Kusjuures viimases kahes kohas õnnestus tuvastada ka puukentsefaliidiviiruse genotüüp, milleks olid vastavalt Siberi ja Euroopa omad.

### 3.2.2 Puukborrelioosi tekitajad

Puukborrelioosi tekitajad ehk *Borreliella* perekonda kuuluvad bakterid olid kõige sagedasemaks tuvastatud haigustekitajateks Tallinna rohealadel kogutud puukides. Neid tuvastati pea igas paigas kogutud puukides, kuigi erineva levimusega: 5–8% Männikul ja Nõmmel asuvatel Ilmarise terviseradade ümbruses kuni 23–25% Tallinna Loomaaia ja Eesti Vabaõhumuuseumi radadel.

*Borreliella* liikidest kõige levinum oli *B. afzelii* (124/145, 85,5%) ning märkimisväärselt väiksema levimusega *B. garinii* (11/145, 7,6%) ning *B. valaisiana* (7/145, 4,8%).

### 3.2.3 Teised haigustekitajad

Peale teada-tuntud ning Eestis esinevate puukidega ülekantavate haigustekitajate – puukentsefaliidiviiruse ja *Borreliella* bakterite, tuvastati uuringu käigus ka teisi nii tõestatud kui ka potentsiaalse nakatumisvõimega bakteriaalseid agente.

Kõige levinumaks nendest osutus *Rickettsia helvetica*, mida tuvastati kokku 13,4%-l puukidest. Paikade vahel varieerus see üksikutest puukidest Stroomi, Sütiste ning Hiiu-Vabaduse rohealadel kuni 15%–18%-ni Tallinna Loomaaias ja Pirita-Lükati terviseradade ümbruses.

*Ca. N. mikurensis* ja *A. phagocytophilum* tuvastati ainult kolmes kogumispaigas: Pirita-Lükati terviseradade rohealal, Eesti Vabaõhumuuseumis ning Tallinna Loomaaias, kusjuures *Ca. N. mikurensis* levimus oli märkimisväärselt kõrgem (**Tabel 3**). *B. miyamotoi* leiti Eesti Vabaõhumuuseumi ja Tallinna Loomaaia metsastunud aladel ning Tallinna lähistel Männikul.

**Tabel 3.** *B. miyamotoi*, *R. helvetica*, *A. phagocytophilum* ja *Ca. N. mikurensis* levimus Tallinna rohealadel elutsevates puukides

Koha nimi	Kokku analüüsitud	<i>Borrelia miyamotoi</i>	<i>Rickettsia helvetica</i>	<i>A. phagocytophilum</i>	<i>Ca. N. mikurensis</i>
Pirita jõeorg, Iru	18		4 (1F)		
Pirita-Lükati terviserajad	122		22 (18,0%)*	2 (1,6%)	4 (3,3%)
Ilmarise terviserajad	37		6		
Stroomi metsapark	38		3		
Eesti Vabaõhumuuseum	226	10 (4,4%)	31 (13,7%)	1 (0,4%)	17 (7,5%)
Loomaaia tagune, Ehitajate tee	23	1	3		1
Hiiu-Vabaduse	9		1		
Tallinna Loomaaed - piknikuplatsid ja õpperajad metsas	211	8 (3,8%)	32 (15,2%)	1 (0,5%)	23 (10,9%)
Sütiste park (Tehnikaülikooli Spordihoone ümbrus)	10		1		
Männiku	74	2 (2,7%)	8 (10,8%)		

\* Esinemissagedus protsentides on arvatud ainult nende uurimiskohtade kohta, kus analüüsitud puugiproovide arv oli üle 30.

## 4 Arutelu ja kokkuvõte

Kuigi oma rikkalikkuses üsna mõõdukas, võib linna rohealadel kohata paljusid looma- ja linnuliike. Pea kõigil selle uuringu käigus tuvastatud nakkustekitajatel on looduslikuks reservuaariks ja puukidele nakkusallikaks väikenärilised – leet-, kaelus-, juttself- ja uruhiired, kellest paljud on väga hästi kohanenud eluga linnas.

Suuremad linna rohealad pakuvad soodsaid elutingimusi nii puukidele kui ka närilistele, samuti pakuvad need piisavalt toitumis- ja ellujäämisvõimalusi, kuid ka metsa- või maatingimustega võrreldes vähem looduslike vaenlasi. Ka võivad linnasisesed soojemad kliimatingimused soodsalt mõjuda nii puukide kui ka linnas elutsevate näriliste populatsioonide elukvaliteedile, kasvule ja püsimisele. Kuna linnas asuvad pargid või metsaalad on tihti fragmenteeritud, teedega ümbritsetud ning võrreldes looduslike aladega väiksema pindala ja esindatud loomade väiksema liigilise mitmekesisusega, võib neis aset leida niinimetatud paljundamisefekt, mille tulemusel võib haigustekitajate levimus olla looduslike aladega võrreldes kõrgem.

Uuringu tulemused näitavad, et ka linnatingimustes on olemas oht saada nii puugihammustus kui ka nakatuda mõne puukidega levivasse haigusesse ning ka linnas elavad puugid võivad edasi kanda mitmeid haigustekitajad, ohustades inimesi saada mitu nakkust ühe puugihammustusega. Seetõttu tuleb mees pidada, et ka linnatingimustes peavad inimesed järgima ennetusmeetmeid puugihammustuse vältimiseks ning läbi selle ka nakkuse saamise riski vähendamiseks.

## Kasutatud kirjandus

1. Chvostac M, Spitalska E, Vaclav R, Vaculova T, Minichova L, Derdakova M. Seasonal Patterns in the Prevalence and Diversity of Tick-Borne *Borrelia burgdorferi* Sensu Lato, *Anaplasma phagocytophilum* and *Rickettsia* spp. in an Urban Temperate Forest in South Western Slovakia. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(5).
2. Kjelland V, Paulsen KM, Rollum R, Jenkins A, Stuen S, Soleng A, et al. Tick-borne encephalitis virus, *Borrelia burgdorferi* sensu lato, *Borrelia miyamotoi*, *Anaplasma phagocytophilum* and *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* in *Ixodes ricinus* ticks collected from recreational islands in southern Norway. *Ticks Tick Borne Dis*. 2018;9(5):1098–102.
3. Kowalec M, Szewczyk T, Welc-Faleciak R, Sinski E, Karbowiak G, Bajer A. Ticks and the city - are there any differences between city parks and natural forests in terms of tick abundance and prevalence of spirochaetes? *Parasit Vectors*. 2017;10(1):573.
4. Kowalec M, Szewczyk T, Welc-Faleciak R, Sinski E, Karbowiak G, Bajer A. Rickettsiales Occurrence and Co-occurrence in *Ixodes ricinus* Ticks in Natural and Urban Areas. *Microb Ecol*. 2019;77(4):890–904.
5. Terviseamet. Puugihaiguste statistika [Available from: <https://www.terviseamet.ee/et/nakkushaigused/tervishoiutootajale/nakkushaigustesse-haigestumine/puugihaigused>].
6. Geller J, Nazarova L, Katargina O, Golovljova I. *Borrelia burgdorferi* sensu lato prevalence in tick populations in Estonia. *Parasit Vectors*. 2013;6:202.
7. Geller J, Nazarova L, Katargina O, Jarvekulg L, Fomenko N, Golovljova I. Detection and genetic characterization of relapsing fever spirochete *Borrelia miyamotoi* in Estonian ticks. *PLoS One*. 2012;7(12):e51914.
8. Geller J, Nazarova L, Katargina O, Leivits A, Jarvekulg L, Golovljova I. Tick-borne pathogens in ticks feeding on migratory passerines in Western part of Estonia. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2013;13(7):443–8.
9. Ivanova A, Geller J, Katargina O, Varv K, Lundkvist A, Golovljova I. Detection of *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* and *Ehrlichia muris* in Estonian ticks. *Ticks Tick Borne Dis*. 2017;8(1):13–7.
10. Katargina O, Geller J, Alekseev A, Dubinina H, Efremova G, Mishaeva N, et al. Identification of *Anaplasma phagocytophilum* in tick populations in Estonia, the European part of Russia and Belarus. *Clin Microbiol Infect*. 2012;18(1):40–6.
11. Katargina O, Geller J, Ivanova A, Varv K, Tefanova V, Vene S, et al. Detection and identification of *Rickettsia* species in *Ixodes* tick populations from Estonia. *Ticks Tick Borne Dis*. 2015;6(6):689–94.
12. Katargina O, Geller J, Vasilenko V, Kuznetsova T, Jarvekulg L, Vene S, et al. Detection and characterization of *Babesia* species in *Ixodes* ticks in Estonia. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2011;11(7):923–8.

13. Katargina O, Russakova S, Geller J, Kondrusik M, Zajkowska J, Zygotiene M, et al. Detection and characterization of tick-borne encephalitis virus in Baltic countries and eastern Poland. *PLoS One*. 2013;8(5):e61374.
14. Ruzek D, Dobler G, Donoso Mantke O. Tick-borne encephalitis: pathogenesis and clinical implications. *Travel Med Infect Dis*. 2010;8(4):223–32.
15. Lindquist L, Vapalahti O. Tick-borne encephalitis. *Lancet*. 2008;371(9627):1861-71.
16. Terviseamet. Puukentsefaliit [Available from: <https://www.terviseamet.ee/et/nakkushaigused-a-u/puukentsefaliit>].
17. Värvi K, Rumvolt R, Remm J, Katargina O, Geller J, Jaik K, et al. The impact of ecological factors on the abundance of ticks and prevalence of tick-borne pathogens in endemic and non-endemic locations in Estonia. *Parasit Vectors*. 2020.
18. Talagrand-Reboul E, Boyer PH, Bergstrom S, Vial L, Boulanger N. Relapsing Fevers: Neglected Tick-Borne Diseases. *Front Cell Infect Microbiol*. 2018;8:98.
19. Portillo A, Santibanez P, Palomar AM, Santibanez S, Oteo JA. 'Candidatus Neoehrlichia mikurensis' in Europe. *New Microbes New Infect*. 2018;22:30–6.
20. Terviseamet. Anaplasmoos [Available from: <https://www.terviseamet.ee/et/nakkushaigused-a-u/anaplasmoos>].
21. Prukk T, Ainsalu K, Laja E, Aigro A. Human granulocytic ehrlichiosis in Estonia. *Emerg Infect Dis*. 2003;9(11):1499–500.
22. Oteo JA, Portillo A. Tick-borne rickettsioses in Europe. *Ticks Tick Borne Dis*. 2012;3(5-6):271–8.