



**Tervise
Arengu
Instituut**

Linnapuugid 2023 – puukide levimus ja puugihaiguste oht Eesti linnade avalikel haljasaladel

Uuringu raport

Linnapuugid 2023 – puukide levimus ja puugihaiguste oht Eesti linnade avalikel haljasaladel

Uuringu raport

Maria Vikentjeva, Julia Geller

Tervise Arengu Instituudi **missioon** on olla teaduspõhiste tervislike valikute kujundaja.

Retsensendid: Liina Veskimäe ja Eha Nurk

Tänuavaldused Olga Braginale ja Jelena Jakovlevale puugikogumisel ja laboritöödel osalemise eest.

Trükis on valminud Tervise Arengu Instituudi tellimusel 2023. a. Igasugune materjali reprodutseerimine ja levitamine on keelatud ilma Tervise Arengu Instituudi nõusolekuta.

Väljaande andmete kasutamisel viidata allikale.

Soovitatav viide käesolevale väljaandele: Vikentjeva M ja Geller J. Linnapuugid 2023 – puukide levimus ja puugihaiguste oht Eesti linnade avalikel haljasaladel. Tallinn: Tervise Arengu Instituut; 2023.

ISBN 978-9949-666-48-5 (pdf)

Sisukord

Sisukord.....	3
Joonised	3
Tabelid.....	4
Mõisted	5
Lühendid.....	7
Lühikokkuvõte.....	8
Summary.....	9
Заключение	10
Sissejuhatus.....	11
1 Uuringu eesmärgid ja meetoodika.....	12
1.1 Puukide kogumine.....	12
1.2 Nakkustekitajate analüüsid	12
2 Tulemused.....	14
2.1 Väheese puugiarvukusega kohad.....	14
2.2 Keskmise puugiarvukusega kohad.....	15
2.3 Puugirikkad kohad.....	16
2.4 Haigustekitajate uuringud.....	17
2.4.1 Puukborrelioosi põhjustajad: <i>Borrelia burgdorferi s.l.</i>	19
2.4.2 Puukriketsioosi põhjustajad: <i>Rickettsia</i> rühma bakterid	19
2.4.3 Inimese anaplasmoosi põhjustaja: <i>Anaplasma phagocytophilum</i>	20
2.4.4 Neoerlihioosi põhjustaja: <i>Neoehrlichia mikurensis</i>	21
2.4.5 <i>Borrelia miyamotoi</i> haiguse põhjustaja.....	21
2.4.6 Puukentsefaliidi viirus	22
2.4.7 Mitmikinfektsioonid	23
3 Kokkuvõte.....	26
Kasutatud kirjandus.....	27

Joonised

Joonis 1. Puukidega levivad haigusetekitajad linna rohealadel, kus oli kogutud enam kui 50 puuki.....	18
Joonis 2. Puukborrelioosi tekitajate levimus Eesti linna rohealadel	19
Joonis 3. Puukriketsioosi tekitajate levimus Eesti linna rohealadel	20
Joonis 4. Anaplasmoosi tekitajate levimus Eesti linna rohealadel	20
Joonis 5. Neoerlihioosi tekitajate levimus Eesti linna rohealadel	21
Joonis 6. <i>Borrelia miyamotoi</i> haiguse põhjustaja levimus Eesti linna rohealadel	22
Joonis 7. Puukentsefaliidi viiruse levimus Eesti linna rohealadel.....	22
Joonis 8. Mitmikinfektsioonide kandjate määr linnapuukide seas.....	23

Tabelid

Tabel 1. Puukide kogumiste tulemused vähese puukide arvukusega kohtades.....	15
Tabel 2. Puukide kogumiste tulemused keskmise puugiarvukusega kohtadest.....	16
Tabel 3. Puugikorje tulemused kõige puugirikkamates kohtades	17
Tabel 4. Puukidega ülekantavate haigustekitajate esinemine kogutud puukidel Eesti linna rohealadel, kus kogutud puukide arv oli enam kui 50.....	18
Tabel 5. Linnapuukide 2023. aasta uuringu tulemused.....	24

Mõisted

Anaplasmoos

Bakteri *Anaplasma phagocytophilum* tekitatud nakkus. Haigestuda võivad ka lambad, veised ja koerad. Enamikul juhtudest kulgeb sümptomiteta või väga leebelt. Sümptomaatiline anaplasmoos algab gripisarnaste haigusnähtudega, mis avalduvad pärast 7–14-päevast peiteaega. Esineb palavik, pea- ja lihasvalu, millele võivad lisanduda iiveldus, oksendamine, kõhuvalu ja -lahtisus, hingamishäired, lööve, harva ka kesknärvisüsteemi kahjustused. Vanemaealistel ja immuunpuudulikkusega inimestel on suurem oht raskekujulise anaplasmoosi tekkeks, mil suremusmäär ulatub 1%-ni. Haiguse vastu vaktsiini ei ole. Ravitakse antibiootikumidega. Läbipõdemisel immuunsust ei teki ehk võib haigestuda korduvalt. Inimeselt inimesele ei kandu. Eestis inimese anaplasmoosi ametlikult ei registreerita, kuigi haigestumisjuhte on kirjeldatud (1). Puukide jaoks on haigusetekitajate peamiseks allikaks looduses närilised, sh kodu- ja põldhiired, põdrad, hirved, metskitsed ning koduloomadest veised, kitsed, lambad ja koerad.

***Borrelia miyamotoi* haigus**

Bakteri *B. miyamotoi* põhjustatud haigus. Kliinilised tunnused avalduvad 1–2 nädala jooksul pärast puugihammustust ja on mittespetsiifilised: 1–3 korduvat palaviku episoodi, väsimus, külmavärinad, peavalud, lihas- ja liigesevalud. Lyme'i borreliosisile tüüpilist migreeruvat erüteemi esineb väga harva. Närvisüsteemi kahjustuse sümptomitest kirjeldatakse kaelavalusid, kuklakangestust, meningiiti. Kliinilise pildi järgi võib olla väga sarnane inimese anaplasmoosiga. Allub doksütsükliini rühma antibiootikumide ravile. Eestis inimeste haigestumist pole teada, kuid haigusjuhud on olnud Rootsis, Soomes ja Norras.

Haigusetekitaja

Nakkustekitaja, inimestel või loomadel haigust põhjustava potentsiaaliga bakter, viirus, algloom, seen vms.

Neoerlihhioos

Bakteri *Neoehrlichia mikurensis* põhjustatud haigus. Enamikul juhtudest kulgeb ilma sümptomiteta. Nakkuse kõige levinumad sümptomid on korduv palavik, peavalu, halb enesetunne ja lihasvalu. Mõnedel patsientidel esinevad liigesvalud, köha, iiveldus, oksendamine, kõhulahtisus ja mittespetsiifiline lööve. Sümptomid avalduvad kuni kahe kuu jooksul pärast puugihammustust. Pärast immuunsusega patsientidel seostatakse antud haigust ka veenilaiendite suure esinemissagedusega. Viimasel aastakümnel on sümptomaatilisi haigestumisjuhtusid kirjeldatud Rootsis, Sloveenias (2, 3) ning enamasti immuunpuudulikkusega patsientidel. Laboratoorsed leiud on sarnased ägeda anaplasmoosi ja erlihhioosiga. Eestis kuulub registreerimisele erlihhioos, mida registreeritakse paar haigusjuhtu aastas.

Lyme'i töbi ehk puukborreliosis

Bakteriaalne puukide levitatav haigus, mida põhjustavad *Borrelia burgdorferi sensu lato* rühma kuuluvad bakterid. Inimestel väljendub tavaliselt 1–4

nädalat pärast puugihammustust aja jooksul laieneva punetava laiguna hammustuskoha ümber. Umbes kolmandikuljuhtudest esmast nahakahjustust ei ilmne üldse või ilmneb hiljem kui ühe kuu möödudes. Hilisemasstaadiumisehkhilise borrelioosi puhul võivad lisanduda liigeste (artriidid), närvisüsteemi- (halvatused, mäluhäired jm), naha- (dermatiit) või südamekahjustused. Vaktsiin haiguse vastu puudub. Ravitakse antibiootikumidega. Läbipõdemisel immuunsust ei teki ehk võib haigestuda korduvalt. Inimeselt inimesele ei kandu. Eestis nakatub borrelioosi üle 2500 inimese aastas. Puukidele on haigustekitajate peamiseks allikaks looduses närilised, siilid, linnud.

Puugihaigused

Puukentsefaliit

Puukide levitatavad inimeste ja/või loomade haigused.

Puukentsefaliidiviiruse põhjustatud nakkushaigus. Inimestel avaldub pärast puugihammustust 1–4 nädala jooksul palaviku ja gripilaadsete sümptomitena, mis ühe nädala jooksul ise taanduvad. Haiguse teist faasi iseloomustab üle 39°C palavik ning kesknärvisüsteemi kahjustused: näohalvatus, jäsemete pareesid, meningiit, entsefaliit, mäluhäired jms. Üle 70% haigestunutest vajab hospitaliseerimist ning pooled kogevad pikaajalisi neuroloogilisi tüsistusi. Haigus on vaktsiinivõrditav ning vaktsiin on saadaval alates esimesest eluaastast. Spetsiifiline ravi puudub. Läbipõdemisel tekib eluaegne immuunsus. Inimeselt inimesele ei kandu, v.a emalt lootele. Lisaks puugihammustusele võib puukentsefaliiti nakatuda ka toorpiima, peamiselt kitsepiima või sellest valmistatud toodete tarbimisel. Eestis nakatub puukentsefaliiti üle 60 inimese aastas. Puukidele on haigustekitajate peamiseks allikaks looduses närilised, metskitsed, hirved.

Puukriketsioos

Erinevat liiki *Rickettsia* bakterite poolt põhjustatud haigusseisundi üldnimetus. Puukide levitatavad riketsiad võivad põhjustada inimestel mitmesuguseid mittespetsiifilisi kliinilisi sümptomeid, kuid enamikul juhtudest kulgeb asümptomaatiliselt. Sümptomitest kirjeldatakse ägedat palavikku, puukborrelioosile sarnast, kuid mitte laienevat sügelevat löövet ja lihasnõrkust (4). *R. helvetica* haigusjuhud on kirjeldatud Austrias, Serbias, Taanis, Prantsusmaal, Itaalias, Slovakkias, Rootsis ja Šveitsis (5, 6). *R. monacensis* põhjustab Vahemeretäpipalavikuga sarnast riketsioosi, mis avaldub kõrge palaviku (kuni 10 päeva üle 38°C), üldise kehva enesetunde, peavalu ja liigesevaluna. Nahal, nii kehal kui ka jalgadel, peopesadel ja taldadel võib tekkida mittesügelev, punetav laiguline või papulloosne lööve, ilma nekrootilise süvahaavandita hammustuskohal. Ravitakse doksütsükliini antibiootikumidega. Eestis haigusjuhtudest teateid pole, kuid nendest on teatatud Hispaanias (7), Itaalias (8), samuti Hollandis (9) ja Koreas (10, 11).

Lühendid

BBSL	<i>Borrelia burgdorferi sensu lato</i> , borrelioosi põhjustajate bakterite rühm
PEV	Puukentsefaliidi viirus
(q)PCR	Reaalaja (kvantitatiivne) polümeraasahelreaktsioon (ingl <i>polymerase chain reaction</i>)
TAI	Tervise Arengu Instituut
TBP	Puukidega ülekantav nakkushaigusetekitaja (ingl <i>tick-borne pathogen</i>)
NUO	Nakkushaiguste uuringute osakond

Lühikokkuvõte

Uuringu eesmärk oli välja selgitada puukide ning nende levitatavate haigustekitajate esinemissagedus Eesti linnade rohealadel. Eesti linnapuukide uuring oli Tallinna rohealade esmauuringule järgnev uuring (12).

Uuringu tegemiseks kõigis 47 Eesti linnas valiti erinevad vaba aja veetmise võimalust pakkuvad kohad rohealadel, lisaks avalikele haljasaladele võeti uuringusse ka üks mitteavalik koht – Eesti Vabaõhumuuseum. Kõigist 47 külastatud linnast valiti kokku 52 roheala, kus välitööd toimusid perioodil 24.04.2023–08.06.2023.

Kokku uuriti puukide suhtes üle 56 450 m² rohealasid, kust koguti kokku 2830 puuki. Puuke leiti peaaegu igast valitud paigast (50/52). Puukide arvukus kõigi avalike rohealade 100 m² kohta varieerus 0-st kuni 27-ni, kuid enamikus kohtades jäi puukide arvukus siiski alla viie puugi 100 m² kohta (37/52).

Hästi hooldatud, madalalt niidetud muru ning teedega ümbritsetud paikades, kus oli vähe varju, oli puukide arvukus tunduvalt madalam, või ei esinenud neid üldse.

Haigustekitajate uuringu valimisse kvalifitseerus 1931 puuki (ühast kohast leiti üle 50 puugi), keda analüüsiti puukentsefaliidiviiruse, Lyme'i tõve, inimese anaplasmoosi, neoerlihhioosi, taastuvate palavike rühma *Borrelia* ning puukriketsiooside tekitajate suhtes.

Linnatingimustes elutsevatel puukidel tuvastati samu haigustekitajaid, mida on varem leitud Eesti looduslikes tingimustes elavatel puukidel.

Haigustekitajate olemasolu suhtes positiivseks testitud puukide osakaal erinevatel rohealadel varieerus 51,8%-st kuni 87,1%-ni. Keskmiselt osutus 69,4% linnaaladelt kogutud puukidest positiivseks vähemalt ühe haigustekitaja suhtes. Kõige levinumad haigustekitajad olid riketsioosi põhjustajad (keskmiselt 39,0%-l puukidest) ning Lyme'i tõve ehk puukborrelioosi põhjustajad (keskmiselt 33,4%-l puukidest). Inimese anaplasmoosi põhjustavat bakterit *Anaplasma phagocytophilum* tuvastati keskmiselt 15,3%-l puukidest, neoerlihhioosi tekitajat *Neoehrlichia mikurensis* 11,7%-l, *Borrelia miyamotoi* haiguse põhjustajat 3,0%-l ning puukentsefaliidiviiruse olemasolu tuvastati 1,6%-l puukidest. Mitme haigustekitaja olemasolu tuvastati 27,5%-l puukidel. Maksimaalne haigustekitajate arv, mis tuvastati korraga ühel puugil, oli viis. Suurim nakatunud puukide osakaal oli Tallinna linnas Vabaõhumuuseumis (87,1%) ning kõige väiksem Pärnu linnas (51,8%).

Uuringu tulemused on kooskõlas varem tehtud uuringute tulemustega ning viitavad, et puugid on kohandunud eluks looduslikes linnatingimustes ning nii linnaparkides kui muudel linna rohealadel on oht saada puugihammustus ja -haigus.

Uuringu tulemused näitavad puukidega ülekantavate haigustekitajate märkimisväärset esinemissageduse suurenemist viimase viie aasta jooksul ning tuvastatud nakatumis-potentsiaaliga haigustekitajate mitmekesisust. Kuigi puugihammustuse saamise ja puugihaigustesse nakatumise oht linna puhkealadel võib konkreetsetes paikades märkimisväärselt erineda, ei ole ka linnas viibides puugihammustuse ning -haigusesse haigestumise risk välistatud ning tuleks olla tähelepanelik ja mõelda enda kaitsmisele.

Kliimamuutused ja linnastumine, mis põhjustavad nii keskkonna- kui mikroklimaatilisi, taimestiku ja maakasutuse muutusi, võivad erinevalt mõjutada patogeeni-peremehe-vektori süsteemi kõiki etappe, mõjutades nii kogu süsteemi. Linnade roheline infrastruktuuri parendamine toetab küll inimeste heaolu, kuid samas võivad isegi linnade hajusalt paiknevad haljasalad pakkuda puukidele, puukide levitavatele haigustekitajatele ja nende peremeesorganismidele sobivaid elutingimusi, soodustades nende kohanemist ja püsivust linnalooduses.

Summary

The aim of the survey was to determine the prevalence of ticks and the pathogens they spread in the green areas of Estonian cities. The survey of urban ticks in Estonia is a follow-up study to the pilot survey of Tallinn's green areas in 2018 (12).

To conduct the survey, various leisure venues were selected in all 47 Estonian cities. In addition to public green areas during the study, one non-public place was visited - Estonian Open Air Museum. 52 green areas were selected in all 47 Estonian cities and were visited from 24.04.2023, to 08.06.2023.

In total, over 56,450 m² were examined for ticks and in total 2,830 ticks were collected. Ticks were found in nearly every selected location (50/52). The density of ticks per 100 m² across all public places varied from 0 to 27, with the majority having less than 5 ticks per 100 m² (37/52).

In well-maintained, low-mowed lawns and areas surrounded by roads, with limited shade, the tick population was significantly lower, if present at all.

1931 ticks were selected for the pathogen research (those from places with the number of collected ticks exceeded 50), which were analyzed for the presence of tick-borne encephalitis virus, the causative agent of Lyme disease, human anaplasmosis, neoerlichiosis, rickettsiosis, and *Borrelia* of the relapsing fever group.

All the same pathogens previously found in ticks living in natural environments in Estonia were also detected in ticks living in urban environments.

The proportion of ticks that tested positive for pathogens varied from 51.8% to 87.1%. On average, 69.4% of ticks collected from urban areas were found to carry at least one pathogen. The most prevalent pathogens were those causing rickettsiosis (found in an average 39.0% of ticks) and those responsible for Lyme disease (detected in an average 33.4% of ticks). *Anaplasma phagocytophilum*, which causes human anaplasmosis, was detected on average in 15.3%, *Neoehrlichia mikurensis*, which causes neoerlichiosis, in 11.7%, *Borrelia miyamotoi* in 3.0%, and the presence of tick-borne encephalitis virus was detected in 1.6% of ticks. Multiple pathogens were detected in up to 27.5% of ticks, with a maximum of five pathogens found in a single tick. The highest rate of infected ticks was found at the Open Air Museum in Tallinn (87.1%) and the lowest in Pärnu (51.8%).

These findings reaffirm previous research and suggest that ticks have adapted to urban environments, posing a potential risk of tick bites and associated diseases in city parks and other green areas of the city.

The results of the study indicate a significant increase in tick-borne pathogens over the past five years and the diversity of identified pathogens with infectious potential. Although the risk of getting bitten by a tick and contracting tick-borne diseases in urban recreational areas can vary significantly from place to place, it is important to note that the risk is not entirely absent within the city, and you have to be careful and think about protecting yourself.

Climate change and urbanization, which cause both environmental and microclimatic, landscape composition and land use changes, can differentially affect all stages of the pathogen-host-vector system, thus affecting the entire system. Improving urban green infrastructure supports people's well-being. At the same time, even sparsely located green areas in cities can provide suitable environmental and microclimatic conditions for ticks, tick-borne pathogens, and their hosts, promoting their persistence in urban environments.

Заключение

Целью проекта является выяснить распространенность клещей и патогенов, которых они распространяют, в зеленых зонах городов Эстонии. Данное исследование является продолжением пилотного исследования зеленых зон Таллинна 2018 года (12).

Во всех 47 городах Эстонии были выбраны различные общественные места, предлагающие возможности для проведения свободного времени, кроме того, было посещено одно необщественное место – Таллиннский музей под открытым небом. Во всех 47 городах было выбрано 52 места, которые были посещены в период с 24.04.2023 по 08.06.2023.

Всего на наличие клещей было обследовано более 56 450 м² и собрано 2 830 клещей. Клещи были обнаружены практически в каждом выбранном месте (50/52). Количество клещей на 100 м² среди всех общественных мест колебалось от 0 до 27, но в большинстве мест все же было менее 5 клещей на 100 м².

На ухоженных, низкоскошенных газонах и участках, окруженных дорогами, где мало тени, численность клещей была значительно ниже, чем в целом.

1931 клещ были отобраны для исследования на патогены (количество клещей, собранных с одного места, более 50 шт.). Они были проанализированы на наличие вируса клещевого энцефалита, возбудителей болезни Лайма, анаплазмоза человека, неозрлихиоза и риккетсиоза, а также боррелий группы возвратного тифа.

Все те же возбудители, которые ранее были обнаружены у клещей, собранных в естественных условиях в Эстонии, были обнаружены у клещей, живущих в городских условиях. Доля клещей положительных на наличие возбудителей варьировалась от 51,8% до 87,1%. В среднем 69,4% клещей, собранных в городской среде, дали положительный результат на наличие хотя бы одного возбудителя. Наиболее часто встречались возбудители риккетсиозов (в среднем 39,0% клещей) и возбудители болезни Лайма или боррелиоза (в среднем 33,4% клещей). *Anaplasma phagocytophilum*, вызывающая анаплазмоз человека, выявлена в среднем у 15,3% клещей, *Neoehrlichia mikurensis*, вызывающая неозрлихиоз, у 11,7% клещей, *Borrelia miyamotoi* у 3,0% клещей, а наличие вируса клещевого энцефалита выявлено у 1,6% клещей. У 27,5% клещей выявляли наличие нескольких возбудителей (максимальное количество возбудителей, выявляемых одновременно у одного клеща, было пять). Самый высокий процент инфицированных клещей был в Таллиннском музее под открытым небом (87,1%), а самый низкий – в Пярну (51,8%).

Полученные результаты подтверждают полученные ранее результаты и свидетельствуют о том, что клещи адаптировались к жизни в естественных городских условиях и о наличии риска их укусов и получения клещевых инфекций в городских парках и других зеленых зонах города. Результаты исследования свидетельствуют о значительном увеличении численности и разнообразия возбудителей клещевых заболеваний за последние пять лет. Хотя риск быть укушенным клещом и заразиться клещевыми заболеваниями в зонах отдыха города может существенно различаться в конкретных местах, нужно быть осторожным и защищать себя даже в городе.

Изменение климата и урбанизация, вызывающие изменения как окружающей среды, так и микроклимата, состава ландшафта и землепользования, могут по-разному воздействовать на все стадии системы патоген-хозяин-переносчик, воздействуя, таким образом, на всю систему в целом. Улучшение городской зеленой инфраструктуры поддерживает благосостояние людей. В то же время даже редко расположенные зеленые насаждения в городах могут обеспечить благоприятные экологические и микроклиматические условия для клещей, возбудителей клещевых заболеваний и их хозяев, способствуя их адаптации и сохранению в городской природе.

Sissejuhatus

Iga aastaga muutuvad linnad loodussõbralikumaks, rajatakse uusi parke, arendatakse rohelist infrastruktuuri ja ehitatakse uusi vabaaja veetmise alasid, ehk louakse rohkem tingimusi inimestele linnasisestes looduslähedastes paikades aja veetmiseks. Tallinna linn kuulutati Euroopa roheliseks pealinnaks 2023. aastal, selle tiitliga seotud tegevustest on osa pühendatud elurikkuse suurendamisele linnakeskkonnas (13). Nii nagu pealinn on ka teised Eesti linnad võtnud suuna haljastamisele ning liigirikkuse toetamisele. Esmasuuring puukide levimusest Tallinna haljasaladel tehti 2018. aastal, mille tulemused näitasid, et linnatingimustes on olemas oht saada nii puugihammustus kui ka -haigus (12).

Puugihammustused ja puugihaigustesse nakatumine ei puuduta vaid linnavälise metsaalade külastajaid, vaid ohustab üha enam ka linnaelanikke, kelle igapäevategevused ei ole otseselt kuidagi puukide esinemiskohtadega seotud. 2020. aastal läbi viidud puugipanga kampaania „Pane puuk posti!“ näitas, et inimesed puutuvad puukidega kõige enam kokku oma koduaedades (14). Ka linnade rohealade külastamine toob kaasa puugihammustuse riski suurenemise, mis omakorda tõstab puugihaiguste tekke ohtu.

Eesti jääb ilmselt ka lähitulevikus puukentsefaliidi ja puukborrelioosi endeemiliseks piirkonnaks ning viimased aastad näitavad kahjuks haigestumise kasvutrendi. Kui 2017. aastal jäi borrelioosi juhtude arv alla 2000, siis 2022. aasta haigusjuhtude arv lähenes juba 3000-le (15).

1 Uuringu eesmärgid ja metoodika

Linnapuukide 2023. aasta uuringu eesmärgiks oli välja selgitada puukide esinemissagedus Eesti linnade avalikel rohealadel ja hinnata puugihaigustesse nakatumise ohtu linnakeskkonnas.

1.1 Puukide kogumine

Linnapuukide kogumine toimus 24.05.–08.06.2023, puuke kogusid Tervise Arengu Instituudi (TAI) nakkushaiguste uuringute osakonna (NUO) töötajad. Puugikorjed lõppesid, kui oli läbi käidud kõik 47 Eesti linna ning neis asuvad haljasalad.

Puugikorjeks sobivate kohtade valik lähtus projekti eesmärgist. Välja valiti need avalikud rohealad, mis asuvad linna piires ning mida inimesed aktiivselt külastavad. Linnaparkide ja rohealade valik tehti Google Maps'i andmete, eestikaart.ee linnakaartide ning kaardirakenduse Waze abil. Linnades kohapeal hinnati visuaalselt ning teadurite kogemustest lähtuvalt puukide olemasolu tõenäosust kohalikes parkides ja rohealadel. Lisaks oli valikukriteeriumiks aktiivse inimtegevuse võimalus rohealal. Kui väljavalitud haljasala vastas nõuetele, koguti puuke puugikogumise lipu abil. Lisaks avalikele haljasaladele uuriti ka üht mitteavalikku kohta, Vabaõhumuuseumi ala, selleks et hinnata hetkeolukorda ja võrrelda saadud tulemusi varasema uuringu tulemustega (12).

Sõltuvalt uuritava ala suuruselt jagunesid piirkonnad kolmeks: väiksemad alad vähemalt 150 m², keskmise suurusega alad 300–400 m² ning suuremad alad alates 500 m². Kogumine kestis keskmiselt tund aega. Puugid koguti ja säilitati eraldi katseklaasides, vastavalt nende arengu staadiumile ning soole.

Peamised kohad, kust puuke koguti, olid terviserajad, kettagolfipargid, lauluväljakud ning linnapargid. Üldiselt jäeti sobimatuse tõttu välja kesklinna pargid: neis on tihedalt niidetud rohi, põõsastik tavaliselt puudub või esineb vaid vähesel määral ning kõdu ja puudelt langenud lehed on hästi koristatud. Samas asuvad pea igas Eesti linnas lauluväljak, terviserajad või kettagolfiplatsid, mõnedes linnades lausa kõrvuti.

Kokku tehti välitöid 52 haljasalal 47-s Eesti linnas. Puugikorjeks lohistati puugilippe mööda haljasala kokku 55 750 m²-l. Peamiselt valiti uuringuks pargid ja terviserajad, vastavalt 21 ja 20 kohta. Parkide seas olid nii linnapargid kui ka kaks metsaparki, kus lisaks pargile on ka metsaalad, nt terviseradadega ala. Kolmeteistkümnel korral asusid uuritavad kohad kettagolfiradadel, sh terviseradade või laululavadega samal territooriumil. Lähtudes sellest, et üht ala uuris mitu teadurit, arvatati ka minimaalne ja maksimaalne kogutud puukide arv ehk ühe teadlase kogutud puukide arv 100 m² kohta, mille järgi oli võimalik võrrelda, kas ühe roheala puukide jaotus oli ühtlane ning millised tingimused võiks soodustada puukide levikut.

Puukide kogumine toimus peamiselt ajavahemikul kell 8–15, v.a. kuus öhtust puugikorjet, mis leidsid aset ajavahemikus kell 18–21. Õhutemperatuur oli kogumise ajal vahemikus 8,3 kuni 25,8°C (keskmise 17,9°C), kusjuures maapinnalähedane temperatuur varieerus 1 ja 21,3°C vahel (keskmise 15,1°C). Maapinna lähedane õhuniiskus kõikus 23 kuni 60% vahel (keskmise 39,1%).

1.2 Nakkustekitajate analüüsid

Nakkustekitajate uuringud tehti valimipõhiselt. Valiku kriteerium oli kogutud puukide arv ühe seirekoha kohta: kaasati vaid need kohad ja neist kogutud puugid, kus kogutud puukide arv oli enam kui 50 isendit. Selline kogusepõhine lähenemine lubab anda usaldusväärseid, väiksema veaga ning võrreldavad tulemused.

Kriteeriumile vastasid 18 kogumiskohta, kokku 1931 puuki. Kaetud sai suurem osa maakondadest, v.a Saaremaa, Tartumaa, Võrumaa ja Jõgevamaa.

Haigusetekiitajate olemasolu määrati igal valimisse valitud puugil individuaalselt. Selleks kasutati TAI NUO laboris varasemates projektides kasutatud meetodikat, mis põhineb valideeritud reaajas polümeraasahelreaktsioonil (qPCR).

Uuriti puukidega levivate järgmiste haigusetekiitajate olemasolu:

- puukentsefaliidiviirus (PEV);
- *Borrelia burgdorferi s.l.* rühm (BBSL);
- *Neoehrlichia mikurensis*;
- *Anaplasma phagocytophilum*;
- *Borrelia miyamotoi*;
- *Rickettsia* rühm.

2 Tulemused

Kokku koguti 2830 puuki, kellest 779 olid isased, 768 emased ning 1283 nümfid. Keskmise puukide arvukus 100 m² kohta oli 5,7. Kõige suurema puugiarvukusega koht oli uuringu järgi Tallinna Vabaõhumuuseumi haljasala (57,9 puuki 100 m² kohta), millele järgnesid Valga Priimetsa terviserajad, kus oli 27,6 puuki 100 m² kohta.

Eestis levivast kahest puugiliigist oli linnades esindatud peamiselt võsapuuk, aga leidus ka laanepuuke. Kokku koguti 16 laanepuuki viiest linnast (Kohtla-Järve, Narva, Püssi, Abja-Paluoja ja Valga), mis vastas teadaolevatele laanepuugi levikuala piiridele (16). Laanepuuki leiti peamiselt suurematelt terviseradadelt (Narvas, Abja-Paluoja ja Valgas), kuid ka kahest linnapargist (Kohtla-Järvelt ning Püssi linnast). Üldiselt on laanepuukide aktiivsus võrreldes võsapuugiga suurem madalamate temperatuuride juures, seetõttu ei soodusta kõrgema õhutemperatuuriga linnatingimused laanepuugi levikut. Laanepuugi vähene arvukus uuritud kohtades võis olla tingitud ka ajalisest nihkest: maikuu lõpus, kui linnapuukide kogumine toimus, oli laanepuugi kõrgaktiivsuse periood lõppemas, võsapuugi oma aga kestis veel. Üks puuk, mis leiti Valgast, määrati morfoloogiliste tunnuste järgi võsa- ja laanepuugi ristandiks.

2.1 Vähese puugiarvukusega kohad

Kohad, kus puukide arvukus jäi alla viie puugi 100 m² kohta, peeti vähese puugiarvukusega kohtadeks. Need kohad olid valdavalt hästi hooldatud, rohi oli tihedalt ning madalalt niidetud, maapind oli kuiv, pöösastikke oli mõni üksik või puudusid need üldse (tabel 1). Parimaks näiteks oli **Kilingi-Nõmme Keslinna** ja **Haapsalu linnuse pargid**, kus kogumise käigus ei leitud ühtegi puuki.

Madala puugiarvukusega terviseradasid ja kettagolfialasid iseloomustas üldiselt vähene, madal või hõre murukate ja taimeliikide vähesus, kuiv leherisu ja maapinna kuivus. Üheks selliseks oli **Suure-Jaani** valitud ala, kus puuke leiti väga vähe (0,3 puuki 100 m² kohta). Sellel alal asuvad laululava, järveäärne ujumiskoht ja kettagolfi võrgud: lauluväljaku ja ujumiskoha muruala oli hästi hooldatud ning pidevalt niidetud (niitmist täheldati ka puugikorje ajal) ning kettagolfiala oli vastupidiselt täis kuivanud lehti.

Paldiski ja **Mõisaküla kettagolfiradadele** oli iseloomulik lage ala, väheste pöösaste ja puudega või ilma. Seal oli puuke vähe, vastavalt 1,0 ja 0,3 puuki 100 m² kohta, samas oli puugirikkam ala pöösastikus, kus leidus kolm korda rohkem puuke vastavalt 4,2 ja 1,0 puuki 100 m² kohta. Arvestades, et mõned kettagolfi korvid asusid tihedate pöösaste sees, on seega mängijatel seal suurem oht puukidega kohtuda. Mõisaküla kettagolfialal leitud puukide vähesus võis olla seotud ka õhtuse kogumisajaga.

Vastupidiselt teaduskirjanduses väljatoodule (17), leiti õhtuti vähem puuke kui muul korjeajal. Näiteks **Karksi-Nuia** varemete ala rohurinne oli väga lopsakas, aga puuke üldiselt ei leitud. Selline leid võib olla seotud linnapuukide eripäraga, kuigi tuleb meeles pidada, et ka õhtusel ajal on puugid aktiivsed.

Kuressaare linnuse kohta on oluline märkida, et linnuse ümber asuv park oli hästi hooldatud, avatud, teedega ümbritsetud ning vähese varjuga ala, mistõttu puukide arvukus oli väga madal. Samas vastaspoolel asuv haljasala, millel on inimeste sissetallatud otsetee parki jõudmiseks, oli vastupidi suure puukide arvukusega (8,7 puuki 100 m² kohta).

Tabel 1. Puukide kogumiste tulemused vähese puukide arvukusega kohtades

Linn	Kogumiskoht	Ala liik	Puukide arv*	Puukide arvukus 100 m ² kohta [†]
Haapsalu	Haapsalu linnus	Park	0	0
Kilingi-Nõmme	Kesklinna park/Turu park	Park	0	0
Narva-Jõesuu	Hele park	Park	4	0,3
Suure-Jaani	Laululava+ketagolf	Lauluväljak; ketagolf	3	0,3 (0–0,7)
Elva	Arbi järve park	Park	6	0,4 (0–0,8)
Räpina	Mõisapark	Park	4	0,4 (0,4–0,5)
Mõisaküla	Laululava	Lauluväljak	6	0,7 (0,3–1,0)
Mustvee	Ranna park	Park	5	0,8 (0,7–1,0)
Jõgeva	Ketagolfi park	Ketagolf	12	1,2 (1,0–1,4)
Kohtla-Järve	Kohtla-Järve rahvapark	Park	17, Õ	1,2 (0,9–1,6)
Loksa	Terviserada+ketagolf	Ketagolf; terviserada	9	1,3
Lihula	Linnapark	Park	4	1,3
Türi	Laululava+seiklusrada	Park	8	1,3 (0,7–2,0)
Mõisaküla	Ketagolfi park	Ketagolf	22, Õ	1,5 (0,2–5,3)
Karksi-Nuia	Varemed	Park	22, Õ	1,6 (0,7–3,5)
Sindi	Laululava+ketagolf	Lauluväljak; ketagolf	33	1,7 (0,7–4,2)
Põltsamaa	Uus-Põltsamaa mõisapark	Park	18	1,8 (1,6–2,0)
Rapla	Lastepark	Park	23	1,9 (1,3–2,3)
Keila	Keila terviserajad	Terviserada	33	1,9 (1,0–3,4)
Tartu	Sanatooriumi park	Park; terviserada	17	2,1 (1,4–3,3)
Sillamäe	Terviserada	Terviserada	18, Õ	2,3 (1,5–3,0)
Võru	Laane Ketagolfi park	Ketagolf	23	2,3 (1,8–2,8)
Tapa	Gagarini park	Park	21	2,3 (1,3–3,3)
Maardu	Metsapark	Park; terviserada	17	2,4
Kuressaare	Piiskopilinnus	Park	32	2,5 (0–8,67)
Paldiski	Ketagolfi park	Ketagolf	32	2,5 (1,0–4,2)
Narva	Äkkeküla terviserajad	Terviserada	31	3,1 (2,2–4,0)
Kallaste	Red Cliff rada	Terviserada	19	3,2 (2,7–3,7)
Saue	Laululava	Ketagolf; terviserada	20	3,3
Kunda	Kukerpallimägi	Park	27	3,4 (2,8–4,0)
Rapla	Vesiroosi terviserada	Terviserada	76	3,5 (3,0–4,4)
Otepää	Apteekrimägi	Terviserada	62	3,9 (3,2–4,5)
Paide	Ülejõe ketagolfi park	Ketagolf	56	4,0 (3,9–4,1)
Kiviõli	Kiviõli park	Park	33	4,1 (3,3–5,0)
Tallinn	Õismäe raba terviserada	Terviserada	95	4,2 (2,2–5,6)
Kehra	Terviserada	Terviserada	31	4,4
Jõhvi	Jõhvi linnapark	Park	45, Õ	4,5 (3,4–5,6)

* Õ – õhtusel ajal kogutud puukide arv

† Sulgudes on antud ala minimaalne ja maksimaalne puukide arv 100 m² kohta

2.2 Keskmise puugi arvukusega kohad

Kohad, kus kogutud puukide arv 100 m² kohta jäi vahemikku viis kuni kümme, liigendati keskmise arvukusega kohtadeks ning sinna kuulusid peamiselt terviserajad ja

kettagolfialad. Nende eripära oli, et need on osalise hooldusega alad ehk ühel ja samal alal asuvad nii hooldatud rajad kui ka hooldamata metsaalad (tabel 2).

Põlvas asuv **Intsikurmu lauluväljak** oli keskmise puukide arvukusega (6,88). Sealsamas, kõrval asetseva, kuid erineva mikrokliima tingimustega alal täheldati märkimisväärseid erinevusi puugiarvukuses: avatud ja hästi hooldatud laululava alal oli puukide hulk 4,6 100 m² kohta, kuid kettagolfi korvidega alal, kus esineb põõsaid ja varjukohti, oli puukide arv üle kahe korra suurem – 10,7 puuki 100 m² kohta. Sarnane olukord oli ka Antsla linna lauluväljakul ja kettagolfi alal (vastavalt 2,0 ja 8,0 puuki 100 m² kohta).

Tamsalu Lubjapark on vana lubjatehase ala, kus oli võimalik näha vanu lubjapõletusahjusid ning jalutada läbi mahajäetud tehase territooriumi, mis oli taimestikust kinni kasvanud. See on hea näide sellest, kuidas mahajäetud ala ilma inimese sekkumiseta metsikuks muutub ning seal hakkavad elutsema loomad, mis aja jooksul viib ka puukide arvukuse kasvuni.

Abja-Paluoja terviseraja ja kettagolfi alal koguti puuke õhtul ning kõige rohkem leiti neid niidetud terviserajal, mis ulatub varjulisse metsa. Vastupidiselt ootustele oli lausikutel aladel, kus pikk kuiv rohi oli niitmata ja väga tihe, puuke vähe. Nii väheste puukide leidmine sellises üldiselt puukidele elutsemiseks sobivas kohas võib olla seotud sellega, et puugid olid juba läinud maapinnale oma niiskust taastama ja seetõttu oli raske puuke lipumeetodiga kätte saada.

Pärnu Niidupargi ja Rakvere Tammiku matkarajad asuvad linnapiiri lähedastel metsaaladel. Kuigi taimestiku rikkuse, niiskuse ja temperatuuri järgi on need kohad puukidele väga sobilikud, siis alade kiirteedest ümbritsetud asetus ei soodusta loomastiku mitmekesisust, mistõttu puukide arvukus oli küll võrreldes linnas asuvate hooldatud aladega suurem, kuid jäi siiski keskmisele tasemele – vastavalt 9,8 ja 7,2 puuki 100 m² kohta (tabel 2).

Tabel 2. Puukide kogumiste tulemused keskmise puugiarvukusega kohtadest

Linn	Kogumiskoht	Ala liik	Puukide arv*	Puukide arvukus 100 m ² kohta*
Tamsalu	Lubjapark	Park; terviserada	60	5,2 (3,2–8,0)
Antsla	Laululava+kettagolfi park	Lauluväljak; kettagolf	38	5,4 (2,0–8,0)
Abja-Paluoja	Terviserada+kettagolfi park	Terviserada; kettagolf	140, Õ	6,4 (2,5–10,1)
Põlva	Intsikurmu laululava	Lauluväljak; kettagolf	55	6,9 (4,6–10,7)
Rakvere	Tammiku matkarada	Terviserada	100	7,2 (6,3–8,2)
Pärnu	Niidupark	Terviserada	139	9,8 (7,5–11,8)

* Õ – õhtusel ajal kogutud puukide arv

* Sulgudes on antud ala puukide minimaalne ja maksimaalne arv 100 m² kohta

2.3 Puugirikkad kohad

Puugirikkad kohad, kus kogutud puukide arvukus ületas kümme puuki 100 m² kohta, paiknesid peamiselt terviseradadel, kuid ka vähemhooldatud ning rikkaliku põõsastikuga parkides.

Valga Priimetsa terviserajad on minimaalse hoolduse ja inimese sekkumisega terviserajad, mis asuvad linna piiril. Rajad on kitsamapoolsed ning peamiselt tallatud, mitte eritehnikaga rajatud ega pinnakatematerjaliga kaetud. Minimaalne sekkumine, avarus ning looduslik mitmekesisus on loonud puukide suureks arvukuseks ideaalsed tingimused.

Kärdla Linnapark ja **Haapsalu Krahviaia park** on hästi hooldatud kesklinnas asetsevad pargid; sellise asukohaga aladel tavaliselt puuke olulisel määral ei leidu. Siiski oli nende parkide piiride lähedal põõsasteses palju puuke. Suuremad põõsad, millest on läbi tallatud rajakesed, olid nende parkide kõige puugirikamad kohad.

Võhma kettagolfi alal asuvad nii mänguala kui ka väike terviserada. Kettagolfi osa, mis asub avatud alal, on enam-vähem hooldatud ala, kuigi selles osas, mis ulatub metsa sisse ning hõlmab ka terviserada, oli puukide arvukus peaaegu kahekordne (vastavalt 11,3 vs. 19,3 puuki 100 m² kohta).

Viljandi järve ümbritseva **Viljandi terviseraja** kõige suurem puukide arvukus oli raja servas rohus. Lopsakates ja liigirikastes teeservades leidus kuni 26,4 puuki 100 m² kohta. Sarnane pilt oli ka **Haapsalu Paralepa terviserajal**, metsaradade puukide arvukus ulatus seal 16,3 puugini 100 m² kohta (võrdluseks: Paralepa terviseraja hooldatud ja kuivema rohualaga mereäärses osas leidus keskmiselt 7,0 puuki 100 m² kohta).

Tallinnas asuv **Eesti Vabaõhumuuseum** oli ainuke mitteavalik haljasala, kus 2023. aasta linnapuukide seireuuringu käigus puuke koguti. Koht oli valitud seetõttu, et võrrelda tulemusi 2018. aasta linnapuukide esmauuringu tulemustega. Täiskasvanud puukide arv ei näidanud kasvutendentsi (2023. aastal – 4,6 puuki ning 2018. aastal – 4,3 puuki 100 m² kohta). Nümfide ehk puugi teise arengustaadiumi isendite arvukus oli aga võrreldes viie aasta taguse perioodiga üle kolme korra kõrgem – 52,7 nümfid 100 m² kohta 2023. aastal vs. 14,3 nümfid 100 m² kohta 2018. aastal. Need erinevused võivad olla tingitud puukide kogumise tingimuste erinevuses: 2018. aasta kogumised tehti kuuma ilmaga maikuu lõpus, mil puukide aktiivsus mitmekordselt kahaneb, 2023. aastal aga mai alguses ning palju niiskema ja jahedama ilmaga.

Tabel 3. Puugikorje tulemused kõige puugirikamates kohtades

Linn	Kogumiskoht	Ala liik	Puukide arv	Puukide arvukus 100 m ² kohta [†]
Haapsalu	Paralepa terviserada	Terviserada	132	11,0 (7,0–16,3)
Püssi	Purskkaevu park	Park	70	11,3 (11,0–11,7)
Haapsalu	Krahviaed	Park	57	11,4 (5,7–20,0)
Viljandi	Terviserada	Terviserada	144	12,0 (2,3–26,3)
Tõrva	Terviserada+kettagolfi park	Terviserada; kettagolf	84	14,0 (13,3–14,7)
Kärdla	Linnapark	Park; lauluväljak	145	15,2 (10,0–26,3)
Võhma	Kettagolfi park	Kettagolf; terviserada	165	16,5 (11,3–19,3)
Valga	Priimetsa terviserajad	Terviserada	201	26,6 (17,6–41,7)
Tallinn	Vabaõhumuuseum	Park	401	57,3 (40,6–74,0)

[†] Sulgudes on antud ala minimaalne ja maksimaalne puukide arv 100 m² kohta

2.4 Haigustekitajate uuringud

Kõikidelt rohealadelt tuvastati puukidega ülekantavaid nakkushaiguste tekitajaid (TBP, ingl *tick-borne pathogen*), keskmise esinemissagedusega 69,3% ehk peaaegu seitse puuki kümnest oli vähemalt ühe haigustekitaja kandja.

Kõige rohkem haigustekitajaid kandsid Eesti Vabaõhumuuseumi puugid (87,1%) Tallinnas. Avalikest kohtadest olid kõige rohkem nakkuskandjaid puuke Rakvere Tammiku matkarajal (84,2%). Kõige vähem (51,8%) nakkuskandjaid puuke leiti Pärnu Niidupargis (tabel 4, joonis 1).

Võrreldes 2018. aasta uuringu tulemustega on nakkustekitajate esinemissagedus kahekordistunud, keskmine näitaja tõusis 33,8%-lt 69,3%-ni. Sama võib järeltada ka Eesti Vabaõhumuuseumi tulemustest: 2018. aastal 43,8% vs. käesolevas uuringus 87,1% (12).

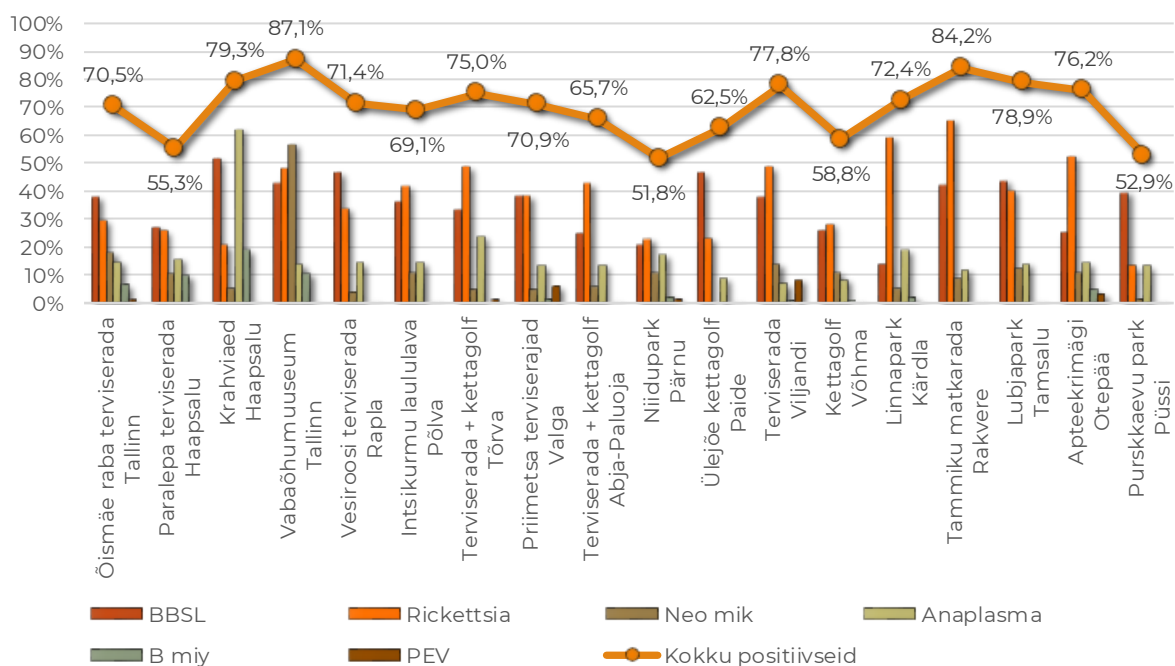
Võrreldes 2020. aasta puugipanga kampaania tulemustega ei ole nakkustekitajate levimuse kasv nii suur: 62,2%-lt 69,3%-ni. Samas inimeste saadetud linnaaladelt pärinevad puugid, olid 59,2% ulatuses nakkuskandjad ehk kahe aastaga on see protsent kasvanud 10 võrra (14).

Puugid linnastuvad koos teiste loomadega. Soodsamate elutingimuste juures toimub nii loomade, kui ka puukide populatsioonide arvukuse suurenemine. Samas vähese või piiratud alaga sobilikke elutingimustega elupaigas toimub haigustekitajate kontsentreerumine ehk haigustekitajate levimuse suurenemine piiratud populatsiooni seas. Sellele viitavad ka käesoleva uuringu tulemused, näidates, et nakkushaiguste tekitajate levimus linnatingimustes on kasvutrendis.

Tabel 4. Puukidega ülekantavate haigustekitajate esinemine kogutud puukidel Eesti linna rohealadel, kus kogutud puukide arv oli enam kui 50

Linn	Korjekoht	Analüüsitud puukide arv	TBP pos*	%
Tallinn	Õismäe raba terviserada	95	67	70,5
Haapsalu	Paralepa terviserada	132	73	55,3
Haapsalu	Krahviaed	58	46	79,3
Tallinn	Vabaõhumuuseum	132	115	87,1
Rapla	Vesiroosi terviserada	77	55	71,4
Põlva	Intsikurmu lauluväljak	55	38	69,1
Tõrva	Terviserada + kettagolfi park	84	63	75,0
Valga	Priimetsa terviserajad	213	151	70,4
Abja-Paluoja	Terviserada + kettagolfi park	140	92	65,7
Pärnu	Niidupark	139	72	51,8
Paide	Ülejõe kettagolfi park	56	35	62,5
Viljandi	Terviserada	144	112	77,8
Võhma	Kettagolfi park	165	97	58,8
Kärdla	Linnapark	152	110	72,4
Rakvere	Tammiku matkarada	101	85	84,2
Tamsalu	Lubjapark	57	45	78,9
Otepää	Apteekrimägi	63	48	76,2
Püssi	Purskkaevu park	68	36	52,9
Kokku		1931	1340	69,3

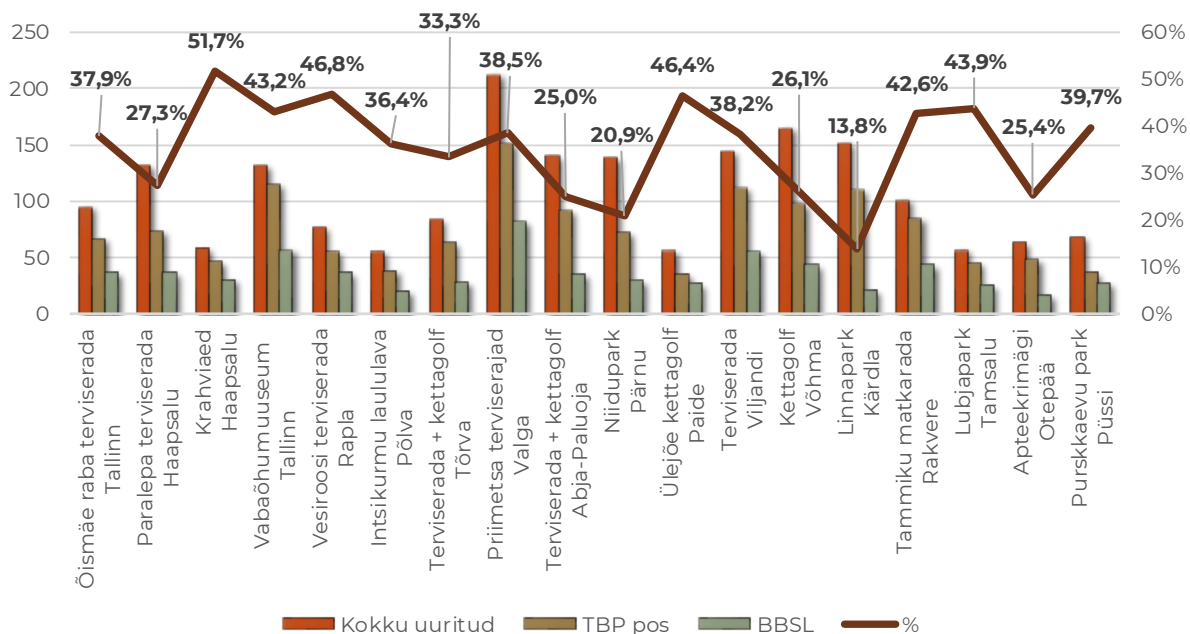
* TBP pos – puukidega ülekantavate nakkushaiguste tekitajate suhtes positiivsete puukide arv



Joonis 1. Puukidega levivad haigustekitajad linna rohealadel, kus oli kogutud enam kui 50 puuki. BBSL – *Borrelia burgdorferi s.l.*; Neo mik – *Neoehrlichia mikurensis*; B miy – *Borrelia miyamotoi*; PEV – puukentsefaliidiviirus

2.4.1 Puukborrelioosi põhjustajad: *Borrelia burgdorferi* s.l.

Borrelia burgdorferi s.l. (BBSL) üldine levimus oli 33,4%, mis oli sageduselt teine kõige levinum haigusetekitajate rühm Eesti linnade puukidel. *Borrelia* baktereid tuvastati kõikide uuritud haljasalade puukidel. Minimaalne bakterite esinemise määr (13,8%) tuvastati Kärkla puukidel, maksimaalne (51,7%) Haapsalu Krahviaia puukidel (joonis 2).



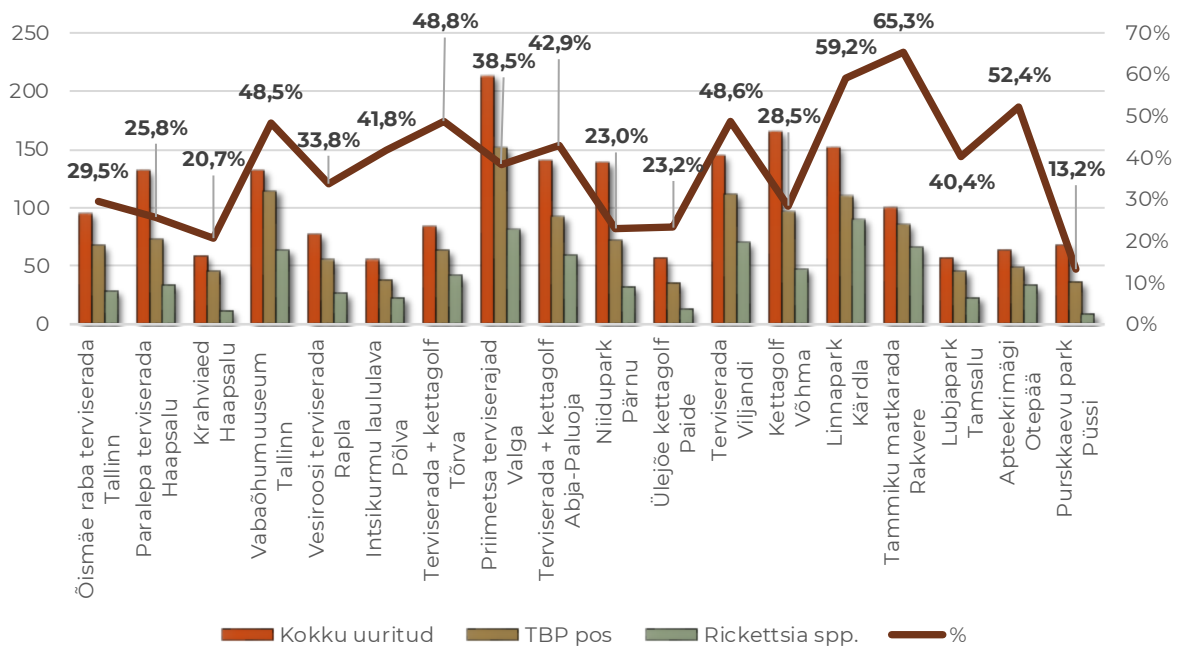
Joonis 2. Puukborrelioosi tekitajate levimus Eesti linna rohealadel

Uuringu tulemused näitavad borrelioosi tekitajate sageduse suurenemist linnapiirkonnas. Minimaalne tuvastatud määr oli 2018. aastal 5,4% (12) ning maksimaalne 25,2%. Samas 2020. aasta tulemused näitasid pisut suuremat haigusetekitaja sagedust: *Borrelia* keskmine määr alevite puukidel oli 33,7% (14). Varasemate uuringute põhjal, 2006–2009 aastatel, olid taimestikult kogutud puugid 9,7% ulatuses BBSL-i kandjad, kõige enam oli bakterikandjaid Võru- ja Valgamaal (15,6%) ning Ida-Virumaal (17,7%) (15), nende tulemuste põhjal võib järeldada, et praegu on linnade haljasaladel *Borrelia* levimus palju suurem kui 15 aastat tagasi metsades ehk looduslikel aladel.

2.4.2 Puukriketsiooside põhjustajad: *Rickettsia* rühma bakterid

Sarnaselt varasemate puugiuuringute tulemustega (12, 14) olid *Rickettsia* spp. kõige levinumad nakkushaiguse tekitajad Eesti puukidel – neid leidis 39,0% uuritud puukidel ning kõikides uuritud korjekohtades. Kõige enam leidis *Rickettsia* rühma baktereid Rakvere puukidel 65,3%, järgnesid Kärkla ning Otepää puugid (vastavalt 59,2% ja 52,4%). Kõige vähem leidis neid Püssi pargist kogutud puukidel, ainult 13,2% puukidest olid positiivsed (joonis 3).

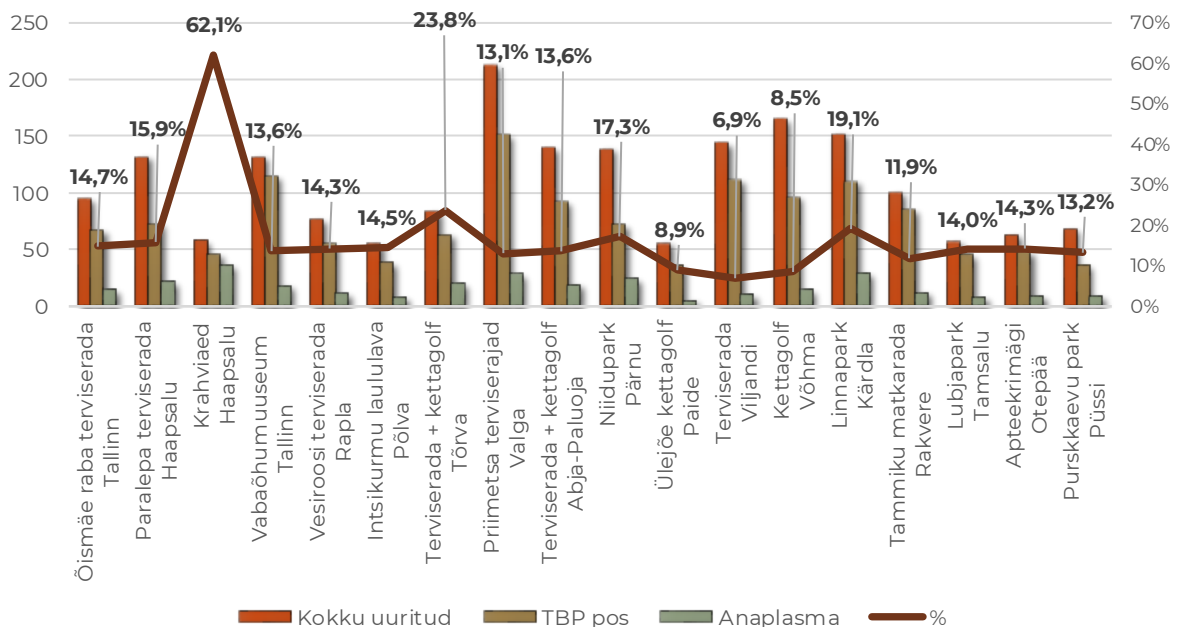
Võrreldes 2018. aasta Tallinna puukide uuringuga on *Rickettsia* keskmine levimus Eesti linnades kõrgem kui Tallinna rohealadel: 13,4% vs. 39,0%, kuid ka Vabaõhumuuseumi puukide nakkuskandlus on suurenenud 13,7%-st 48,5%-ni (12). Võrreldes 2020. aasta uuringu tulemustega ei ole riketsiate levimus oluliselt suurenenud: 34,9%-st 39,0%-ni. Sarnased riketsiate levimus oli ka varasemalt küladest leitud puukides (36,8%) (14).



Joonis 3. Puukriketsioosi tekitajate levimus Eesti linna rohealadel

2.4.3 Inimese anaplasmoosi põhjustaja: *Anaplasma phagocytophilum*

Inimese anaplasmoosi tekitaja keskmine levimus uuritud puukidel oli 15,3%. *Anaplasma phagocytophilum*'i leiti kõikide korjekohtade puukidel, kõige rohkem Haapsalu Krahviaia puukidel – 62,1% (joonis 4).



Joonis 4. Anaplasmoosi tekitajate levimus Eesti linna rohealadel

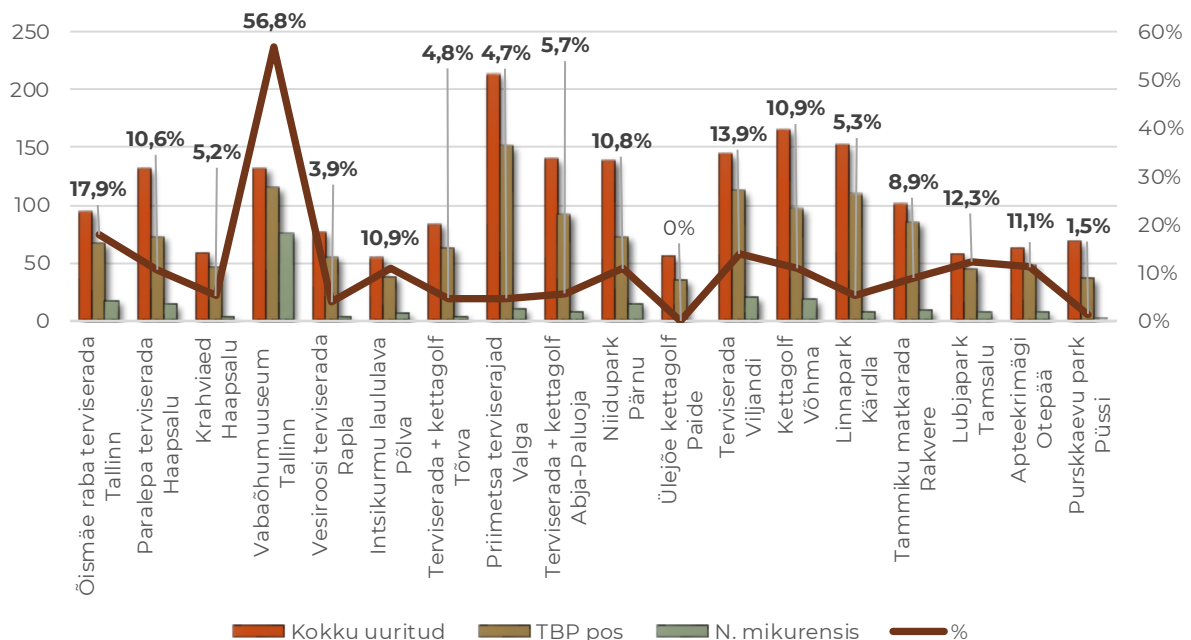
Käesoleva uuringu tulemused *Anaplasma* bakteri esinemissageduse suhtes on võrreldes varasemate uuringute tulemustega kõige suurema levimusega. *Anaplasma* esinemine linnapuukidel on kahekordistunud võrreldes 2020. aasta tulemustega (linnapuukidel 7,8%) ning võrreldes 2018. aasta Tallinna linna rohealade tulemustega on näitajad 20 korda kõrgemad (0,8% vs. 15,3%) (12, 14). Vabaõhumuuseumi alal on viimastel aastatel tihedamini märgatud hirvlasija kuna metskits on peamine *An. phagocytophilum*'i peremeesorganism

Euroopas, kuigi bakterit leidub ka mitmetel näriliste liikidel (18), selgitab see bakteri suurt esinemissagedust linnapuukidel.

2.4.4 Neerlihhioosi põhjustaja: *Neoehrlichia mikurensis*

Neerlihhioosi tekitaja esinemine linnapuukidel oli 11,7%. Bakterit leiti igas uuritud kohas, v.a Paide linna puukidel, kõige rohkem esines bakterit Vabaõhumuuseumi puukidel, kellest üle poole olid bakteri suhtes positiivsed (56,8%) (joonis 5).

Varasemate tulemustega võrreldes on *N. mikurensis*'e levimus linnades väiksem kui teistest kohtadest kogutud puukidel, 2020. aasta uuringu tulemuste järgi leiti linnapuukidel bakterit 12,6%-l, mis on kooskõlas selle uuringu tulemusega (14). Samas kasvas Vabaõhumuuseumis 2018. aastaga võrreldes *N. mikurensis*'e levimus drastiliselt 7,5%-st 56,8%-ni (12).

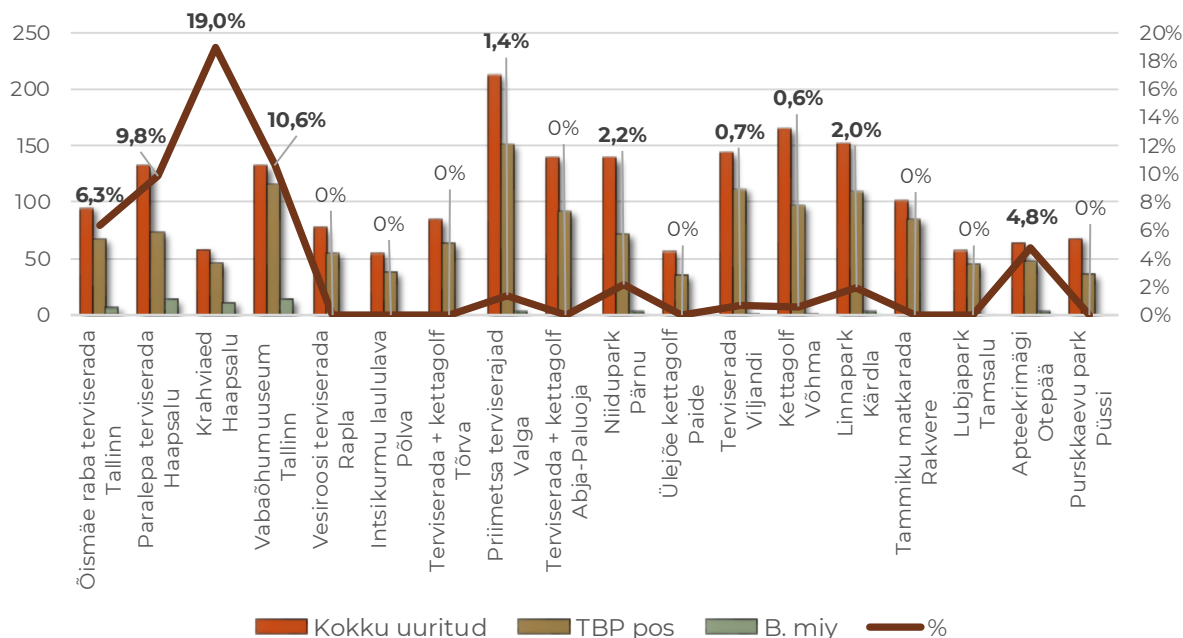


Joonis 5. Neerlihhioosi tekitajate levimus Eesti linna rohealadel

2.4.5 *Borrelia miyamotoi* haiguse põhjustaja

Bakteritest on *B. miyamotoi* kõige haruldasem nakkushaiguse tekitaja. Kokku leiti seda 3%-l uuritud puukidelt. Bakterit leiti kümne korjekoha puukidel: Võhma (0,6%), Viljandi (0,7%), Valga (1,4%), Kärdla (2,0%), Pärnu (2,2%), Otepää (4,8%), Tallinna Õismäe raba (6,3%), Haapsalu Paralepa (9,8%), Tallinna Eesti Vabaõhumuuseumi (10,6%) ja Haapsalu Krahviaia (19,0%) puukidel (joonis 6).

Juba 2020. aasta tulemused näitasid suurt kasvutendentsi *B. miyamotoi* levimuses, see oli neljakordne kasv võrreldes varasemate tulemustega (0,4% aastatel 2006–2009 vs. 1,6% 2020. aastal), ning käesolev uuring näitas omakorda veel kahekordset kasvu. Sama olukord on ka võrreldes 2018. aasta Vabaõhumuuseumi tulemustega (4,4% 2018. aasta vs. 10,6% 2020. aasta) (12, 14).

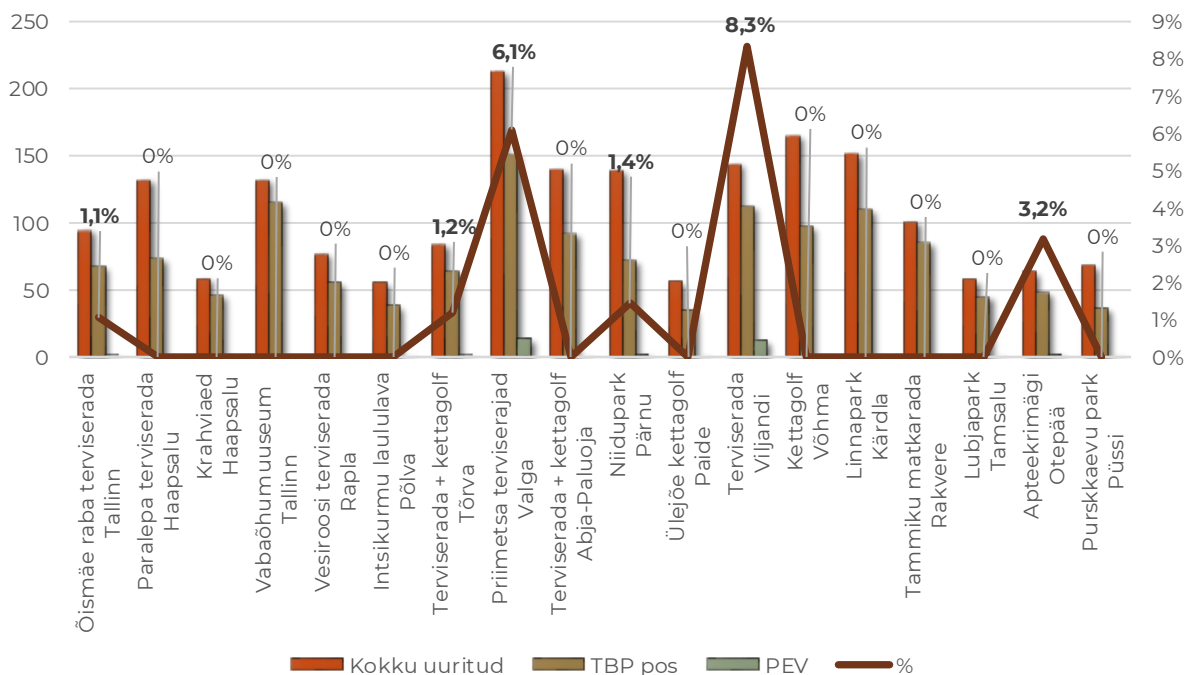


Joonis 6. *Borrelia miyamotoi* haiguse põhjustaja levimus Eesti linna rohealadel

2.4.6 Puukentsefaliidi viirus

Puukentsefaliidi tekitajaid leiti 1,6%-l kõikidest uuritud puukidest. Viirust leiti kuuest kohast leitud puukidel. Kõige rohkem viirust kandvaid puuke leiti Valga ja Viljandi terviseradadelt, vastavalt 6,1% ja 8,3% positiivseid puuke (joonis 7), mis on mõnede varasemate uuringute metsapuukide kõrgeim näitaja (19).

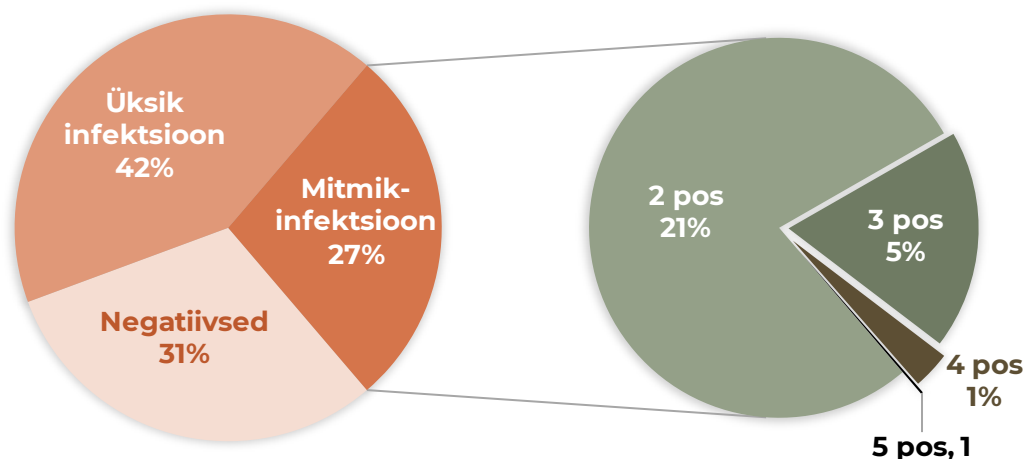
PEV-i leiti ainult terviseradadelt ja kettagolfi platsidelt, varasemas, 2018. aasta uuringus leiti samuti viirust vaid terviserajalt ning linnapiiri metsast leitud puukidel (12).



Joonis 7. Puukentsefaliidi viiruse levimus Eesti linna rohealadel

2.4.7 Mitmikinfektsioonid

Kokku 531 ehk 39,6% kõikidest positiivsetest ning 27,5% kõikidest uuritud puukidest olid rohkem kui ühe patogeeni suhtes positiivsed. Nendest 78% olid kahe patogeeni kandjad, 18,6% kolme ning 3,2% nelja patogeeni kandjad. Ühel puugil tuvastati kõik viis bakteriaalset haigustekitajat (joonis 8).



Joonis 8. Mitmikinfektsioonide kandjate määr linnapuukide seas. Pos tähendab patogeeni olemasolu ja number selle ees erinevat liiki nakkustekitajate arvu ühel isendil.

Paarisinfektsioonide kandjate seas oli kõige levinum BBSL-i ja riketsia bakterite kombinatsioon (33,8% paarisnakkustekitajate seast), millele järgnesid riketsia ja *Anaplasma* ning BBSL-i ja *Anaplasma* kombinatsioonid (vastavalt 18,4% ja 15,5% paarisnakkustekitajate seas). Kolme nakkustekitajat kandvate puukide seas oli kõige rohkem BBSL-i, riketsia ja *N. mikurensis*'e kombinatsiooni (33,3%) ning BBSL-i, riketsia ja *Anaplasma* bakterite (29,3%) koosinemist.

Pea iga *Borrelia miyamotoi* suhtes positiivne puuk oli ka mõne teise haigustekitaja kandja (vaid 3,4% *B. miyamotoi* kandjaid olid ainult selle bakteri suhtes positiivsed).

Võrreldes varasemate uuringute tulemustega suurenes ka mitme infektsiooni kandjate arvukus, kui 2018. aastal oli 5,7% kõikidest puukidest mitme haigustekitaja kandja (12), siis viie aastaga suurenes see näitaja viis korda (27,5%). Suurenes ka ühel isendil kantavate haigustekitajate arv – varem pole tuvastatud rohkem kui nelja haigustekitajatega puuke (12, 14), nüüd leidis puuk, kellel oli korraka viis erinevat haigustekitajat.

Tabel 5. Linnapuukide 2023. aasta uuringu tulemused

Linn	Korjekoht	Ala liik	Kogutud puukide arv	Puukide arvukus 100 m ² kohta	TBP positiivsete arv*	%*
Haapsalu	Haapsalu linnus	Park	0	0	N/A	N/A
Kilingi-Nõmme	Kesklinna park	Park	0	0	N/A	N/A
Suure-Jaani	Laululava + kettagolfi park	Lauluväljak; kettagolf	3	0,3	N/A	N/A
Narva-Jõesuu	Hele park	Park	4	0,3	N/A	N/A
Räpina	Räpina mõisapark	Park	4	0,4	N/A	N/A
Lihula	Linnapark	Park	4	1,3	N/A	N/A
Mustvee	Ranna park	Park	5	0,8	N/A	N/A
Elva	Arbi järve park	Terviserada	6	0,3	N/A	N/A
Mõisaküla	Laululava	Lauluväljak	6	0,7	N/A	N/A
Türi	Laululava + seiklusrada	Lauluväljak	8	1,3	N/A	N/A
Loksa	Terviserada + kettagolfi park	Terviserada; kettagolf	9	1,3	N/A	N/A
Jõgeva	Kettagolfi park	Kettagolf	12	1,2	N/A	N/A
Kohtla-Järve	Rahvapark	Park	17	1,2	N/A	N/A
Tartu	Sanatooriumi park	Park; terviserada	17	2,1	N/A	N/A
Maardu	Metsapark	Metsapark	17	2,4	N/A	N/A
Põltsamaa	Uus-Põltsamaa mõisapark	Park	18	1,8	N/A	N/A
Sillamäe	Terviserada	Terviserada	18	2,3	N/A	N/A
Kallaste	Red Cliffi rada	Terviserada	19	3,2	N/A	N/A
Saue	Laululava	Lauluväljak; kettagolf; terviserada	20	3,3	N/A	N/A
Tapa	Gagarini park	Park	21	2,3	N/A	N/A
Mõisaküla	Kettagolfi park	Kettagolf	22	1,5	N/A	N/A
Karksi-Nuia	Varemed	Park	22	1,6	N/A	N/A
Rapla	Lastepark	Park	23	1,9	N/A	N/A
Võru	Laane Kettagolfi park	Kettagolf	23	2,3	N/A	N/A
Kunda	Kukerpallimägi	Park	27	3,4	N/A	N/A
Narva	Äkkeküla terviserajad	Terviserada	31	3,1	N/A	N/A

Kehra	Terviserada	Terviserada	31	4,4	N/A	N/A
Kuressaare	Piiskopilinnus	Park	32	2,5	N/A	N/A
Paldiski	Ketagolfi park	Ketagolf	32	2,5	N/A	N/A
Sindi	Laululava + ketagolf	Lauluväljak; ketagolf	33	1,7	N/A	N/A
Keila	Terviserajad	Terviserada; ketagolf	33	1,9	N/A	N/A
Kiviõli	Kiviõli park	Park	33	4,1	N/A	N/A
Antsla	Lalululava + ketagolfi park	Lauluväljak; ketagolf	38	5,4	N/A	N/A
Jõhvi	Jõhvi linnapark	Park	45	4,5	N/A	N/A
Põlva	Intsikurmu laululava	Lauluväljak	55	6,9	38	69,1
Paide	Ülejõe ketagolfi park	Ketagolf	56	4,0	35	62,5
Tamsalu	Lubjapark	Park; terviserada	57	5,1	45	78,9
Haapsalu	Krahviaed	Park	57	11,4	46	79,3
Otepää	Apteekrimägi	Terviserada	63	3,9	48	76,2
Püssi	Purskkaevu park	Park	68	11,3	36	52,9
Rapla	Vesiroosi terviserada	Terviserada	77	3,5	55	71,4
Tõrva	Terviserada + ketagolfi park	Terviserada; ketagolf	84	14,0	63	75,0
Tallinn	Õismäe raba terviserada	Terviserada	95	4,2	67	70,5
Rakvere	Tammiku matkarada	Terviserada	101	7,2	85	84,2
Haapsalu	Paralepa terviserada	Terviserada	132	11,0	73	55,3
Pärnu	Niidupark	Terviserada	137	9,8	72	51,8
Abja-Paluoja	Terviserada + ketagolfi park	Terviserada; ketagolf	140	6,4	92	65,7
Viljandi	Terviserada	Terviserada	144	12,0	112	77,8
Kärdla	Linnapark	Park; lauluväljak	152	15,2	110	72,4
Võhma	Ketagolfi park	Ketagolf	165	16,5	97	58,8
Valga	Priimetsa terviserajad	Terviserada	213	26,6	151	70,9
Tallinn	Vabaõhumuuseum	Park	401	57,3	115	87,1

* Nakkushaiguste tekitajate esinemise tulemused on esitatud ainult valimisse sattunud puukide kohta; N/A – analüüse pole tehtud

3 Kokkuvõte

Tallinn on roheline pealinn, mille eeskujul on ka teised Eesti linnad võtnud suuna haljastamisele ning liigirikkuse toetamisele. Linna rohealad pakuvad soodsaid elutingimusi erinevatele loomadele, kelle hulgas on palju närilisi, kui ka puukidele, pakkudes piisavalt toitumis- ja ellujäämisvõimalusi, metsa- või maatingimustega võrreldes ka vähem looduslikke vaenlasi ning palju varjulisi kohti. Linnasisene soojem elukeskkond mõjub soodsalt nii puukide kui ka linnas elutsevate näriliste populatsioonide elukvaliteedile, kasvule ja püsimisele.

Linnapuukide uuringu tulemuste põhjal võib järeldada, et enamikul juhtudest olid Eesti linnade pargid hästi hooldatud ning puugiohtu esines neis vaid vähesel määral. Samas olid parkide kõrval asuvad haljasalad ning samuti inimeste tallatud otseteed küllalt puugirikkad. Lisaks soodustab niitmiseest keeldumine teepeenarde kinnikasvamist, mis taastab küll rohurinde liigirikkuse, kuid annab ka varju loomadele, soodustades nende populatsioonide arvukuse kasvu.

Viimasel ajal populaarsust koguv spordiala – kettagolf – on toonud kaasa rohealade aktiivse kasutuse, kuid sellega suureneb ka puugihammustuse saamise oht.

Puukidega edasikantavatesse haigustesse nakatumise oht on seega samuti suurenenas. Linnade haljasalade kinnine biosüsteem soodustab nakkushaiguste tekitajate levimuse suurenemist. Kuna linnas asuvad pargid või metsaalad on tihti killustatud ja teedega ümbritsetud ning võrreldes looduslike aladega väiksema pindala ja esindatud loomade väiksema liigilise mitmekesisusega, võib neis aset leida kontsentreerumine, mille tulemusel võib haigustekitajate levimus olla looduslike aladega võrreldes suurem.

Uuringu tulemused näitavad, et ka linnatingimustes on olemas oht saada puugihammustus ning iga aastaga suureneb oht nakatuda mõnda puukidega levivasse haigusesse. Ka linnas elutsevad puugid võivad edasi kanda mitmeid haigustekitajad, ohustades inimesi mitme nakkusega ühest puugihammustusest. Seetõttu tasuks meeles pidada, et ka linnatingimustes tuleks järgida ennetusmeetmeid puugihammustuse vältimiseks ning seega ka nakkuse saamise riski vähendamiseks.

Kasutatud kirjandus

1. Prükk T, Ainsalu K, Laja E, Aigro A. Human granulocytic ehrlichiosis in Estonia. *Emerg Infect Dis.* 2003 ;9(11):1499–500.
2. Höper L, Skoog E, Stenson M, Grankvist A, Wass L, Olsen B, Nilsson K, Mårtensson A, Söderlind J, Sakinis A, Wennerås C. Vasculitis due to *Candidatus Neoehrlichia mikurensis*: a cohort study of 40 Swedish patients. *Clin Infect Dis.* 2020:ciaa1217.
3. Lenart M SM, Strašek-Smrđel K, Špik VC, Selič-Kurinčič T, Avšič-Županc T. Case report: first symptomatic *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* infection in Slovenia. *BMC Infect Dis.* 2021; 21(1):579.
4. Nilsson K. Septicaemia with *Rickettsia helvetica* in a patient with acute febrile illness, rash and myasthenia. *J Infect.* 2009; 58:79–82.
5. Parola P, Paddock CD, Socolovschi C, Labruna MB, Mediannikov O, Kernif T, Abdad MY, Stenos J, Bitam I, Fournier PE, Raoult D. Update on tick-borne rickettsioses around the world: a geographic approach. *Clin Microbiol Rev.* 2013; 26(4):657–702.
6. Banović P, Díaz-Sánchez AA, Simin V, Foucault-Simonin A, Galon C, Wu-Chuang A, Mijatović D, Obregón D, Moutailler S, Cabezas-Cruz A. Clinical Aspects and Detection of Emerging Rickettsial Pathogens: A "One Health" Approach Study in Serbia, 2020. *Frontiers in microbiology.* 2022; 12:797399.
7. Jado I, Oteo JA, Aldámiz M, Gil H, Escudero R, Ibarra V, Portu J, Portillo A, Lezaun MJ, García-Amil C, Rodríguez-Moreno I, Anda P. *Rickettsia monacensis* and human disease, Spain. *Emerging infectious diseases.* 2007; 13(9):1405–7.
8. Madeddu G, Mancini F, Caddeo A, Ciervo A, Babudieri S, Maida I, Fiori ML, Rezza G, Mura MS. *Rickettsia monacensis* as cause of Mediterranean spotted fever-like illness, Italy. 2012; 18:702–4.
9. Tjisse-Klasen E, Sprong H, Pandak N. Co-infection of *Borrelia burgdorferi sensu lato* and *Rickettsia* species in ticks and in an erythema migrans patient. *Parasites & Vectors.* 2013; 6(1).
10. Kim SW, Kim C-M, Kim D-M, Yun NR. Case Report: Coinfection with *Rickettsia monacensis* and *Orientia tsutsugamushi*. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene.* 2019; 101(2):332–5.
11. Kim YS, Choi YJ, Lee KM, Ahn KJ, Kim HC, Klein T, Jiang J, Richards A, Park KH, Jang WJ. First isolation of *Rickettsia monacensis* from a patient in South Korea. *Microbiol Immunol.* 2017; 61(7):258–63.
12. Geller J, Vikentjeva M. Puugid kui haigusekandjad Tallinna ja lähiümbruse rohealadel. Esmauuring, 2018. Uuringu raport. Tallinn: Tervise Arengu Instituut; 2020.
13. Tallinna tegevused erinevates keskkonnavaldkondades. Kättesaadav: <https://greentallinn.eu/tallinna-tegevused/>
14. Geller J, Vikentjeva M, Bragina O, Jakovleva J. „Pane puuk posti!” 2020. aasta kampaania ning Eesti puukides esinevad haiguste tekitajad. Uuringu raport. Tallinn: Tervise Arengu Instituut; 2022.
15. Terviseamet. Puugihaiguste statistika. Kättesaadav: <https://www.terviseamet.ee/et/nakkushaigused/tervishoiutootajale/nakkushaigustesse-haigestumine/puugihaigused>.
16. Geller J, Nazarova L, Katargina O, Golovljova. *Borrelia burgdorferi sensu lato* prevalence in tick populations in Estonia. *Parasites & Vectors.* 2013; 6(202).
17. Zöldi V, Reiczigel J, Laszlo E. Monitoring the diel activity of *Ixodes ricinus* ticks in Hungary over three seasons. *Exp Appl Acarol.* 2013 Jun; 61(4): 509–517.

18. Rar V, Golovljova I. Anaplasma, Ehrlichia, and "Candidatus Neoehrlichia" bacteria: pathogenicity, biodiversity, and molecular genetic characteristics, a review. *Infect Genet Evol.* 2011 Dec; 11(8):1842–61.
19. Katargina O, Russakova S, Geller J, Kondrusik M, Zajkowska J, et al. Detection and Characterization of Tick-Borne Encephalitis Virus in Baltic Countries and Eastern Poland. *PLoS ONE.* 2013; 8(5): e61374

