

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
VIDES ZINĀTNES NODAĻA

Augsnes mezofaunas struktūras izmaiņas urbānā vidē Rīgā.

Maģistra darbs

Autors: Vendija Grīna

Stud. apl. vg16030

Darba vadītājs: Prof., V. Melecis

Zinātniskais konsultants: doc. U. Kagainis

RĪGA 2018

SATURS

| | |
|--|----|
| ANOTĀCIJA | 4 |
| ANNOTATION | 5 |
| IEVADS | 6 |
| 1. AUGSNES MEZOFAUNAS RAKSTUROJUMS | 8 |
| 1.1. Augsnis mezofaunas taksonomiskā struktūra | 8 |
| 1.2. Augsnis sīkposmkājiem nozīmīgie vides faktori | 8 |
| 1.3. Augsnis sīkposmkājiem nozīmīgie galvenie vides faktori..... | 12 |
| 1.4. Augsnis sīkposmkāji kā vides stāvokļa indikatori | 13 |
| 2. PILSĒTA KĀ EKOSISTĒMA..... | 14 |
| 2.1. Urbāno ekosistēmu funkcionēšanas specifika | 14 |
| 2.2. Zaļās pilsētas koncepcija | 15 |
| 3. DZĪVOS ORGANISMUS IETEKMĒJOŠIE SPECIFISKIE VIDES FAKTORI PILSĒTVIDĒ..... | 17 |
| 3.1. Pilsēta kā siltumsala..... | 17 |
| 3.2. Vides piesārņojums..... | 18 |
| 3.3. Teritoriju apsaimniekošana..... | 19 |
| 3.4. Biotopu fragmentācija | 19 |
| 4. PILSĒTAS EKOSISTĒMU STRUKTŪRA UN KLASIFIKĀCIJA | 22 |
| 4.1. Galvenie biotopu veidi..... | 22 |
| 4.2. Ekoloģiskie gradienti | 22 |
| 5. PĒTĪJUMI PAR AUGSNES FAUNU PILSĒTĀS | 25 |
| 5.1. Pētījumi pasaules lielpilsētās | 25 |
| 5.2. Augsnis mezofaunas pētījumi Rīgā | 27 |
| 5.3. Rīgas pilsētas ekoloģiskais raksturojums | 27 |
| 6. MATERIĀLS UN METODIKA..... | 29 |

| | | |
|--------|--|----|
| 6.1. | Biotopu izvēle un paraugu ievākšana | 29 |
| 6.2. | Augsnes sīkposmkāju izdalīšana un uzskaitē | 30 |
| 7. | REZULTĀTU ANALĪZE | 31 |
| 7.1. | Parauglaukumu raksturojums | 31 |
| 7.2. | Ievāktā materiāla kopējais raksturojums | 33 |
| 7.2.1. | Ievāktā materiāla dzimtu sadalījuma raksturojums. | 33 |
| 7.2.2. | Ievāktā materiāla raksturojums pēc sīkposmkāju galvenajām grupām, gradienta sadalījumā. | 35 |
| 7.3. | Parauglaukumu ordinācija pēc sīkposmkāju galvenajām grupām..... | 38 |
| 7.4. | Parauglaukumu ordinācija pēc sīkposmkāju dzimtām | 39 |
| 7.5. | Mezofaunas galveno grupu blīvuma izmaiņas atkarībā no augsnes pH un organiskās vielas satura. | 40 |
| 7.6. | Sīkposmkāju dzimtu atkarībā pH un organiskās vielas satura augsnē | 42 |
| 7.6.1. | Oribatida ērcu dzimtas | 42 |
| 7.6.2. | Mesostigmata ērcu dzimtu izmaiņas..... | 46 |
| 7.6.3. | Collembola dzimtu izmaiņas. | 48 |
| 7.7. | Galveno mezofaunas grupu sadalījums pa pilsētvides gradienta elementiem..... | 49 |
| 7.8. | Sīkposmkāju dzimtu sadalījums pa pilsētvides gradienta elementiem..... | 51 |
| 7.8.1. | Oribatida kārtas dzimtu sadalījums. | 51 |
| 7.8.2. | Mesostigmata dzimtu sadalījums..... | 53 |
| 7.8.3. | Collembola kārtas dzimtu sadalījums..... | 54 |
| 7.9. | Korelācijas starp mezofaunas trofiskajām grupām..... | 54 |
| 8. | DISKUSIJA | 56 |
| | SECINĀJUMI | 59 |
| | IZMANTOTĀ LITERATŪRA | 60 |
| | PIELIKUMI..... | 64 |

ANOTĀCIJA

Pilsētas ir blīvi apdzīvotas vietas, kur bieži novērojama augsnes noplicināšanās ikdienas piesārņojuma rezultātā. Zaudējot savas dabiskās funkcijas, augsne nespēj nodrošināt arī pienācīgu atmosfēras veselību, kā arī mājvietu lielam daudzumam dzīvo radību. Augsnes spēju pildīt ekoloģiskās funkcijas var noteikt ar indikatoru - bezmugurkaulnieku palīdzību, veicot to biokopu struktūras un kvantitatīvo rādītāju analīzi, kas ir arī Pasaulē jau izplatīta prakse. Augsnes mezofauna -*Oribatida*, *Mesostigmata* un *Collembola* var izrādīt jutību uz kādu no apkārtējās vides faktoriem, tāpēc to bieži izmanto pētījumos apvienojot ar dažādiem elementiem.

Maģistra darba mērķis ir noskaidrot Rīgas pilsētu augšņu mezofaunas sastāvu dažādos biotopos, pamatā ņemot urbānās vides gradientu: centrs – piepilsēta. Maģistra darbs sastāv no 8 nodaļām un 26 apakšnodaļām, secinājumiem, ievada un pielikuma. Darbā sniegta vispārēja informācija par augsnes mezofaunu, pilsētvides struktūru, apskatīti arī pētījumi Pasaulē un situācija Rīgā. Nodaļā “Materiāli un metodes” sniegts apraksts par pētījuma veikšanu, laboratorijas darbiem un analīzes veikšanu.

Ievietoti 66 attēli, 2 tabulas un 8 pielikumi, kas atspoguļo pētījumā iegūtos rezultātus. Secinājumi apkopo diskusijā izvirzītās domas.

Atslēgvārdi: Urbanizācija, pilsētvide, bioindikācija, Rīga, piepilsēta.

ANNOTATION

Cities are densely populated areas where soil degradation is often observed as a result of daily pollution. Losing its natural functions, the soil is also unable to provide adequate atmospheric health, as well as home to a large amount of living creatures in the soil. Soil's ability to successfully perform ecological functions can be determined by indicators - the help of invertebrates, by analyzing their structure and quantitative results of bio-objects, which is also a practice already common in the world. Soil mesofauna -*Oribatida*, *Mesostigmata* and *Collembola* can show a sensitivity to any of the environmental factors, so it is often used in research combining different elements

The aim of the master's thesis is to find out the composition of the mesofauna soil in different habitats of Riga city, taking the urban environment gradient as a base factor: center - suburb. Master's thesis consists of 8 chapters and 26 subdivisions, conclusion, introduction and appendix. The work provides general information on soil mesofauna, urban structure, studies in the world about mesofauna and urban connections and the situation in Riga. The chapter "Materials and Methods" provides a description of the research, laboratory work and analysis.

A total of 66 pictures, 2 tables and 8 appendixes were added that reflects the results of the study. The conclusions summarize the thoughts put forward in the discussion. The conclusions summarize the thoughts put forward in the discussion.

Keywords: Urbanization, urban environment, bioindications, Riga, center.

IEVADS

Pilsētvide ietekmē ne tikai cilvēku vides kvalitāti un iedzīvotāju veselību, bet arī tos dabas komponentus, tai skaitā veģetāciju un augsnes, kas veido pilsētas ekosistēmu. Dzīvo organismu daudzveidība ir viens no svarīgākajiem kritērijiem, kas ļauj novērtēt pilsētvides kvalitāti, un no kuras ir atkarīga arī pilsētas iedzīvotāju labsajūta un veselība. Augsne ir heterogēnākā vide un vitāli svarīgākā ekosistēma uz planētas (Клаушнитцер, 1990), caur kuru notiek ūdens un elementu aprites cikli uz sauszemes. Augsne ir floras un faunas dzīves vide un mijiedarbības arēna. Urbānajās ekosistēmās augsnes stāvoklis ir īpaši svarīgs, jo no tā ir atkarīga pilsētas ekosistēmas struktūra un attīstība. Augsnes kā ekosistēmas stāvokli raksturo viens no tās galvenajiem veidotājfaktoriem – augsnes biota.

Rīgas ilgtspējīgas attīstības plāna princips paredz, ka tagadējam un nākamajam paaudzēm tiek nodrošināta kvalitatīva vide un līdzsvarota ekonomiskā attīstība, tiek racionāli izmantoti dabas, cilvēku un materiālie resursi, tiek saglabāts un attīstīts dabas un kultūras mantojums (Rīgas Dome 2014). Tāpēc ir svarīgi izvērtēt pilsētas ekosistēmas, tai skaitā augsnes ekoloģisko stāvokli, jo tas netieši arī būtiski ietekmē cilvēku kā labsajūtas, tā arī veselības stāvokli.

Lai novērtētu vides kvalitāti mūsdienās bieži tiek izmantoti bioindikatori – dzīvas būtnes, kuru stāvoklis, morfoloģiskās pazīmes, sastopamība un citi kvalitatīvie un kvantitatīvie rādītāji norāda uz problēmām vidē (Santorufu et al. 2012). Kā augsnes stāvokļa bioindikatori tiek izmantoti tajā dzīvojošie organismi un to daudzveidība. Dažādos pētījumos tika radītas sakarības starp apstākļiem un to daudzveidību vai skaitu. Vieni no visbiežāk augsnes sastopamajiem dzīvniekiem ir dažādi augsnes mezofaunas pārstāvji – kolembolas, ērces un citi sīki posmkāji, kas parasti lielā skaitā apdzīvo augsnes un nodrošina tajās svarīgas ekoloģiskās funkcijas – organisko atlieku noārdīšanu, mikrobioloģisko procesu regulāciju, struktūras veidošanu un vielu apriti. Daudzās Pasaules valstīs jau radīta šī prakse, tāpēc pierādīts, ka šie organismi ir piemēroti kā bioindikatori arī, lai raksturotu Rīgas pilsētas augsnes ekosistēmas stāvokli.

Vairākās pasaules lielpilsētās ir pētīts augsnes dzīvnieku sadalījums pa pilsētvides biotopiem ar atšķirīgu antropogēno noslodzi (Magro 2013; Yorkina 2016; Milano et al. 2013; Ferrara et.al. 2014). Urbānajā ekoloģijā sugu daudzveidības izmaiņas un dzīvo organismu skaita salīdzinājumu parasti veic, izvēloties pētījumu vietas – parauglaukumus dažādā attālumā no pilsētas centra, pieņemot, ka palielinoties attālumam no tā, antropogēnā slodze samazinās,

tādēļ urbānajā ekoloģijā ieviests jēdziens par urbānajiem gradientiem (*urban gradients*) (Клаушницер 1990; Alberti et al. 2001) ar ko jāsaprot vides faktoru telpiskā variācija attiecībā uz urbanizācijas intensitāti no dabiskās ainavas uz vissmagāk ietekmētajām urbanizētajām teritorijām. Rīgā līdz šim veikti tikai epizodiski pētījumi par mezofaunas sastopamību pilsētvides augsnēs (Maslova 2006; Salmane 2018), bet augsnes faunas izmaiņu izpēte uz urbānajiem gradientiem nav veikta. Pirms darba izstrādes ir pieņemtas dažas hipotēzes, attiecībā uz iespējamo mezofaunas sadalījumu pilsētvidē: Pilsētas centrālās daļas apstādījumos, salīdzinot ar meža teritorijām, ir nabadzīgāka fauna, jo šeit sistemātiski tiek aizvāktas augu nobiras.

Maģistra darba mērķis – Izpētīt augsnes mezofaunas galveno grupu taksonomiskās struktūras izmaiņas uz urbānā gradienta pilsētas centrs – piepilsētas meži.

Mērķa sasniegšanai izvirzīti sekojoši uzdevumi:

1. Izpētīt kolembolu sadalījumu uz pilsētvides ekoloģiskā gradienta
2. Izpētīt augsnes ērcu sadalījumu uz pilsētvides ekoloģiskā gradienta
3. Noskaidrot galveno augsnes mezofaunas grupu sadalījuma atkarību no augsnes pH un organiskās vielas satura.

Izsaku lielu pateicību Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta pētniekiem, doc. Uģim Kagainim, Dr. Inetai Salmanei un pētniecei Edītei Jucevičai par veltīto laiku augsnes mezofaunas dzimtu noteikšanā.

Darba autore ar pētījumu sniegusi ziņojumu arī Latvijas Universitātes 76. Starptautiskajā zinātniskajā konferencē (Grīna, Melecis 2018.).

1. AUGSNES MEZOFAUNAS RAKSTUROJUMS

1.1. Augsnes mezofaunas taksonomiskā struktūra

Augsnes mezofauna ietver organismus, kuru lielums ir robežās no 0,2. – 10 mm. Mezofaunai pieder sīkposmkāji jeb mikroartropodi - kolembolas (Collembola) jeb lēcastes un augsnes ērces (Acari) un sīki mazzaru tārpi enhitreīdi (Enchytraeidae) jeb sīksliekas kā arī lielākas nematodes (Nematoda). Organismu izmēri tomēr nav noteicošā pazīme, lai tos viennozīmīgi pieskaitītu mezofaunai. Svarīgas ir metodes, ko izmanto dzīvnieku izdalīšanai no augsnes paraugiem. Sīkposmkāju izdalīšanai parasti izmanto fototermoeklektoru metodi, bet sīksliekas izdala ar mitrajām Bērmana piltuvēm (Benckiser 2007).

1.2. Augsnes sīkposmkājiem nozīmīgie vides faktori

Mezofaunas daudzveidība ir atkarīga no augsnes tipa un īpašībām (Benckiser 2007). Augsnes mezofauna pārsvarā uzturas tikai augsnes virsējos O un A horizontos, kas atkarībā no nobiru daudzuma, mēdz būt vidēji 15 cm biezi. Šeit veidojas labvēlīga dzīves vide - ar porām bagāts, irdens substrāts, kurā ir daudz eju un spraugu. Šie organismi paši neveido ejas augsnē, tie bieži vien izmanto lielāku organismu veidotās ejas. Mezofaunas blīvums augsnē ir būtiski atkarīgs no augsnes porainības un organisko vielu daudzuma (Nikodemus u.c. 2008). Visvairāk mezofaunas ir smilšainās augsnēs, bet tās daudzums samazinās mālainās augsnēs (Benckiser 2007). Mezofaunas pārstāvji ir īpaši jutīgi pret augsnes applūšanu vai sausumu. Nelabvēlīgu faktoru ietekmē dzīvnieki var pārvietoties uz citām, labvēlīgākām vietām, vai arī tiem var izveidoties dažādi pielāgojumi (Nikodemus u.c. 2008). Mezofaunas daudzums atšķiras dažādās augsnēs, tā var būt ļoti plaši pārstāvēta, piemēram, vecu pļavu augsnēs - vairāk nekā 200 000 ind./m². Dažādu taksonu skaits var būt lielāks tieši tiem labvēlīgākos apstākļos. Centrālajā Eiropā mezofaunas daudzveidība ir parasti zemāka ziemas laikā un pieaug no marta līdz jūlijam (Benckiser 2007).

Kolembolas – Collembola

Kolembolas (Collembola) ir kukaiņu klases kārtā - mazi (0,2 – 5 mm), primitīvi posmkāji, kam nav spārnu. Kolembolas dzīvo augsnē, zemsegā, uz augiem, putnu un skudru ligzdās, virs ūdens, uz sniega un ledus. Lielākajā daļā sauszemes ekosistēmu kolembolas ir viena no bagātākajām sīkposmkāju grupām. Latvijā aktīvi veikti gan faunistiski, gan sistemātiski kolembolu pētījumi. Īpaši jāatzīmē kolembolu bioindikatīvie pētījumi par autotransporta

emisiju radīto, lauksaimniecisko un rūpniecisko piesārņojumu (Juceviča, Melecis 2010), kā arī dažādu meža teritoriju augsnes pētījumi.

Kolembolas ķermenis ir segmentēts un sastāv no galvas, trīs krūšu un sešiem vēdera daļas segmentiem. Galvai ir pāris antenu un papildu maņas nodrošinošais postantenālais orgāns, mutes atvere, acis, kas euedafiskām formām var būt reducētas. Lielākā daļa kolembolu spēj lēkt izmantojot žuburainu vēdera piedēkli – lēcdakšu, kuras gals nostiprināts pie krūtīm ar īpašiem āķīšiem. Lēcdakšu atbrīvojot, piemēram, apdraudējuma gadījumā, tā atsitas pret pamatni un ļauj kolembolai veikt lēcieni. (Benckiser 2007).

Kolembolu attīstība notiek ar nepilnīgu metamorfozi, pēc iznākšanas no oliņām to attīstība turpinās ar 5 – 7 kāpuru stadijām (Latvijas daba 1995). Daudzas lēcistes labvēlīgos apstākļos vairojas un attīstās ļoti strauji. Oliņas tiek izdētas pa grupām. Kolembolas sasniedz dzimumgatavību tikai pēc 5. vai 6. attīstības stadijas (Coleman, Crossley 1996).

Daudzas kolembolu sugas tiek uzskatītas par micetofāgiem, tās pārtiek no sēņu hifām un sporām, citas ir bakterifāgas, atsevišķas sugas var būt arī fitofāgas un pat plēsējas. Lēcistes kalpo arī kā barība objekts daudziem citiem augsnes iemītniekiem, piemēram, plēsīgo ērcu kāpuriem (Benckiser 2007).

Kolembolas ir plaši izplatītas daudzos biotopos, tāpēc to līdzdalība un nozīme vairāku svarīgu ekosistēmu funkciju nodrošināšanā tiek uzskatīta par ļoti nozīmīgu. Tomēr ilgstoši ekoloģiski pētījumi, lai izsekotu līdzī kolembolu skaita dinamikai un taksonomiskajām izmaiņām biotopā ilgstošā laika periodā, ir maz. Līdzšinējie pētījumi ļauj pieņemt, ka kolembolu cenozes ir diezgan stabilas, un to struktūras izmaiņas ir diezgan viegli prognozējamas ilgākā laika posmā, jo dominējošo sugu struktūra laika gaitā būtiski nemainās (Juceviča, Melecis 2010; Benckiser 2007). Tāpat ir zināms, ka kolembolu blīvuma izmaiņas var būtiski ietekmēt augsnes mitrums, bet sugu daudzveidību biocenozē visbiežāk ietekmē gan augsnes mitrums, gan vidējā temperatūra (Melecis 2008).

Atkarībā no to ķermeņa izmēriem un lielumiem lēcistes tiek iedalītas trijās grupās, kurās ietilpstošās sugas parasti uzturas dažādā dziļumā. Sugas, kas dzīvo uz augsnes ir epigeiskas. Tās, kas dzīvo virsējos augsnes slāņos un daļēji arī uz augsnes, ir hemiedafiskas; dziļākajos augsnes slāņos dzīvojošajās ir euedafiskas (Benckiser 2007).

Ievācot augsnes paraugus un izdalot no tiem kolembolas, bieži vien jākonstatē, ka to indivīdu sadalījums pa paraugiem ir ļoti nevienmērīgs, indivīdiem raksturīgs grupveida

telpiskais sadalījums. Tas padara sarežģītu statistisko analīzi, jo pieaug statistisko kļūdu vērtības (Coleman, Crossley 1996).

Epigeiskām kolembolām ir garas antenas un kājas, to ķermenis ir iegarens brūnā, pelēkā vai purpura krāsā ar tumšākas krāsas zīmējumu. Epigeiskajām sugām ir labi attīstīta lēcdakša un 8 vienkāršas acis katrā galvas pusē. Krāsa un lielums ir pielāgojumi, kas ļauj tām eksistēt irdenēs nobīrās. Hemiedafiskās kolembolas var būt bez krāsas, caurspīdīgas vai ar vieglu krāsojumu, acu skaits 1-4. Euedafisko kolembolu krāsojums ir bāls, ķermenis ir drukns, iegarens un acis reducētas. Euedafiskās kolembolas dzīvo visdziļāk augsnes O horizontā, tāpēc tām raksturīga vienkārša uzbūve, bez īpašiem pielāgojumiem (Turnbull, Lindo 2015).

Globālā klimata izmaiņas un to ietekme uz augsnes kolembolām un to funkcijām joprojām ir nepietiekami pētīta. Lielākā daļa pētījumi veikti laboratorijas apstākļos, manipulējot un eksperimentējot ar mitruma režīmu un temperatūru (Juceviča, Melecis 2010).

Bruņērces – Oribatida

Bruņērces jeb sūnērces (sauktas arī par oribatīdērcēm) (*Oribatida*) sastopamas augsnē aptuveni līdz 20 centimetru dziļumam. Sevišķi daudz ērcu ir meža augsnēs, un zemsegā, sūnās un ķērpjos. Bruņērces piedalās augsnes veidošanā (Piterāns 2014).

Indivīdu blīvuma ziņā tā ir vislielākā augsnes mikroartropodu grupa, kas ir arī viena no sugām bagātākajām. Bruņērcu blīvums var sasniegt līdz pat 100 tūkst. ind/m², un sugu skaits vairāk nekā 40 vienā biotopā (Benkiser 2007). Īpaši liela nozīme bruņērcēm ir skābajās skujkoku mežu augsnēs, kur tām ir galvenā loma meža nobiru noārdīšanā. Vairāki pasaulē veiktie pētījumi parāda, ka oribatīdērces ir ļoti jutīgs vides stāvokļa bioindikators, kas reaģē uz dažādiem antropogēnajiem faktoriem, kā arī industriālo piesārņojumu, augsnes apstrādi un pesticīdu pielietošanu. Oribatīdu sugu sastāvs Latvijas teritorijā ir samērā labi izpētīts (Baranovska 2006) - līdz šim konstatētas 176 sugas no 52 ģintīm (Kagainis 2011).

Morfoloģiski ērces var būt ļoti daudzveidīgas. Dažas lielākās augsnes ērces var sasniegt 5 mm izmērus, kamēr mazākās var būt tikai 0,2 mm garas. Brīvi dzīvojošajām augsnes ērcēm parasti ir labi attīstītas ejkājas (Walter et al., 1996). Ērcēm ir daudzviedīgs ķermeņa posmojums. Sastop gan stipri segmentētas formas, gan arī formas, kurām posmojuma nav vispār. Heliceru un pedipalpu segmenti apvienojušies kustīgā vai nekustīgā „galviņā” – snuķī. Mutes orgāni izveidojušies atkarībā no barošanās veida (Benckiser, 2007).

Oribatīdērces barojas no trūdošām augu paliekām. Šīs grupas mikroartropodiem ir būtiska nozīme augu atlieku sadalīšanās procesos. To barošanās īpatnības nodrošina līdzsvaru starp baktērijām un sēnēm augsnē (Benckiser 2007).

Pieaugušām oribatīdām parasti ir spēcīgs eksoskelets, kas, līdzīgi kā simtkājiem, ir piesātināts ar kalciju (Walter et al. 1996). Šo ērcu ķermeni klāj bruņu vairogis, kas satur CaCO₃, kas tiek uzņemts ar barību – sēnēm un augu atliekām. Tās uzturas pārsvarā augšējās augsnes horizontos, nobirās, kā arī uz sūnām un ķērpjiem (Walter et al. 1996).

Ņemot vērā lēno vielmaiņu, lēno attīstību un zemo auglību, oribatīdas nespēj strauji palielināt savas populācijas lielumu, tādēļ ir ļoti atkarīgas no labvēlīgajiem dzīves apstākļiem. Ir zināms, ka bruņērces ir vairāk sausumizturīgas nekā kolembolas (Baranovska u.c. 2007). Atšķirībā no daudziem citiem sīkposmkājiem, tās vairojas lēnām. Vēsā klimatā to dzīves ilgums var sasniegt pat septiņus gadus (parasti 1–2 gadi). Mātītes izdēj dažas olas. Daudzas sugas vairojas partenogēnētiski. Pieaugušās bruņērces neizjūt izteiktu apdraudējumu no plēsējiem, jo tām ir spēcīgs eksoskelets, tomēr uzbrucēji var būt skudras, dažas vaboles un pat nelielas ķirzakas (Walter et al. 1996).

Mesostigmata ērces

Brīvi dzīvojošās augsnes plēsīgās ērces ir ļoti nozīmīgs saprofāgo sugu populāciju skaita regulators organisko vielu sadalīšanās procesos tieši mežu ekosistēmās. Tās ieņem augstu trofisko līmeni augsnes detrita barības ķēdē. Lielākā daļa augsnes plēsīgās ērces ir kustīgi uzbrucēji, kas medī nematodes, citas ērces, kolembolas, enhidrīdus un nelielus kukaiņu kāpurus (Benckiser 2007). Likumsakarīgi, ka mezostigmātu klātbūtne atspoguļojas vispārējā fizikālajā un ķīmiskajā augsnes uzbūvē, tai skaitā organiskās vielas īpašībās, mikrofloras (sēņu un baktēriju), mikrofaunas (nematodes) un mezofaunas (kolembolas, oribatīdas un citas ērces) sastāvā (Jung et al. 2010).

Ļoti daudzveidīga augsnes ērcu grupa, ietver 70 ģintis, kas iedalītas 12 dzimtās un to sastopamība ir aptuveni 10 000 sugas. Dažas sugas pielāgojušās arī ne plēsēju barības ieguvei – sēņu sporas, hīfas, dažreiz pat ziedputekšņi, nektāri (Walter 1999).

Vairākas mezostigmātu sugas ir iespējams atrast uz sēnēm, uz skrejvabolēm un kapračvabolēm, kuras tās izmanto forēzei (Davies S.a.). Mezostigmātu paraugos parasti nav tik daudz kā bruņērcu. Līdzīgi kā zirneklveidīgie, tās injicē gremošanas šķidrums savos upuros un tad izsūc to izšķīdušos audus. To daudzums un biokopu struktūra atspoguļo barības pieejamību, tās ir kā indikators saprofāgu sugu kompleksa attīstībai (Walter et al. 1996).

Latvijas Nacionālā ilgtermiņa ekoloģiskā tīkla projektā noskaidrots, ka gamazīnērču (*Mesostigmata*, *Gamasina*) sugu bagātību blīvuma izmaiņās vislielākā ietekme ir augsnes mitrumam un kolembolu blīvumam. Pozitīvo temperatūru summas būtiski neietekmē gamazīnērču blīvumu, tāpēc jāsecina, ka šī veida augsnes ērces tieši neietekmē klimatiskie apstākļi, bet vairāk gan barības – kolembolu pieejamība (Melecis 2008). Lielāka sugu daudzveidība paredzama vairāk dabiskākos dzīvotņu biotopos, piemēram, mežos, koksne, turpretī antropogēnā ietekme rada mazāku ērcu bioloģisko daudzveidību, jo cilvēka ietekmē vērojamas vairāk kultivētas un rekreācijas zemes un zālāji (Salmane 2011).

Latvijā pašlaik reģistrētas 368 *Mesostigmata* ērcu sugas, kas ietilpst 27 dzimtās. Mežu biotopos atrasts gandrīz puse no Latvijā sastopamo sugu skaita, tādejādi mežos ir sastopama vislielākā šo ērcu bioloģiskā daudzveidība. Latvijas zālajos reģistrēta 141 suga, kā arī 16 ērcu sugas bija sastopamas tikai zālāju biotopos. Savukārt aramzemēs, parkos un dārzos kopumā Latvijā konstatētas 104 *Mesostigmata* ērcu sugas un 32 no tām uzskatāmas par eiribiontiem (Salmane 2011).

1.3. Augsnes sīkposmkājiem nozīmīgie galvenie vides faktori

Lielākā daļa lēcistu ir ļoti jutīgas attiecībā uz sausumu. Pēc ilgstošiem sausuma periodiem var sagaidīt, ka kolembolu populāciju blīvums un sugu skaits samazināsies (Turnbull, Lindo 2015; Juceviča, Melecis 2010). Tomēr, ir novērots, ka kolembolu pieaugušie indivīdi var izdalīt spēcīgus feromonus, kas ļauj jaunajām kolembolām un arī citiem pieaugušajiem indivīdiem sameklēt labāk aizsargātās vietas, kur izvairīties no izžūšanas, tādā veidā nodrošinot optimālākus apstākļus reprodukcijas procesam (Davies S.a.).

Oribatīdērcu piemērotākās dzīvotnes visbiežāk ir skujkoku mežu skābajās augsnēs, kur tām ir būtiska ekoloģiskā nozīme – daudzas to sugas ir specializējušās sveķiem un miecvielām bagātu skujkoku nobiru sadalīšanā (Nikodemus u.c. 2008). Šādās augsnēs tās kalpo par labiem indikatoriem.

Būtisks aspekts augsnes mezofaunai ir barības vielas. Barības pieejamība ir atkarīga no katras klases un pat sugas īpašībām, jo sīkposmkājiem ir raksturīgi ļoti dažādi barošanās veidi.

Augsnes sīkposmkājiem ir raksturīga negatīva fototaksija un termotaksija (Grantina-Ievina et. al. 2013). Sliktos apkārtējās vides apstākļos tie mēdz ielīst dziļākajos augsnes slāņos un tur patverties no bojāejas. Svarīgs ir augsnes blīvums un tās porainība, jo sīkposmkāji nespēj paši veidot ejas augsnē, tāpēc izmanto poras (Benckiser 2007).

Pilsētu nevar apskatīt kā vienotu ekosistēmu, lielākoties tā ir atšķirīgu biotopu mozaīka (kvazihomogēnas elementārās sistēmas). Augsne, klimats, antropogēnā slodze, augu valsts, barības resursi, specifiskie strukturālie elementi u.c. faktori ir tie, kas ietekmē pilsētu dažādās vietās un var būt atšķirīgi, un daudzos gadījumos, ta sir arī noteicošais, kas norāda apstākļiem raksturīgās zoocenozes veidošanos (Клаушнитцер 1990).

1.4. Augsnes sīkposmkāji kā vides stāvokļa indikatori

Augsnes bezmugurkaulnieki ir izcili kandidāti, lai pētītu kā cilvēka aktivitātes ietekmē dabas vidi. Tā kā augsnes iemītņieki jutīgi reaģē uz dzīvotņu struktūras izmaiņām, to sugu sastāvs ir atšķirīgs dažādās augsnēs, un to ietekmē arī augsnes piesārņojums (Santorufo et al. 2012).

Ilgstošas nelabvēlīgo faktoru iedarbības rezultātā ir iespējama toleranto sugu indivīdu īpatsvara pieaugums biokopā un to pārsvars pār jutīgākajām sugām, vai pat to pilnīga aizstāšana piesārņotajās teritorijās. Tādejādi var tikt būtiski ietekmēta un pat izmainīta augsnes faunas biokopa. Tomēr, tikai šo divu biokopas sugu grupu attiecības nevar būt noteicošais faktors, lai pierādītu augsnes piesārņojuma līmeni. Lai iegūtu papildus pierādījumus, jāizmanto arī citi augsnes faunas indikatori. Augsnes faunas indivīdu blīvumu un struktūras īpatnības var noteikt aprēķinot dažādus ekoloģiskos indeksus, kā piemēram, Šenona, Simpsona, Menhinika un Pielou indeksus. Šo indeksu trūkums ir tāds, ka tie neņem vērā katra formulā iekļautā taksona ekoloģisko lomu, tāpēc reti sastopamas sugas nozīme ekosistēmā netiek pietiekami novērtēta, savukārt invazīvo sugu daudzuma ietekme uz indeksu var tikt pārvērtēta. Lai papildinātu šo indeksu indikatīvo nozīmi, papildus tiek izmantoti arī citi parametri – sugu skaits un augsnes bioloģiskais indekss (Santorufo et al. 2012).

Augsnes fauna ir ļoti atkarīga no laika apstākļiem – mitri gadi ir vislabvēlīgākie, kā arī no cilvēku darbības tad tā cieš vismazāk (samazinās parku apmeklētāju skaits, kā arī tiek ievēroti speciālie celiņi). Gados, kad ir agrs un silts pavasaris un karstas vasaras, strauji palielinās nomīdīšanas un augsnes sablīvēšanas draudi, kā arī palielinās kūlas dedzināšanas risks (Криьолуцкий 1994). Augsta augsnes ērcu/ kolembolu attiecība norāda uz labu augsnes kvalitāti, jo vairākkārt ir pierādīts, ka degradētājās augsnēs notiek Acarina sugu daudzveidības samazināšanās. Augsnes bioloģiskais indekss tiek aprēķināts balstoties uz augsnes mikroartropodu iedalījumu pēc to morfoloģijas. Tas balstās uz pieņēmumu, ka lielāks mikroartropodu grupu skaits norāda uz labāku augsnes kvalitāti (Santorufo et al. 2012).

No apbūves brīvās teritorijas var iekļaut lielu puķu un zāļu sugu dažādību, kas var labvēlīgi ietekmēt galveno posmkāju plēsēju populāciju, tostarp tos, kas veic nozīmīgus biokontroles pakalpojumus, ko citādi var zaudēt bieži pļaujot vai ierīkojos un uzlabojot jau esošās zaļās teritorijas. Traucējumu trūkums augsnē arī labvēlīgi ietekmē faunu, salīdzinot ar teritorijām, kas tiek apstrādātas daudz biežāk (parki, dārzi). Piemēram, vairākas mušas no Dolichopodidae dzimtas, pārtiek no kāpuriem, kas atrodas augsnē un tie ir daudz mazāk sastopami augsnē, kurai tiek regulāri pievadīta mulča, tiek regulāri laistīta vai sablīvēta, piemēram, kā pilsētu dārzi (Threlfall, Kendal 2018).

2. PILSĒTA KĀ EKOSISTĒMA

2.1. Urbāno ekosistēmu funkcionēšanas specifika

Urbānās vides pārmaiņu rezultātu ietekmi uz augsni var novērot jau sen, piemēram, jau no 16. gs. avotiem tiek ziņots, ka, ganību pļavas nomainot uz pastāvīgām takām, notikusi zemes noblīvēšanās, zālāju seguma izbradāšana, kritušo lapu un zaru savākšana un dedzināšana un visbeidzot teritorijas piemēslošana. Tas novedis pie kurmju, skudru un zirnekļu skaita samazināšanās. Situācija nav mainījies arī mūsdienās (Криьолуцкий 1994).

Lauksaimniecība, būvniecība un transporta attīstība negatīvi ietekmē augsnes funkcijas, kas var novest pie ekosistēmas stāvokļa pasliktināšanās. Urbanizācija rada vairākus negatīvas ietekmes uz augsnes ekosistēmām, tai skaitā augsnes piesārņojumu, dzīvotņu pārveidošanos un fragmentāciju atkarībā no zemes izmantošanas veida un ekosistēmas kopējās struktūras, tai skaitā veģetācijas daudzveidības samazināšanos (Santorufu et al. 2012).

Pilsētvides ekosistēmas pētnieciskie dati nepieciešami plānošanai, apkārtējās vides novērošanai, pilsētu ekosistēmu stabilitātes novērtēšanai un dzīvniekiem nodarītā kaitējuma samazināšanai (Криьолуцкий 1994).

Ekoloģijas viens no galvenajiem pamatuzdevumiem ir iegūt pēc iespējas precīzākas zināšanas par dzīves telpu, kurā visa Pasaule ar katru gadu dzīvo un strādā arvien vairāk cilvēku, radot lielāku antropogēno slodzi (Клаушнитцер 1990). Tomēr, sablīvētās meža – parka augsnēs saglabājas augsts tipisko bezmugurkaulnieku skaits, piemēram, sliekas (Криьолуцкий 1994).

Pierādīts, ka papildus pilsētas zaļajai struktūrai (kokiem un augiem), pati pilsētu augsne var nodrošināt daudzus ekosistēmu pakalpojumus pilsētvides uzlabošanā, līdzīgi kā tas notiek ārpus urbānajām teritorijām. Piemēram, pilsētu augsnēs uzkrājas diezgan liels oglekļa un

slāpekļa daudzums, augsnes dabiskās īpašības kalpo kā noteicošā ūdens attīrīšana un kā arī notiek kaitīgo vielu detoksikācija (Setälä et.al. 2017) .

Augsnes mikroorganismi palielina augsnes agregācijas spēju, tādejādi samazinot augsnes masas blīvumu. Organiskais materiāls ir porozs, un tāpēc arī samazina augsnes sablīvēšanos – palielina mazo poru daudzumu (Scharenbroch et.al. 2004), kas labvēlīgi iedarbojas uz augsnes faunu, īpaši uz dziļākajos slāņos mītošajām kolembolām.

Urbānās ekosistēmas ir veidojušās cilvēka darbības un dabisko ekosistēmu mijiedarbības rezultātā. Tām raksturīga izteikta fragmentācija, kas veidojas uz transporta maģistrāļu un apbūves struktūras fona. Kopējais dabas komponentu, tai skaitā bioloģiskās daudzveidības trūkums un augsnes noplicināšanās pilsētvidē negatīvi ietekmē pilsētas mikroklimatu un gaisa piesārņojuma (Haase et al. 2017). Pilsētvides apstākļos svarīgi ir arī nelielie laukumi, jo arī mikrorajonos, ap mājām augsnes apdzīvotība tik un tā ir augsta (Криьолуцкий 1994).

2.2. Zaļās pilsētas koncepcija

Eiropas komisija ir ieviesusi normatīvus likumdošanā, lai atbalstītu vairākas stratēģijas, kas palīdz attīstīties un ieviest pilsētvidē zili zaļo infrastruktūru (*blue-green infrastructure*). Šie normatīvi ir Zaļās infrastruktūras stratēģija, Bioloģiskās daudzveidības stratēģija, Biotopu Direktīva un Ūdens pamatdirektīva. Šīs iniciatīvas un pašreizējie pētījumi Eiropas Savienības pētījumu programmā Horizon 2020 paredz divus konceptus – Zaļās infrastruktūras un uz Dabas vērtībām balstīti risinājumi. Tas ir nozīmīgs solis, lai iekļautu Eiropas pilsētu attīstību ilgtspējīgas pilsētas koncepcijas gultnē, padarot pilsētu par veselīgu un cilvēka labklājību nodrošinošu dzīvesvietu (Haase et al. 2017).

Zaļās zonas pilsētās var izpildīt dažādas funkcijas, piemēram, atpūtas – rekreācijas funkcijas, ekosistēmu uzturēšanas funkcijas u.c. tāpēc daudzfunkcionalitātes nodrošināšana ir svarīga plānojot un pārvaldot zaļo zonu izvietojumu. Pilsētas zaļās struktūras uzlabošanas pārvaldība ir īpaši nozīmīga urbāno mežu un dabiskās vides saglabāšanas zonām, jo šīs ir vietas, kuras raksturo augsts mazskarts dabiskās vides līmenis un līdz ar to arī dzīvotņu funkcijas (Nastran, Regina 2016).

Pilsētu ekosistēmu pārvaldīšanas procesā nepieciešams ieviest ilgtspējību, kas palīdz tālākā attīstībā, taču lielākais šķērslis tam ir izmaksas, ko sastāda sabiedrisko vietu regulāra apkope.

Organizācijas „Zaļā pilsēta” idejiskais mērķis ir ar autoritāšu, organizāciju un kompāniju, kas ir profesionāli plānošanas un attīstības sektorā, palīdzību informēt un stimulēt interesi veidot pilsētvidi zaļāku un dabas vērtības saudzējošu. (The green city 2017)

Zaļā pilsēta ietver zaļās teritorijas, kas kalpo gan cilvēku mentālās, gan garīgās veselības uzturēšanai un sabiedrības vienotības stiprināšanai. Svarīgākais zaļo zonu izveidošanas un paplašināšanas mērķis tomēr ir pilsētvides toksicitātes mazināšana un „zaļo koridoru” radīšana, lai novērstu pilsētas ekosistēmu sadrumstalotību, kas traucē gēnu apmaiņu starp pilsētvidē eksistējošām sugu populācijām (Haase et al. 2017).

Urbanizācijas procesam attīstoties, pieaug apbūves blīvums, kas veicina vienotās zaļās un zilās ekosistēmu struktūras fragmentāciju. Tās vairs nespēj pildīt virkni svarīgu funkciju, tai skaitā sociālo funkciju, mikroklimata uzlabošanu, piesārņojuma samazināšanu, bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanu, pilsētas vizuālā tēla veidošanu un kopumā samazina katras vietas estētisko un ekonomisko vērtību (Rīgas Dome 2014). Papildus, pilsētvidē tie nodrošina rekreācijas pasākumus un ekoloģisko devumu, piemēram, gaisa un ūdens attīrīšanu, kā arī veido buferteritoriju apgabalus (Nastran, Regina 2016).

Rīgas pilsētas vienoto dabas un apstādījumu telpisko struktūru veido šādi elementi (Rīgas Dome 2014):

- bioloģiskie centri;
- urbānās vides zaļie centri;
- zaļie koridori un takas;
- pilsētai piegulošā zaļā josla;
- ūdens vienotā telpiskā struktūra.

3. DZĪVOS ORGANISMUS IETEKMĒJOŠIE SPECIFISKIE VIDES FAKTORI PILSĒTVIDĒ

3.1. Pilsēta kā siltumsala

Urbanizācijas izplatības ietekmē notiek vērienīga zemes seguma maiņa, kas lauksaimniecībā izmantotās zemes un mežus, pilsētām attīstoties, pārveido apbūvētās teritorijās un dabisko segumu nomaina betonēti un asfaltēti laukumi. Upju un ezeru dabiskie krasti tiek pārveidoti vai pat betonēti. Zemes virsmas seguma izmaiņas ietekmē zemes virsas albedo, kas savukārt izraisa zemes virsmas un gaisa piezemes slāņa temperatūras kontrastainību un iztvaikošanas īpatnības. Zemes izmantošanas veida izmaiņas palielina vidējo gaisa temperatūru esošajās un jaunizveidotajās pilsētās līdz pat 1°C (Eiropas Sociālais fonds 2010). Pilsētas ekosistēmās ilgstošas saimnieciskās darbības rezultātā notiek jauna kultūras slāņa veidošanās urbanizētajā reljefa vidē. Tiek formētas specifiskas pilsētvides augsnes, kas atšķiras no zonālajām augsnēm ar morfoloģisko, fizikāli – ķīmisko un bioloģisko īpašību kopumu. Lielajās pilsētās koncentrējas piesārņojums, un, tā kā pilsētās tiek ražota arī lielākā daļa enerģijas, pilsētas kļūst par “siltuma salām”, attiecībā pret apkārtējām teritorijām (Криьолуцкий 1994). Siltumsalas visbiežāk sastopamas pilsētas centrā. Iedzīvotāji, kuri pievērš lielāku uzmanību un rūpējas par zaļajām zonām, arī ievieš parkos dažādas aktivitātes (Nastran, Regina 2016).

Attīstītās pilsētas ir termodinamiski karstie punkti uz Zemes. Tie veido antropogēnā karstuma emisijas centrus, izstaro karstumu, kas uzkrājas būvniecības materiālos, zema albedo dēļ, karstu mikroklimatu ēku kanjonos, kā arī siltumnīcas efekta veidojošās gāzes, kas rodas pilsētvidē, jo trūkst veģetācijas, kas darbotos kā atvērinošs faktors, nodrošinot evapotranspirāciju. Šīs termālās un mehāniskās īpašības noved pie fenomena – pilsētas siltumsalas (Conry et al. 2015). Siltumsalas apstākļos notiek pastiprināta dažādas izcelsmes piesārņojošo daļiņu pacelšanās gaisā. Gaisu piesārņojošās putekļu daļiņās kalpo kā kondensācijas kodoli un sekmē spēcīgu lietusgāzu veidošanos virs pilsētām.

Pilsētas celtnes nosaka lokālu, katrai vietai specifisku gaisa cirkulāciju – vēja virzienus. Šo faktoru ietekmē izveidoja savdabīgs pilsētas mikroklimats. Lielo un vidējo platuma grādu pilsētās zemes virsas un grunts augšējā slāņa temperatūru ietekmē arī siltumnoplūdes no pazemes komunikācijām, it īpaši siltumtīkliem un notekūdeņu sistēmām. Tas kopumā nosaka, ka pilsētā un tai pieguļošajā piepilsētas teritorijā ir paaugstināta temperatūra, it īpaši pilsētas centrālajā daļā un lielo rūpniecības objektu rajonos (Lee et al. 2017).

3.2. Vides piesārņojums

Bioindikācija palīdz iegūt informāciju un aptvert tās nozīmību par vides stāvokli, cik bīstams ir vai var būt piesārņojums dzīvojamajai zonai vai iedzīvotājiem un dzīvajiem orgaismiem šādās teritorijās (Криьолуцкий 1994).

Ilgspējīga ekosistēmu attīstība ir neapšaubāmi saistīta ar vides kvalitāti. Lai to pārvaldītu viens no galvenajiem uzdevumiem ir identificēt galvenos gaisa un ūdens piesārņotājus un pakāpeniski uzlabot gaisa un ūdens kvalitāti (Nastran, Regina 2016) .

Pētījumi par autotransporta satiksmes ietekmi uz augsni demonstrē augstu smago metālu piesārņojumu. Kā galvenie elementi tiek minēti Cu, Pb un Zn. Šie metāli nonāk augsnē gan no degvielas sadegšanas produktiem, gan no automašīnu ritošās daļas (Santorufu et al. 2012). Pašlaik Pasaulē ir ļoti izplatīti pētījumi par dažādu metālu ietekmi uz augsni, augiem un augsnes faunas sastāvu (piemēram, Қинā – Wei, Yang 2010).

Maskavā veikti pētījumi pierāda, ka, lai arī augsne vairāk kā citas virszemes biocenozes mēdz būt piesārņota, piemēram, ar smagajiem metāliem, spēcīga un intensīva negatīva ietekme netika atzīta pat uz zālājiem, kas atrodas, tiešā šosejas tuvumā. Pētījumus par šo faktoru ietekmi Pasaulē turpina izstrādāt joprojām. Ļoti lielu jūtamam faunas bojāšanu un daudzveidības apspiešanu izraisa sāls kaisīšana un ceļiem un celiņiem parkos, augsnes izžūšana un gaisa piesārņojums ar gāzu maisījumiem, piemēram, slāpekļa oksīds un sēra dioksīds, nelabvēlīgi ietekmējot augsni (Криьолуцкий 1994).

Dabas elementu saglabāšana un uzturēšana publiskajā telpā ir svarīga estētisko, sociālo, veselības, sanitāro aizsardzības un ekoloģisko iemeslu dēļ. Pilsētu attīstībai iesaka dot priekšroku degradēto vietu koncentrācijai un reģenerēt šīs teritorijas, labāk nekā izmantot un apbūvēt vēl neizmantotas, brīvas teritorijas. Tas palīdz telpiskajā plānošanā racionalizēt urbāno teritoriju izmantošanu un nosaka attiecības starp blīvi apbūvētām un neapbūvētām teritorijām (Nastran, Regina 2016) . Transporta līdzekļu kustības, apbūves īpatnības un pilsētvides biotopu fragmentācija, izmaina piesārņojuma telpisko sadalījumu un būtiski ietekmē mitruma cirkulāciju augsnē (Haase et al. 2017).

Pamatprincips kompleksai aizsardzībai ir integrālā augsnes ekosistēmas aizsardzība, jo atsevišķa katra augsnes faunas grupu kontrole ir neiespējama (Криьолуцкий 1994).

3.3. Teritoriju apsaimniekošana

Lai samazinātu urbanizācijas ietekmi uz klimatu un labāk pielāgotos klimata izmaiņām, kā arī mazinātu siltumsalās efektu, urbānajā vidē nepieciešams samazināt siltumnīcefekta gāzu emisijas no ēkām un satiksmes. To var panākt ar pilsētvides plānošanu – veidojot vēju koridorus, saglabājot zaļās teriotrijas un ilgtspējīgi izmantot urbānos mežus (Nastran, Regina 2016).

Rīgas pilsētas parku un mežu apsaimniekotājs ir SIA "Rīgas meži", kas ir arī pašvaldībai piederošs uzņēmums. „Rīgas mežu” apsaimniekošanas kompetencē ir uzturēt Rīgas dārzus un parkus, kā arī atpūtas parku „Mežaparks”. Kopumā Rīgā ir 252,6 ha dārzu, parku, skvēru un apstādījumu platība, kopumā sastādot 105 objektus, par kuru kvalitāti atbild „Rīgas meži”. Savukārt Rīgas un Jūrmalas pilsētu administratīvajās teritorijās atrodas 4601,6 ha meža zemju, kas arī ir šīs pašvaldības uzņēmuma pārvaldības kompetencē (Rīgas meži 2010).

Rīgas parku un dārzu teritorijas sadalītas divās daļās – Rīdzenes iecirknis, kas ir Daugavas labais krasts, un Pārdaugavas iecirknis – atrodas Daugavas kreisajā krastā (Rīgas meži 2010).

Pilsētu ekosistēmu pārvaldīšanas procesā nepieciešams ieviest ilgtspējību, kas palīdz tālākā attīstībā, taču lielākais šķērslis tam ir izmaksas, ko sastāda sabiedrisko vietu regulāra apkope (Nastran, Regina 2016).

Pēc Rīgas domes saistošajiem noteikumiem Nr.54 „Rīgas teritorijas un tajā esošo ēku un būvju uzturēšanas noteikumi” namīpašumu, gruntsgabalu, pagalmu un piegulošo teritoriju uzturēšana un kopšana notiek zemes īpašnieka uzraudzībā. Likums paredz, ka „*piegulošo teritoriju, ietvju, brauktuvju tekņu (1 m platumā), brauktuvju līdz brauktuves ass līnijai (ja ielas braucamās daļas tīrīšanu pašvaldība neveic centralizēti), zālienu (līdz brauktuvei) un ceļa grāvju sakopšana, kā arī zāles nopļaušana, iebrauktuvju sakopšana, zāles nopļaušana ap fizisko personu īpašumiem līdz 5 m, juridisko personu īpašumiem līdz 25 m platā joslā vai atbilstoši saskaņojumam ar attiecīgās Rīgas priekšpilsētas (rajona) izpilddirekciju, - vismaz 3 reizes sezonā (zāles garums nedrīkst pārsniegt 20 cm)*” (Rīgas teritorijas un tajā .. 1999). Pašvaldība var veikt apstādījumu pļaušanu centralizēti, tomēr ir ārkārtīgi daudz citu uzņēmumu, kas nodarbojas tieši ir pļaušanas pakalpojumu sniegšanu Rīgā.

3.4. Biotopu fragmentācija

Urbanizācijas procesam attīstoties, pieaug apbūves blīvums, kā dēļ notiek vienotās zaļās un zilās struktūras fragmentācija, tā nespēj pildīt paredzētās funkcijas -sociālo, mikroklimata

uzlabošanas, piesārņojuma samazināšanas, bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanas, pilsētas vizuālās tēla veidošanas funkciju (Rīgas Dome 2014). Atšķirībā no pilsētā sastopamajām, savvaļas sugas morfoloģiski var izskatīties mazāk paredzamas, jo augstums, lapu krāsa, lapu lielums un ziedēšana var mainīties balstoties uz ģenētisko daudzveidību, jo pilsētā, biotopu sadrumstalotības dēļ, daudzveidība netiek nodrošināta, tāšpēc labiekārtotu ainavu augi ir daudz prognozējamāki morfoloģisko pazīmju izpausmēs (Threfall, Kendal 2018).

Bioloģiskos centrus Rīgā veido meži, lielie pilsētas nozīmes parki, mežaparki vai to koncentrācijas vietas. Urbānās vides zaļie centri ir apbūves teritorijas ar paaugstinātu apzaļumošanas pakāpi, un tos veido mazstāvu dzīvojamā apbūve un daudzstāvu dzīvojamās apbūves plašie pagalmi. Šīs teritorijas līdz ar dzīvojamo funkciju pilda kompensācijas funkciju – tās uzlabo pilsētas mikroklimatu, samazina gaisa un trokšņa piesārņojumu, kā arī nodrošina rekreācijas iespējas blakus esošo blīvi apbūvēto teritoriju iedzīvotājiem (Rīgas Dome 2014).

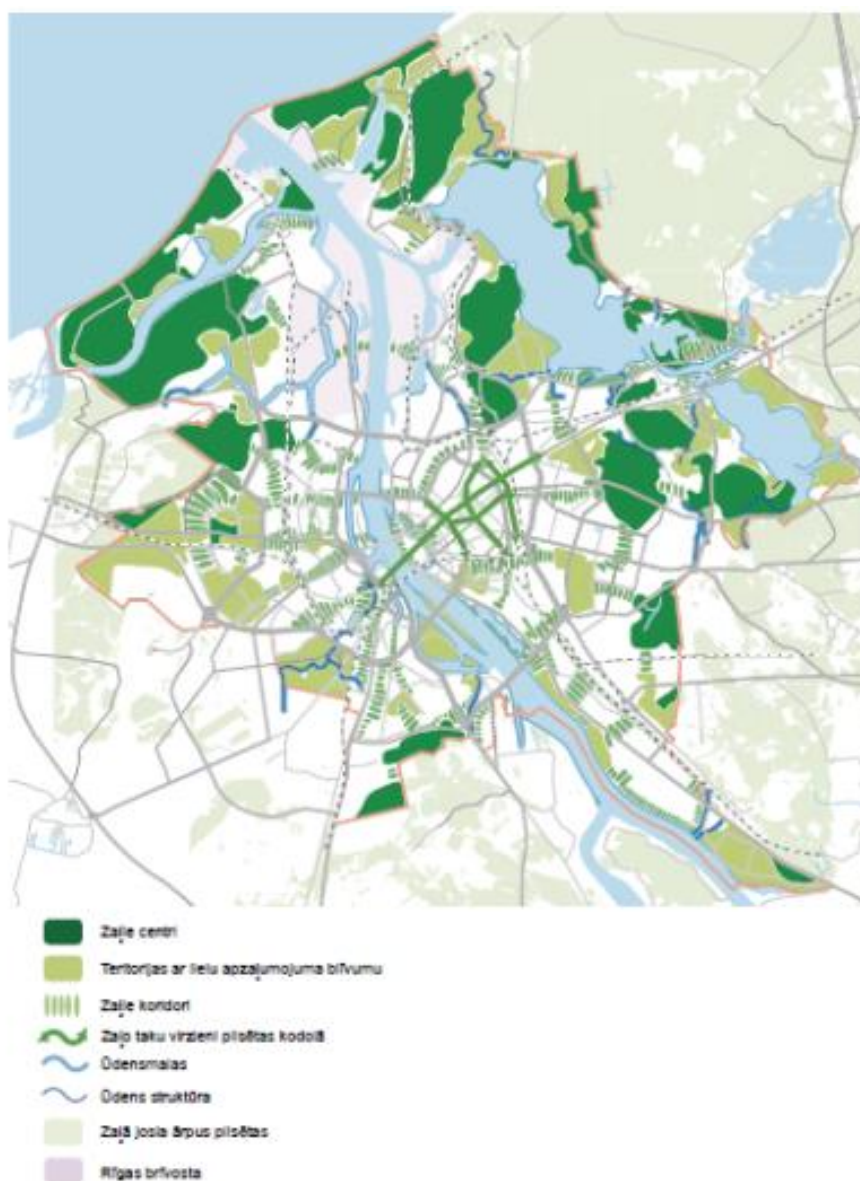
Zaļos koridorus veido mazstāvu dzīvojamā apbūve, atsevišķi parki un skvēri, daudzstāvu dzīvojamās apbūves plašie pagalmi un ūdensmalas. Zaļo koridoru pamatelements ir esošie parki, skvēri un to infrastruktūru turpmākajā plānošanas procesā nepieciešams detalizēt, piemēram, ar bērnu rotaļlaukumiem, gājēju un velobraucēju infrastruktūru, ielu sporta un vingrošanas aktivitāšu elementiem, suņu pastaigu laukumiem u.c. aktivitātēm (Rīgas Dome 2014). Zaļie koridori pilda arī pārvietošanās funkciju tie nodrošina iedzīvotājiem iespēju pārvietoties no viena zaļās struktūras centra uz otru pa kvalitatīvu un vizuāli pievilcīgu pilsētas telpu kā arī pārvietošanās iespējas arī pilsētā dzīvojošiem dzīvniekiem.

Zaļās takas un ūdensmalas veido ielas ar alejveida apstādījumiem un ūdensmalas, kuru funkcija ir nodrošināt iedzīvotājiem pārvietošanās iespējas kvalitatīvā pilsētvidē, kā arī piekļuves iespējas pilsētas ūdeņiem un iespēju pārvietoties gar tiem (Rīgas Dome 2014).

Pilsētas kodolā definēti zaļo taku virzieni, to novietojums un funkcionālais piepildījums ir nosakāms un vēl atrodas plānošanas stadijā. Pilsētai perifērijā ir plašas dabas un rekreatīvās teritorijas, taču tās nav savienotas ar zaļās struktūras elementiem pilsētas centrālajā daļā (3.1. attēls). Tradicionālie ainavu kopšanas pasākumi (un ne tikai ainavu) ietver pļaušanu, atzarošanu mirušu koku izvešanu, nezāļu kontroli, lai panāktu stabile ainvas izskatu un samazinātu risku. Ainavas pārveidošana, biotopu zudumi un ainavu sadrumstalotība, ko izraisa pelēkā infrastruktūra (tradicionālā infrastruktūra), rada nopietnus draudus pilsētvidei padarot to neilgtspējīgu (Threfall, Kendal 2018).

Telpu savstarpējo savienojumu veido ilgtspējīgas zaļās takas. Izstrādājot zaļo taku projektu, jāparedz atpūtas stūrīšu veidošana. Zaļās struktūras telpas apkaimē tiek savienotas ar zaļajām takām, bet priekšpilsētu un kodolu savstarpēji savieno zaļie koridori (Rīgas Dome 2014).

Apdzīvotās vietas pilsētas perifērijā - *Zaļā savrupmāju struktūra*, kas ir savrupmāju un mazstāvu apbūve ar lielu apstādījumu īpatsvaru, rekreācijas iespējām, šādas vietas ir, piemēram Vecāķi, Dārziņi, Bergi (Rīgas Dome 2014). Svarīgi šīs teritorijas saudzēt, saglabājot iedzīvotājiem rekreācijas iespējas pilsētvidē.



3.1. attēls. Rīgas ilgtspējīgas attīstības stratēģijas dabas teritoriju attīstības vadlīniju plāns. (Avots: Rīgas ilgtspējīgas attīstības stratēģija 2030. gadam).

4. PILSĒTAS EKOSISTĒMU STRUKTŪRA UN KLASIFIKĀCIJA

4.1. Galvenie biotopu veidi

Pilsētās pārsvarā sastopamas tehnogēnās augsnes, tās ir pakļautas dažādiem tehnoloģiskiem procesiem, tai skaitā irdināšanai, laistīšanai, nomīdīšanai, pārrakšanai vai mulčēšanai un, tā kā augsnes iemītņieki reaģē uz dzīvesvietu struktūras izmaiņām, sugu sadalījums, skaits un biokopu struktūra var ievērojami atšķirties atkarībā no minēto antropogēno ietekmju spektra un intensitātes dažādos pilsētvides biotopos. Ilgstoša tehnogēno faktoru un piesārņojuma ietekmē var palielināties toleranto sugu īpatsvars (Santorufo et al. 2012). Pilsētu augsnēm ir raksturīgi, ka to virsējais augsnes slānis ir biezāks par 50 cm (Scharenbroch 2004)

Organisko vielu, slāpekļa un mikrobioloģiskās aktivitātes straujāks pieaugums rodas ar meža sugu ieviešanos (Scharenbroch 2004).

4.2. Ekoloģiskie gradienti

Izstrādātas vairākas metodiskās pieejas, kā salīdzināt pilsētvides faktoru ietekmi un augsnes ekosistēmu biodaudzveidību. Mozaīkas izveirtojums iezīmē pilsētas zonējumu no centra (lielāka sadrumstalotība) uz nomalēm. Atkarībā no to novietojuma, vienādos apdzīvojamības tipos novērojamas ekolo – faunistiskas atšķirības, kuru noteikšana ir galvenais pilsētas gradientu raksturojuma uzdevums.

Galvenais urbāno gradientu eksistēšanas iemesls ir zonējums, ko nosaka pilsētas apbūves un arī apkārtējās vides izmantošanas raksturi. Parasti izceļ sekojošas zonas:

- no piepilsētas (ar lauksaimniecisku vai mežsaimniecisku izmantošanu)virzienā uz pilsētas centru;
- nomale/ izgāztuves , atpūtas zonas ar parkiem, dārziem, sporta laukumiem;
- brīvā apbūve:
 - viengimeņu, divgimeņu (rindu) mājas ar nelieliem dārziem;
 - vielaīdus apbūve ar parkiem, skvēriem, alejām starp apbūvi un dārziem pagalmos;
 - vienlaidus kvartālu apbūve ar apzaļumotiem iekšpagalmiem.

- vienlaidus apbūve (kvartāli ar betonētiem vai asfaltētiem pagalmiem ar atsevišķiem kokiem un zālājiem) (Клашнитцер 1990).

Laukumiem tiek izmantots cits zonu iedalījums:

- zaļo laukumu pārsvars (zālāji, koku grupas);
- kokaudžu pārsvars (blīvi augoši koku, krūmu puduri);
- asfaltēti, betonēti laukumi starp zaļajiem laukumiem (platas ielas, šosejas);
- brīva apbūve ar augstu zaļo laukumu daļu;
- mākslīgo segumu laukumi ar blīvu grunti un atsevišķām ēkām (fabrikas, rūpnīcu teritorijas, ostas);
- blīva iekšpilsētas apbūve ar ierobežotu apzaļumošanu;
- blīvs iekšpilsētas apbūve 4-6 stāvu ēkas (Клашнитцер 1990).

Pie lauksaimnieciskas darbības un dārzkopības aktivitātēm (lielākās platībās) piepilsētās, darbojas R – H gradients (no latīņu val. *rusticus* – *hortus* jeb ciemats - dārzs). Visas, uz šo gradient attiecināmās vides apdzīvojamība ir atšķirīga, bet ekoloģiski skatoties viena plāna raksturojums. Pie šī apraksta pieder, piemēram, regulāra augsnes pārvešana un apstrāde, pilna, parasti ikgadēja zemes apvelšana, stādmateriālu izmantošana, bieži arī monokultūru audzēšana, lauksaimniecībai paredzēts aprīkojums, arī pesticīdu lietošana un laistīšana (Клашнитцер 1990).

Tāpat var izdalīt arī R – M gradientu (*rupes* – *murus* jeb klints – siena), kas nosaka to, ka apkārtnē ir akmeņaina, pārakmeņojas, un faunas pāreju uz to. Zonēšanai izmanto putnu grupu ligzdošanas vietas, attiecīgi uz dažādām augsnēm, atšķirīga augstuma ēku jumtiem (Saemann 1970, Клашнитцер 1990).

C – C gradients (*caverna* – *cella* jeb ala – kamera), kas apraksta pāreju no dzīves alās uz pagrabu apdzīvošanu (Клашнитцер 1990).

Gradients A – E (*arbor* – *eremus* jeb koks – tuksnesis) raksturo pāreju no meža zemju ilggadīgu lauku apdzīvotību uz akmeņainu apkārtni (Richter 1984). Pilsētās, kas atrodas mežainā apvidū, šis gradients pastāv gandrīz vienmēr. Tuksnešainākas zonas pilsētās bieži centrā ir vietas ar trūcīgu zaļo zonu struktūru. *Arbor* atbilst mazpārveidotiem mežiem, kas aizņem plašās teritorijas aiz pilsētas robežām, savukārt *Eremus* atspoguļo pilsētas apbūvi,

asfaltētas teritorijas un dabiskas augsnes trūkumu. Iespējams arī apgrieztais E – A gradients, kas pilsētas centrā vērojami apjomīgi koku stādījumi (Клаушнитцер 1990).

5. PĒTĪJUMI PAR AUGSNES FAUNU PILSĒTĀS

5.1. Pētījumi pasaules lielpilsētās

Ir veikts ļoti daudz pētījumu par sīkposmkāju sabiedrību lielākajās pasaules pilsētās uzsverot to, ka tie var būt pilsētvides stāvokļa bioindikatori. Tomēr ļoti daudz kas ir atkarīgs no režīma kādam ir pakļauta teritorija. Parauglaukumos lielāko daļu sastāda kolembolas un augsnes ērces, kuras parasti arī izvēlas kā pētījumu modeļobjektu. Visvairāk bezmugurkaulnieku iespējams atrast rudenī, pārējos mēnešos šīs atšķirības ir samērā nelielas (Santorufo et al. 2012). Arī pašā pilsētas centrālajā daļā var atrast daudz objektu, kas ir noderīgi novērošanai – bezmugurkaulnieki – gan augsnes virskārtas, gan dziļāku augsnes slāņu iemītnieki, kas vislielākajā mērā izjūt gan tiešo, gan netiešo rekreācijas slodžu ietekmi. Jo slodžu rezultātā vai izjaukta augsnes iemītnieku struktūra, kas noved pie sugu sastāva, skaitliskuma, laukuma apdzīvotības raksturlielumu samazinājuma, un līdz ar to arī visām no tā ierietojām sekām (Криьолуцкий 1994).

Vidusjūras reģiona pilsētā Neapolē novērojama sakritība – pieaugot kolembolu skaitam, samazinās augsnes ērcu (Acarina) skaits un otrādi, pie kam kolembolu skaits palielinās pavasarī, bet ērcu skaits rudenī. Liela ietekme ir nokrišņu daudzumam un laika apstākļiem vairāku mēnešu garumā. Augsnes sīkposmkāju skaita izmaiņas ir saistāmas ar ļoti siltām un sausām vasarām, kad tie tikpat kā vairs nav sastopami, bet pēc stiprām lietusegāzēm, to skaits strauji pieaug (Santorufo et al. 2014).

Liela negatīvu ietekmi rada pārāk spēcīgs lietus, jo bieži vien tas spēj aizskalot no augsnes organiskās vielas (Santorufo et al. 2014). Paejot ilgākam laikam, kopš augsnei radīti traucējumi, pieaug organisko vielu daudzums (Scharenbroch 2004).

Neapolē veiktajā pētījumā uzsvērts, ka vietējo augšņu kolembolas ir ārkārtīgi jutīgas pret stipru piesārņojumu ar smagajiem metāliem. Bez mugurkaulnieku struktūra ir atkarīga no augsnes īpašībām, savukārt kādas specifiskas sugas neesamība konkrētā vietā var norādīt uz piesārņojumu. Visizturīgākās mezofaunas grupas pilsētas augsnēs ir augsnes ērces, enhidrīdi, kolembolas un nematodes, savukārt visjutīgākās augsnes īpašību ziņā izrādījušās kolembolas (Magro et al. 2013). Būdam viena no galvenajām grupām mežu biocenožu dzīvē, kā arī būdam aktīvākā augsnes veidotājgrupa, augsnes bezmugurkaulnieki lielā mērā nosaka biocenozes pamattipu atjaunošanos pie slodžu izmaiņām, t.i., to noturību un atjaunošanos pie biotopos notiekošajām izmaiņām (Криьолуцкий 1994).

Oribatīdas tiek uzskatītas kā vienas no galvenajiem faktoriem, kas nosaka augsnes stāvokli, jo tām raksturīga lēna attīstība, tāpat arī kolembolas norāda uz augsnes stabilitāti (Magro et al. 2013). Dažādu bezmugurkaulnieku taksonomisko grupu klātbūtne augsnē var norādīt uz vides stresa faktoriem, indicējot pavisam nelielas bioloģiskās izmaiņas biokopā (Santorufo et al. 2012).

Konstatēts, piemēram, ka ceļmalu augsnes ar ļoti nelielu organisko vielu daudzums, to nedaudz, tikai par 0,6% uzlabojot, var panākt vērienīgas izmaiņas augsnes funkcionalitātē. Transporta maģistrālēm pieguļošās augsnēs, tāpat kā pilsētvides augsnēs, dominē kolembolas un ērces, kas šeit veic organiskā materiāla noārdīšanu un augsnes mikrostrukturā veidošanu. Oribatīdas var spēcīgi ietekmēt māla daļiņu mijiedarbību ar organiskajām vielām, tādējādi uzlabojot augsnes struktūru, un, līdz ar to, spēju saistīt mitrumu (Magro et al. 2013).

Ir ārkārtīgi svarīgi izprast augsnes faunas komponentu savstarpējās attiecības, lai noskaidrotu augsnē notiekošo dabisko procesu norisi, kā arī noskaidrot iespējamo piesārņojuma ietekmi (Amossé et al. 2016).

Neapolē veiktajos pētījumos pilsētas mazdārziņā konstatēts augstāks kolembolu blīvums nekā mežos un pļavās, bet viszemākais tas bija vīnogu laukā un aramzemē (Santorufo et al. 2014). Vienlaikus aramzemēs bija vērojams lielāks ērcu īpatsvars salīdzinot ar kolembolām, bet mežos un pļavās kolembolu un ērcu blīvums bija gandrīz vienāds. Antropogēnā faktora ietekmē izmainījās augsnes fizikāli ķīmiskie parametri, kas arī ietekmē augsnes sīkposmkājus. Mezofaunas blīvums bija lielāks augsnēs ar mazāku smago metālu (Cu, Pb) piesārņojumu (Santorufo et al. 2014). Dažādas augsnes un to izmantošanas veidi atšķiras pēc mezofaunas grupu sastāva (Joimel et al. 2017).

Kolembolas ir visbiežāk sastopamā mezofaunas pārstāvju kārtā pilsētvides augsnēs, kas izskaidrojams ar augsto reprodukcijas spēju pat urbānā vidē. Par spīti antropogēnajiem faktoriem, tādiem kā piesārņojums, iedzīvotāju pārvietošanās, organiskā materiāla nepietiekamība un mitruma līmeņa samazināšanās, tās spēj pielāgoties un izveidot pilsētai piemērotu sabiedrību ar zemākām vides prasībām (Benckiser 2007).

Urbānās vides nestabilitāte izsauc izmaiņas daudzu dzīvo būtņu biokopu struktūrā, novērojama biotopu un biokopu fragmentācija, daudzu dzīvnieku, to skaitā putnu un kukaiņu populācijas tiek telpiski izolētas, tāpēc pilsētvidē īpašu nozīmi iegūst zaļie koridori. Vislielāko ietekmi tas atstāj uz augsnes iemītniekiem, kuru pārvietošanas iespējas ir ierobežotas. Lai saglabātu to populāciju dzīves vidi daudzās pasaules lielpilsētās, tai skaitā

ir centieni saglabāt Maskavā, plānojot pilsētas apbūvi, tik veidotas veidojot piepilsētas zonas, piemēram, rekreācijas mežus un pļavas upju krastos, mazākā mērā laukus un dārzus (Криьолуцкий 1994).

5.2. Augsnes mezofaunas pētījumi Rīgā

Rīgā līdz šim veikti tikai daži pētījumi par augsnes mezofaunu. I. Lapiņa (1988) gadā veikusi faunistiskus pētījumus par Mesostigmata ērcēm Rīgas un Jūrmalas teritorijās, uzrādot 50 sugas pilsētas mežos un parkos. Veikts ekoloģisks pētījums par Rīgas pilsētas priežu mežu augšņu bezmugurkaulnieku daudzveidību Mežciema un Juglas priežu mežos (Telnov, Salmane 2015). Konstatētas 29 oribatīdu, 25 Mesostigmata ērcu un 16 kolembolu sugas. Paraugos dominēja sīkposmkāji (95%). Pēc pētnieku (Telnov, Salmane 2015) domām indivīdu blīvums labāk atspoguļo augsnes īpašības nekā sugu daudzveidība, tāpēc svarīgi noskaidrot kuras no sugām ir pārstāvētas ar vislielāko indivīdu skaitu paraugā. Augsnes organisko vielu sadalīšanā svarīgāka loma ir kolembolām, taču skābākās augsnēs biežāk sastopamas oribatīdērces. Mesostigmata ērcēm ir svarīgs citu sīko bezmugurkaulnieku skaits, viens no nozīmīgākajiem šo plēsīgo ērcu barības objektiem ir kolembolas (Telnov & Salmane 2015). Kolembolas savu blīvuma maksimumus sasniedza maijā un oktobrī, savukārt oribatīdērces – oktobrī. Tomēr minētajā pētījumā iegūtie dati liecina, ka liels oribatīdu daudzums ir sastopams arī aprīlī. Mesostigmata ērces savu maksimumu sasniedz līdz ar to galvenā barības objekta kolembolu skaita pieaugumu (Telnov & Salmane 2015).

5.3. Rīgas pilsētas ekoloģiskais raksturojums

Pilsētvides apstākļos visas dzīvo organismu grupas saskaras ar spēcīgām nelabvēlīgām vides izmaiņām, pirmkārt jau strauju, dzīvošanai piemērotu biotopu platību samazināšanās dēļ, otrkārt, dažu organismu eksistencei vitāli svarīgu vides faktoru izmaiņu dēļ (Криьолуцкий 1994).

2007. gada veiktajā apstādījumu inventarizācijas pētījumā par Holandes liepu veselības stāvokli Rīgas pilsētā konstatēts, ka Rīgas centra apstādījumiem ir slikta kvalitāte. Tas noteikts balstoties uz liepu vainagu bojājumiem un nekrozēm. Kā galvenais faktors minēts sāls, ko izmanto ziemās ledus kausēšanai. Rīgas pilsētā vērojama nepastāvīga dinamika sāls iedarbībā (Čekstere 2010), jo vienas ielas ietvaros var mainīties sniega, augsnes un liepu lapu ķīmiskais sastāvs. Tātad Rīgas centrs nav homogēna pilsētvide.

Rīgas ilgtspējīgas attīstības stratēģijā ir minēts, ka publiskā ārtelpa ir jāveido kā uz ekoloģisko jeb dabas apziņu vērsts pilsētas modelis, uzsverot, ka tas jāveicina galvenokārt pilsētas perifērijā. Svarīgākais ir nodrošināt sabiedrībai pieejamu, daudzveidīgu atpūtu un rekreāciju dabā. Šīs telpas veidotas kā „zaļais un zilais loks”, un paredz, ka tās apmeklēs ne tikai konkrētās apkaimes iedzīvotāji bet arī cilvēki no pilsētas kodola. Tas paredz lielāku slodzi telpai un videi, tāpēc paredz attiecīgos aizsargmehānismus vietām, kur tas nepieciešams. Stratēģija piedāvā Rīgas vidē mazpārveidotu teritoriju pieeju iedzīvotājiem, viena no tādām ir pilsētas mežu ekosistēmas (Rīgas Dome 2014).

Noskaidrots, ka mikroelementu (Mo, Zn, Cu, kā arī Fe) un smago metālu (Pb, Ni, Cr un Cd) koncentrācija apstādījumu augsnē un koku lapās tomēr nepārsniedz pilsētvidei raksturīgo līmeni (Čekstere 2010). Tāpat Rīgas pilsētā dominējošā mezofaunas grupa ir Collembola, kas sasniedza pat 11 699 ind./m² (Maslova 2006) savukārt dārzos

6. MATERIĀLS UN METODIKA

6.1. Biotopu izvēle un paraugu ievākšana

Pētījums veikts Rīgas pilsētas zaļajās zonās, paraugu ņemšanas vietas izvēloties uz pilsētvides gradienta *Arbor – Eremus* (koks - tuksnesis), kur *Arbor* atbilst mazpārveidotiem mežiem, kas aizņem plašās teritorijas aiz pilsētas robežām, savukārt *Eremus* atspoguļo pilsētas apbūvi, asfaltētas teritorijas un dabiskas augsnes trūkumu (Клаушнитцер 1990). Veicot parauglaukumu izvēli no Rīgas centra jeb kodola uz pilsētas perifērijām, izvēlēti sekojoši gradienta elementi: pilsētas centra ielu malu zālāji, parku teritoriju zālāji privātmāju dārzu zālāji, kapsētu zālāji, pilsētas meži, piepilsētas meži. Parauglaukumu izvēle veikta sākotnēji izpētot tālīzpētes materiālus un nospraužot potenciālās parauglaukumu vietas uz kartes virzienā no pilsētas centra uz austrumiem (2. pielikums). Izvēlētās vietas tika apsekotas dabā veicot izbraukumus uz tām. No katra pilsētvides gradienta elementa veida tika izvēlēti 2 - 4 parauglaukumi (7.1. tab.).

7.1. tabula

Parauglaukumu sadalījums pa pilsētvides gradienta elementiem.

| Pilsētvides gradienta elements | Parauglaukuma apzīmējums | | | |
|--------------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|----------------|
| Ielu malu apstādījumu zālāji | Hanzas iela | 13. janvāra iela | Esplanāde | |
| Pilsētas parki (zālāji) | Vērmanes dārzs | Viesturdārzs | Ziedoņdārzs | Grīziņkalns |
| Piemājas dārzi (zālāji) | Brīvības iela 1 | Brīvības iela 2 | Krosa iela | Struktoru iela |
| Kapsētas (zālāji) | Lielie kapi | Raiņa kapi | | |
| Pilsētas meži | Berģu mežs | Šmerļa mežs | Mežaparks | Juglasciems |
| Piepilsētas meži | Langstiņi | Ropaži | Pie Gaujas mežs | Garkalne |

Katrā no parauglaukumiem tika noskaidroti specifiskie antropogēnie faktori tādi kā zālāja apstrāde (pļaušana), nobiru aizvākšana, mulčas izmantošana un to iedarbības intensitāte. Parauglaukumos tika noteikta veģetācija un tās daudzveidība, kā arī noņemti augsnes paraugi ķīmiskajām analīzēm. Dabaszinātņu akadēmiskā centra Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Augšņu laboratorijā noteikta augsnes reakcija ar pH-metru KCl šķīdumā un organiskās vielas saturs pēc Tjurina. Katram augsnes paraugam analīzes veiktas trīs atkārtojumos. Augsnes mitrums netika noteikts, jo pētījumu laikā un mēnesi pirms tam bija novērojams ekstremāls nokrišņu daudzums (septembrī, vidēji Latvijā 95% virs mēneša normas (LVĢMC 2017), tāpēc augsnes mitrums nebija uzskatāms par limitējošu vides faktoru.

Mezofaunas paraugu ievākšana veikta 2017. gada septembra beigās un oktobra sākumā, jo saskaņā ar agrāk veiktajiem pētījumu rezultātiem, šajā laikā vērojama sīkposmkāju skaita palielināšanās. Kopumā paraugi ievākti 21 parauglaukumā. Katrā parauglaukumā (10-20 m²) ar augsnes urbi (5 cm diametrā, laukums – 78,5 cm², 5-10 cm dziļumā) noņemti trīs nejauši paraugi dažādās parauglaukumu vietās, kuri, lai izlīdzinātu sīkposmkāju iespējamo indivīdu telpisko agregāciju ietekmi uz iegūto rezultātu, pirms ekstrakcijas tika apvienoti vienā. Atkarībā no vietas apstākļiem paraugi tika ņemti uz iedomātas taisnes, piemēram, gar ielas malu, paralēli ielai. Paraugi tika ņemti zālāja nogabala vidusdaļā. Augsnes paraugi ievietoti polietilēna maisiņā, etiķetēti un nogādāti LU Bioloģijas institūtā Salaspilī.

6.2. Augsnes sīkposmkāju izdalīšana un uzskaitē

Sīkposmkāju ekstrakcijai no augsnes paraugiem izmantoti Tullgrena tipa fototermoelektori ar 25 W kvēlspuldzēm. Ekstrakcijas ilgums 2 nedēļas. Ievāktie sīkposmkāji līdz apstrādei uzglabāti Petri platēs spirta, glicerīna un ūdens šķīdumā. Sīkposmkāju skaitīšana un šķirošana veikta zem binokulārās lupas ar maksimālo palielinājumu līdz 40 reizēm. Darba autore veikusi materiāla šķirošanu pa lielajām taksonomiskajām grupām – Collembola, Oribatida, Mesostigmata. Kolembolas sašķirotas pa trim dzīvības formām – epigeiskās, hemiedafiskās un euedafiskās sugas (3. pielikums). Oribatida dzimtu uzskaiti veicis Dr.biol. Uģis Kagainis (5.pielikums), Mesostrigmata dzimtu uzskaiti Dr.biol. Ineta Salmane (4. pielikums), bet kolembolu dzimtu uzskaiti M.sc. Edīte Juceviča (6. pielikums), par ko darba autore minētajiem pētniekiem izsaka pateicību.

6.3. Datu analīze

Datu pirmapstrāde veikta izmantojot datorprogrammu *Microsoft Office Excel 2007*, kurā tika veidotas tabulas, taksonomisko grupu apkopojums un korelāciju diagrammas.

Taksonu un parauglaukumu ordinācija veikta ar PC-ORD 7 paketes programmām. Parauglaukumu ordinācija pēc galvenajām sīkposmkāju grupām veikta ar galveno komponentu analīzi (PCA), jo matrica saturēja maz 0 vērtības. Parauglaukumu ordinācija pēc sīkposmkāju dzimtām veikta, izmantojot nemetrisko multidimensionālo skalēšanu (NMS). Abos gadījumos dati pirms apstrādes un ievadīšanas galvenajā matricā (*main matrix*) logaritmēti. Dati par augsnes pH un organiskās vielas saturu ievadīti otrajā matricā (*second matrix*).

Parauglaukumu izvietojuma kartoshēmas izstrādātas karšu laboratorijā ar programmu ArcMap, izmantojot GIS Latvija 9.2 datubāzes un Ortofoto kartes.

7. REZULTĀTU ANALĪZE

7.1. Parauglaukumu raksturojums

Paraugu ievākšanas punktus pilsētā parauglaukumi izvēlēti vietās ar zālāju veģetāciju, tādējādi maksimāli izslēdzot mehānisko ietekmi uz augsnes sakārtu (7.1. tab.). Mežos parauglaukumi izvēlēti starpkoku telpā viendabīgās ar meža nobirām un sūnām klātās vietās.

Var izšķirt četrus potenciāli nozīmīgākos antropogēnos faktorus, kuri varētu ietekmēt augsnes mezofaunu pilsētas ekosistēmās: augsnes piesārņojums, nobiru aizvākšana, pļaušana, nobradāšana. Minēto faktoru nozīme atšķiras ne vien pēc attāluma no pilsētas centra, bet arī pēc biotopu dabiskuma pakāpes un teritoriju lieluma un fragmentācijas (7.2. tab.). Tas ļauj izkārtot pilsētvides gradienta elementus uz gradienta pēc to potenciālās noslodzes intensitātes.

Ielu apstādījumu apdobju zālāju augsnes pakļautas vislielākajai antropogēnajai slodzei: ielu remontdarbi, transportlīdzekļu radītais piesārņojums, iespējamā sāls ietekme, nobradāšana. Tādēļ zālājos augājs pa lielākai daļai skrajs un koku nobiras aizvāktas (Esplanāde, 13. janvāra iela), izņemot Hanzas ielu (1. pielikums).

Antropogēno slodžu hipotētiskais sadalījums pa pilsētvides gradienta elementiem

| Antropogēnais faktors | Pilsētvides gradienta elementi | | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|-------|----------------|----------|---------------|------------------|
| | Ielu malu apstādījumi | Parki | Piemājas dārzi | Kapsētas | Pilsētas meži | Piepilsētas meži |
| Piesārņojums | | | | | | |
| Nobiru aizvākšana | | | | | | |
| Pļaušana | | | | | | |
| Nobradāšana | | | | | | |

Apdobēs liela ietekme ir piesārņojumam, tai skaitā ziemā izmantotās sāls NaCl ietekmei no blakus esošajiem autoceļiem, bet sistemātiskās augu atlieku un biomasas aizvākšanas dēļ organiskās vielas augsnē nespēj uzkrāties. Apdobēs liela problēma ir augsnes sablīvēšanās faktoram, jo augsne bieži tiek nomīdīta, par ko liecina arī vietām vāji attīstīts, skrajš, zems augājs. Pilsētas parkos liela problēma ir augsnes sablīvēšanās, jo vasaras mēnešos parkos iedzīvotāji bieži vien zālienus izmanto atpūtai, organisko vielu daudzumu saglabā nelielas nobiras no apkārt esošajiem kokiem (pilsētas parkos bieži izplatīti), kā arī iespējamie organisko vielu (šķeldas, kūdras u.c.) ienesumi parku dobēs. Regulāra pļaušana nedaudz iedarbojas uz augsnes sablīvēšanu, kā arī ne visos parkos nopļautā masa arī paliek kā papildus organisko vielu avots, ko mēdz aizvākt, jo tas traucē pilsētvides estētiskajam noformējumam.

Pilsētā esošie dzīvojamo ēku iekšpagalmi retos gadījumos ir pakļauti nelielai autotransporta ietekmei, taču lielāka ietekme ir nobradāšanai kā arī piesārņojumam ar dažādiem atkritumiem. Privātmāju dārziem ir augstāka videi labvēlīgo faktoru esamība, jo dārzi tiek pļauti un uzturēti kārtībā, kas nodrošina sava veida barības vielu garantu. Pētītajos dārzos gan paraugu vietas atrodas mauriņos, kas nav bijuši uzarti vairākus gadus, tāpēc sablīvēšanās iespējas arī pastāv, tomēr tā nav publiska telpa, kur novērojama aktīva pārvietošanās.

Kapsētas pakļautas pārsvarā pļaušanas ietekmei, jo tā ir publiska telpa, kuras uzturēšana kārtībā ir ētiska prasība. Nobradāšanai ir būtiska ietekme, jo Lielie kapi Rīgā tiek izmantoti arī

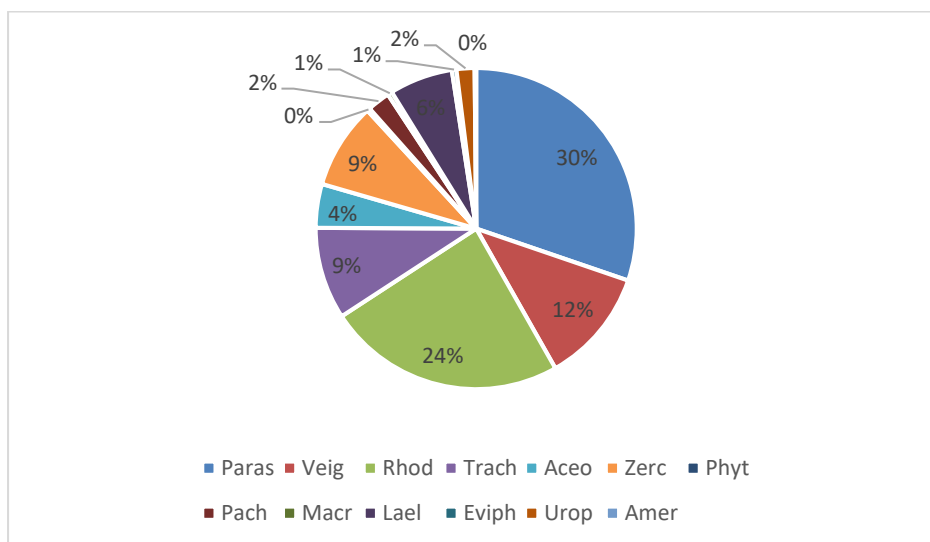
kā parks, tāpēc bieži apmeklēts. Kapsētām ir salīdzinoši neliela teritorija, kas netiek pakļauta kapu ierīkošanai, tāpēc arī cilvēku bieža pārvietošanās rada ausgnes sablīvēšanās iespējas (sablīvēšanās rada zemāku augu stāvu, kas kapu apsaimniekotājiem ir izdevīgi, jo nav nepieciešama pļaušana).

7.2. Ievāktā materiāla kopējais raksturojums

Ievāktajā materiālā analizētas trīs galvenās sīkposmkāju teksonomiskās grupas Oribatida, Mesostigmata un Collembola.

7.2.1. Ievāktā materiāla dzimtu sadalījuma raksturojums.

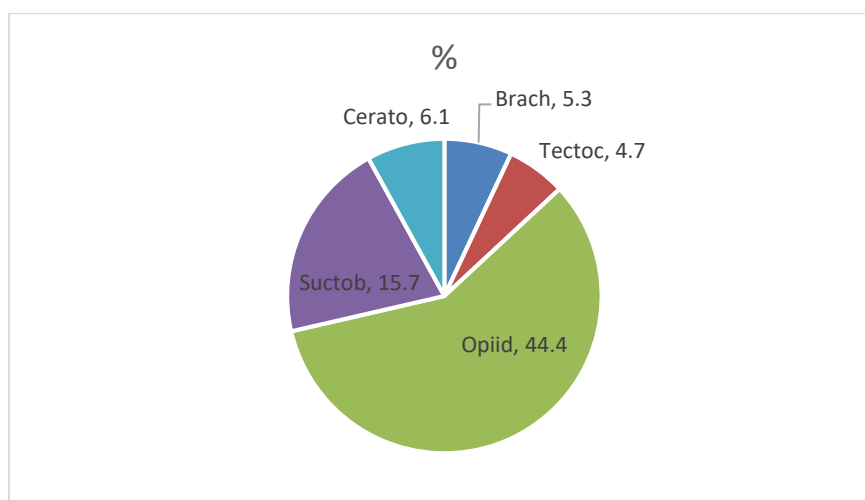
No 21 parauglaukuma, kur tika ievākti paraugi, kopumā, tika saskaitītas 13 plēsīgo ērcu dzimtas (7.1. att.). Kopumā visos biotopos saskaitīti 658 indivīdi. Vislielāko īpatsvaru sastādīja Parasitidae un Rhodacaridae dzimtas ērcu pārstāvji, kopā 54% no kopējo noteikto ērcu indivīdu skaita, ko var saukt arī par eiribiontiem, jo šo ģinšu pārstāvji tika konstatēti 19 biotopos (5. pielikums), izņemot apdobs, kur arī kopējais mezofaunas indivīdu skaits bija salīdzinoši neliels. Ameroseiidae dzimtas pārstāvis (tikai 1) tika atrasts Garkalnes parauglaukumā, savukārt Eviphidae un Phytoseiidae katras ģints indivīdi, tika atrasti tikai 2 parauglaukumos. 6 dzimtu indivīdu skaits ir pavisam neliels (nesasniedz pat 637 ind/m²).



7.1. attēls. Mesostigmata kārtas ērcu dzimtu īpatsvara sadalījums (%).

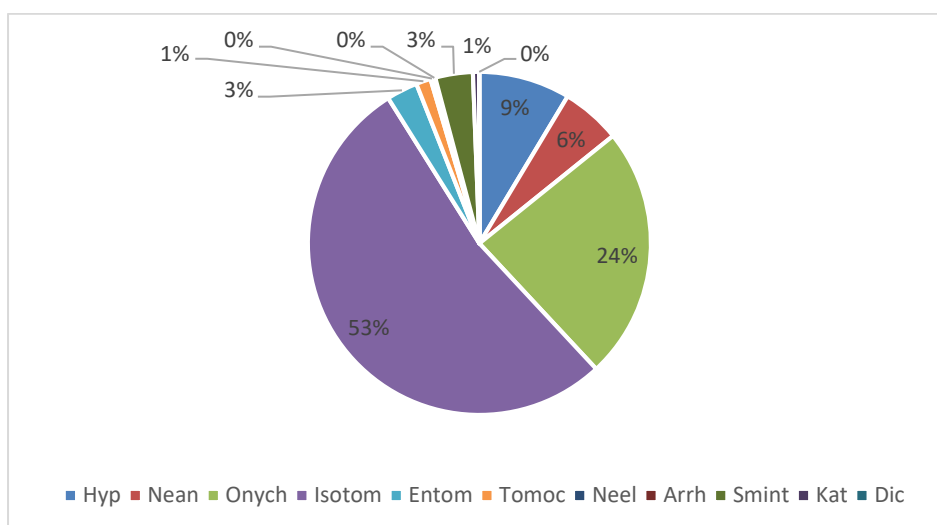
Oribatīdērcu indivīdi tika noteikti līdz dzimtām un 21 paraugu ņemšanas vietu biotopā, tika atrastas 37 dzimtas. Kopumā atrasti 4665 indivīdi. Visizplatītākās un visblīvāk pārstāvētās (7.2. att.) sastādīja kopumā 76,1% (tikai 5 dzimtas), savukārt pārējo dzimtu indivīdu īpatsvars

nepārsniedza 4,5%. Pārējo dzimtu pārstāvji atrasti pavisam nelielā skaitā, tomēr 7 dzimtu indivīdi tika konstatēti vairāk nekā 10 parauglaukumu biotopos. Tectocephidae dzimta kopumā sastādīja tikai 4,7 % no kopējā oribatīdu daudzuma, taču īpatņi konstatēti 17 biotopos. Vislielākais īpatsvars bija dzimtai Opiidae, kas pārstāvēta kopumā 16 biotopos. Dzimta Phenopelopidae, kas sastādīja tikai 1% no kopējā oribatīdērcu īpatsvara, bija sastopama 9 no izvēlētajiem biotopiem.



7.2. attēls. Oribatida kārtas ērcu lielāko dzimtu īpatsvara sadalījums (%).

Collembola grupas īpatņiem 21 biotopā tika atrasti 3475 indivīdi no 11 dzimtām (7.3. att.). Visbiežāk pārstāvētā dzimta ir Isotomidae. Kopumā tā sastāda 53% no visām kolembolām (vidēji dzimtai 3724,6 ind/m²) un ir sastopama 20 parauglaukumu biotopos. Visplašāk – visos 21 biotopā izplatīta Onychiurus dzimta, taču tā sastāda tikai 24% no kopējā kolembolu skaita. Visretāk sastopamā dzimta izvēlētajos biotopos ir Dicyrtomidae dzimta, no kuras atrasts tikai 1 indivīds Langstiņu parauglaukumā. Izplatītākās kolembolas, kuru īpatsvars pārsniedz 5% no kopējā skaita, ir tikai 4 dzimtas. 14 biotopos sastopama Sminturidae dzimta, kas sastāda tikai 3% no visiem kolembolu indivīdiem.

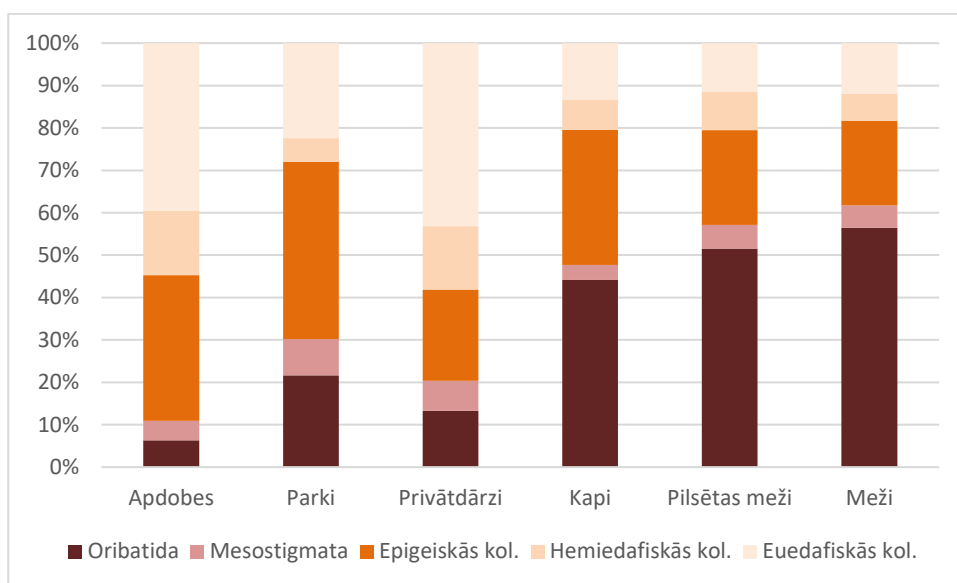


7.3. attēls. Collembola kārtas dzimtu īpatsvara sadalījums (%).

7.2.2. Ievāktā materiāla raksturojums pēc sīkposmkāju galvenajām grupām, gradienta sadalījumā.

Apdobēs ielu malās ar intensīvu autotransporta kustību konstatēts ļoti mazu sīkposmkāju skaits, kā arī dzimtu dažādība, kas liecina, ka pilsētas augsnēm šajās vietās ir slikts veselības stāvoklis. Šādās vietās parasti netiek veikta papildus barības vielu pievade, bet izveidojušās nobiras un augu masa tiek regulāri aizvāktas (zāles pļaušana, lapu sagrābšana). Līdz ar to ir redzamas arī morfoloģiskas atšķirības floras sastāvā – augi vienveidīgi, nelieli.

Biotopos, kur apsaimniekošanas rezultātā tiek pievadītas organiskās vielas (dārzi, parki) novērojamas sugām bagātākas sīkposmkāju biokopas, kurās dominē kolembolas, bet ērcu relatīvi maz (7.4. att.). Euedafisko kolembolu dominance šādos biotopes liecina par agrākos laika periodos pārstrādāto organisko vielu saglabāšanos augsnē, bet mazs epigeisko un hemiedafisko kolembolu īpatsvars – par pastiprinātu nobiru aizvākšanu nesenākajā laikā periodā šajās vietās.



7.4. attēls. Parauglaukumos atrasto indivīdu īpatsvara salīdzinājums pa gradientu grupām.

Apdobes. Ielu malu apdobēs aptuveni 50% no visiem sīkposmkājiem ir euedafiskās kolembolas, kas ir raksturīgi augsnēm ar vāju nobiru daudzumu un nelabvēlīgai ietekmei pakļautu augsnes virskārtu. Dziļākajos slāņos mītošajām kolembolām galvenos traucējumus apdobēs rada augsnes sablīvēšanās, kas bija vērojama ielu malu parauglaukumos.

Ielu malu zālajos, bija vismazākais indivīdu skaits, kas apstiprina sākotnēji izteikto hipotēzi par augstu cilvēka nelabvēlīgas ietekmes intensitāti, tai skaitā augu nobiru aizvākšanu uz augsnes faunu. Tas izskaidro arī nelielo epigeisko kolembolu īpatsvaru – vidēji tikai 10 ind./m². Apdobes pakļautas arī intensīvākam saules starojumam (Grantina- Ievina et al, 2011).

Augsnes ērcu īpatsvars arī ir neliels. Mesostigmata ērcu ir gandrīz 6 reizes vairāk nekā oribatīdērcu. To klātbūtne liecina par pietiekamu barības bāzi, piemēram, lecastes un nematodes.

Oribatīdērcēm labvēlīgākas ir skābas, ar skujkoku nobirām bagātas augsnes, jo tās ir specializējušās šo nobiru pārstrādē. Tāpēc arī apdobēs, kur pilsētvidē pārsvarā ir vērojama tikai liepu nobiru ietekme, oribatīdu skaits un, līdz ar to arī īpatsvars, ir neliels.

Parki. Parkos, salīdzinot ar apdobēm, antropogēno faktoru ietekme ir mazāka, ievērojami mazāks ir autotransporta un sāls piesārņojums. Augsnes virskārtā ir vairāk organisko vielu (1.pielikums). Rezultātā palielinās epigeisko kolembolu daudzums un īpatsvars. Augsnē dziļāk mītošo kolembolu skaits (7.4. att.) ir salīdzinoši neliels, iespējams tāpēc, ka parkos augsne ir labvēlīga vide arī citiem augsnes faunas pārstāvjiem, t, sk. sliekām, kas arī aktīvi darbojas ar

trūdvielu noārdīšanu augsnes dziļākos slāņos, tādejādi konkurējot ar kolembolām. Nelielo kopējo kolembolu daudzums var izskaidrot ar augsnes sablīvēšanos un porozitātes samazināšanos.

Lielāks plēsīgo ērcu skaits parku parauglaukumos, salīdzinājumā ar apdobēm, ir izskaidrojams ar lielāku to galveno barības objektu - kolembolu klātbūtni, to skaits būtiski korelē ar kolembolu daudzumu. Lielāks oribatīdērcu un kolembolu skaits izskaidrojams ar lielāku organiskās vielas daudzumu un lielāku nobiru daudzumu parku parauglaukumos, kas rodas atmiršot zālaugu pazemes un daļēji arī virszemes nenopļautajām daļām.

Privātdārzi. Augsts kolembolu īpatsvars privātajos dārzos ir pateicoties cilvēku aktivitātēm, piemēram, organisko vielu un minerālmēslojuma pievadīšanai u.c. Vienlaikus augsnes ir pasargātas no intensīvākas nobradāšanas, jo privātajiem dārzjiem piekļūst ierobežots skaits cilvēku. Zāles saudzīgāka regulāra pļaušana ļauj stiebriem cerot, veidojot kuplāku zālāju (Dārza tehnikas eksperti S.a), līdz ar to lielāku noēnojumu augsnes virskārtai, un augsnes dzīvniekiem labvēlīgāku mikroklimatu. Kopumā biotopos, kur apsaimniekošanas rezultātā tiek pievadītas organiskās vielas (dārzos, parkos) novērojamas bagātākas sīkposmkāju biokopas.

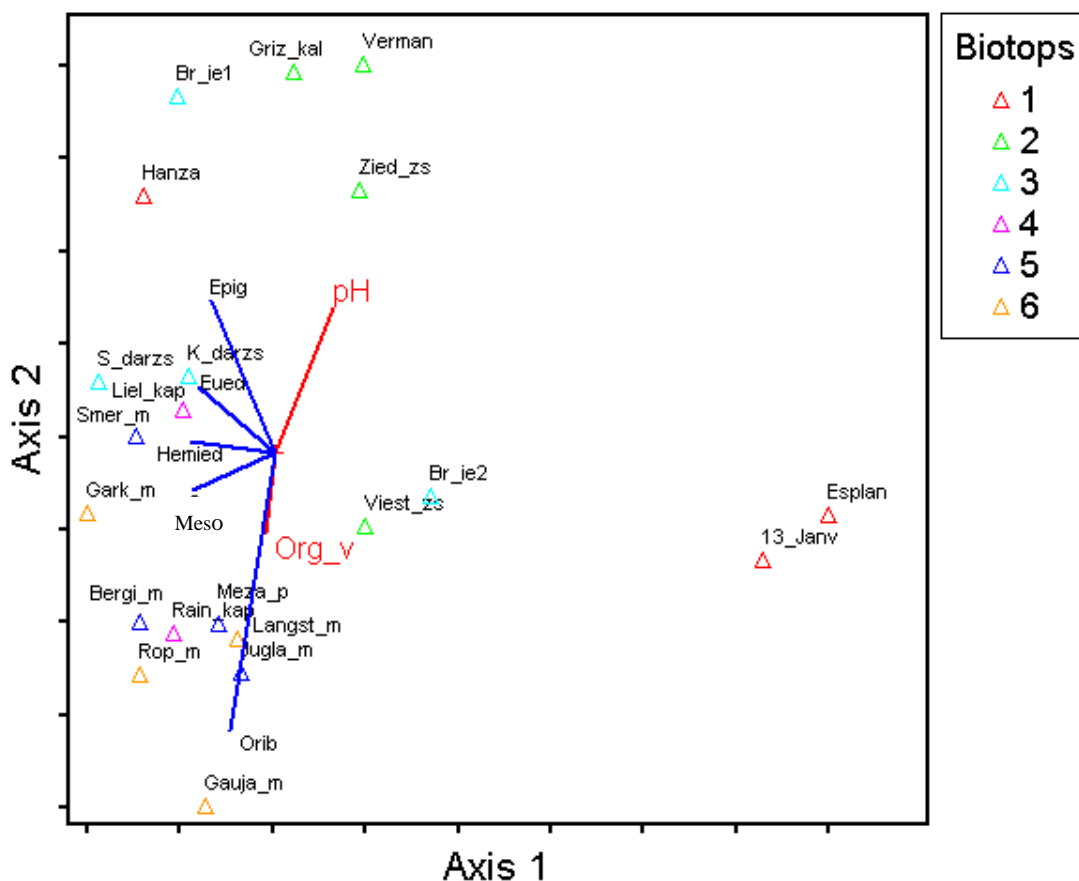
Kapsētas. Latvijā kapsētās ir raksturīgs liels koku īpatsvars, kas augsnes faunai nodrošina ne vien labvēlīgāku mikroklimatu, bet arī vairāk kvalitatīvu lapu koku nobiru materiālu. Taču mezofaunas blīvums (7.4. att.) pētītajās kapsētās nav augsts, jo, cilvēki, kopjot šāda veida publisko teritoriju, koku nobiras bieži vien novāc. Paraugi tika ņemti senā kapsētā (Lielie kapi), kas pašlaik darbojas kā parks, kā arī zālājā kapsētas vidū (Raiņa kapi). Abās vietās augsne nav tikusi apstrādāta vairākus gadu desmitus, taču lapu segas regulāras novākšanas ietekmē organiskās vielas daudzums augsnē ir zemāks nekā parkos un dārzos.

Pilsētas meži. Šāda tipa meži ir antropogēni stipri ietekmēti un pārveidoti mežsaimniecības pasākumiem pakļautie seminaturālie meži, kur mežu apsaimniekošanas pasākumu (izlases cirtes) ietekmei pievienojas nobradāšana, kritālu aizvākšana, piesārņošana ar sadzīves atkritumiem un suņu izkārnījumiem. Kopumā sīkposmkāju blīvums šajos biotopos tomēr ir lielāks kā parkos, jo nenotiek koku nobiru aizvākšana. Šeit dominē skujkoki kas veido specifisku nobiru masu, tādēļ sīkposmkāju biokopas vairāk līdzinās skujkoku mežu biotopu biokopām ar lielu oribatīdērcu īpatsvaru (Latvijas mežu dienests S.a.).

Meži. Individu daudzums maz ietekmētajos mežos ir krietni lielāks nekā pilsētu biotopos, jo netiek būtiski traucēti augsnes veidošanās, procesi. It īpaši izceļas oribatīdērces kas uzskatāms par tipisku skujkoku mežu augsnes mezofūnas komponentu (7.6. nodaļa).

7.3. Parauglaukumu ordinācija pēc sīkposmkāju galvenajām grupām

Galveno komponentu analīze (PCA) izdalītas divas ekoloģiski interpretējamās asis, kuras izskaidro 84% dispersijas (7.5.att.) . Pirmā ass izskaidro vislielāko datu dispersijas daļu (64%) un nodala divus ar sīkposmkājiem nabadzīgus parauglaukumus (13. janvāra iela, Esplanāde) no visiem pārējiem parauglaukumiem. Otrā ass, kas izskaidro tikai 19% dispersijas un nav statistiski ticama, tomēr ir daudz informatīvāka. Tā nodala parauglaukumus ar atšķirīgām augsnes pH vērtībām un atšķirīgu organiskās vielas saturu.

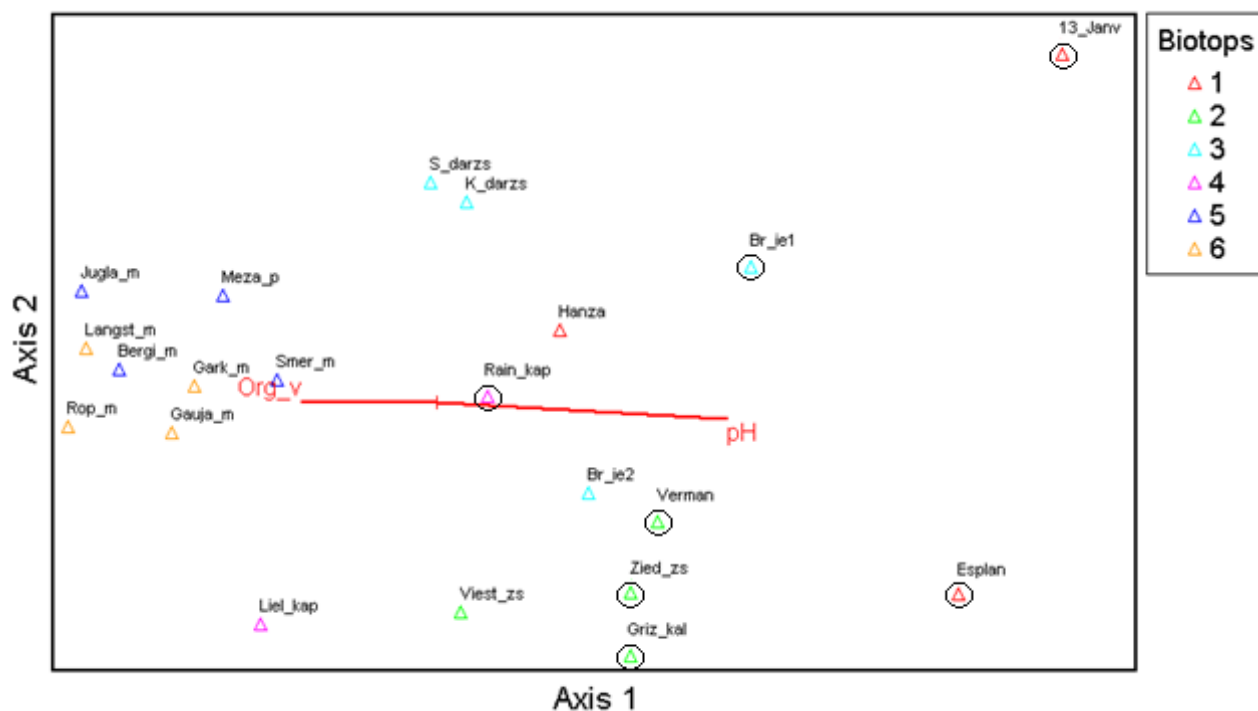


7.5. attēls. Parauglaukumu un galveno taksonomisko un ekoloģisko grupu ordinācija divās pirmajās PCA asīs. Saīsinājumi: 1 – apdobses, 2 – parki, 3 – dārzi, 4 – kapsētas, 5 – pilsētas meži, 6 – mazietekmēti meži

Diagrammas augšdaļā izvietoti parauglaukumi ar augstākām pH vērtībām un mazāku organiskās vielas saturu, bet apakšdaļā – pārsvarā pilsētas un piepilsētas meži ar skābām augsnēm un lielāku organiskās vielas saturu.

7.4. Parauglaukumu ordinācija pēc sīkposmkāju dzimtām

Nemetriskā daudzdimensiju skalēšana (NMS) deva divas statistiski ticamas asis. Pirmajai asij atbilstošais determinācijas koeficients R^2 ar visām mainīgajām ir 0,75. Šī ass skaidri nodala parauglaukumus ar augstākām pH vērtībām un zemāku organisko vielu saturu no mazietekmēto mežu parauglaukumiem ar skābām augsnēm un augstu organisko vielu saturu (7.6. att.). Otrajai asij atbilstošais determinācijas indekss ir daudz zemāks (0,06) un tā daļēji nodala parkus no dārziem un ielu malu apstādījumiem. No ielu malu apstādījumu parauglaukumiem vislielākās projekcijas uz 1. asi ir Esplanādes un 13. janvāra ielas parauglaukumiem, bet Hanzas ielas parauglaukumam, kurā nebija aizvāktas koku nobiras, projekcija ir ievērojami mazāka. Savukārt, no privātmāju dārziem ar vislielāko projekciju izceļas Brīvības iela 1 parauglaukums, kurā, atšķirībā no pārējiem trim dārziem, zemsedzes gandrīz nav un nobiras aizvāktas. Arī no abiem kapsētu parauglaukumiem vislielākā projekcija uz 1. asi ir Lielo kapu parauglaukumam, kur netiek aizvāktas koku nobiras. No parkiem tikai Viesturdārza parauglaukumā atzīmēta koku nobiru klātbūtne, pārējo parku zālāji tiek regulāri pļauti, tāpēc tiem raksturīgas lielākas projekcijas uz 1. asi. Pilsētas mežu un piepilsētas mežu parauglaukumu projekciju vērtības praktiski neatšķiras un šie parauglaukumi veido vienotu klāsteri.



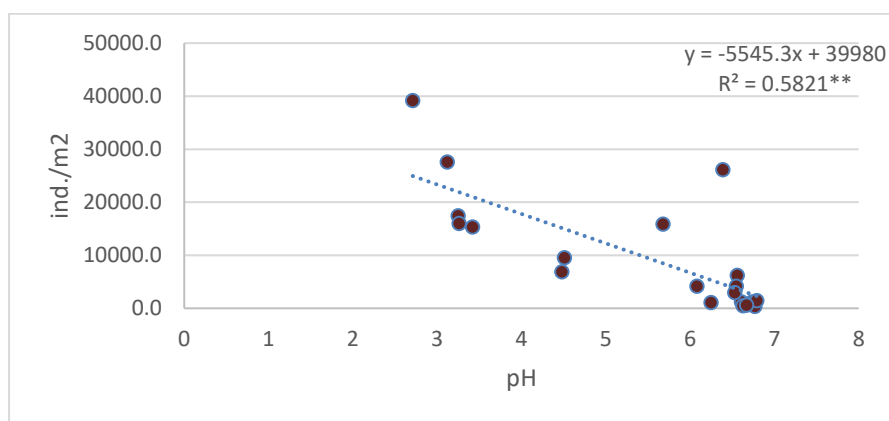
7.6. attēls. Parauglaukumu ordinācija pirmajās divās NMS asīs. Ar aplīšiem apzīmēti parauglaukumi, no kuriem aizvāktas nobiras. Saīsinājumi: 1 – apdobs, 2 – parki, 3 – dārzi, 4 – kapsētas, 5 – pilsētas meži, 6 – mazietekmēti meži.

7.5. Mezofaunas galveno grupu blīvuma izmaiņas atkarībā no augsnes pH un organiskās vielas satura.

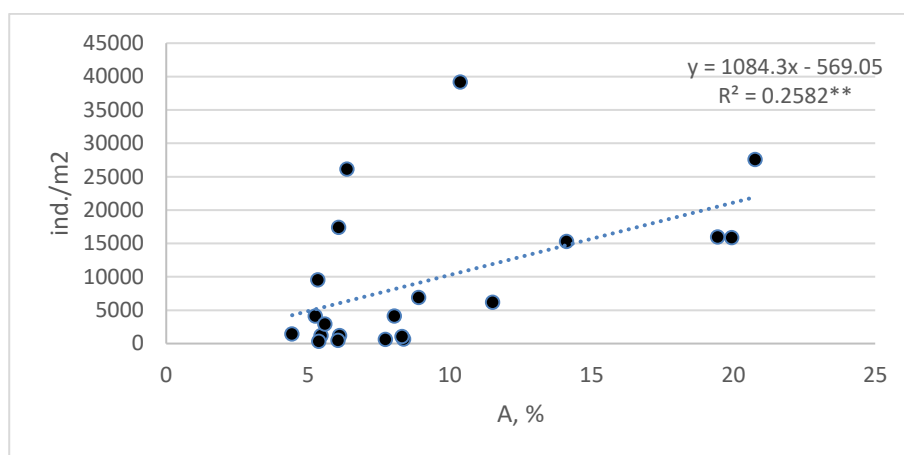
Oribatīdērcu blīvumam konstatēta statistiski ticama atkarība no augsnes pH, samazinoties augsnes skābumam, samazinās bruņērcu blīvums (7.7. att.), kas arī atbilst Oribatida kārtas ērcu apkārtējās vides faktoru prasībām – jo lielāks augsnes skābums, jo labvēlīgāka vide Oribatida grupas ērcēm (Benckiser 2004). Statistiski ticama atkarība uzrādījās arī no augsnes organisko vielu daudzuma (7.8. att.). Organisko vielu daudzums augsnē pozitīvi ietekmē oribatīdērcu skaitu.

Mesostigmata ērcu blīvums arī ir statistiski ticams atkarībā no augsnes pH un organisko vielu daudzumu augsnē, tāpat kā oribatīdērcēm (7.9. un 7.10. att.).

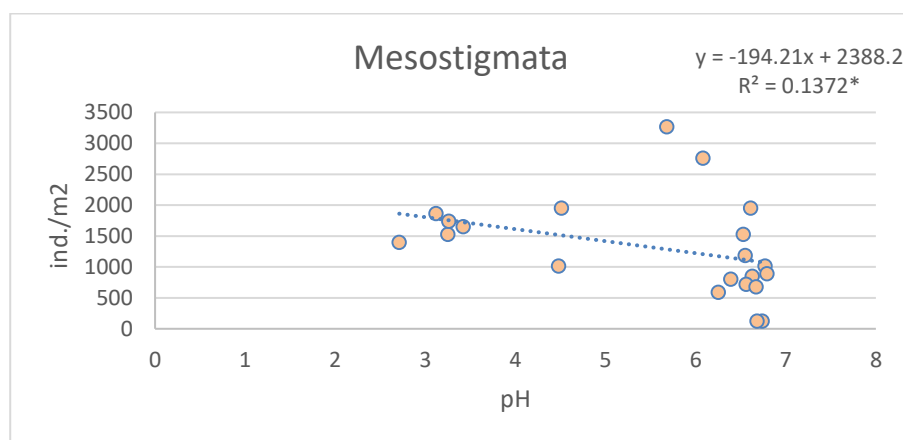
Collembola blīvuma izmaiņas neietekmē organisko vielu daudzums augsnē tāpēc jāsecina, ka organisko vielu ietekme uz šo mezofaunas grupu nav būtiska.



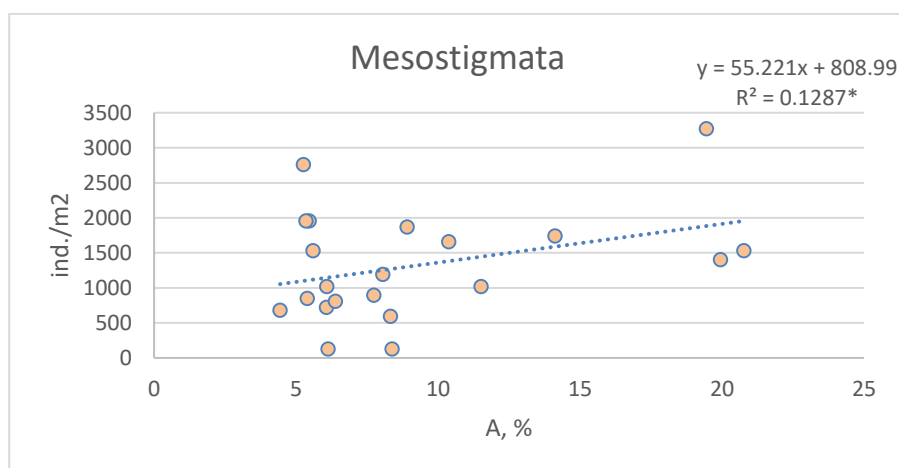
7.7. attēls. Oribatida grupas ērcu blīvuma izmaiņu atkarība no augsnes pH (**p=0,01).



7.8. attēls. Oribatida grupas ērcu blīvuma izmaiņu atkarība no organisko vielu daudzuma augsnē (** p=0,01).



7.9. attēls. Mesostigmata grupas ērcu blīvuma izmaiņu atkarība no augsnes pH līmeņa (*p=0,05).

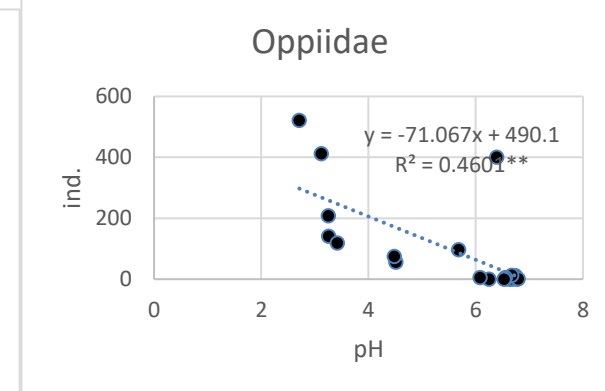
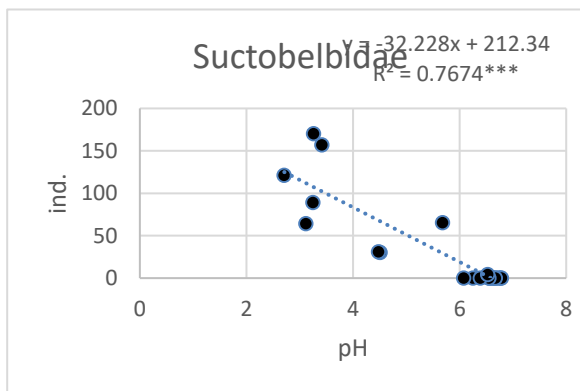
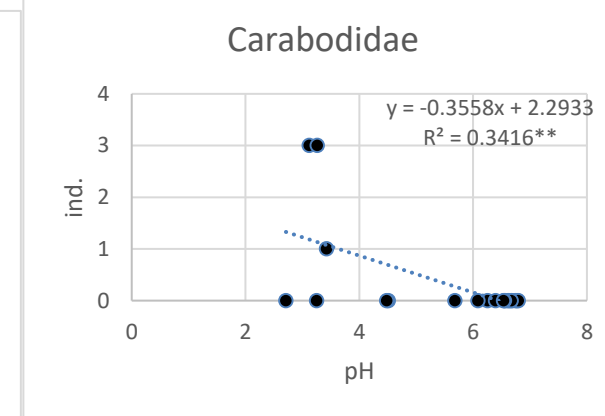
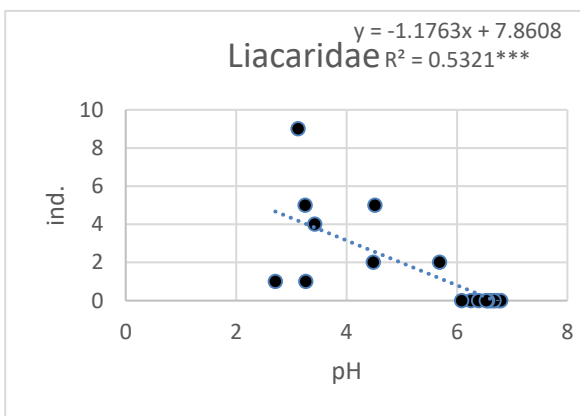
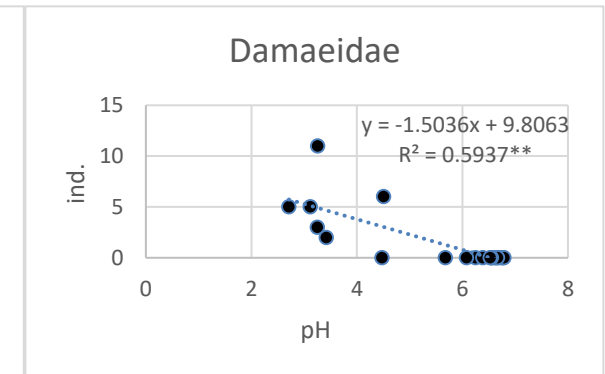
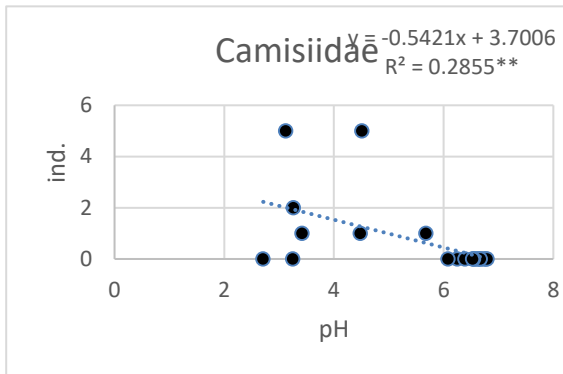
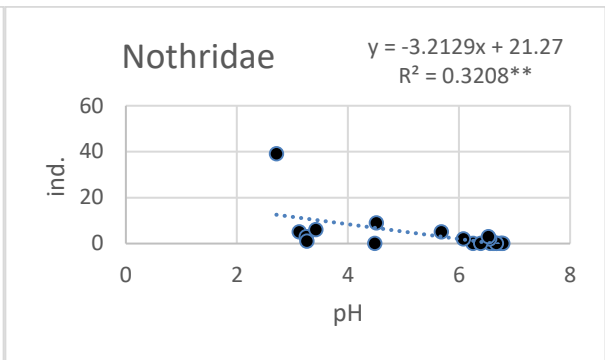
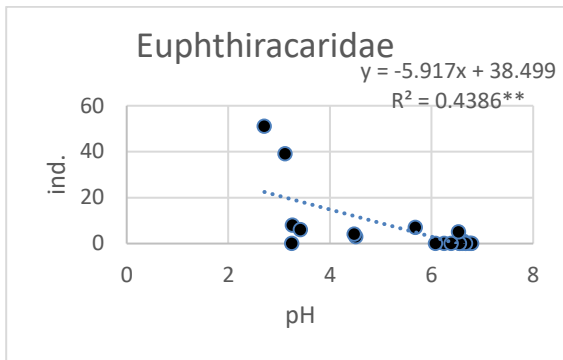


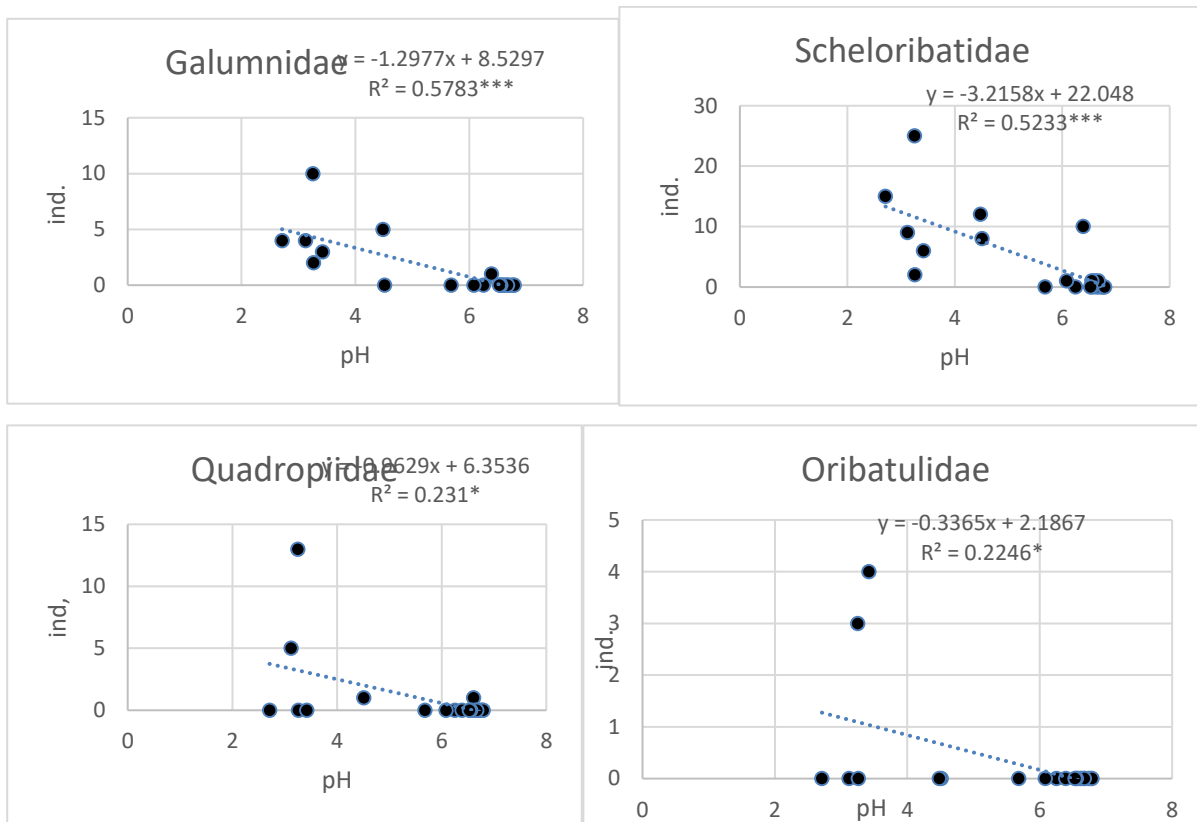
7.10. attēls. Mesostigmata grupas ērcu blīvuma izmaiņu atkarība no organisko vielu daudzuma augsnē (* p=0,05)

7.6. Sīkposmkāju dzimtu atkarībā pH un organiskās vielas satura augsnē

7.6.1. Oribatida ērcu dzimtas

No 37 noteiktajām Oribatida dzimtām, statistiski ticama negatīva indivīdu skaita atkarība no pH konstatēta tikai 12 dzimtām – Euphthiracaridae, Nothridae, Camisiidae, Damaeidae, Liacaridae, Carabodidae, Suctobelbidae, Oppiidae, Galumnidae, Scheloribatidae, Quadropiidae un Oribatulidae (7.11. att.). Oppiidae ērces bija sastopamas visos pilsētvides gradienta elementos. Suctobelbidae indivīdi konstatēti 9 no 21 parauglaukuma, tomēr nav specifiska pilsētvides gradienta elementa, kurš būtu izdalāms kā vislabvēlīgākais šīs dzimtas ērcēm. Damaeidae dzimtas ērces bija sastopamas sešos, bet Sheloribates 12 no 21 parauglaukuma. Lielākajai daļā pārējo dzimtu bija sastopamas tikai 1-3 parauglaukumiem (5. pielikums).



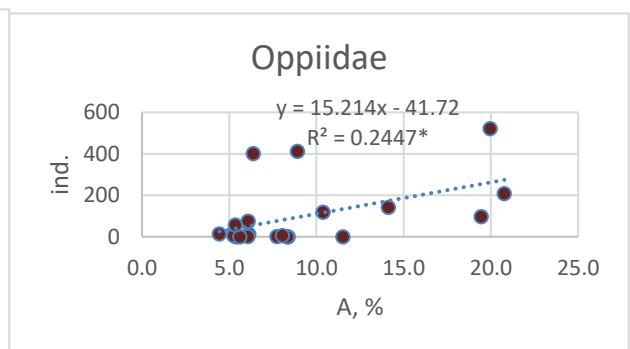
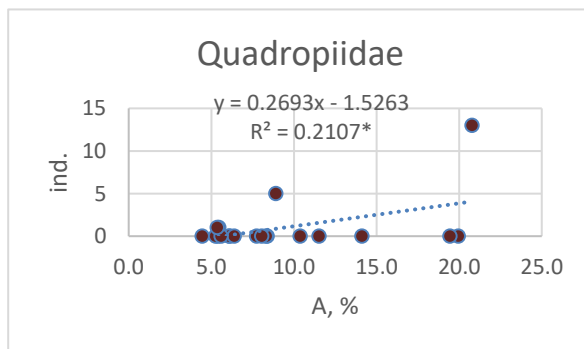
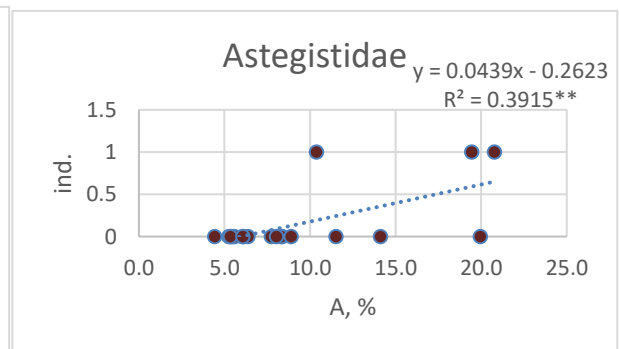
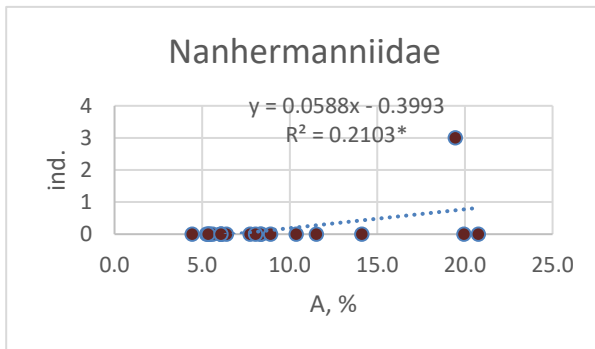
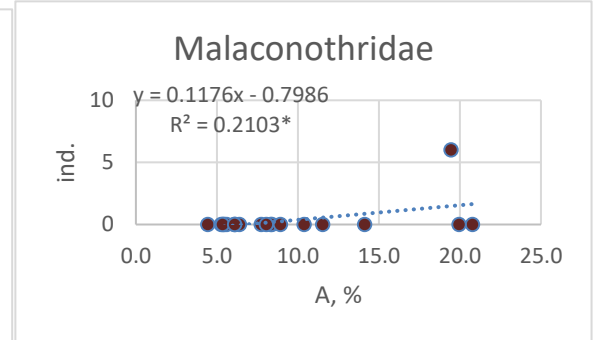
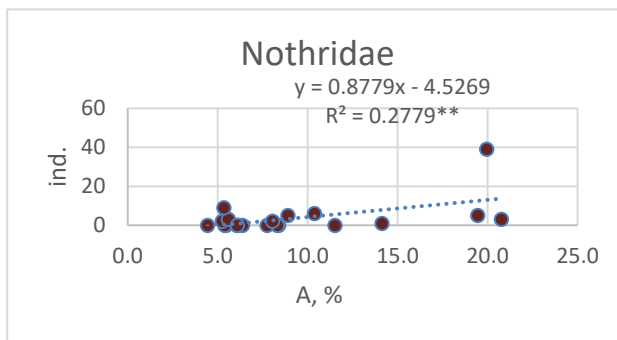
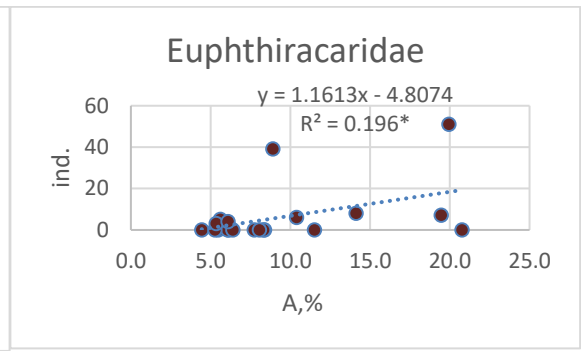
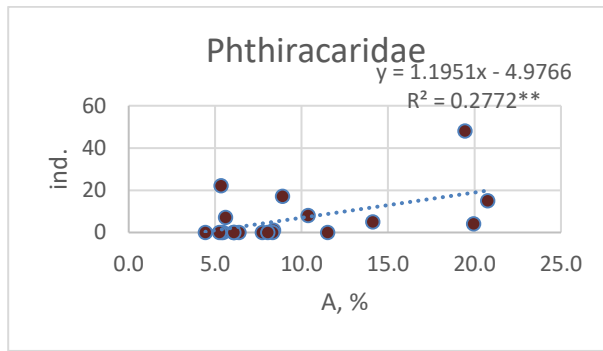


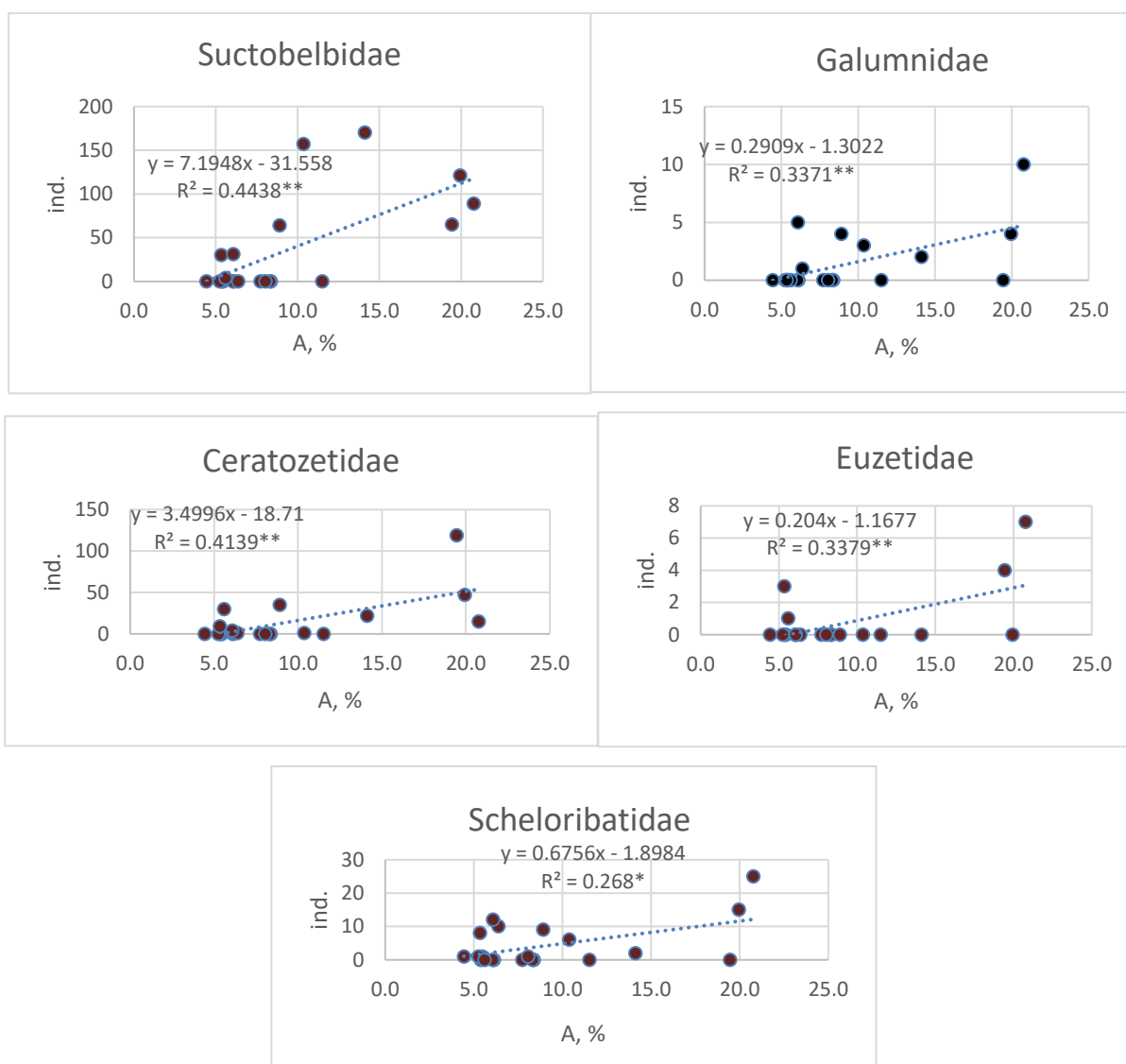
7.11. attēli. Oribatida dzimtu indivīdu skaita atkarība no augšņu pH

(***p=0,001; **p=0,01; *p=0,05).

Oribatida dzimtu ērcu indivīdu skaita pozitīva atkarība no augsnes organisko vielu satura uzrādīja statistiski ticamus rezultātus 13 dzimtām – Phthiracaridae, Euphthiracaridae, Nothridae, Malaconothridae, Nanhermanniidae, Astegistidae, Quadropiidae, Opiidae, Suctobelbidae, Galumnidae, Ceratozetidae, Euzetidae un Scheloribatidae (7.12. att.). Jāatzīmē gan, ka trim dzimtām Nothridae, Malaconothridae, Nanhermanniidae regresijas statistisko ticamību lielā mērā ietekmē viena izlecoša vērtība.

Opiidae, Suctobelbidae un Ceratozetei sastāda 66,2% no visu Oribatida ērcu kopskaita, tāpēc jāsecina, ka organiskās vielas saturs ir ļoti būtisks Oribatida ērcēm.

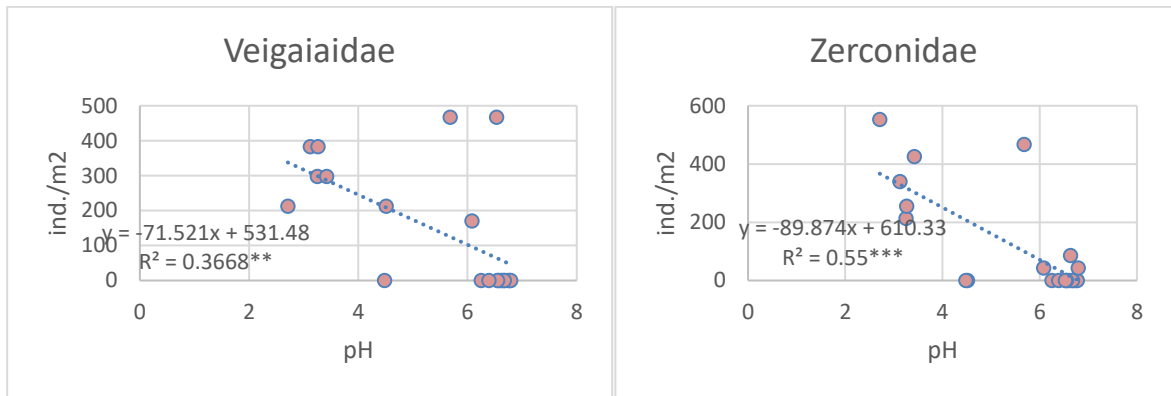




7.12. attēli. Oribatida dzimtu skaita izmaiņu atkarība no organiskās vielas satura augsnē (**p=0,01; * p=0,05).

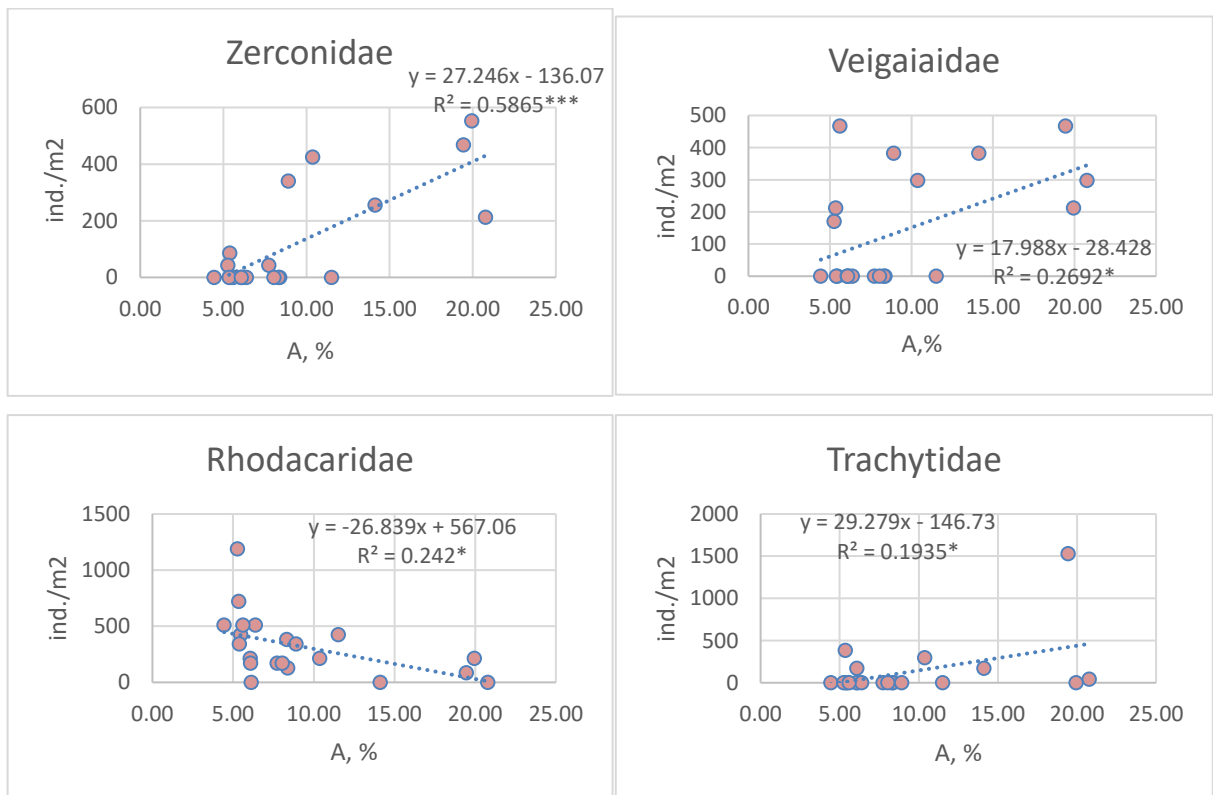
7.6.2. Mesostigmata ērcu dzimtu izmaiņas.

Mesostigmata kārtai tika konstatētas pavisam 13 dzimtas, no kurām tikai 2 dzimtas – Veigaiidae un Zerconidae uzrādīja ticamu sakarību ar augsnes pH (7.13.att.). Veigaiidae dzimtas pārstāvji tika konstatēti 11 parauglaukumos no 21, bet Zerconidae tikai 9. Palielinoties augsnes pH Mesostigmata ērcēm novērojama skaita samazināšanās. Kopumā jāsecina, ka Mesostigmata ērcēm augsnes pH nav uzskatāms par nozīmīgu faktoru.



7.13. attēli. Mesostigmata dzimtu blīvuma atkarība no augsnes pH (*** p= 0,001; ** p=0,01).

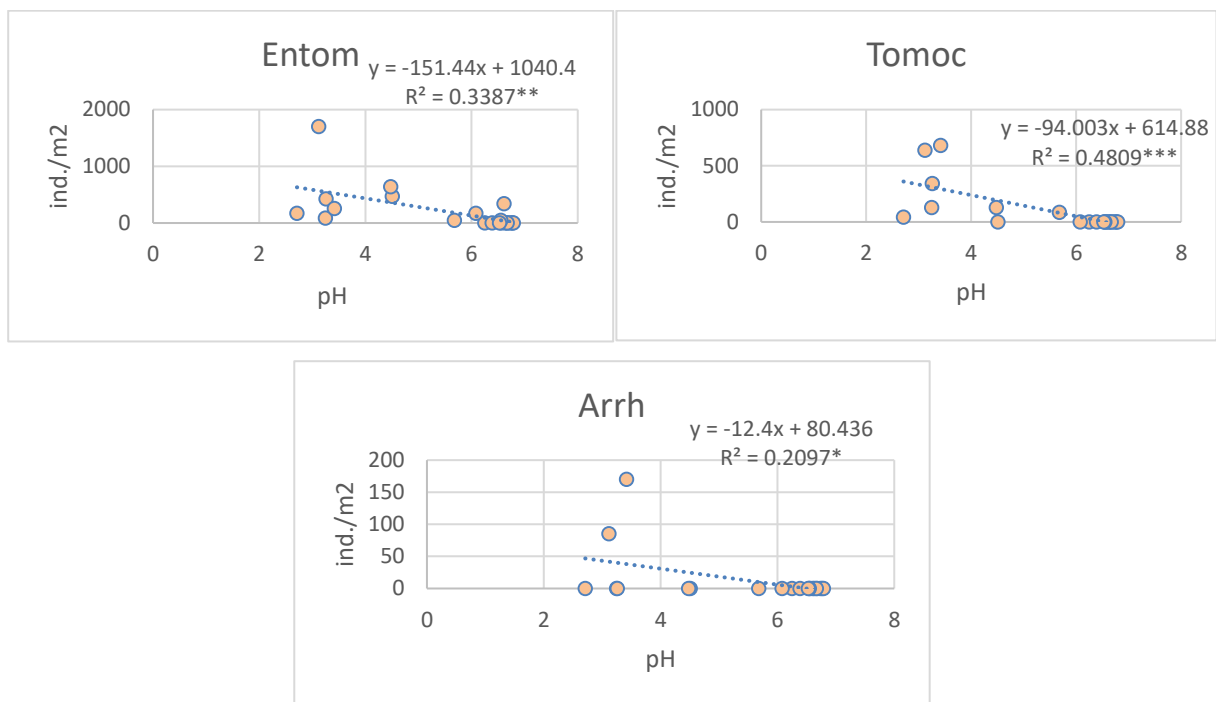
No Mesostigmata ērcu 13 dzimtām, blīvuma atkarību no organisko vielu daudzuma augsnē statistiski ticamu rezultātu uzrādīja 4 dzimtas – Zerconidae, Veigaiiadae, Rhodacaridae un Trachytidae (7.14. att.). Šīs 4 dzimtas sastāda 54% (7.2. att.) no visiem Mesostigmata ērcu indivīdiem. Organisko vielu daudzums augsnē pozitīvi ietekmē šīs dzimtas.



7.14.. attēls. Mesostigmata dzimtu ērcu blīvuma atkarība organiskās vielas saturā augsnē (** p= 0,01; * p=0,05).

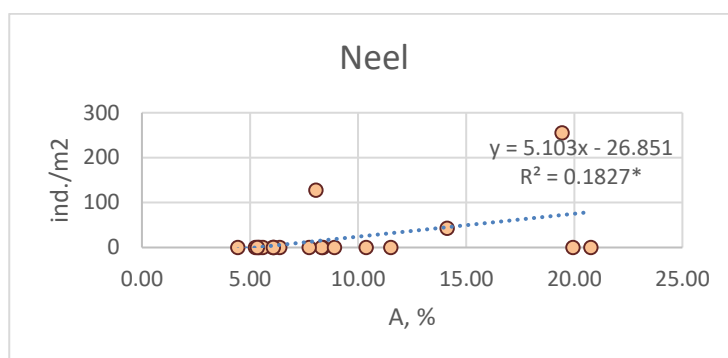
7.6.3. Collembola dzimtu izmaiņas.

Collembola no 11 dzimtām statistiski ticama sakarība novērota 3 dzimtām - Entomobryidae, Tomoceridae un Arrhopalitidae (7.15. att.) Entomobryidae dzimta tika konstatēta 12 no 21 parauglaukuma, Tomoceridae – 8 un Arrhopalitidae – 3 parauglaukumos. Tomēr šīs dzimtas nesastāda lielu daļu no visiem Collembola indivīdiem, tāpēc var uzskatīt, ka augsnes pH ir būtisks tikai šīm dzimtām.



7.15. attēli. Collembola dzimtu blīvuma atkarība no augsnes pH (***) $p=0,001$; ** $p=0,01$; * $p=0,05$).

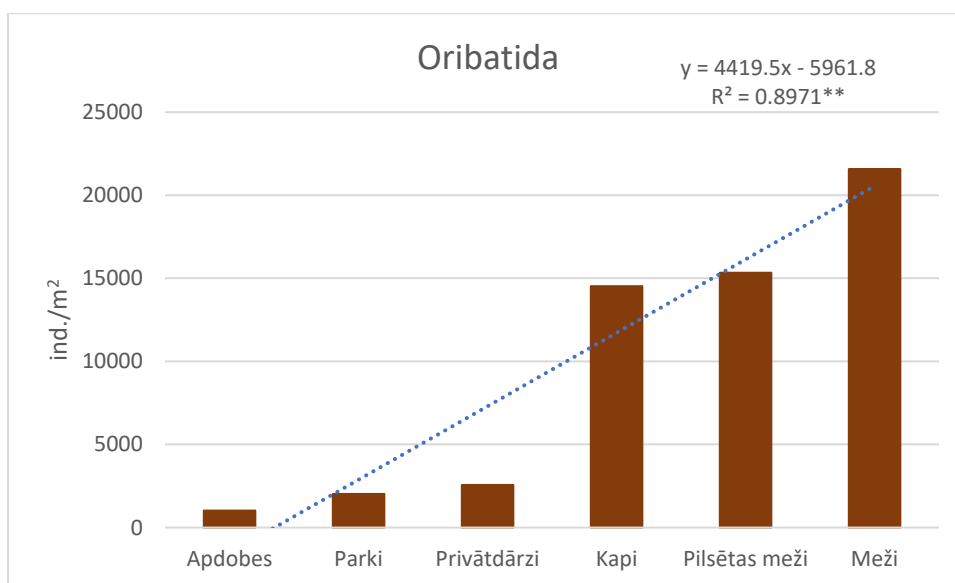
Ticamu sakarību ar augsnes organisko vielu, no 11 Collembola dzimtām, uzrādīja tikai 1 – Neeliidae (7.16. att.). Neeliidae dzimta sastopama tikai 4 no 21 parauglaukuma un bija sastopama pārsvarā mežu ekosistēmās. Citām Collembola dzimtām atkarība no augsnē esošo organisko vielu daudzuma nav statistiski būtiska.



7.16.attēls. Neelidae dzimtas blīvuma atkarība no organiskās vielas daudzuma augsnē (*p=0,05).

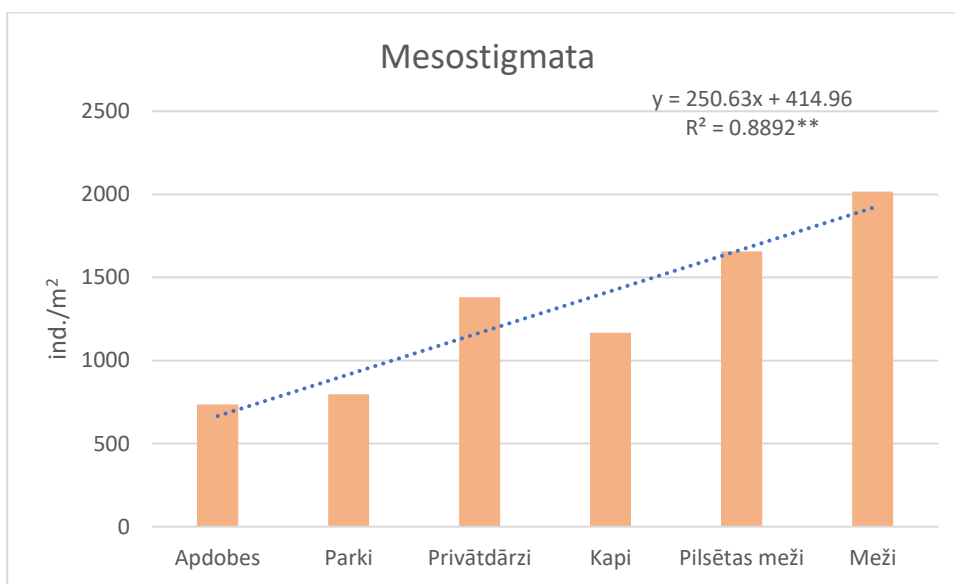
7.7. Galveno mezofaunas grupu sadalījums pa pilsētvides gradienta elementiem

Bruņērču Oribatida blīvums veido statistiski ticamu pieaugumu uz pilsētvides gradienta, blīvums pakāpeniski palielinās meža biotopu virzienā (7.17. att.). Grupas indivīdu blīvums uz gradienta svārstās no 1019 ind./m² līdz 21571 ind./m². Liels indivīdu blīvuma pieaugums konstatēts kapsētās, kur to indivīdu skaits uz m² gandrīz sasniedz pilsētas mežos atrodamo ērcu blīvumu. Apdobēs, parkos un privātdārzos konstatēts pavisam neliels Oribatida blīvums, tās ir visvairāk antropogēnajiem faktoriem pakļautas vides.



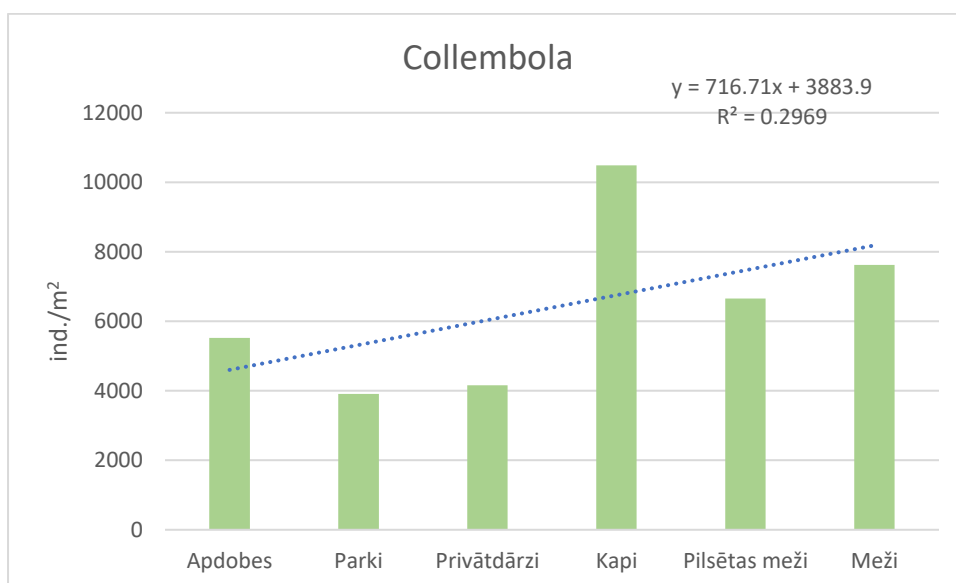
7.17. attēls. Oribatida indivīdu sadalījums pa pilsētvides gradienta elementiem(**p=0,01).

Mesostigmata ērcu blīvums veido statistiski būtisku pieauguma trendu uz pilsētvides gradienta antropogēnās ietekmes mazināšanās virzienā. (7.18. att.). Lai arī apdobēs to īpatsvars ir samērā augsts, tomēr to vidējais blīvums šajos biotopos ir zems. Parkos tas ir divas reizes augstāks, jo te augsne ir nedaudz mazāk antropogēni ietekmēta (nepastāv tik biežs uzrakšanas risks). Šo ērcu blīvuma izmaiņu galvenais cēlonis varētu būt barības (citu augsnes bezmugurkaulnieku) pieejamība, tāpēc bagātākā augsnē privātdārzos ir sastopami arī daudz vairāk plēsīgo ērcu upuru.



7.18. att. Mesostigmata ērcu indivīdu blīvuma sadalījums uz pilsētvides gradienta (** p=0,01).

Collembola blīvums neuzrāda ticamu sakarību izmaiņu trendu uz pilsētvides gradienta. (7.19. att.), tātad to blīvuma izmaiņas nosaka kādi citi vides faktori. Vislielākais to skaits tika konstatēts kapsētā – gandrīz 10 500 ind./m², kas ievērojami pārsniedz mežos vai pilsētmežos atrasto Collembola skaitu. Apdobēs lēcistu skaits ir krietni lielāks – 5500 ind./m² nekā parkos un privātdārzos - vidēji 4000 ind./m².



7.19. attēls. Collembola blīvuma sadalījums pa pilsētvides gradienta elementiem.

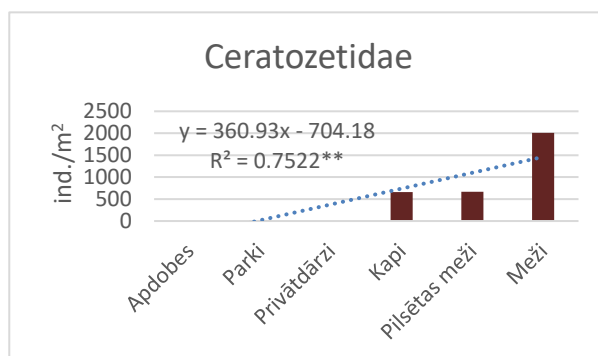
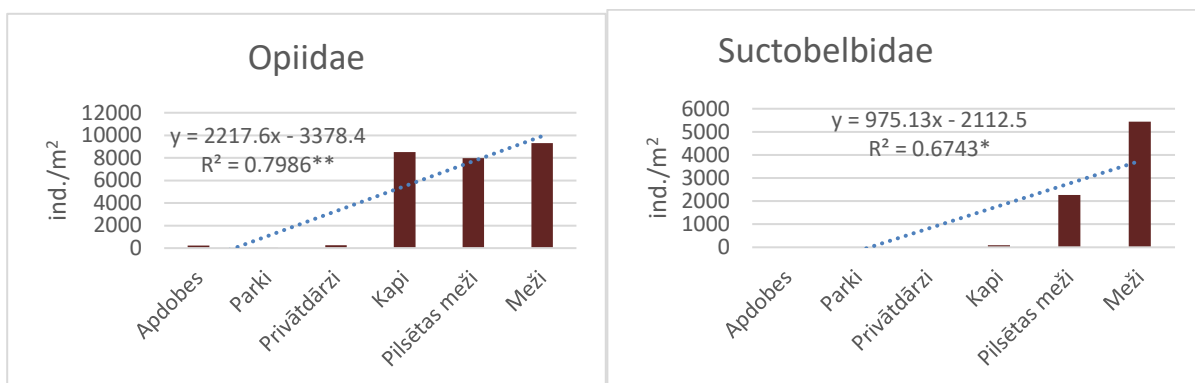
7.8. Sīkposmkāju dzimtu sadalījums pa pilsētvides gradienta elementiem

7.8.1. Oribatida kārtas dzimtu sadalījums.

Oribatida ērcu dzimtām ticamu atkarību, no pilsētvides gradienta elementiem, uzrādīja 12 konstatētās dzimtes – Paleacaridae, Astegistidae, Damaeidae, Carabodidae, Oribatulidae, Suctobelbidae, Ceratozetidae, Phenopelopidae, Oppiidae, Nothridae, Phthiracaridae un Euphthiracaridae (7.20. att. un 7.21. att).

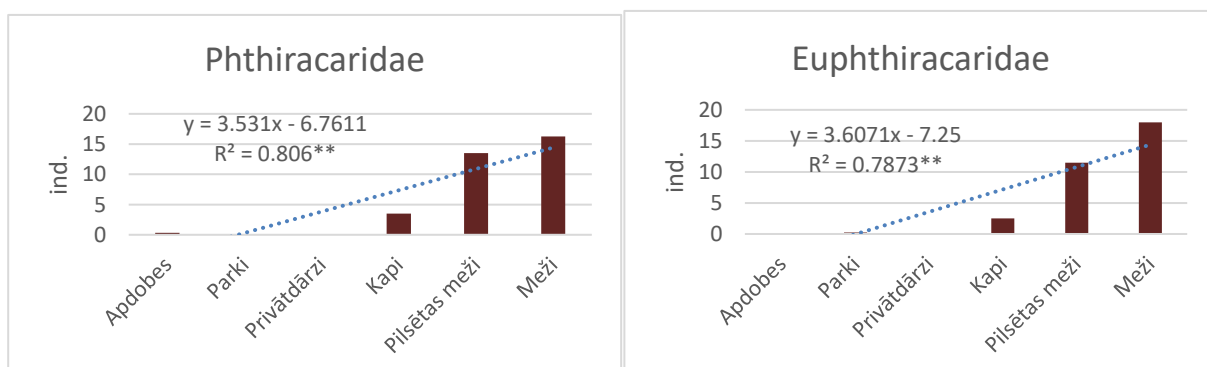
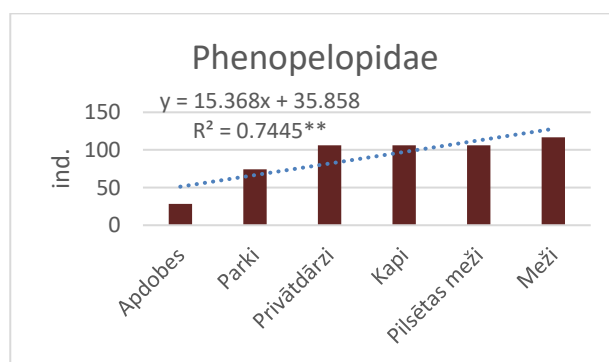
Phenopelopidae dzimta ir ar nelielu īpatsvaru, tomēr tā bija sastopama vairāk kā pusē no parauglaukumiem, kas liecina par šajā dzimtā ietilpstošo ērcu plašāku ekoloģisko valenci (7.21. att.).

Visizplatītākā - Oppiidae dzimta parāda galveno Oribatida ērcēm raksturīgo tendenci – veidot blīvuma pieaugumu meža biotopos. Līdzīgas izmaiņas raksturo dzimtas Suctobelbidae un Ceratozetidae, Phenopelopidae, Phthiracaridae un Euphthiracaridae (7.20., 7.21. att.) Šīs dzimtas jāuzskata par tipiskiem mežu augsmes faunas elementiem.



7.20. attēli. Oribatida dzimtu blīvuma sadalījums pa pilsētvides gradienta elementiem

(**p=0,01; * p=0,05).

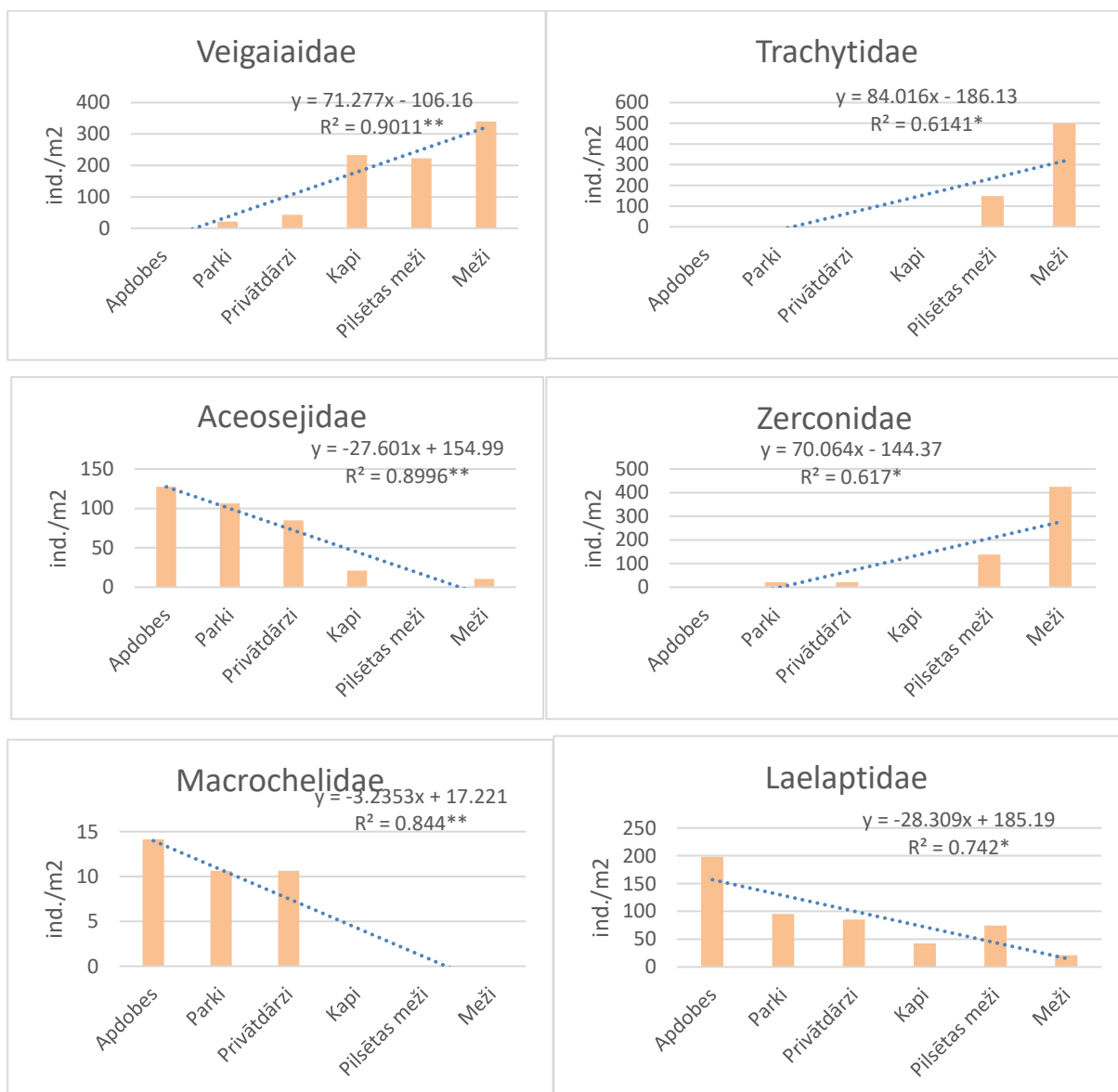


7.21. attēli. Oribatida dzimtu indivīdu sadalījums pa pilsētvides gradienta elementiem (** p=0,01).

7.8.2. Mesostigmata dzimtu sadalījums.

No 13 Mesostigmata ērcu dzimtām 6 dzimtas – Veigaiiadae, Trachytidae, Aceosejidae, Zerconidae, Macrochelidae un Laelaptidae - veido statistiski ticamus vidējā blīvuma sadalījuma trendus pa pilsētvides gradienta elementiem (7.22. att.).

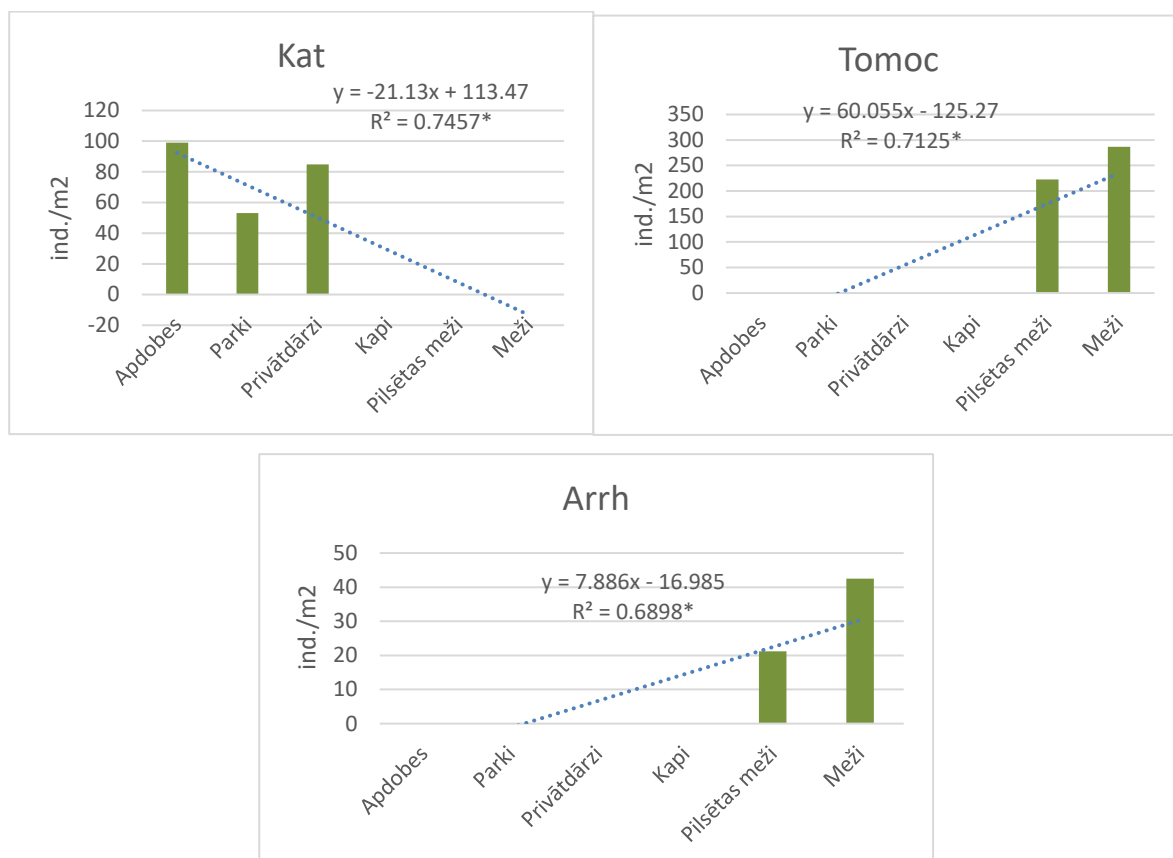
Veigaiiadae, Trachytidae un Zerconidae dzimtas sadalījums pa gradienta elementiem ir līdzīgs Mesostigmata ērcu sadalījumam kopumā. Turpretī dzimtu Aceosejidae, Macrochelidae un Laelaptidae vidējie blīvumi pakāpeniski samazinās, palielinoties biotopu dabiskumam. Tikai Laelaptidae dzimta sastopama visos pilsētvides gradientu elementos (7.22. att.).



7.22.. attēli. Mesostigmata dzimtu sadalījums atkarībā no pilsētvides gradienta elementiem (** p=0,01; * p=0,05).

7.8.3. Collembola kārtas dzimtu sadalījums.

No Collembola 11 dzimtām tikai 3 uzrādīja statistiski ticamus vidējā blīvuma sadalījuma trendus pa pilsētvides gradienta elementiem (7.23. att.). Katiannidae dzimtas kolembolu vidējais blīvums samazinās pieaugot biotopa dabiskumam. Tomoceridae un Arrhopalitidae dzimtas indivīdiem blīvums pieaug palielinoties biotopu dabiskumam. Vispopulārākās un biežāk sastopamās dzimtas – Isotomidae un Onychiuridae, neuzrādīja statistiski ticamu atkarību no gradienta elementiem. Tās sastāda vislielāko daļu no ievāktajām kolembolām, tāpēc arī grupai kopumā vidējā blīvuma sadalījuma trends nav statistiski ticams (7.3. att.).



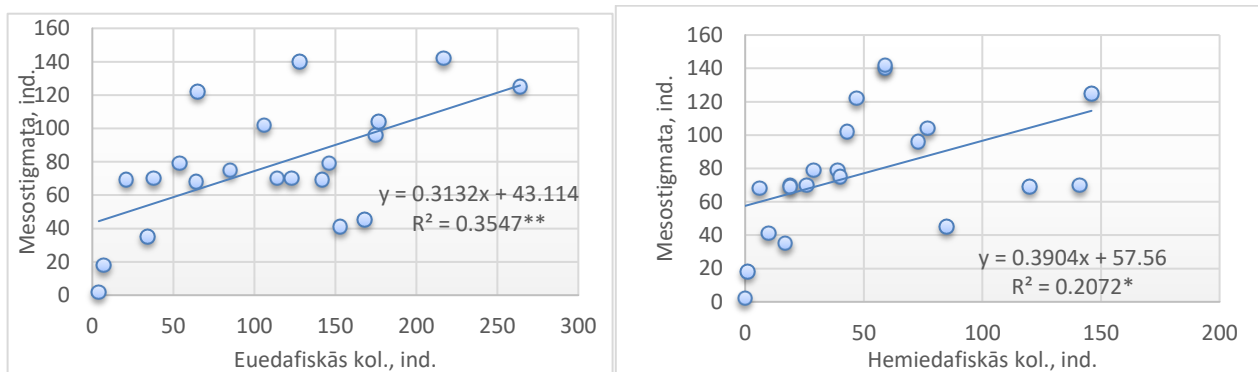
7.23. attēli. Collembola dzimtu sadalījums atkarībā no pilsētvides gradienta elementiem (*p=0,05).

7.9. Korelācijas starp mezofaunas trofiskajām grupām

Būtiska korelācija starp Oribatida un Mesostigmata kārtām nav novērojama.

Mesostigmata kārtas viens no galvenajiem barības objektiem ir *Collembola*. To uzskatāmi parāda Mesostigmata skaita atkarība no euedafisko un hemiedafisko kolembolu skaita (7.24. att.). Mesostigmata ērces ir izturīgākas pret vides apstākļiem, taču, to skaitu un sugu izplatību lielā mērā ietekmē trofiskās attiecības. Pastāv būtiska sakarība starp Collembola

un Mesostigmata ērcu blīvumiem augsnēs. Labvēlīgos vides apstākļos pieaugot kolembolu skaitam pieaug arī Mesostigmata ērcu skaits, tādējādi pierādot to plēsēja – upura attiecības (Benckiser 2007).



7.24. attēli. Mesostigmata ērcu skaita atkarība no euedafisko un hemiedafisko kolembolu skaita parauglaukumos, kas izvietoti uz pilsētvides izmaiņu gradienta Rīgā (** p=0,05; *p=0,1).

8. DISKUSIJA

Biotopu izvēle uz pilsētvides gradienta balstījās uz Klaušnicera (Клаушницер 1990) izstrādātajiem principiem par pilsētas biotopu klasifikāciju. Tā kā katra no šīm klasifikācijas vienībām raksturojas ar zināmu iekšēju heterogenitāti, lai novērstu mikroekosistēmu nevienmērības ietekmi uz pētījumu rezultātu, pilsētvides biotopos tika izvēlēts tikai viens mikrobiotopu veids – zālāji. Zālāji bija sastopami praktiski visos pilsētvides gradienta biotopos.

Latvijas mežu augsnēs sīkposmkāju blīvums parasti ir no 1000 – 100 000 ind./m² (Boruks 2003). Tādējādi pētījumā pilsētvidē iegūtie dati kopumā atbilst Latvijas vidējā sīkposmkāju blīvuma līmenim, neskatoties uz to, ka pilsētvides augsnes jāuzskata par daļēji degradētām. Augsnes sīkposmkāju galveno taksonomisko grupu struktūra uz pilsētvides gradienta *Arbor – Eremus* izmainās atšķirīgi.

Oribatīdērcu blīvums pakāpeniski pieaug, virzienā no pilsētas centrālās daļas biotopiem ar daudzveidīgu antropogēno faktoru ietekmi uz perifēriju. Skābās skujkoku mežu augsnes ir īpaši labvēlīga vide oribatīdērcu attīstībai. Tādējādi apstiprinās ievadā izteiktā hipotēze par bruņērcēm kā īpaši jutīgu augsnes mezofaunas komponentu, kas negatīvi reaģē uz antropogēno faktoru radīto slodzi un, līdz ar to, varētu tikt izmantots kā Rīgas pilsētvides augšņu stāvokļa indikators. Tas saskan ar literatūras datiem (Santorufu et al. 2012) par bruņērcu skaita izmaiņām daļēji degradētās augsnēs. Oribatīdērcu blīvuma izmaiņas uz pilsētvides gradientu izpaužas tieši tā – pilsētas centrā – apdobēs, kur augsni var uzskatīt par daļēji degradētu, to skaits ir krietni mazāks, bet mežos, kuru vides apstākļiem ērces ir pielāgojušās, to skaits ir augsts.

Bruņērcu dzimtu blīvuma pieaugums, samazinoties augsnes pH, norāda uz šajās dzimtās ietilpstošo sugu augsto jutīgumu pret pilsētvides radīto antropogēno slodzi. Tādas dzimtas ir Euphthiracaridae, Nothridae, Camisiidae, Damaeidae, Liacaridae, Carabodidae, Suctobelbidae, Oppiidae, Galumnidae, Scheloribatidae, Quadropiidae un Oribatulidae. Kopumā Oribatida ērcēm vislabvēlīgākie apstākļi ir mežos, kur tās ir specializējušās skujkoku nobiru noārdīšanā. Tomēr daļai oribatīdu dzimtu netika konstatēta reakcija uz augsnes pH izmaiņām, kas norāda uz to adaptācijas spēju nelabvēlīgajiem pilsētvides faktoriem. Atsevišķas bruņērcu dzimtas (Cosmochthoniidae, Tectocephidae, Oppiidae) ir eiribionti un spēj eksistēt gan dabiskā, gan antropogēnā vidē.

Mesostigmata plēsīgo ērcu jutība pret pilsētvides augsnes ietekmējošajiem negatīvajiem faktoriem (ja vien tie nav ekstrēmi), ir mazāka. To skaitu lielā mērā nosaka barības - kolembolu u. c. augsnes mezofaunas pārstāvju pieejamība. Piemēram, pilsētas apdobēs, kur epigeisko Collembola skaits nav liels, taču hemiedafisko un euedafisko lēcistu ir vairāk, vērojama arī izteiktāka Mesostigmata ērcu skaita palielināšanās. Konstatētās ērcu skaita būtiskās korelācijas ar hemiedafisko un euedafisko kolembolu skaitu. Taču attiecībā uz epigeiskajām kolembolām šāda sakarība netika konstatēta.

Pilsētas degradētās augsnes nerada ideālus apstākļus nevienam augsnes mezofaunas pārstāvim, taču euedafiskās lēcistes tādās augsnēs spēj attīstīties, ja vien tām ir nepieciešamais mitrums un organisko vielu daudzums. Tāpēc arī Mesostigmata ērcu skaits apdobēs un pilsētas centrā ir samērā augsts (salīdzināt 7.7.1. un 7.7.2. att.).

Epigeisko kolembolu skaita korelācija ar organiskās vielas saturu augsnē nav statistiski ticama. Epigeiskās kolembolas dzīvo pārsvarā uz augsnes virsmas, kur organiskās vielas vēl ir nesadalītu nobiru formā, tāpēc šai kolembolu grupai svarīgāka varētu būt tieši nobiru klātbūtne biotopā. Epigeiskajām kolembolām nav labvēlīgas biežas pilsētvidē notiekošās augsnes izmaiņas, piemēram, ielu remonta laikā un pēc nobiru aizvākšanas pavasara apkārtnes sakopšanas talkās. Gandrīz visi pētītie pilsētas biotopi ir jaunāki par 20 gadiem (Rīgas meži S.a.), un tos ir skāruši dažādi labiekārtošanas darbi vai ielu remonts. Santorufo (2014), Setälä (2017) savos pētījumos pierāda, ka cilvēku veidotās un ietekmētās vides negatīvi ietekmē augsnes faunu.

Pētījums parādīja, ka pat tādās dažādām antropogēnajām ietekmēm pakļautās vietās kā ielu malu apdobēs, ir sastopama augsnes mezofauna. Iespējams, viens no galvenajiem augsnes mezofaunai nelabvēlīgajiem faktoriem apdobēs – intensīvs saules starojums, pētījuma laikā bija zems, pārsvarā laiks bija lietains. Tas varēja būt cēlonis mezofaunas skaita pieaugumam šajos biotopos. Viskrasākās atšķirības vērojamas starp diviem parauglaukumiem – 13. janvāra ielā un Esplanādes mala, kas ietilpst pilsētvides gradienta apdobju grupā. Mežu biotopos augsne pakļauta lielākam noēnojumam, kas samazina ūdens zudumu no augsnes, savukārt paraugi no zālājiem pakļauti vairāk saules stariem un līdz ar to ūdens iztvaikošanai.

NMS ordinācija skaidri parādīja galveno kopējās mezofaunas grupu dzimtu struktūras atkarību no augsnes organiskās vielas satura un pH. Dažādas grupas uz šiem faktoriem reaģē atšķirīgi, visizteiktākā reakcija novērojama Oribatida ērcu dzimtu kompleksā. Kolembolām reakcija uz šiem faktoriem pārsvarā nebija novērojama (izņemot mazāk pārstāvētas dzimtas -

Entomobryidae, Tomoceridae, Arrhopalitidae un Neeliidae). Mesostigmata ērcu skaita izmaiņas pamatā ir atkarīgas no kolembolu kā to barības objektu skaita izmaiņām, lai arī ir vērojama būtiska ietekme no augsnes pH un organisko vielu satura.

Papildus augsnes pH un organiskās vielas saturam, vēl ir daudz citu faktoru, kā piemēram smago metālu koncentrācija, sāls pielietošana apledošana novēršanai ziemā, kas varētu ietekmēt augsnes mezofaunu (Maslova 2006). Tomēr NMS ordinācija kā galvenos biokopu struktūru noteicošos faktorus izdalīja tieši pH un organiskās vielas saturu. Lai noskaidrotu šo faktoru lomu augsnes mezofaunas sadalījumā pētījumi vēl jāturpina.

SECINĀJUMI

1. Pētījumā par augsnes mezofaunas izmaiņām pilsētvides faktoru ietekmē konstatētas 37 bruņērču Oribatida dzimtas, 13 plēsīgo ērcu Mesostigmata dzimtas un 11 kolembolu Collembola dzimtas. Paraugos dominēja bruņērces 55%, kolembolu īpatsvars bija 37 %, bet Mesostigmata tikai 7%.

2. Augsnes mezofaunas struktūras izmaiņas uz pilsētvides gradienta centrs – piepilsētas meži ļoti labi raksturo pilsētas augšņu stāvokļa izmaiņas un to var izmantot kā bioindikatoru augsnes kvalitātes raksturošanai pilsētvidē, pilsētvides zaļās infrastruktūras plānošanā un zaļo koridoru veidošanā.

3. Pilsētas centrā intensīvām antropogēnām slodzēm pakļautās augsnēs, salīdzinot ar piepilsētas mežiem pieaug augsnes pH un samazinās organiskās vielas saturs, augsnes virsma tiek pakļauta mehāniskai ietekmei – nobradāšanai, zāles pļaušanai, sistemātiskai augu nobiru aizvākšanai. Šo faktoru intensitāte samazinās pa pilsētvides gradienta elementiem virzienā: ielu malu apdabes – parki – privātdārzi – kapsētas – mežaparki – piepilsētas meži.

4. Pētījumu vietu ordinācija ar nemetrisko daudzdimensiju skalēšanu (NMS) parādīja, ka augsnes pH un organiskās vielas saturs ir būtiskākie augsnes mezofaunas struktūru noteicošie faktori. Dažādas augsnes mezofaunas taksonomiskās grupas atšķirīgi reaģē uz šo faktoru izmaiņām. Visjutīgāk reaģē augsnes bruņērces Oribatei, kuru blīvums augsnē palielinās virzienā no pilsētas centra uz piepilsētas mežiem. Mesostigmata plēsīgo ērcu blīvums arī ir atkarīgas no šiem faktoriem, taču to blīvums korelē ar kolembolu, kā vienu no ērcu barības objektiem, blīvumu. Visvājāk uz minētajiem augsnes faktoriem reaģē kolembolas Collembola.

5. No bruņērcēm statistiski ticamas atkarības no pH konstatēts 12 dzimtām un organiskās vielas satura – 13 dzimtām, no Mesostigmata ērcēm no pH atkarības ir 2 dzimtām, organiskās vielas satura augsnē - 4 dzimtām, bet kolembolām augsnes pH ietekmē tikai 3 dzimtas un organisko vielu saturs augsnē tikai 1 dzimtu.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

- Amossé J., Dózsa-Farkas K., Boros G., Rochat G., Sandoz G., Fournier B., Mitchell E. A.D., Bayon R.C.** 2016. Patterns of earthworm, enchytraeid and nematode diversity and community structure in urban soils of different ages. *European Journal of Soil Biology*, 73, pp.46–58.
- Alberti, M., Botsford, E., Cohen, A.** 2001. Quantifying the urban gradient: Linking urban planning and ecology. In: Marzluff J.M., Bowman R., Donnelly R. (eds) *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*. Springer, Boston, MA, pp 89-115.
- Baranovska A.** 2006. Bruņērces (Acari, Oribatei) kā vides stāvokļa bioindikatoru uz klimata izmaiņu un antropogēnā piesārņojuma fona meža ekosistēmās. LU 64. *Zinātniskā konference. Vides zinātne*. LU. Rīga. 221. Lpp.
- Baranovska A., Spunģis V., Meleciš V.** 2007. Ilgtermiņa izmaiņas oribatīdērcu sugu daudzveidībā Ziemeļvidzemes biosfēras rezervāta meža ekosistēmā. Latvijas Universitātes 65. Zinātniskā konference. Ģeogrāfija, Ģeoloģija, Vides zinātne. LU. Rīga. 218 lpp
- Bedano, J.C., Domínguez, A. & Arolfo, R.**, 2011. Assessment of soil biological degradation using mesofauna. *Soil and Tillage Research*, 117, pp.55–60.
- Benckiser, G.**, 2007. Recycling Processes, Nutrient Fluxes, and agricultural Production. *Fauna in soil ecosystems*. New York, Basel, Hong Kong. 325 lpp.
- Boruks, J.** 2003. Autoru kolektīvs. *Meža enciklopedija*. Rīga, “Zelta grauds”.
- Coleman D. C., Crossley D. A. Jr.** 1996. Mesofauna. *Fundamentals of Soil Ecology*. Academic press. Institute of Ecology, University of Georgia. Georgia. 67. – 71. lpp Eiropas Sociālais fonds, 2010. „Eksperimenti dabaszinībās skolā I”.
- Čekstere G.** 2010. Vides faktoru ietekme uz Holandes liepu (*Tilia x vulgaris*) vitalitāti Rīgas ielu apstādījumos. *Promocijas darbs*. Rīga. (Sk. 20.04.2018.) Pieejams http://dspace.lu.lv/dspace/bitstream/handle/7/4887/37861-Gunta_Cekstere_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Davies, W.M., Experimental, R.**, *On the Tracheal System of Collembola , with special reference to that of Sminthurus THE respiration in the majority of Collembola is cutaneous . Special respiratory organs have only been found in species of Sminthurus (now differentiated into the genera . System*, (16), pp.15–30.Haase, D. et al., 2017. Greening cities – To be socially inclusive? About the alleged paradox of society and ecology in cities. *Habitat International*, 64, pp.41–48.
- Dogels V.** 1986. *Bezmugurkaulnieku zooloģija*. Zvaigzne, Rīga.
- Fernando H. J. S.** 2015. Chicago’s Heat Island and Climate Change: Bridging the Scales via Dynamical Downscaling. American Meteorological society. Skatīts: 21.05.2017. Pieejams: <http://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/JAMC-D-14-0241.1>
- Ferrara C., Salvati L., Tombolini I.** 2014. An integrated evaluation of soil resource depletion from dischronic settlement maps and soil cartography in peri-urban Rome, Italy.

- Geoderma*, 232-234, 394-405 lpp. Pieejams: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.05.020>
- Grantina – Ievina L., Kasparinskis R., Tabors G., Nokolajeva V.** 2013. *Features of saprophytic soil microorganism communities in conifer strands with or without Heterobasidion annosum sensu lato infection: a special emphasis on Penicillium spp.* Rīga, LU Bioloģijas fakultāte. 23-38. lpp
- Grīna, V., Melecis, V.** 2018. Augsnes mezofaunas struktūras izmaiņas uz pilsētvides gradienta - centrs piepilsēta Rīgā. Latvijas Universitātes 76. starptautiskā zinātniskā konference. Zemes un vides zinātņu sekcija. Ilgtermiņa ekosistēmu pētījumi. Referātu tēzes. Rīga, 391.-392. lpp.
- Joimel, S. et al.**, 2017. Urban and industrial land uses have a higher soil biological quality than expected from physicochemical quality. *Science of the Total Environment*, 584–585, pp.614–621.
- Haase, D. et al.**, 2017. Greening cities – To be socially inclusive? About the alleged paradox of society and ecology in cities. *Habitat International*, 64, 41–48lpp.
- Juceviča E., Melecis V.** 2010. Kolembolas kā ilgtermiņa ekoloģisko novērojumu objekts. *Latvijas universitātes 68. konference.* LU Bioloģijas institūts.
- Jung, C. et al.**, 2010. Species richness of soil gamasid mites (Acari: Mesostigmata) in fire-damaged mountain sites. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 13(3), pp.233–237. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aspen.2010.04.001>.
- Kagainis U.** 2011. Revision of the Checklist of Latvian Oribatid Mites (Acari: Oribatida), with Notes on Previous Studies and New Species for the Fauna of Latvia. 31-40.
- Lee, H.S. et al.**, 2017. Impacts of land use changes from the Hanoi Master Plan 2030 on urban heat islands: Part 2. Influence of global warming. *Sustainable Cities and Society*, 31, pp.95–108. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.015>.
- Magro, S. et al.**, 2013. Soil functionality at the roadside: Zooming in on a microarthropod community in an anthropogenic soil. *Ecological Engineering*, 60, pp.81–87. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.07.061>.
- Maslova.** 2006. Rīgas pilsētas augšņu mezofauna kā pilsētvides stāvokļa indikators. *Bakalaura darbs.* Rīga
- Melecis V, Juceviča E, Salmane I, Ventiš J.** 2007. Meža augšņu mezofaunas izmaiņas sausuma palielināšanās apstākļos. 65. *Zinātniskā konference. Ģeogrāfija, ģeoloģija, vides zinātne. Referātu tēzes.* LU akadēmiskais apgāds. 185.-187. lpp.
- Melecis, V.** 2008. Sugu daudzveidības izmaiņas uz klimatisko svārstību un antropogēno faktoru fona. *Latvijas Nacionālā ilgtermiņa ekoloģiskā tīkla projekts.* Publiskais pārskats. Rīga. 17. lpp.
- Nikodemus O., Kārklīšs A., Kļaviņš M., Melecis V.** 2008. Augšņu mezofauna. *Augsnes ilgtspējīga izmantošana un aizsardzība*, Rīga. LU Akadēmiskais apgāds
- Richter, K., Klausnitzer, B.** 1984. Zum Einfluss ausgewählter anthropogener Noxen auf NAD-abhängige Malatdehydrogenase und Transaminasen aus *Aphis sambuci* L. und einigen anderen Blattläusen. Leipzig.
- Rīgas Dome,** 2014. Rīgas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam.

- Saemann D.** 1970. Die Brutvogelfauna einer sachsichen Grosstadt. Karl-Marx-Stadt.
- Santorufu, L. et al.,** 2012. Soil invertebrates as bioindicators of urban soil quality. *Environmental Pollution*, 161, pp.57–63. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2011.09.042>.
- Santorufu, L., Van Gestel, C.A.M. & Maisto, G.,** 2014. Sampling season affects conclusions on soil arthropod community structure responses to metal pollution in Mediterranean urban soils. *Geoderma*, 226–227(1), pp.47–53. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.02.001>.
- Setälä H., Francini G., Allen J. A., Jumpponen A., Hui N., Kotze D.J.** 2017. Urban parks provide ecosystem services by retaining metals and nutrients in soils. *Environmental Pollution*. Vol 231, part 1. 451-461.
- Telnov, D. & Salmane, I.,** 2015. Ecology and Diversity of Urban Pine Forest Soil Invertebrates in Rīga, Latvia. , 69(3), pp.120–131.
- Threlfall C. G., Kendal D.** 2018. The distinct ecological and social roles that wild spaces play in urban ecosystems. *Urban Forestry & Urban Greening*. Vol 29. 348-356.
- Turnbull M.S, Londo Z.** 2015. Combines effects of abiotic factors on Collembola communities reveal precipitation may act as a disturbance. *Soil Biology and Biochemistry* 82.

Interneta resursi:

- Dārza tehnikas eksperti.** S.a. *Kā pareizi plaut mauriņu?* (Sk. 05.03.2018.) Pieejams <http://www.darzatehnikaseksperti.lv/raksts/ka-pareizi-plaut-maurinu>
- Latvijas mežu dienests.** S.a. *Par Latvijas mežiem.* (Sk. 03.11.2017.) Pieejams <http://www.lmd.lv/par-latvijas-meziem>.
- The Green city.** 2017. The green city. Trends. Skatīts: 21.05.2017. Pieejams: <http://thegreencity.com/>
- Conry P., Sharma A., Potosnak M. J., Leo L. S., Bensman E., Hellmann J.J.,** Rīgas teritorijas un tajā esošo ēku un būvju uzturēšanas noteikumi. 1999. Pieņemti: 1999.gada 14.decembrī. Rīgas domes saistošie noteikumi Nr.5. Skatīts: 21.05.2017. Pieejams: <https://m.likumi.lv/doc.php?id=15091>
- LVĢMC.** 2017. *Septembra mēneša apskats.* (Sk. 20.04.2018.) Pieejams <https://meteo.lv/lapas/laika-apstakli/klimatiska-informacija/laika-apstaklu-raksturojums/2017/septembris-2017/septembris-2017-meteo?id=2259&nid=1117>
- Rīgas meži, SIA.** 2010. Parki un dārzi. Skatīts: 22.05.2017. Pieejams: http://www.rigasmezi.lv/lv/Rigas_darzi_un_parki/par_parkiem/.
- Rīgas meži, SIA.** S.a. Rīdzenes iecirknis. Parku saraksts. (Sk. 05.03.2018.) Pieejams https://www.rigasmezi.lv/lv/Rigas_darzi_un_parki/par_parkiem/Darzi_un_parki_Ridzenes_ierknis/
- Scharenbroch B. C., Lloyd J. E., Johnson-Maynard J.L.** 2004. Distinguishing urban soils with physical, chemical, and biological properties. *Pedobiologia*. USA. (Sk. 20.04.2018.) Pieejams https://www.treefund.org/wp-content/uploads/2016/12/scharenbroch_et_al_2005_pedobiologia.pdf

Resursi krievu valodā:





Криьолуцкий Д. А. 1994. Почвенная фауна в экологическом контроле. Российская академия. 74-119




Клаушнитцер, Б. 1990. *Экология городской фауны*. Москва “Мир”. 213 лрр.





PIELIKUMI




Parauglaukumu raksturojums.



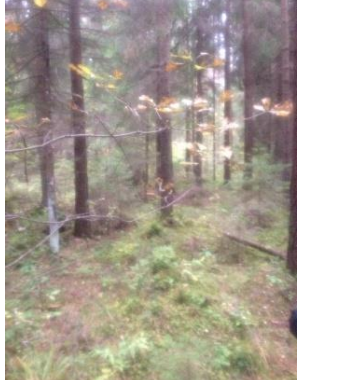
| Parauglaukums | Attēls | Apraksts |
|----------------------------|---|--|
| Esplanāde/Kalpaka bulvāris |  | Vāji attīstīta zemsedze, iespējams no neseno veiktiem ielu remontdarbiem. Koku stāvā liepas, blakus esoši krūmaugi. Nav vērojama nobradāšana. pH – 6,7, organisko vielu daudzums – 8,4% |
| Hanzas iela |  | Samērā blīva zemsedze, liepas. Aktīva transporta kustība, augsne irdena, neliels reljefa paaugstinājums. Nedaudz atkritumi (cigarešu izsmēķi, pudeles) nav aizvāktas koku nobiras. pH – 6,6, organisko vielu daudzums – 5,5% |
| 13. janvāra iela |  | Skraja zemsedze, liepas, vietām nav augāja. Augsne blīva, putekļaina virskārta. Aktīva cilvēku kustība apkārtnē un zaļajā zonā. Daudz atkritumu (lielākā daļa izsmēķi). Liela ietekme no tramvajiem, mazāka no automašīnām. pH – 6,7, organisko vielu daudzums – 6,1% |
| Brīvības iela 1 |  | Blīva, augsta veģetācija zemsedzē, blakus kopta dobe, ceriņu krūms. Irdena, akmeņaina augsne. Blakus autostāvvietai ar šķembu segumu, iedzīvotājiem – no akmens plāksnēm veidota taciņa. Aktīva cilvēku darbība apkārtnē, nav tiešas ielas ietekmes. pH – 6,8, organisko vielu daudzums – 7,7% |

| | | |
|-------------------------------|---|--|
| Brīvības iela – bērnu laukums |  | <p>Zemsedzes gandrīz nav, iedzīvotāji apgalvo, ka tā ir vienmēr. Augsne irdena. Koku stāvā liepas, taču nobiras savāktas. Apkārtnē asfaltēta vai uzklāts mīkstsais gumijas segums bērnu laukumam. Teritorija nošķirta no ielas, vērojama tikai cilvēku ietekme, apkārtnē sakopta.</p> <p>pH – 6,7, organisko vielu daudzums – 4,4%</p> |
| Krosa iela |  | <p>Privātmājas dārzs, mauriņš. Zemsedze blīva attīstīta velēna, augsne irdena, klāta ar sūnām. Saimnieks apgalvo, ka gadiem ilgi nav bijusi mehāniska ietekme uz sakārtu. Blakus esošs ķiršu koks un ābele. Nelielas nobiras no kokiem, sakopta apkārtnē, pļauta zāle.</p> <p>pH – 6,5, organisko vielu daudzums – 8,1%</p> |
| Struktoru iela |  | <p>Privātmājas dārzs, mauriņš dārza malā. Paraugu vākšanas brīdī zāle nenopļauta, augsta un blīva. augsne irdena, blīva sakņu sistēma. Blakus liela liepa un ķiršu koks. Nobiras parasti tiek aizvāktas, arī nopļautā zāle kompostēta, ko pavasarī izmanto netālu esošajās dobēs.</p> <p>pH – 6, organisko vielu daudzums – 5,3%</p> |
| Raina kapi |  | <p>Kapsētas malā, mauriņš. Zems, blīvs, daudzveidīgs zemsedzes augājs. Blīva augsne, blīva velēna. Blakus atkritumu konteineri, krūmaugi. Apkārt lapukoki, nobiras daļēji aizvāktas. Sakopta apkārtnē.</p> <p>pH – 6,4, organisko vielu daudzums – 6,4%</p> |

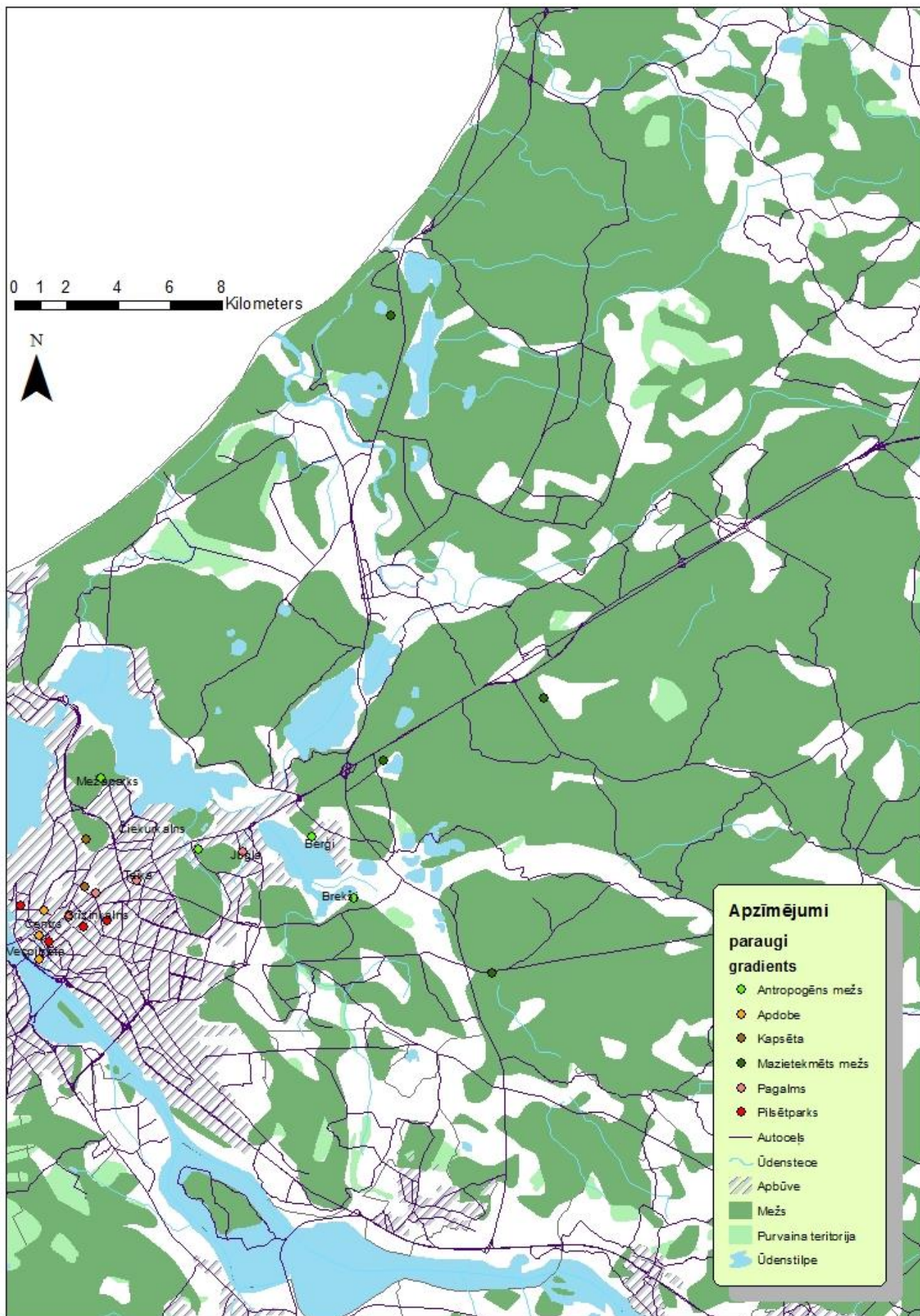
| | | |
|----------------|---|--|
| Lielie kapi |  | <p>Kādreizējā kapsēta, nabadzīgs, bet samērā augsts zemsedzes augājs, augsne irdena, daudzo lapkoku dēļ liels noēnojums, līdz ar to daudz nobiru, kas netiek aizvāktas. Cilvēki pārvietojas pa asfaltētiem celiņiem, tāpēc nenotiek augsnes nobradāšana. Aktīva darbība (iespējams tikai pļaušana) sen nav notikusi. Netālu veca ēka, kas tiek renovēta, iespējama ietekme.</p> <p>pH – 6,5, organisko vielu daudzums – 5,6%</p> |
| Vērmanes dārzs |  | <p>Parka vidus - zālājs. Biezs, blīvs mauriņš, apkārtņē dobes un lapukoki – liepas, lazdas, netālu arī skujukoki. Blīva sakņu sistēma bet irdena augsne. Tieša cilvēku slodze tikai vasarā, regulāri pļauts. Nav vērojams piesārņojums šajā vietā. Apkārtņē bruģa taciņas.</p> <p>pH – 6,8, organisko vielu daudzums – 11,5%</p> |
| Ziedoņdārzs |  | <p>Parka vidus, blīvā, zālājs, viens paraugs ņemts arī dobes tuvumā. Ļoti blīva sakņu sistēma, irdena augsne. Koki tikai tuvā apkārtņē (aptuveni 10 m). Tuvumā soliņi, bruģēti celiņi, tieša cilvēku slodze tikai vasarā, regulāri pļauts. Netālu esošā dobe tiek mulčēta ar skaidām. Nav tieša ielas ietekme.</p> <p>pH – 6,3, organisko vielu daudzums – 8,3%</p> |

| | | |
|--------------|---|--|
| Viesturdārzs |  | <p>Parka vidus. Zems, blīvs zālājs, neliels pazeminājums. Nedaudz sablīvēta augsne. Apkārtnē gobas, kuru nobiras ir zālienā. Ap zālāju asfaltēts ceļš,. Tieša cilvēku ietekme iespējams, tikai pļaujot zālāju. pH – 6,6, organisko vielu daudzums – 6%</p> |
| Grīziņkalns |  | <p>Paraugi ņemti parka vietā, kur nav tieša ielas ietekme. Blīvs zems zāliens. Augsne ļoti sablīvēta, akmeņaina, blīva sakņu sistēma. Apkārtnē bērzs, liepas, palikušas nobiras no kokiem, taču nedaudz. Bruģēti celiņi, blakus zālienam soliņi un atkritumu tvertnes. Tieša cilvēka iedarbība, izņemot pļaušanu, nav. pH – 6,6, organisko vielu daudzums – 5,4%</p> |
| Mežaparks |  | <p>Paraugi ņemti mežā pie aktīvi izmantotas gājēju ielas nelielā reljefa paaugstinājumā. Vāji attīstīta zemsedzes veģetācija. Daudz skujkoku un lapu koku (kļavu) nobiru. Augsne irdena. Minimāla autotransporta ietekme. nenotiek pļaušana, maza nobradāšanas ietekme, vieta izmantojama orientēšanās sacensībās. pH – 4,5, organisko vielu daudzums – 5,3%</p> |
| Bergu mežs |  | <p>Paraugi ņemti kalna nogāzē. Blīva graudzāļu zemsedze, nav vērojamas pļaušanas pazīmes. Augsne samērā blīva, blīva sakņu sistēma. Apkārtnē pārsvarā skujkoki, nelielas kļavas. Nav tieša ielas ietekme, tuvumā tiki reti izmantots zemes ceļš. Nav aktīvas cilvēku darbības pazīmes. pH – 3,1, organisko vielu daudzums – 8,9%</p> |

| | | |
|-----------------------------------|---|---|
| Šmerļa mežs |  | <p>Parauglaukums neatrodas satiksmes ceļa ietekmē, bet netālu no dzīvojamām ēkām. Blīva, augsta, pārsvarā graudzāļu zemsedze. Samērā irdena augsne. Apkārtnē priedes un krūmu pamežs. Daudz nobiru, piemēslojums ar sadzīves atkritumiem (pudeles, izsmēķi). Nobradāšanas pazīmes, iestaigātas taciņas mežā. Cita veida cilvēka ietekme nav vērojama (netiek pļauts, iespējams iztīrītas kritālas, cirsti krūmi).</p> <p>pH – 4,5, organisko vielu daudzums – 6%</p> |
| Juglasciems (Juglas papīrfabrika) |  | <p>Paraugi ņemti zaļajā zonā starp zemes ceļu un asfaltētu autoceļu, nelielā reljefa paaugstinājumā. Zemsedzē blīvs mētru augājs ar sūnām. Augsne irdena, kūdraina. Koku stāvā priedes, daudz nobiru, nedaudz kritālu. Nav tiešas cilvēka saimnieciskā darbības ietekmes, iespējama neliela nobradāšanas ietekme, Juglasciema iedzīvotāji izmanto mežu sēņošanai, ogošanai. Iespējama bijušās Juglas papīrfabrikas ietekme.</p> <p>pH – 3,3, organisko vielu daudzums – 20,7%</p> |
| Langstiņi |  | <p>Paraugi ņemti priežu mētrājā ar vienlaidus sūnu segu, augsnes O horizonts – mors. Mērena cilvēka ietekme (sēņošana, pastaigas)</p> <p>pH – 3,3, organisko vielu daudzums – 14,1%</p> |

| | | |
|------------|---|--|
| Pie Gaujas |  | <p>Paraugi ņemti priežu mētrājā ar vienlaidus sūnu segu, augsnes O horizonts – mors. Neliela cilvēka ietekme (sēņošana) pH – 2,7, organisko vielu daudzums – 20%</p> |
| Garkalne |  | <p>Paeraugi ņemti priežu lānā ar vienlaidu sūnu segu, augsnes O horizonts – mors. Cilvēka ietekme minimāla. pH – 3,4, organisko vielu daudzums – 10,4%</p> |
| Ropaži |  | <p>Paraugi ņemti mežā - damaksnī, autoceļa tuvumā, bet ne tiešā ietekmē. Augsne ļoti kūdraina, viegla, blīvi izvietotas koku saknes. Daudz kritalu, nav vērojama nekāda cilvēka darbības ietekme. pH – 5,7 organisko vielu daudzums – 19,4%</p> |

Parauglaukumu izvietojuma karte. (Izstrādājusi autore, izmantojot GIS Latvija 9.2 datubāzes un 2012. gada ortofoto)



3. pielikuma turpinājums.

| | RAIŅA KAPI | LIELIE KAPI | MEŽAPARKS | BERĢI | ŠMERĻA MEŽS | JUGLASCIEMS | LANGSTIŅI | PIE GAUJAS (PRIEŽU MĒTRĀJS) | ROPAŽI | GARKALNI (PIE MĀLPILS CEĻA) |
|------------------------------------|------------|-------------|-----------|-------|----------------|-------------|-----------|--------------------------------------|--------|--------------------------------------|
| AUGSNES ĒRCES | | | | | | | | | | |
| ACARI | | | | | | | | | | |
| Oribatei | 58 | 67 | 84 | 56 | 67 | 106 | 30 | 83 | 171 | 74 |
| Mesostigmata | 142 | 45 | 122 | 75 | 70 | 79 | 70 | 102 | 79 | 69 |
| COLLEMBOLA | | | | | | | | | | |
| Epigeiskās | 9 | 6 | 1 | 25 | 19 | 7 | 9 | 4 | 4 | 24 |
| (Sminteīdi) | 1 | 1 | 5 | 3 | 2 | 2 | 6 | 0 | 2 | 4 |
| Hemiedofitiskās | 59 | 85 | 47 | 40 | 141 | 29 | 26 | 43 | 39 | 120 |
| Euedofitiskās | 217 | 168 | 65 | 85 | 114 | 54 | 38 | 106 | 146 | 142 |
| CITI | | | | | | | | | | |
| Kāpuri - <i>Larvae</i> | 2 | 9 | 4 | 7 | 6 | 2 | 2 | 7 | 12 | 5 |
| Sprakšķi - <i>Elateridae</i> | | | | | | 1 | | | | |
| Tripši - <i>Thysanoptera</i> | | 1 | 3 | 11 | 8 | | 13 | 7 | 19 | 6 |
| <i>Trombidiformes</i> | 7 | | | | 6 | | | | | |
| Simtkāji - <i>Chilopoda</i> | 1 | 5 | | | | | | | | |
| Tūkstoškājis - <i>Diplopoda</i> | | 1 | | 9 | 4 | | | 4 | 1 | |
| Dažādi kukaiņi - <i>Insecta</i> | | | | | | 7 | 3 | | | |
| Zirnekļi - <i>Araneae</i> | | | | 3 | | | 3 | 1 | 3 | 6 |
| Mitrenes - <i>Oniscidea</i> | | | | | | | | | | |
| Simfīla - <i>Symphyla</i> | 1 | | 5 | | 3 | 5 | | | | 21 |
| Gauskāji - <i>Tardigrada</i> | | | | 1 | | 2 | 1 | 2 | | 2 |
| Divastes - <i>Diplura</i> | | | | | 3 | | | | 2? | |

Slieka -
Lumbricina
Pseudoscorpions

4

1

4

2

4. pielikums.

Noteikto Mesostigmata kārtas ērcu sadalījums pa dzimtām un to blīvums parauglaukumos (noteikusi I. Salmane).

| | Parasitidae | ind/m2 | Veigaiidae | ind/m2 | Rhodacaridae | ind/m2 | Trachytidae | ind/m2 | Aceosejidae | ind/m2 | Zerconidae | ind/m2 |
|----------|-------------|----------|------------|----------|--------------|----------|-------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
| Hanza | 13 | 552.017 | | 0 | 10 | 424.6285 | | 0 | 7 | 297.24 | | 0 |
| 13_Janv | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | 2 | 84.9257 | | 0 |
| Esplan | | 0 | | 0 | 3 | 127.3885 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Verman | 4 | 169.8514 | | 0 | 10 | 424.6285 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Zied_zs | 5 | 212.3142 | | 0 | 9 | 382.1656 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Griz_kal | | 0 | | 0 | 8 | 339.7028 | | 0 | 10 | 424.628 | 2 | 84.9257 |
| Viest_zs | 10 | 424.6285 | 2 | 84.92569 | 5 | 212.3142 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Br_ie1 | 3 | 127.3885 | | 0 | 4 | 169.8514 | | 0 | 7 | 297.24 | 1 | 42.4628 |
| Br_ie2 | 3 | 127.3885 | | 0 | 12 | 509.5541 | | 0 | 1 | 42.4628 | | 0 |
| K_darzs | 18 | 764.3312 | | 0 | 4 | 169.8514 | | 0 | | 0 | | 0 |
| S_darzs | 27 | 1146.497 | 4 | 169.8514 | 28 | 1188.96 | | 0 | | 0 | 1 | 42.4628 |
| Rain_kap | 3 | 127.3885 | | 0 | 12 | 509.5541 | | 0 | 1 | 42.4628 | | 0 |
| Liel_kap | 2 | 84.92569 | 11 | 467.0913 | 12 | 509.5541 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Meza_p | 15 | 636.9427 | 5 | 212.3142 | 17 | 721.8684 | 9 | 382.166 | | 0 | | 0 |
| Bergi_m | 8 | 339.7028 | 9 | 382.1656 | 8 | 339.7028 | | 0 | | 0 | 8 | 339.703 |
| Smer_m | 14 | 594.4798 | 6 | 254.7771 | 4 | 169.8514 | 4 | 169.851 | | 0 | | 0 |
| Jugla_m | 19 | 806.7941 | 7 | 297.2399 | | 0 | 1 | 42.4628 | | 0 | 5 | 212.314 |
| Langst_m | 22 | 934.1826 | 9 | 382.1656 | 0 | 0 | 4 | 169.851 | | 0 | 6 | 254.777 |
| Gauja_m | 8 | 339.7028 | 5 | 212.3142 | 5 | 212.3142 | | 0 | | 0 | 13 | 552.017 |
| Rop_m | 17 | 721.8684 | 11 | 467.0913 | 2 | 84.92569 | 36 | 1528.66 | | 0 | 11 | 467.091 |
| Gark_m | 8 | 339.7028 | 7 | 297.2399 | 5 | 212.3142 | 7 | 297.24 | 1 | 42.4628 | 10 | 424.628 |

5. pielikums.

Noteikto Oribatida kārtas ērcu sadalījums pa dzimtām un to blīvums parauglaikumos (noteicis U. Kagainis).

| | Phytoseiidae | ind/m2 | Pachylaelaptidae | ind/m2 | Macrochelidae | ind/m2 | Laelaptidae | ind/m2 | Eviphidae | ind/m2 | Uropodina | ind/m2 | Ameroseiidae | ind/m2 |
|----------|--------------|---------|------------------|---------|---------------|---------|-------------|---------|-----------|---------|-----------|---------|--------------|--------|
| Hanza | | 0 | 1 | 42.4628 | 1 | 42.4628 | 14 | 594.48 | | 0 | | 0 | | 0 |
| 13_Janv | 1 | 42.4628 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Esplan | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Verman | | 0 | | 0 | 1 | 42.4628 | 9 | 382.166 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Zied_zs | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Griz_kal | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Viest_zs | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Br_ie1 | | 0 | | 0 | | 0 | 6 | 254.777 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Br_ie2 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| K_darzs | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | 6 | 254.777 | | 0 |
| S_darzs | | 0 | 2 | 84.9257 | 1 | 42.4628 | 2 | 84.9257 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Rain_kap | 1 | 42.4628 | | 0 | | 0 | 2 | 84.9257 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Liel_kap | | 0 | 11 | 467.091 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Meza_p | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Bergi_m | | 0 | | 0 | | 0 | 3 | 127.389 | 2 | 84.9257 | 6 | 254.777 | | 0 |
| Smer_m | | 0 | 1 | 42.4628 | | 0 | | 0 | 1 | 42.4628 | | 0 | | 0 |
| Jugla_m | | 0 | | 0 | | 0 | 4 | 169.851 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Langst_m | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Gauja_m | | 0 | | 0 | | 0 | 2 | 84.9257 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Rop_m | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Gark_m | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | 1 | 42,462 |

5. pielikuma turpinājums.

| | Paleac | Ctenac | Brach | Cosmo | Hypoch | Enioch | Phthir | Eupht | Malac | Nothr | Camis | Nanher | Damae | Cephei | Damae | Cteno | Eremae | Astegi |
|----------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Hanza | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13_Janv | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Esplan | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Verman | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Zied_zs | 0 | 0 | 16 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Griz_kal | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Viest_zs | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Br_ie1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Br_ie2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K_darzs | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 26 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| S_darzs | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 26 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Rain_kap | 0 | 0 | 144 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Liel_kap | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 7 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Meza_p | 0 | 0 | 0 | 2 | 9 | 23 | 22 | 3 | 0 | 9 | 5 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bergi_m | 1 | 0 | 23 | 2 | 2 | 0 | 17 | 39 | 0 | 5 | 5 | 0 | 5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Smer_m | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jugla_m | 0 | 0 | 2 | 0 | 5 | 0 | 15 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 |
| Langst_m | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 8 | 0 | 1 | 2 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gauja_m | 0 | 0 | 30 | 1 | 0 | 0 | 4 | 51 | 0 | 39 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Rop_m | 2 | 1 | 3 | 0 | 7 | 0 | 48 | 7 | 6 | 5 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Gark_m | 1 | 0 | 22 | 1 | 0 | 0 | 8 | 6 | 0 | 6 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

5. pielikuma turpinājums.

| | Liacar | Pelopi | Carabo | Tectoc | Quadro | Opiid | Suctob | Autogn | Licnar | Passal | Scutov | Pheno | Achipt | Galumn | Cerato | Mycoba | Euzet | Schelor | Oribatu | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|---------|---|
| Hanza | 0 | 0 | 0 | 15 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 13_Janv | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Esplan | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Verman | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Zied_zs | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Griz_kal | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Viest_zs | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 7 | 4 | 0 | 2 | 101 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Br_ie1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Br_ie2 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K_darzs | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| S_darzs | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Rain_kap | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 401 | 0 | 0 | 1 | 26 | 0 | 5 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| Liel_kap | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 30 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Meza_p | 5 | 0 | 0 | 7 | 1 | 56 | 30 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 24 | 0 | 9 | 0 | 3 | 8 | 0 | 0 |
| Bergi_m | 9 | 0 | 3 | 1 | 5 | 412 | 64 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 35 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| Smer_m | 2 | 0 | 0 | 6 | 0 | 75 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 14 | 5 | 4 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 |
| Jugla_m | 5 | 0 | 0 | 0 | 13 | 208 | 89 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 10 | 15 | 0 | 7 | 25 | 3 | 0 |
| Langst_m | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 141 | 170 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 2 | 22 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Gauja_m | 1 | 0 | 0 | 76 | 0 | 521 | 121 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | 47 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 |
| Rop_m | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 97 | 65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 119 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Gark_m | 4 | 1 | 1 | 15 | 0 | 119 | 157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 6 | 4 | 0 |

6. pielikums.

Noteikto Collembola indivīdu sadalījums pa dzimtām un to blīvums parauglaukumos (noteikusi E. Juceviča).

| | Hyp | Ind./m2 | Nean | Ind./m2 | Onych | Ind./m2 | Isotom | Ind./m2 | Entom | Ind./m2 | Tomoc | Ind./m2 | Neel | Ind./m2 | Arrh | Ind./m2 | Smint | Ind./m2 | Kat | Ind./m2 | Dic | Ind./m2 |
|-----------------|-----|---------|------|---------|-------|---------|--------|---------|-------|---------|-------|---------|------|---------|------|---------|-------|---------|-----|---------|-----|---------|
| Hanza | 108 | 4586 | 0 | 0 | 93 | 3949 | 164 | 6964 | 8 | 340 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 297 | 0 | 0 |
| 13_Janv | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Esplan | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 127 | 5 | 212 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Verman | 1 | 42 | 2 | 85 | 17 | 722 | 39 | 1656 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 1529 | 1 | 42 | 0 | 0 |
| Zied_zs | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 1231 | 27 | 1146 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 1062 | 4 | 170 | 0 | 0 |
| Griz_kal | 0 | 0 | 2 | 85 | 89 | 3779 | 28 | 1189 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 977 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Viest_zs | 0 | 0 | 6 | 255 | 5 | 212 | 26 | 1104 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 340 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Br_ie1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 93 | 3949 | 5 | 212 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Br_ie2 | 141 | 5987 | 0 | 0 | 102 | 4331 | 110 | 4671 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 340 | 1 | 42 | 0 | 0 |
| K_darzs | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 679 | 152 | 6454 | 1 | 42 | 0 | 0 | 3 | 127 | 0 | 0 | 5 | 212 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S_darzs | 4 | 170 | 0 | 0 | 5 | 212 | 221 | 9384 | 4 | 170 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 297 | 0 | 0 |
| Rain_kap | 0 | 0 | 0 | 0 | 89 | 3779 | 162 | 6879 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Liel_kap | 0 | 0 | 79 | 3355 | 90 | 3822 | 73 | 3100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Meza_p | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 722 | 58 | 2463 | 11 | 467 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 85 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bergi_m | 24 | 1019 | 2 | 85 | 25 | 1062 | 51 | 2166 | 40 | 1699 | 15 | 637 | 0 | 0 | 2 | 85 | 2 | 85 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Smer_m | 0 | 0 | 40 | 1699 | 36 | 1529 | 180 | 7643 | 15 | 637 | 3 | 127 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 170 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jugla_m | 6 | 255 | 5 | 212 | 17 | 722 | 65 | 2760 | 2 | 85 | 3 | 127 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 85 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Langst_m | 8 | 340 | 2 | 85 | 7 | 297 | 51 | 2166 | 10 | 425 | 8 | 340 | 1 | 42 | 0 | 0 | 5 | 212 | 0 | 0 | 1 | 42 |
| Gauja_m | 0 | 0 | 44 | 1868 | 15 | 637 | 106 | 4501 | 4 | 170 | 1 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rop_m | 2 | 85 | 9 | 382 | 20 | 849 | 163 | 6921 | 1 | 42 | 2 | 85 | 6 | 255 | 0 | 0 | 1 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gark_m | 5 | 212 | 4 | 170 | 59 | 2505 | 156 | 6624 | 6 | 255 | 16 | 679 | 0 | 0 | 4 | 170 | 1 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 |

DCA analīzes rezultāti.

STRESS IN RELATION TO DIMENSIONALITY (Number of Axes)

| | Stress in real data | | | Stress in randomized data | | | | |
|------|---------------------|--------|---------|----------------------------|--------|---------|--------|---|
| | 250 run(s) | | | Monte Carlo test, 250 runs | | | | |
| Axes | Minimum | Mean | Maximum | Minimum | Mean | Maximum | p | n |
| 1 | 19.360 | 38.029 | 54.918 | 32.460 | 49.211 | 54.917 | 0.0040 | 0 |
| 2 | 10.905 | 12.743 | 37.920 | 20.150 | 25.910 | 37.515 | 0.0040 | 0 |
| 3 | 7.031 | 7.412 | 26.059 | 13.502 | 16.640 | 28.056 | 0.0040 | 0 |
| 4 | 4.890 | 5.047 | 6.431 | 9.572 | 11.862 | 22.368 | 0.0040 | 0 |
| 5 | 3.526 | 3.817 | 4.802 | 6.773 | 8.732 | 11.324 | 0.0040 | 0 |
| 6 | 2.641 | 2.974 | 15.654 | 4.772 | 6.556 | 8.616 | 0.0040 | 0 |

p = proportion of randomized runs with stress < or = observed stress

i.e., $p = (1 + n)/(1 + N)$

n = no. permutations <= observed

N = no. permutations

Conclusion: a 2-dimensional solution is recommended.

VARIANCE EXTRACTED, FIRST 5 AXES

| Broken-stick | | | | |
|--------------|------------|---------------|---------------|------------|
| AXIS | Eigenvalue | % of Variance | Cum.% of Var. | Eigenvalue |
| 1 | 3.227 | 64.538 | 64.538 | 2.283 |
| 2 | 0.956 | 19.123 | 83.662 | 1.283 |
| 3 | 0.518 | 10.360 | 94.022 | 0.783 |
| 4 | 0.214 | 4.275 | 98.296 | 0.450 |
| 5 | 0.085 | 1.704 | 100.000 | 0.200 |

Sum of eigenvalues: 5.

FIRST 5 EIGENVECTORS, scaled to unit length.

These can be used as coordinates in a distance-based biplot, where the distances among objects approximate their Euclidean distances.

| Grupas | Eigenvector | | | | |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Orib | -0.2802 | -0.8554 | 0.2385 | 0.2183 | -0.2918 |
| Gam | -0.5100 | -0.1139 | 0.0340 | -0.8175 | 0.2398 |
| Epig | -0.3968 | 0.4618 | 0.7321 | 0.1331 | -0.2749 |
| Hemied | -0.5263 | 0.0349 | -0.1519 | 0.5112 | 0.6614 |
| Eued | -0.4764 | 0.2019 | -0.6188 | 0.0712 | -0.5868 |

FIRST 5 EIGENVECTORS, each scaled to its standard deviation.

These are sometimes called V vectors and, when applied to PCA of a correlation matrix, are the same as the correlation coefficient between scores for rows in the main matrix and the column variables.

| Grupas | Eigenvector | | | | |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Orib | -0.5034 | -0.8365 | 0.1717 | 0.1009 | -0.0852 |
| Gam | -0.9161 | -0.1113 | 0.0245 | -0.3779 | 0.0700 |
| Epig | -0.7129 | 0.4516 | 0.5269 | 0.0615 | -0.0802 |
| Hemied | -0.9454 | 0.0341 | -0.1093 | 0.2363 | 0.1930 |
| Eued | -0.8557 | 0.1974 | -0.4454 | 0.0329 | -0.1713 |

STRESS IN RELATION TO DIMENSIONALITY (Number of Axes)

| | Stress in real data 250 run(s) | | | Stress in randomized data Monte Carlo test, 250 runs | | | | |
|------|-----------------------------------|--------|---------|---|--------|---------|--------|---|
| Axes | Minimum | Mean | Maximum | Minimum | Mean | Maximum | p | n |
| 1 | 19.360 | 38.029 | 54.918 | 32.460 | 49.211 | 54.917 | 0.0040 | 0 |
| 2 | 10.905 | 12.743 | 37.920 | 20.150 | 25.910 | 37.515 | 0.0040 | 0 |
| 3 | 7.031 | 7.412 | 26.059 | 13.502 | 16.640 | 28.056 | 0.0040 | 0 |
| 4 | 4.890 | 5.047 | 6.431 | 9.572 | 11.862 | 22.368 | 0.0040 | 0 |
| 5 | 3.526 | 3.817 | 4.802 | 6.773 | 8.732 | 11.324 | 0.0040 | 0 |
| 6 | 2.641 | 2.974 | 15.654 | 4.772 | 6.556 | 8.616 | 0.0040 | 0 |

p = proportion of randomized runs with stress < or = observed stress

i.e., $p = (1 + n)/(1 + N)$

n = no. permutations <= observed

N = no. permutations

Conclusion: a 2-dimensional solution is recommended.

Dokumentārā lapa

Maģistra darbs "Augsnes mezofaunas struktūras izmaiņas urbānā vidē Rīgā." Izstrādāts LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātē.

Autors: Vendija Grīna

(paraksts)

(datums)

Rekomendēju aizstāvēšanai

Zinātniskais vadītājs:

Prof., Viesturs Melecis

(paraksts)

(datums)

Recenzents:

doc., Jānis Ventiņš

Darbs iesniegts vides zinātņu nodaļas lietvedībā:

Nodaļas lietvede:

(paraksts)

(datums)

Noslēguma darba aizstāvēšanas rezultāti:

Darbs aizstāvēts maģistra gala pārbaudījumu komisijas sēdē

(gads, datums, mēnesis)

(protokola nr.)

(vērtējums)

Sekretārs:

(paraksts)

(datums)