

TALLINNA ÜLIKOOL

Looduse- ja terviseteaduste instituut

Keskkonnakorralduse õppekava

Laura Martina Vilu

**ERINEVATE VARISE MAJANDAMISE VIISIDE
LÜHIAJALINE MÕJU LINNAPARKIDE
MULDADE OMADUSTELE JA TALITLUSTELE
KOPLI KALMISTUPARGI NÄITEL**

Magistritöö

Juhendaja: Piret Vacht, PhD

Tallinn 2022

LÜHIKOKKUVÕTE

Erinevate varise majandamise viiside lühiajaline mõju linnaparkide muldade omadustele ja talitlustele Kopli kalmistupargi näitel

Autor: Laura Martina Vilu

Üha enam on külastajad hakanud täheldama linnaparkide hüvesid ning pargi poolt pakutavaid ökosüsteemi teenuseid. Linnaparkides on jätkusuutlike majandamise viiside rakendamine hädavajalik, kuna mullakaitset käsitlevad sätted ei kujuta endas sidusat mullakaitsepoliitikat ning seeläbi on suur vajadus muldi vabatahtlikult jätkusuutlikult majandada.

Magistritöö eesmärgiks on Kopli kalmistupargi näitel selgitada, kas ja kuidas muutuvad mulla omadused varise majandamise meetmete erisustest tingituna ühe-aastase testperioodi vältel. Lisaks sellele on eesmärgiks kahe uuringuosa kombineerimisel teada saada, lehevarise majandamise projekti tagamaid, oodatavaid tulemusi ning rakendusvõimalusi lähtuvalt projektiga seotud ametnike nägemustest ning täiendada saadud tulemusi Kopli kalmistuparki külastavate inimeste arvamustega. Eesmärkide väljaselgitamiseks on magistritöös kokku koondatud erinevaid uurimismeetodid, mille ühildamisel selgitatakse välja jätkusuutliku majandamise meetme, milleks on lehevarise osaline ja järk-järguline eemaldamine, potentsiaalne kasu mullaökosüsteemile.

Uurimismeetoditest kõige pikaajalisem on teekoti meetod, mille raames maeti 2021. aasta kevadel Kopli kalmistupargi alale kokku 140 teekotti ning matmise asukohad valiti lähtuvalt Kopli kalmistu hoolduskavas väljatoodud hooldusintensiivsusega alade järgi. Iga nelja nädala tagant tuvastati orgaanilise aine kadu ning koguse muutuse ajaline dünaamika. Aastatel 2020 ja 2021 koguti Kopli kalmistupargi alalt kokku 30 mullaproovi, mullaomaduste väljaselgitamiseks. Täiendavalt koguti 2021. aasta septembris mulla mikrolüljalgsete proovid ning määrati leitud isendid seltsi või alamklassi tasandil.

Selleks, et välja selgitada lehevarise majandamise projekti tagamaid ning Kopli kalmistuparki külastavate inimeste teadmisi sellest, koostati ja viidi läbi kahekeelne küsitlus.

Selgus, et hooldusintensiivsus III ehk lehevarisega alal on potentsiaalselt positiivne efekt uuritava pargi muldade orgaanilise aine sisalduse suurenemisele. Seevastu leiti, et toitainete bilansid olid kaheaastase testperioodi vältel negatiivsed, mis viitab sellele, et

Kopli kalmistupargis rakendatavad majandamismeetmed pole lühiajalise võrdluse alusel veel ennast tõestanud. Samuti selgus, et pargi mullaelustik on vähearvukas, mis võib olla tingitud inimtegevusest piirkonnast. Kopli kalmistuparki külastanud inimesed ei olnud lehevarise projektist teadlikud ning ei osanud suures osas nimetada projekti kasu pargi ökosüsteemile, mistõttu on tarvis tõsta kodanike keskkonnateadlikkust antud teemas.

Märksõnad: Kopli kalmistupark, linnamullad, lehevaris, mulla säästev majandamine, toitainebilanss.

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE	1
SISSEJUHATUS	5
1. MULDADE SEISUND JA JÄTKUSUUTLIK MAJANDAMINE	7
2. LINNAPARGID JA SEALNE MULLASTIK	10
2.1 Linnamullad	11
2.2 Jätkusuutlik muldade majandamine linnades	15
3. MULLAELUSTIK	19
3.1 Mikrolüljalgsed	20
3.1.2. Hooghännalised	21
3.1.3. Lestad	21
4. METOODIKA	22
4.1 Teekoti meetod	22
4.1.1. Teekottide ettevalmistamine	23
4.1.2. Uuringuala kirjeldus ja teekottide matmine	23
4.1.3. Orgaanilise aine dünaamika analüüsimine	25
4.2 Mulla omaduste analüüs	25
4.3 Mikrolüljalgsete ekstraheerimine ja määramine	25
4.4 Küsitlus	27
4.4.1. Projekti algatajate küsitlemine	27
4.4.2. Pargi külastajate küsitlemine	27
4.4.3. Andmeanalüüs	28
5. TULEMUSED	29
5.1 Orgaanilise aine kao dünaamika	29
5.2 Kopli kalmistupargi muldade omadused	31
5.3 Mikrolüljalgsete esinemine	32

5.4 Projekti algatajate kommentaarid	33
5.5 Pargi külastajate vastused	34
6. ARUTELU	36
7. KOKKUVÕTE	45
8. SUMMARY	47
9.KASUTATUD KIRJANDUS	49
10.LISAD	71
Lisa 1	71
Lisa 2	73
Lisa 3	75
Lisa 4	77

SISSEJUHATUS

Linnamullad on oluline taastumatu loodusvara, mis pakuvad elutähtsaid hüvesi nii inimestele kui ka ökosüsteemidele. Muldade degradeerumine jätkusuutmatute majandamistavade tõttu on aktuaalne probleem ning seda illustreerib hästi ka asjaolu, et muldi klassifitseeritakse rahvusvaheliste keskkonnaorganisatsioonide poolt taastumatute loodusvarade hulka (FAO & ITPS 2015). Muldade säästvad majandamismeetmed (FAO, 2017) võimaldavad toetada mulla süsinikusidumise võimet ning suurendada ökosüsteemide säilenõtkust. Kuna erinevad keskkonnaprobleemid ning inimtegevus ohustavad muldade seisundit on oluline läbi erinevate tegevuste sh teadustööde juhtida tähelepanu ka seni vähe uuritud ökosüsteemide muldade (sh linnamuldade) jätkusuutlikule majandamisele.

Viimasel kümnendil on hakatud üha rohkem täheldama linna rohealade seoseid inimeste elukvaliteedi ja heaoluga, mistõttu on hakatud pöörama linna rohealadele (sh parkidele, linnametsadele jt) järjest suuremat tähelepanu. Rohealade kvaliteeti ja ka osutatavaid ökosüsteemi teenuseid, milleks on mh linna kliima reguleerimine ja õhusaaste leevendamine, mõjutavad olulisel määral nendes rakendatavad majandamismeetodid näiteks alade harvem või tsoonitud niitmine ja lehevarise majandamise meetmed. Magistritöö raames uuritav Kopli kalmistupargi alal toimub varise koristus kahe tsoonina, mis võimaldab võrrelda varise eemaldamise ja mahajätmise lühiajalist mõju mulla omadustele ja talitlusele.

Antud magistritöö eesmärk on (1) selgitada välja Kopli kalmistupargi näite abil, kas ja kuidas muutuvad mulla omadused varise majandamise meetmete erisustest tingituna ühe-aastase testperioodi vältel; (2) selgitada lehevarise majandamise projekti ajendit, oodatavaid tulemusi ning laiemaid rakendusvõimalusi lähtuvalt projektiga seotud ametnike nägemusest; (3) saada ülevaade Kopli kalmistuparki külastavate inimeste teadlikkusest linnamuldadest, nende majandamisviisidest ja häälestatusest antud projektiga seoses kaasnevate esteetiliste aspektidega, mis annaks antud tööle laiahaardelisema sisendi illustreerides ka linnaelanike informeeritusetaset.

Autor tänab magistritöö juhendajat Piret Vachti, kes toetas töö valmimist. Lisaks tänab autor Põhja-Tallinna Valitsuse praegust Linnamajanduse osakonda ning endist Põhja-Tallinna Valitsuse haljastuse peaspetsialisti Enel Valli, kes lehevarise projekti idee lõputööks välja pakkus. Suurt tänu avaldab autor ka Tallinna linnale, kes nimetas autori

Raestipendiumi stipendiaadiks. Magistritööd on osaliselt toetanud Tallinna Ülikooli Üliõpilaskond (Tudengiprojektid).

1. MULDADE SEISUND JA JÄTKUSUUTLIK MAJANDAMINE

Mullad on Maal elamiseks fundamentaalsed (FAO, 2015), sest nad reguleerivad suuremat osa ökosüsteemi protsessidest maastikel ning on kodus umbes 25% bioloogilisest mitmekesisusest liikide näol (Coleman & Wall 2015). Lisaks sellele on mullad rohelise infrastruktuuri põhikomponendiks, millel on oluline roll nii taime kasvu toetamisel kui ka äravoolu reguleerimisel, mis omakorda on olulised toitainete ringluses ja saasteainete lagunemise seisukohast (Deeb jt 2018).

Inimtegevusest põhjustatud muutused nagu näiteks mulla erosioon, maakasutuse muutus, reostus ja üleekspluateerimine (Schlaghamersky jt 2014) on muutnud mullad Maal üheks ohustatumaks keskkonnaks (Kibblewhite, 2012). Muldade jätkusuutlik majandamine ja tootmine on muutunud hädavajalikuks, et muuta mulla degradeerumise suundumust ning tagada praegune ja tulevane ülemaailmne mulla ökosüsteemi toimimine (FAO, 2015).

Euroopas on välja kujunenud ametlikud juhtimismehhanismid keskkonna küsimuste lahendamiseks nii kohalikul, piirkondlikul kui ka riiklikul tasandil. Euroopa Komisjon töötas 2006. aastal välja mulla raamdirektiivi eelnõu (Mullakaitse teemastrateegia, 2006), kuid mullakaitse otsene regulatsioon Euroopa Liidus kui ka Eesti õiguses puudub. (Keskkonnaõiguse keskus, 2019) 2014. aastal jõustunud seitsmes Euroopa Liidu keskkonnaalane tegevuskava sätestab, et aastaks 2020 tuleb Euroopa Liidu muldi jätkusuutlikult majandada, muldi tuleb piisavalt kaitsta ning keskenduda saastunud muldade tervendamisele. Lisaks kohustab tegevuskava suunama tähelepanu mulla erosiooni vähendamisele ning mulla orgaanilise aine suurendamisele. (FAO, 2015)

Eestis reguleerivad kaudselt mulla kaitset põllumajandusreostuse eest Euroopa Nõukogu direktiiv 86/278/EMÜ kui ka Euroopa Liidu keskkonnavastutuse direktiiv ning üksikuid mullakaitse norme sisaldavad õigusaktid nagu näiteks Tööstusheite seadus, Maapõueseadus ja Maaparandusseadus (Keskkonnaõiguse keskus, 2019). Vaatamata asjaolule, et mullakaitset käsitlevad sätted on leitavad mitme valdkonna õigusaktides, siis nende eesmärkideks on kaitsta muid keskkonna komponente või muude eesmärkide edendamist ega kujuta endas sidusat mullakaitsepoliitikat (Mullakaitse teemastrateegia, 2006; Karu, 2020).

Muldade jätkusuutlik majandamine on edukas kui mulla poolt pakutavad tugi-, varustus-, reguleerimis- ja kultuuriteenused säilitatakse või täiustatakse, kahjustamata mulla

funktsioone, mis tagab eelnimetatud teenuseid sh bioloogilist mitmekesisust. Jätkusuutlik muldade majandamine vajab muutusi kõikidelt tasanditelt alustades üksikisikutest kuni riikliku tasandini välja. (FAO, 2015) Järgnevalt on välja toodud jätkusuutlikud muldade majandamise printsiibid, mis haakuvad linnamuldade jätkusuutlikku majandamisega (FAO & ITPS, 2015; FAO, 2017 järgi):

- piisav pinnakate muldade kaitseks;
- orgaanilise aine varud mullas on stabiilsed või suurenevad ning on võimalikult lähedal keskkonna optimaalsele tasemele;
- toitainetega seotud ringed tagavad mulla viljakuse;
- kehtestada ja rakendada määrusi, mille kohaselt piiratakse saasteainete kogunemist muldadesse üle kehtestatud määra;
- muldades on kõrge bioloogiline mitmekesisus;
- vee ringlust reguleeritakse ja välditakse üleliigset äravoolu;
- jätkusuutlikke muldade majandamiseks tuleb soodustada täiendavaid investeeringuid keskkonna- ja kliima sõbralikesse tehnoloogiatesse.

2015. aastal jõustus ÜRO tippkohtumisel ülemaailmsed säästva arengu eesmärgid ja tegevuskavad, mille peamine eesmärk on kaotada kõikjal vaesus ning tagada hea elukvaliteet kõigile, arvestades looduskeskkonna võimekusega (Riigikantselei, 2021). Seatud eesmärgid keskenduvad hetke olukorra parandamisele nii majandus-, sotsiaal-, kui ka keskkonnavaldkonnas (Terveilm, 2018). Järgnevalt on välja toodud säästva arengu eesmärgid (vt tabel 1), mis otseselt või kaudselt käsitlevad muldade paremat majandamist:

Tabel 1. Säästva arengu eesmärgid ja nende mõju muldadele.

Säästva arengu eesmärgid	Otsene/kaudne mõju muldadele	Eesmärk	Indikaatorid
Eesmärk 2 – Kaotada näljahäda	Kaudne	Saavutada toiduga kindlustatus, kaotada nälg ning toetada säästvat põllumajandust.	– Väetiste kasutamine – Mahepõllumajanduskultuuride osakaal põllumajandusmaast

(tabel jätkub)

Säästva arengu eesmärgid	Otsene/kaudne mõju muldadele	Eesmärk	Indikaatorid
Eesmärk 11– Jätkusuutlikud linnad ja asumid	Otsene	Muuta linnad ja asulad turvaliseks, säästvaks ja kohanevaks	– Rohealad linnades
Eesmärk 12– Säästev tootmine ja tarbimine	Otsene	Tagada säästev tarbimine ja tootmine, sh ringmajanduse edendamine	– Ohtlike jäätmete taaskasutamine – Olmejäätmete ringlussevõtt
Eesmärk 13– Kliimamuutuste vastased meetmed	Kaudne	Kliimamuutustega tekkinud mõjude ohjamine ja kohanemine	– Kasvuhoonegaaside heitkogused – Transpordis tulenev heitkogus
Eesmärk 15– Maa ökosüsteemid	Otsene	Propageerida maismaa ökosüsteemide säästvat kasutamist. Peatada ja ümber pöörata pinnase halvenemine ja bioloogilise mitmekesisuse hävimine	– Kaitstavate alade osakaal maismaa territooriumist – Liikide ja elupaigatüüpide arv
Eesmärk 17– Üleilmne koostöö	Kaudne	Taaselustada säästva arengu alane ülemaailmne partnerlus	– Valitsemissektori koondeelarve struktuurne tasakaal

2. LINNAPARGID JA SEALNE MULLASTIK

Linnapargid on defineeritud kui piiritletud vaba ruumiga ala, mis on üldiselt reserveeritud avalikuks kasutamiseks linnapiirkonnas (Taib & Tazilan, 2017). Linnaparkidel on märkimisväärne keskkonkakaitsealine tähtsus ja seda kõikide eritüübiliste ökosüsteemi teenuste osutamise vaatest nt (Kremer jt 2016; Lepczyk jt 2017; Vacht jt 2018). Linnapargid on viimaste aastakümnete kiire majanduse arenguga muutunud väga oluliseks indikaatoriks, et hinnata elanike elukvaliteeti ja linnastumise astet piirkonnas (Yi jt 2011; Tao jt 2013). Linnapargid pakuvad inimestele ning neid ümbritsevatele ökosüsteemile mitmeid hüvesid (Konijnendijk jt 2013), näiteks:

- inimeste tervis ja heaolu, st parkide kasutamise positiivsed mõjud inimese vaimsele ja füüsilisele tervisele nt (Markevych jt 2017);
- sotsiaalne ühtekuuluvus ja koha identiteet nt (Buijs jt 2009);
- turism ja vaba aja veetmine väljaspool oma elu- või töökeskkonda nt (Wu jt 2010);
- bioloogiline mitmekesisus: parkide roll bioloogilise mitmekesisuse kaitsmisel ja edendamisel ning eelkõige liikide mitmekesisus nt (UNEP, 2012);
- õhu kvaliteet ja süsiniku sidumine: linnaparkide positiivne mõju õhusaasteainete taseme vähendamisele ja süsiniku sidumisele nt (Yin jt 2011);
- linnaruumi jahutamine nt (Bowler jt 2010);
- rekreatsioonivõimalused nt (Burrows, O'Mahony, & Geraghty, 2018).

Haljasalade, sh linnaparkide hooldust reguleeritakse Tallinnas, Tallinna haljastuse hoolduse nõuetega. Tallinna haljastuse hoolduse nõuete eesmärk on tagada haljastute tasakaalustatud areng Tallinna haldusterritooriumi ning kindlustada haljastute pikaajaline esteetiline välimus, hooldustööde kvaliteet ja ühtlustada hooldustööd. Antud määruse kohaselt reguleeritakse Tallinna haljastute hooldamise sagedust ja määratakse vajalikud hooldustööd, et tagada erinevate haljastute tasakaalustatud areng. (Tallinna haljastuse arengukava, 2013)

Tänapäeval on üheks suureks probleemiks rohealade ebavõrdne jaotus linnades (Wolch jt 2014; Tuhkanen jt 2018). Tallinna näitel (vt joonis 1) on näha, et ligi pooled kogu Tallinna parkidest on koondunud Kesklinna. Kesklinna arvestusse kuulub ka Aegna saare roheala, tuleb tõdeda, et andmed ei ühti alati realselt hoomavate rohealade külastusega. Lisaks sellele, visualiseerib joonis 1, et kõige väiksem rohealade osakaal Tallinnas on Kristiine,

Põhja-Tallinna ja Lasnamäe linnaosades. (Tallinna Linnaplaneerimise Amet, 2019) Rohealade ebavõrdne jaotus on tulenenud erinevatest aspektidest, näiteks maa-arenduse muutused, erinevad disaini filosoofiad rohealade arendamisel ning erinevatest ideedest meelelahutuse ja vaba aja veetmise võimalusest (Dai, 2011). Linnapargid ja avalikud rohealad, koos nende poolt pakutavate looduslike komponentidega (puud, veekogud jne), on olulised linnaruumi osad, seetõttu ebavõrdne jaotus ja ligipääsu piiramine on tänapäeval aktuaalne probleem (Chiesura, 2004).



Joonis 1. Parkide paiknemine Tallinnas. (Tallinna Linnaplaneerimise Amet, 2019)

2.1 Linnamullad

Linnades ja eeslinnades elab 73% Euroopa elanikkonnast (EEA, 2010; UN, 2012). Prognooside põhisel linnastute arv Euroopa Liidus kasvab 11% (34 milj in) 2050. aastaks (Kompil jt 2015). Tehislike pindade osakaal suureneb 0.71% võrra aastaks 2050, mis toob kaasa üha suurema maakasutuse ja killustumise (Lavalle jt 2013). Pideva linnastumisega

kaasneb suurem vajadus infrastruktuuri järele näiteks transport, vesi, jäätmed ja elekter, vähendades sellega omakorda tootlike maavarade pikaajalist kättesaadavust. Linnapiirkondades tekkinud heited pärinevad eeskätt transpordist (fossiilkütuse põletamine), kivisöe põletamisest (elektrijaamad ja küte), tööstustegevusest (kaevandamine, metallurgia ja keemiatehnika) ja ehitustegevusest (Luo jt 2012; Cachada jt 2016).

Viimaste aastakümnete kiire urbaniseerumine on avaldanud negatiivset mõju linnamuldade omadustele ning on viinud saasteainete kontsentratsiooni tõusuni, muldade tihenemiseni, üldise degradeerumiseni ja toitainete bilansi häiringuteni, mis mõjutavad nii muldade, ökosüsteemide kui ka inimpopulatsioonide tervist ja heaolu (United Nations, 2014). Maailmas on umbes 33% muldadest jätkusuutmatute majandamise meetmete tõttu degradeerunud (FAO, 2015), st enamuse linna muldadest maailmas on "rikutud seisundis". See asjaolu mõjutab nii mulla ökosüsteemi toimimist kui ka mullaviljakuse hoidmist (Forman, 2014). Eelnimetatud põhjustel on vaja suunata tähelepanu sellele, et mulla ökosüsteem oleks jätkusuutlik ja säilienõtkke ning tuleks toime ka võimalike häiringutega. Jätkusuutlik mulla ökosüsteem pakub erinevatel tasanditel olulisi hüvesid, näiteks hästi majandatud mullad omavad keskkonnahäiringute suhtes vastupanuvõimet, omavad suurt mitmekesisust mullaelustiku näol ning aitab leevendada lokaalsel tasandil globaalseid probleeme, nagu näiteks C-sidumine orgaanilise aine kuhjumise näol. Jätkusuutlik muldade majandamine eeldab muutusi kõikidelt tasanditelt alustades üksikisikutest kuni riikliku tasandini välja. (FAO, 2015)

Linnades asendavad looduslikku maastiku majad, aiad, pargid ja tänavad, mis koos teiste teguritega mõjutavad mulla kujunemist. Inimese mõju tulemusel on linnapiirkonnas n-ö killustunud maastikud, kus mulla kujundamise protsesse kontrollivad ehitatud hüdroloogilised, ökoloogilised ja topograafilised tegurid. Kuigi muldade morfoloogia ei näita märkimisväärset muutust on nende kujunemise protsessid inimtegevuse tõttu linnas oluliselt muutunud (Sandor, Burras & Thompson, 2005). Linnamuldadeks, mis moodustavad 3% maismaa üldpinnast (United Nations, 2014), nimetatakse muldi, mis (1) on muudetud nii eri muldade segamisel, importides, eksportides ja saastudes ning mille pinnakiht võib ulatuda üle 50 cm, (2) pargi- ja aiamullad, mis pakuvad teistsugust kasutust ja majandamist kui põllumajanduses olevad mullad ja (3) muld, mis on tekkinud ehitustegevusest linnapiirkonnas (vt joonis 2) (Morel jt 2005).

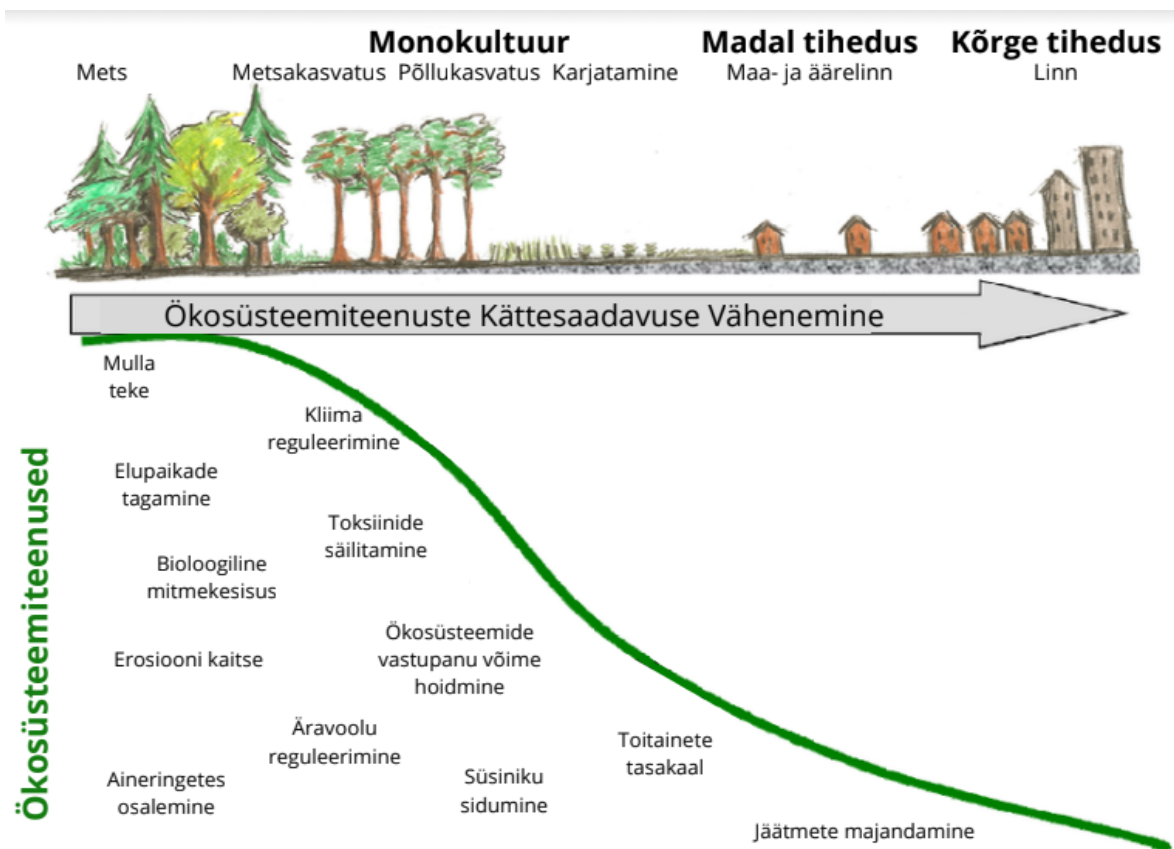


Joonis 2. Kollaaž linnamuldade fotodest. a) Kaetud mullad linnapiirkonnas. (Foto: Ajmone-Marsan, 2021); b) Inimmõjud linnamuldadele. (Foto: Peters, M); c) Tehismuld (ing k. *technosols*). (Foto: WRB 2015 Soil Classification System, 2019).

Linnamullad on väga heterogeensed, varieerudes looduslikest kuni kunstlike muldadeni välja (Huot jt 2017). Mullad linna piirkonnas on kujunenud eksogeensete, inimtekkeliste ja loodusliku geoloogilise lähtematerjali kombinatsioonist (Lehman, 2006). Inimtegevusest tuleneva häiringu tõttu on linnamuldadel halvad bioloogilised, füüsikalised ja keemilised tingimused, mis otseselt mõjutavad taimede kasvu piirkonnas ja vähendavad nende võimet pakkuda olulisi ökosüsteemi funktsioone (De Kimpe & Morel, 2000). Linnamuldadele on iseloomulik segunenud materjal, nn maetud muldade esinemine ning lisandite kasutamine näiteks väetised, tõrjevahendit ja kasvuturvas (Lorenz & Kandeler, 2005). Lisaks sellele, esineb linnamuldades kompostitud reoveesetteid, olmejäätmeid, raskemetalle, klaasi ja plasti (Sandor, Burras & Thompson, 2005). Raskmetallide ülemäärane kättesaadavus põhjustab toksilisust taimedes, mikroobides, looduses ja inimestes, st raskemetallide ja sünteetiliste kemikaalide liigsed kogused mullas võivad põhjustada mulla bioloogia ja talitluse halvenemist, mulla füüsikalise-keemiliste omaduste muutusi ja muid

keskkonnaprobleeme (Callender & Rice, 1999).

Täheldatud on, et linnamullad pakuvad samu ökosüsteemi teenuseid, mis on sarnased linnaväliste muldadega (Pouyat jt 2010; Setälä jt 2014), kuid on sageli loodusressursina alahinnatud (Morel jt 2017). Linnamullad säilitavad märkimisväärses koguses süsinikku ja lämmastikku (Setälä jt 2016), puhastavad äravoolu vett (Taka jt 2017) ja suudavad omastada toksiine (Lehmann & Stahr, 2007). Mitmed ökosüsteemiteenused on seotud nii mulla orgaanilise aine (SOM) mahu kui ka kvaliteediga (Lal, 2004; Allison, 2006). Kuna ala spetsiifiline taimestiku tüüp ja kogus kontrollib orgaanilise aine kvaliteeti ja kogust (Bardgett & Wardle, 2010) on linnas taim-muld süsteem keskse tähtsusega inimtekkelise saastumise kahjulike mõjude leevendamisel (Acosta jt 2014). Tähelestatud on, et tänu pidevale struktuurilistele häiringutele ja saastumisele linnapiirkonnas võivad linnamuldade suutlikkus pakkuda ökosüsteemiteenuseid olla piiratud (vt joonis 3) (Couling, 2010).



Joonis 3. Ökosüsteemiteenused ja nende kättesaadavuse vähenemine (Keysar & Goran, 2008 järgi).

Looduslike- ja linnamuldade vaheline erinevus on märgata eeskätt mulla struktuuri muutustest, mis võib mõjutada mulla poolt pakutavate ökosüsteemiteenuste mitmekesisust. Linnamuldadele on omane mulla tihenemine, st läbipaistmatud pinnad, mis vähendavad mulla pakutavaid funktsioone, nagu näiteks tootlikkus, saasteainete kinnipidamine, hüdroloogilised tsüklid ja energiabilanss. (Simon, 2008; Zhu jt 2017) Vaatamata asjaolule, et mullad on loomupäraselt võimelised looma puhversüsteeme häiringute vastu, võib linnapiirkonnas muldade ülekoormamine kujutada endas ohtu mulla funktsioonidele (Luo jt 2012).

2.2 Jätkusuutlik muldade majandamine linnades

Jätkusuutlik muldade majandamise meetmete valik linnades sõltub muldade degradeerumise määrast ja tüübist uuritavas piirkonnas. Täheldatud on, et kõige laialdasemalt rakendatav lahendus on degradeerunud mullakihi täielik eemaldamine ja asendamine linnavälistest piirkondadest imporditava loodusliku põllumullaga. (Dick jt 2006) Vaatamata sellele on eelpool nimetatud meede rahaliselt kulukas ning raskesti teostatav ning seetõttu on hakatud otsima jätkusuutlikumaid lahendusi (Hüttl & Bradshaw, 2000).

Orgaanilise aine lisamine, näiteks kompost, multš, hakkepuu, on levinud meede eeskätt kogukonnaaedades ja koduaias, kuid on üha enam kasutusel ka linnasisestes haljastustes (Keskkonnaamet, 2021). Stabiilsed orgaanilise aine varud mullas on olulised, sest need tagavad mullaviljakuse ja -kvaliteedi parandamise (1) keemilisel tasandil - mulla võime talletada ja varustada olulisi toitaineid (lämmastik, fosfor, kaalium, kaltsium ja magneesium) ning säilitada toksilisi elemente. Võimaldades mullal toime tulla happesuse muutustega ning aidata kaasa mineraalide kiiremale ladestumisele (FAO, 2015); (2) füüsikalisel tasandil - parandab mulla struktuuri. Parandades nii vee sisseimbumist kui ka veepidavust, andes taimetuurtel ja mullaorganismidele paremad elutingimused (Euroopa Liit, 2014); (3) bioloogilisel tasandil - orgaaniline aine on peamine süsinikuallikas, mis on oluline mikroorganismide aktiivsusele mullas. Orgaanilise aine stabiilne tase aitab süsiniku kinnitumist mulda, mis vähendab CO₂ heidet atmosfääri ja leevendab kliimamuutusi. (Agriculture & Innovation, 2014) Näiteks on käsil Euroopa kultuuripealinn Tartu 2024 arendusprotsessi programmi raames “Kureeritud elurikkuse“ projekt. Projekti eesmärgiks on edendada Tartu elukeskkonda, mis tõstaks parkide ja haljasalade elurikkust ning eri põlvkondade tegevusrohkest. Selle raames ei koristata Tartu asuva Vabaduse puistiku

linnasalus lehevaris kokku, vaid jäetakse maa pinnale lagunema. Lehevarise maha jätmise eesmärk on kujundada looduse loomuliku aineriingega salu. (Kureeritud elurikkus, 2021) Lisaks sellele, on Facebookis leitav kogukond „Lõpp leheföönitamisele”, mille eesmärk on avalikkuse tähelepanu suunata lehepuhuri kahjulikule mõjule keskkonnale ning nende kasutamise vältimisele. Lisaks sellele, koondab kogukond enda lehel artikleid, mis pööravad tähelepanu lehevarise kasulikkusest ning kajastab selle raames toimunud üritusi, nagu näiteks Toomemäe lehed toiduks 2020. (Lõpp leheföönitamisele, 2022)

Jätkusuutlik muldade majandamine toimub ka pargialade osalise niitmise näol. Teada on asjaolu, et muruga kaetud ala on üks laiemalt esinevaid linnahaljastuse vorme linnas ning neid esineb näiteks parkides, teeservades kui ka aedades. (Ignatieva jt 2017) Paljude linnade rohealade hooldamise sagedus on viimastel aastakümnetel vähenenud nt (Tallinna haljastuse arengukava, 2013; Looduskaitse arengukava aastani 2020; Üleriigiline planeering “Eesti 2030+”), kuid nendel aladel on jätkuvalt madal taime- ning loomaliikide mitmekesisus (Klaus jt 2013), st tiheda niitmissagedusega ei pruugi paljud taimed kohaneda (Uustal jt 2010). Lisaks sellele, et tihe niitmine võib mõjutada taimede konkurentsi maa peal, võib see tekitada ka muutusi ala mullastikus (Sørensen jt 2008; Mikola jt 2009). Lühiajalises perspektiivis võib tihe niitmine suurendada mulla lagundajate arvukust, põhjustades süsinikurikaste ühendite vabanemist juurtest mulda (Hamilton & Frank, 2001; Fu & Cheng, 2004), kuid pikas perspektiivis põhjustab see mulla lagundajate arvukuse ja aktiivsuse vähenemist (Mikola jt 2001; Sankaran & Augustine, 2004). Tiheda niitmisega kaasnevad negatiivsed mõjud mullastikule tulenevad eeskätt taimede fotosüneesivõime vähenemisest, taimede kasvust ja lehevarise akumulatsioonist, mis vähendavad süsinikuvaru mulla lagundajates (Johnson & Matchett, 2001; Sankaran & Augustine, 2004). Kuna mulla lagundajate aktiivsus on vajalik, et surnud orgaanilises aines sisalduvad toitained muundada taimedele omastamiseks kättesaadavaks, on võimalik, et pikaajaline niitmine põhjustab toitainete bilansi häiringuid mullas (Sørensen jt 2008).

Lahenduseks ei ole ka kõikide haljasalade niitmata jätmine, pigem on tekkinud vajadus välja töötada hoolduskavad, nagu näiteks (Tallinna haljastuse hoolduskava, 2013), st alade tsoneerimine ning sobiva hooldustsükli määramine (Uustal jt 2010). Elurikkuse taastamiseks linnakeskkonnas on vaja panustada laiemalt, mis tähendab, et vajalik on pikemaajaliste strateegiate väljatöötamine ning linnaruumi teadlik planeerimine.

Jätkusuutlikuks majandamiseks võib pidada järgnevaid tegevusi (Uustal jt 2010; Ignatieva jt 2017; Handboek Groen, 2021 järgi):

- roheala tuleks tsoneerida osadeks ning määrata tiheda (tavapärase) niitmistsükliga alad ning alad, kus niitmine toimub vaid 1-2 korda aastas. Harv niitmine muudab rohurinde mitmekesisemaks ning parandab putukate ja lindude toitumisvõimalusi;
- rohealal tuleks määrata (vähese külastatavusega) piirkonnad, kus niitmist ei toimugi. See võimaldab taimeseemnetel valmida ning pakkuda toitu lindudele;
- rohealadele tuleks koostada kaitsekorraldus- või hoolduskavad ning viia tegevused ellu;
- muru hooldamisel ja puistute aluse niitmisel tuleb silmas pidada vanade puude juuri ning vajadusel katta puude välja ulatuvad juured, et neile ei tekiks niitmisel vigastusi;
- jälgida ka niitmisskeemi keskelt lahku või servast serva, et maapinnal elutsevad linnud ja loomad saaksid põgeneda;
- niitmisel võib korraga eemaldada ainult 1/3 taime pikkusest.

Osalist niitmist rakendatakse näiteks Kopli kalmistupargis, kus hoolduskava kohaselt on esmaseks eesmärgiks pargi seisundi hoidmine ja parandamine läbi hooldustööde. Tähelestatud on, et pargi hooldamisel tuleb kasutada kergeid masinaid, mis ei kahjustaks murupinda ega tekitaks rööpaid. Hoolduskava on võtnud arvesse Tallinna linnavalitsuse 04.04.2012. aasta määruse nr 13 „Tallinna haljastute hoolduse nõuded” ning selle järgi jaganud pargi ala II ja III astmega hooldusintensiivsusega alaks. (Kopli kalmistupargi hoolduskava, 2019)

Jätkusuutliku majandamise meetmete hulka kuulub ka tallamise vähendamine või selle suunamine (FAO, 2015). Vaatamata sellele, et Eestis on tallamise mõju uuritud erinevates ökosüsteemides, nagu karjamaad (Reintam jt 2013), metsastunud luited (Raudsepp, 2016), rabad (Kabitova, 2018) ja linnapargid (Petser, 2021), ei ole tallamise reguleerimiseks koostatud ühtegi õigusliku dokumenti. See tähendab, et tallamise suunamine kui jätkusuutlik majandamise meede on eeskätt vabatahtlik.

Pidev tallamine mõjutab negatiivselt piirkonna muldi (Mason jt 2015). Negatiivne mõju avaldub läbi erosiooni, mulla tiheduse suurenemise ja mulla saastumisega (George & Crooks, 2006). Tallamise tulemusel muutuvad mulla omadused, milleks on näiteks poorsus ja läbilaskevõime. Pooride ühendused katkevad ning gaasi ja vee liikumine on takistatud,

mis tähendab, et vee ja hapniku kättesaadavus väheneb ning juurte kasv pidurdub. (Vee-erosioon ja mulla...., 2009)

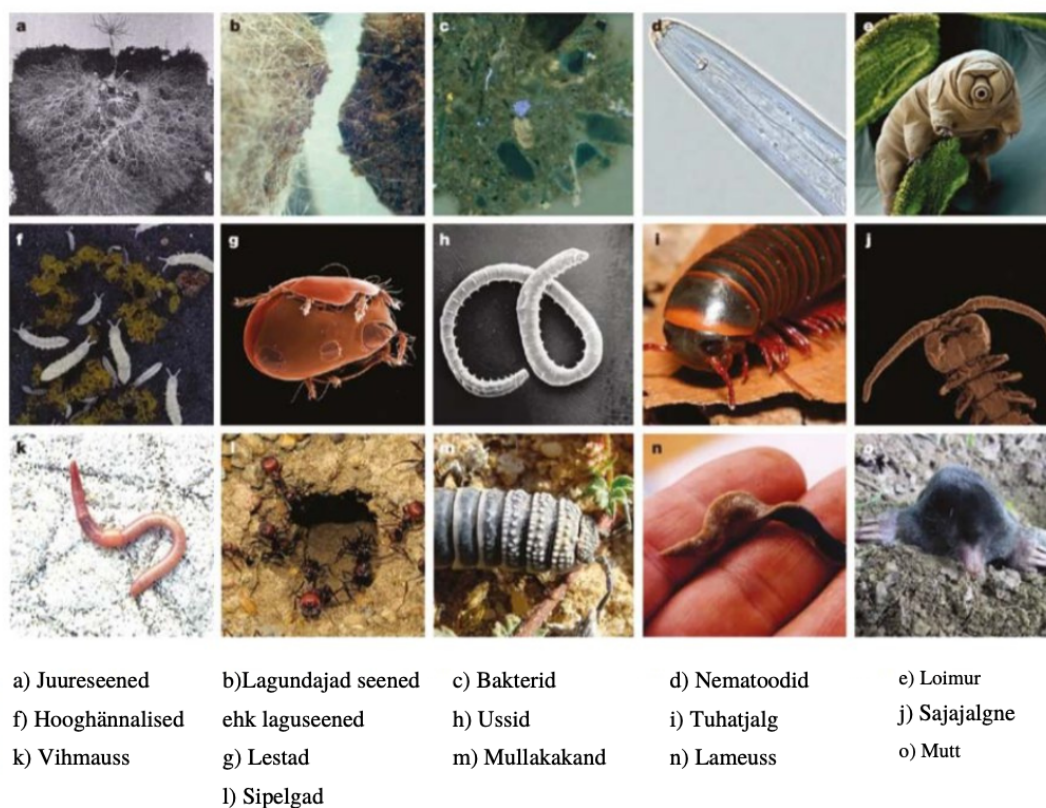
Tallamisest avalduva negatiivse mõju summutamiseks on vajadus rakendada jätkusuutlikke majandamise meetmeid (Salisbury jt 2008 järgi):

- luua ametlik radade võrgustik ja blokeerida/ taastada sissetallatud rajad pargis;
- tallamiskindla taimestiku rajamine;
- isetekkinud radade kõrvaldamine;
- teadlik taimede istutamine nii, et see suunaks pargi külastajad kasutama ettenähtuid radu.

Tallamise suunamist rakendatakse Eestis näiteks Kadrioru pargi Jaapani aias, kus on kujundatud kindlad teerajad kogu pargi ulatuses. Vaatamata asjaolule, et taolise pargi rajamise põhjused ei olnud 2011. aastal seotud jätkusuutliku majandamise meetme rakendamisega pargis, siis pargi kujundamisel arvesse võetud Jaapani filosoofia toetab piirkonnas tallamise vähendamist ja selle suunamist. (Kadrioru pargi ametlik kodulehekülg)

3.MULLAELUSTIK

Muld on elupaigaks $\frac{1}{3}$ kogu maismaa liikidele ning neil on oluline osa mulla tekkeks kui ka järjepidevaks mulla talitlemiseks (European Atlas of Soil Biodiversity, 2010). Mullaelustikku peetakse kõige kompleksemaks bioloogiliseks koosluseks Maal (Barrios, 2007). See tuleneb asjaolust, et vaid 1% mulla organismidest on hetkel teada ja kirjeldatud (Allik & Penu 2014). Mullaorganismid on äärmiselt mitmekesised (vt joonis 4) ja pakuvad erinevaid ökosüsteemi teenuseid ning tagavad ökosüsteemide jätkusuutliku toimimise (Barrios, 2007).



Joonis 4. Erinevad mullaorganismid. (The Royal Society, 2020 järgi).

Mullaelustik pakub mitmeid olulisi funktsioone (Allik & Penu, 2014 järgi):

- osaleb gaasivahetuses (poorsuse ja ainevahetuse kaudu);
- orgaanilise aine lagundamine ning aineringetes osalemine;
- lagundavad mullast mürkaineid;
- kahjurite, parasiitide ja haiguste allasurumine;

- sümbiootilised suhted taimedega;
- võimelised parandama taimedele kättesaadavate toitainete hulka;
- mulla struktuuri säilitamine;
- hüdroloogiliste protsesside reguleerimine.

Lisaks eelnimetatud funktsioonidele on mullafauna aktiivne tegevus oluline kõigile ökosüsteemi osadele. Mullaelustik moodustab toiduvõrgustiku, mis tagab põhiliste elementide ringlemise surnud ainest kuni elusorganismideni. (Ivask, 2011) Kuna mullaelustikku mõjutavad nii mulla füüsilised kui ka keemilised omadused peetakse neid olulisteks keskkonnaindikaatoriteks (Stork & Eggleton, 1992; Buckerfield jt 1997; Paoletti & Hassal, 1999; Yeates, 2003). Keskkonnaindikaatorina kajastab mullaelustiku arvukus ja mitmekesisus nii üldisi ökoloogilisi muutusi mullas kui ka saasteainete kontsentratsioone ja nende muutusi (Eijsackers, 1983; Ekschmitt jt 2001; Menta jt 2008; Aspetti jt 2010).

3.1 Mikrolüljalgsed

Mikrolüljalgsed (hooghännalised, lestad) kuuluvad mesofauna hulka (Shepherd jt 2000), kus isendite suurus varieerub 100 µm kuni 2 mm (Menta, 2012). Mikrolüljalgsed on mullas äärmiselt mitmekesiselt esindatud (Ducarme jt 2004; Young jt 2019) ja pakuvad mullale elutähtsaid funktsioone (Yang jt 2018). Mikrolüljalgsed mõjutavad toitainetsüklit tarbides mullas esinevaid taimseid materjale ja orgaanilisi substraate. Neil on nii otsene kui ka kaudne mõju varise lagunemisprotsessile, mis omakorda mõjub positiivselt mullaprotsessidele nii lokaalsel kui ka globaalsel skaalal. (Coleman & Wal, 2015; Dirilgen jt 2016) Lisaks peetakse mikrolüljalgseid ökosüsteemi insenerideks, kuna oma elutegevuse tulemusel mõjutavad nad mulla struktuuri ning mineraalide ja orgaaniliste ainete koostist (Culliney, 2013). Linnapiirkonnas domineerivad mikrolüljalgsete kooslustes lestad (*Acari*) ja hooghännalised (*Collembola*) (Sauvadet jt 2017), mis võivad moodustada 95% mikrolüljalgsete kooslustest (Seastedt, 1984).

Mikrolüljalgsete koosluste väljaselgitamine ja arvukuse hindamine on linnapiirkonnas oluline: (1) mikrolüljalgsetel on suur liigiline mitmekesisus ja seega annavad ülevaate üldisest bioloogilisest mitmekesisusest piirkonnas, st nad on head bioloogilise mitmekesisuse hindamise vahend; (2) lühikese eluea tõttu reageerivad kiiresti inimtekkelistele muutustele mullas ja taimestik, st reageerivad kiiresti

keskkonnahäiringutele piirkonnas; (3) esindavad erinevaid troofilisi tasandeid ning (4) on olulised ökosüsteemi teenuste seisukohast, mis on seotud inimtekkeliste muutustega linnapiirkonnas. (McIntyre, 2000; Jones & Leather, 2012)

3.1.2. Hooghännalised

Hooghännalised (*Collembola*) on mesofauna rühma kuuluvad mikrolüljalgsed, kes peamiselt elavad lehevarises ja taimedel (Menta, 2012). Hooghännalised on olulised mulla bioloogilise mitmekesisuse näitajad, sest nad on rikkalikult esindatud erinevates ökosüsteemides (Gillet & Ponge, 2003; Vanbergen jt 2007; Heiniger jt 2015), mis viitab suurele liigilisele varieeruvusele (Auclerc jt 2009). Mulla füüsikalise-keemilised omadused, nagu näiteks pH, õhustatus ja orgaanilise aine kogus, on elutähtsad liikide säilimisel (Loranger jt 2001). Hooghännaliste kohalik bioloogiline mitmekesisus on seotud mulla heterogeensusega (Ponge jt 2003), eriti kui elupaigad on isoleeritud (Heiniger jt 2014).

Linnakeskkonnas iseloomustab hooghännaliste (*Collembola*) liike väike kehaehitus, hüppeline liikumisstrateegia, kiire paljunemine ning pigmentatsiooni olemasolu (Santorufo jt 2014). Hooghännaliste varieerumine linna rohealadel sõltub orgaanilise aine kättesaadavusest (Santorufo jt 2015) ja vähesel määral mulla tihedusest uuritavas piirkonnas (Devigne jt 2016).

Linnapiirkondades on hooghännaliste liigirikkus ja isendite rohkus väiksem kui looduslikel aladel (Fiera, 2009; Rota jt 2015). Väiksem esindatus on seotud nii saasteainete kontsentratsioonidega linnapiirkonnas (Santorufo jt 2012) kui ka ressursside kättesaadavusega (Santorufo jt 2015; Rzeszowski jt 2017). Eelnimetatu tõttu peetakse hooghännalisi mulla omaduste ja keskkonnareostuse muutuste potentsiaalseks bioindikaatoriks (Greenslade, 2007; Fiera, 2009; Maisto jt 2017). Hooghännalised on tundlikud muldade suhtes, mille pH on madal, toitainete kättesaadavus piiratud ning kus esineb kõrge soolsus ja orgaaniliste ja anorgaaniliste saasteainete kontsentratsioonid (Van Straalen, 1998; Fiera, 2009; Santorufo jt 2015).

3.1.3. Lestad

Lestad on selgrootud organismid, kellel on suur ülemaailmne mitmekesisus (Walter & Proctor, 2013). Lestad kuuluvad ämblikulaadsete (*Arachnida*) klassi ja sisaldab üle 55 000 registreeritud liigi (Skoracka jt 2015). Lestad, nagu hooghännalised, kuuluvad mitmesse funktsionaalsesse rühma, st lestad võivad olla nii taimtoidulised, kiskjad kui ka parasiidid (Manu & Honciuc, 2010). Lestad mängivad olulist rolli nii mikro- ja makroelementide ringluses, mulla ja varise omavaheliste sidemete saavutamisel (Manu, 2008) kui ka mullaprotsessides osalemisel (sh mulla niisutamine, mineraliseerumine, toitainete ringlus, mullaviljakuse ja tootlikkuse panustamine) (Honciuc & Stănescu, 2000; Honciuc & Stănescu, 2004). Muldades, sh linnamuldades, peetakse lestasid (*Acari*) heaks bioloogiliseks indikaatoriks ning see tuleneb nende populatsiooni tihedusest, liigi rohkusest, tundlikusest mullastiku tingimuste osas ja kiirest kohanemisvõimest (Caruso & Migliorini, 2006; Gulvik 2007; Madej & Kozub, 2014).

Linnakeskkonnas domineerib lesta mulla seltsi kuuluvat sarvlestalised (*Oribatida*) (Petersen & Luxton, 1982). Sarvlestalised (*Oribatida*) on vabalt elavad ja aeglaselt liikuvad organismid. Neid leidub kõigis maismaaelupaikades ning neid peetakse tõenäoliselt kõige liigirikkamaks lestade rühmaks. (Olszanowski jt 1996) Sarvlestad mängivad olulist rolli mulla lagunemisprotsessides, st nad killustavad orgaanilist ainet ning mõjutavad seente ja bakterite biomassi ja nende liigilist koostist (Yoshida & Hijii, 2005).

Linnakeskkonnas esineb ka arvukalt lesta mullaseltsi kuuluvad Mesostigmata rühma. Mesostigmata on parasiitse eluvormiga (kuid esineb ka looduslikult) ning linnakeskkonnas kasutatakse neid eeskätt kahjurite bioloogiliseks tõrjeks ja mulla kvaliteedi bioindikaatoritena. (Salmane, 2000; Beaulieu & Weeks, 2007) Mesostigmata rühma kuuluvaid liike leidub peamiselt mullas ning lehevarises. Nad on olulised orgaanilise aine lagundajad ning neil on oluline roll kiskjaks olemise näol. (Lindquist & Moraza, 2009)

4. METOODIKA

4.1 Teekoti meetod

Teekoti meetod (ing. k *tea bag method*) võimaldab uurida orgaanilise aine lagunemise dünaamikat erinevates ökosüsteemides (Dossou-Yovo jt 2021), näiteks Lasnamäe tühermaad (Vilu, 2020), taastatud sood Kanadas (MacDonald jt 2018), pinnavees Amsterdams (Seelen jt 2019), koduaedades UK-s (Duddigan jt 2020) ja Lõuna Aafrika Vabariigi Aafrika savannides (Erasmus jt 2021).

Teekoti meetodi rakendamiseks kasutatakse kiiresti lagunevad Liptoni rohelist teed (EAN 87 22700 05552 5) ja aeglaselt lagunevat Liptoni rooibos teed (EAN 87 11327 5143 48) (Keuskamp jt 2013). Teekoti meetodi rakendamine annab teavet mulla kui elusorganismi võimet muuta orgaanilised jäägid taas taimseteks toitaineteks, mis omakorda aitab kaasa huumuse tekkele uuritavas piirkonnas (Tresch & Fliessbach, 2017). Meetod mõõdab orgaanilise aine lagunemist mullas kasutades standardiseeritud taime jäänuseid (Keuskamp jt 2013), st orgaanilise aine lagunemine on võimalik tänu teekoti sees esinevale tselluloosi sisaldusele (Bradford jt 2016).

Teekoti meetod on globaalselt laialt kasutusel, sest nimetatud teekotte on kaubandus võrgustikust lihtne leida, nad on soodsad ning nende ettevalmistamise protsess on lihtne. Meetod on unikaalne, sest kogutud andmete põhjal saab protsessipõhist informatsiooni mullafunktsioonide kohta nii kohalikul kui ka globaalsel skaalal. Teekoti meetod on kasutusel aastast 2013 ning meetodi rakendamine kujutab endas teekottide matmist uuritavasse ökosüsteemi ning seejärel massikao uurimist kindla ajaperioodi vältel. (Keuskamp jt 2013)

4.1.1. Teekottide ettevalmistamine

Teekoti meetodi rakendamiseks toimus teekottide ettevalmistusprotsess Tallinna Ülikooli Ökoloogia Keskuse ettevalmistuslaboris. Teekottide ettevalmistamine on oluline, et vältida vigu orgaanilise aine lagunemise dünaamika hindamisel. Ettevalmistamine koosnes etappidest:

- teekottide siltidele lisati hilisemaks identifitseerimiseks vajalik unikaalne number;

- teekottide leotamine kuumas vees 4 x 15 minutit. Leotamine eemaldab mitte biolagunevast teekottist tee osakesed, mis mahuks läbi nailonvõrgu;
- teekottide kuivatamine kuivatusahjus 48 h 70° C juures;
- teekottide kaalumise digitaalkaalul (tuhandik grammi täpsusega), saades iga teekoti algne kuivmass.

4.1.2. Uuringuala kirjeldus ja teekottide matmine

Teekotid maeti Põhja-Tallinnasse Kopli kalmistupargi territooriumile 23.05.2021. Joonisel 5 on toodud proovialade asukohad eri värvidega (punane - hooldusintensiivsus II, st ala, kus sügisel maha langev lehevaris riisutakse kokku, sinine- hooldusintensiivsus III, st pargi ala, kus sügisel maha langev lehevaris jäetakse pargi pinnale lagunema). Mõlemale uuringualale maeti 35 Lipton rohelist teekotti ning 35 Lipton rooibos teekotti. Iga teekott maeti üksteisest 15 cm kaugusel ning keskmiselt 8-10 cm sügavusel.



Joonis 5. Kopli kalmistupargi asukoht. Punasega tähistatud hooldusintensiivsus II, sinisega tähistatud hooldusintensiivsus III, viirutatud ala tähistab piirkonda, kus lehevaris kokku koristatakse.

Asukoha valikul lähtuti pargis läbiviidavast projektist, kus lisaks muudele hooldusintensiivsusega ära määratud tegevustele sügisel maha langev varist ei riisuta kogu pargi ulatuses kokku, vaid jäetakse mulla pinnale lagunema. Teekottide matmise asukoha valikul arvestati ka Kopli kalmistupargis esinevate puuliikidega. Teadaolevalt erinevate puuliikide varis on erineva lagunemiskiiruse- ja sealt vabanevate toitainetekompostega. Kuna Kopli kalmistupargi hoolduskava kohaselt domineerivad pargis võrdselt harilik vaher, harilik pärn ja läänepärn, otsustati mätta teekotid nende puuliikide lähedusse. See võimaldas vältida varise erisusest tingitud erisusi.

Antud projekt on osast Kopli kalmistupargi hoolduskavast aastani 2029 ning on koostatud Artes Terrae maastikuarhitektide poolt (Kopli kalmistupargi hoolduskava, 2019). Antud hoolduskava eesmärgiks on avatud pargiaasade säilimine, liigirikkuse säilitamine ja võimalusel selle suurendamine. Teatavalt ei ole Kopli kalmistupargi alal läbi viidud teisi uuringuid, mis rõhutab käesoleva töö uudsust.

4.1.3. Orgaanilise aine dünaamika analüüsimine

Teekotte käidi Kopli kalmistupargist välja kaevamas iga nelja nädala tagant (juunist novembrini), kus korraga kaevati igalt uuringualalt viis Lipton rohelist teekotti ja viis Lipton rooibos teekotti ehk mõlemalt alalt kokku 20 teekotti. Kokku kaevati 140-st teekotist välja 97 teekotti (44 Lipton rohelist teekotti ja 53 Lipton rooibos teekotti). See tulenes asjaolust, et Kopli kalmistupargis toimus nii inimeste kui ka loomade poolne sekkumine, samuti said kannatada teekottide leidmise tunnused. Puuduolevad teekotid ei jaotunud kuude vahel ühtlaselt, vaid kaod olid suurimad Lipton rohelse tee puhul oktoobri- ja novembrikuus ning Lipton rooibos teekoti puhul oktoobrikuus. Välja kaevatud teekotid viidi Tallinna Ülikooli Ökoloogia keskuse laborisse, kus teekotte kuivatati kuivatusahjus 48 h 70 °C juures ning seejärel kaaluti individuaalselt (tuhandik grammi täpsusega), saades iga teekoti lõplik kuivkaal.

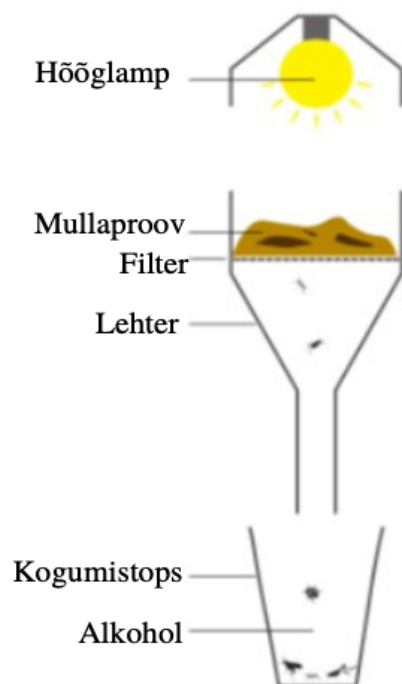
4.2 Mulla omaduste analüüs

2020. ja 2021. aasta novembris koguti Kopli kalmistupargi alalt kokku 30 mullaproovi, juhuslikult koguti varisega alalt 16 mullaproovi ja variseta alalt 14 proovi. Mullaproovide valim oli esimesel aastal kogu pargi ulatuses juhuslik ning teisel aastal kogutud mullaproovid olid võimalikult lähedal esialgsele kaevele. Mullaproovid saadeti

Põllumajandusuuringute keskusesse, kus analüüsiti pH_{KCl} , P (mg/kg), K (mg/kg) ja C_{org} (%) sisaldust. Analüüsid teostati agrokeemia laboris standardmetoodikate alusel ning etteantud katsemeetodite järgi. pH määramiseks kasutati ISO 10390, keemiliste elementide P, K määramiseks kasutati Mehlich III meetodit ning C_{org} sisalduse saamiseks kasutati sulforkoom meetodit. Analüüside eesmärgiks on võrrelda kahe aasta mullaproove samade kriteeriumite alusel ning välja selgitada lühiajalised muutused kasutatavast majandamise meetmest, milleks on lehevarise osaline mahajätmine Kopli kalmistupargi alal.

4.3 Mikrolüljalgsete ekstraheerimine ja määramine

Mikrolüljalgsete määramiseks on üks populaarsemaid meetodeid Berlese-Tullgren ekstraheerimismeetod (vt joonis 6). Berlese-Tullgreni lehtrite kasutamise põhimõte baseerub soojusgradiendil, mille tõttu on mikrolüljalgsed sunnitud liikuma mullaproovist kogumiskoobesse. (Tullgren, 1918; Lakly & Crossley, 2000)



Joonis 6. Tullgreni lehtri skeem, mis näitab kuidas mikrolüljalgseid mullaproovist ekstraheeritakse (Euroopa Komisjon, 2016) järgi.

Meetodi rakendamiseks asetati kogumistopside külge lehid, kuhu asetati mullaproovid. Seejärel kuumutati mullaproove 60-vatiste lambipirnide abil, mis olid paigaldatud lehitrite kohale. Lambipirnist kiirgav kuumus kuivatas mullaproovid, mis põhjustas mikrolüljalgsete liikumise allapoole (kuumusest eemale) ning kukkumise lehitrisse, mis suunas nad omakorda lehitri otsa kinnitatud kogumistopsidesse. Kogumistopsid sisaldasid alkoholi (90% etanooli). (Bano & Roy, 2016)

Mikrolüljalgsete määramiseks koguti 2021. aasta septembrikuus 20 mullaproovi. Juhuslikult koguti mõlemalt proovialalt 10 mullaproovi. Mikrolüljalgseid määrati Tallinna Ülikooli botaanika laboris 02.10.2021 ja 08.10.2021. Määramiseks kasutati lohuga alusklaasile asetatud preparaate, millele lisati täitelahused. Lestade määramiseks kasutati 80% piimhapet ning hooghännaliste määramiseks 90% etanooli. Mikrolüljalgsete rühmade koosseis määrati laboris oleva Olympus BX51 valgusmikroskoobi abil 100-400 × suurenduse juures kasutades vastavaid määrajaid (Fjellberg, 1998; Weigmann, 2006; Hopkin, 2007).

4.4 Küsitlus

4.4.1. Projekti algatajate küsitlemine

Magistritöö küsitluse eesmärgiks oli toetada tavakodanike teadmiste lünki, mis viitavad Kopli kalmistupargis varise maha jätmise põhjustele. Töö autor otsustas läbi viia küsitluse projekti algatajatega, milles selgub mille poolest antud projekt on pargi muldadele kasulik, mis tulemusi on projektist oodata ja kuidas potentsiaalselt seda ka teistes Tallinna parkides rakendada.

Küsitluses oli kokku 14 küsimust (vt lisa 1) ning algas vastaja nõusolekuga, kas ta soovib enda nime ankeedi täitmise eest avalikustada või mitte. Peale selle kinnitamist, olid kõik küsimused avatud ning võimaldasid vastajal vabas vormis vastata. Küsimustik uuris projekti idee algust, mis selle rakendamist ajendas, miks on korraldajate hinnangul sellise projekti läbiviimine pargi muldadele kasulik ja millised väljavaated ning tulemusi oodatakse. Lisaks uuris küsimustik ka laiemalt sama projekti rakendamisest teistes Põhja-Tallinna parkides kui ka ideid teiste majandamise meetmete rakendamisest, mis aitaks tagada parkides jätkusuutliku ökosüsteemi toimimise. Küsimustikus oli ka eraldi osa, mis uurib just seda, kas ja mil moel on tavakodanikele antud projektist teavitatud, milline on pargi külastajate poolne tagasiside ning kuhu poole peaks pöörduma, et saada

lisainformatsiooni pargis läbiviidava projekti kohta. Küsimustik saadeti küsitletavate soovil e-maili teel 02.01.2022 endisele Põhja- Tallinna Valitsuse haljastuse peaspetsialistile, kust omakorda saadi kontaktid Põhja- Tallinna Valitsuse Linnamajanduse osakonna peaspetsialisti ja juhtivspetsialistiga ning Kopli Kalmistupargi hoolduskava koostanud Artes Terrae maastikuarhitektidega. Küsimustikule andis oma sisendi endine Põhja-Tallinna Valitsuse haljastuse peaspetsialist, praegune Põhja-Tallinna Valitsuse Linnamajanduse osakonna peaspetsialist ning Artes Terrae maastikuarhitekt. Magistritöö läbiviimisel tehti teadlik otsus eelistada küsimustiku teel andmete kogumist, mis tulenes (1) pandeemiast ja (2) asjaolust, et antud projektiga tuli küsimustikule vastamiseks saada informatsiooni erinevatelt osapooltelt.

4.4.2. Pargi külastajate küsitlemine

Antud magistritöö raames viidi läbi küsitlus pargi külastajate seas, mille eesmärk oli saada ülevaade Kopli kalmistuparki külastavate inimeste teadlikkusest linnamuldade majandamise viisidest ja sellega kaasnevast esteetilisest aspektist rakendava projektiga, mis annaks antud tööle laiahaardelisema sisendi illustreerides ka rahva informeerituse taset.

Küsimustikus oli 13 küsimust, millest 4 olid avatud küsimused ja 9 olid valikvastustega. Ankeedid koostati eeskätt väljaprintimiseks, kuid küsitlemisel oli kaasas ka veebipõhine vorm, mida oli võimalik täita ka halvema ilmastikuolude korral. Kopli kalmistupargi külastajate rahvuslikku tausta arvestades oli ankeedid nii eesti keeles (vt lisa 2) kui ka vene keeles (vt lisa 3).

Küsimustik koosnes kolmest osast. Esimeseks astmeks kaardistati vastajate sotsiaal-demograafiline taust. Teise osana andsid vastajad ülevaate, kui tihti nad Kopli kalmistuparki külastavad. See avatud küsimus võimaldas igal vastajal oma külastust põhjendada. Samuti andis iga vastaja ülevaate, kui kaua nad keskmiselt pargis aega veedavad. Kolmandaks uuriti, kas inimesi on nende kohaliku omavalitsuse poolt teavitatud, et pargis toimub teadlik lehevarise mitte riisumine. Sealjuures said vastajad oma arvamust avaldada, mis nad sellest arvavad, kas ja kuidas see neid mõjutab. Küsitlus viidi läbi Kopli kalmistupargis 2021. aasta novembri kuu lõpus ning seda kolmel eri päeval nii töönädala sees kui ka nädalavahetusel (23.11.2021, 25.11.2021 ja 27.11.2021). Vastuste vähesuse tõttu otsustati viia läbi lisa küsitlus 2022. aasta märtsikuu lõpus (19.03.2022 ja

20.03.2022) Uurimuses osalemine ja küsimustikule vastamine oli vastajatele anonüümne ning vabatahtlik. Kokku küsitleti 62 inimest.

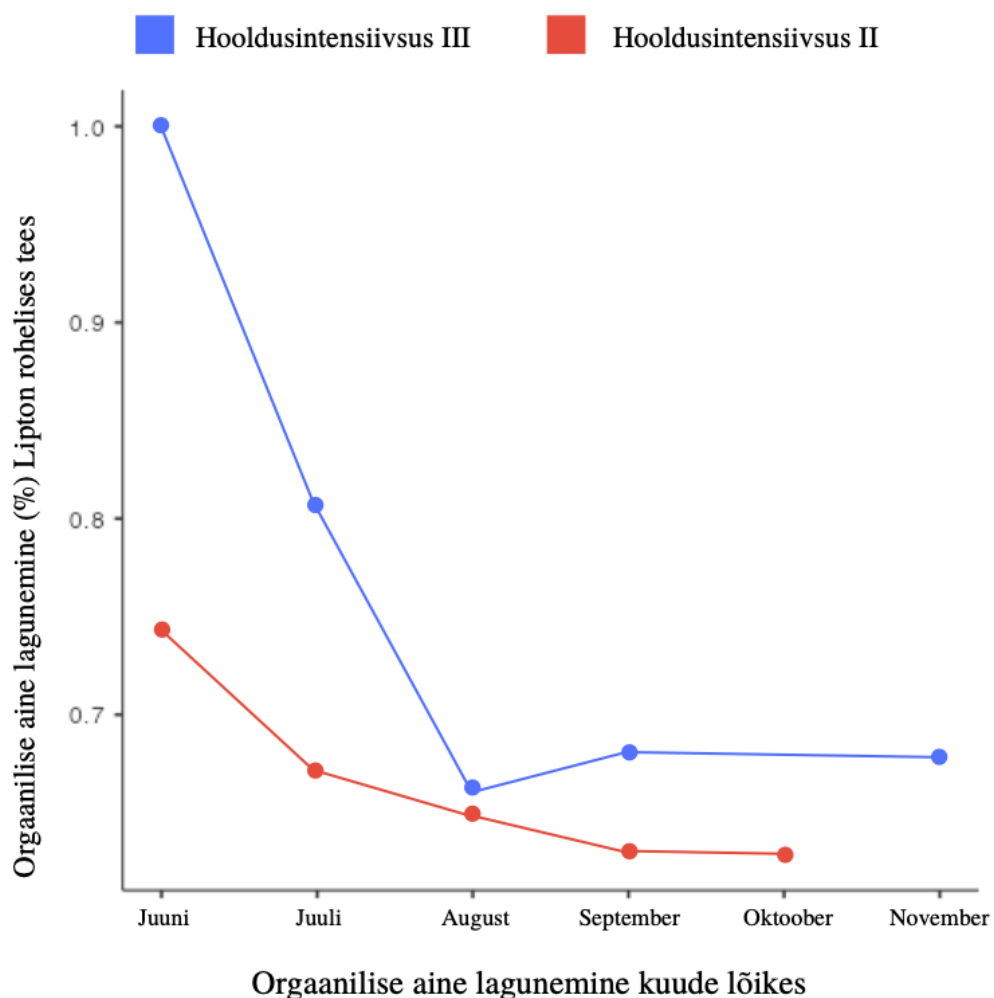
4.4.3. Andmeanalüüs

Tulemuste analüüsimiseks kasutati vabavara programmi Jamovi, mis võimaldas võrrelda kahe sõltumatu grupi keskmisi (sõltumatu T-test) ja teha kindlaks, kas vaadeldud keskmine on erinev mingist kindlast väärtusest (ühe valimi T-test), kuid tulemustesse suhtuti ettevaatusega valimi suhteliselt väikese suuruse tõttu. Intervjuude analüüsiks kasutati arvutiprogrammi Libre Office Calc. Avatud küsimuste analüüsiks kasutati kvalitatiivset sisuanalüüsi (Laherand, 2010; Kalmus jt 2015).

5. TULEMUSED

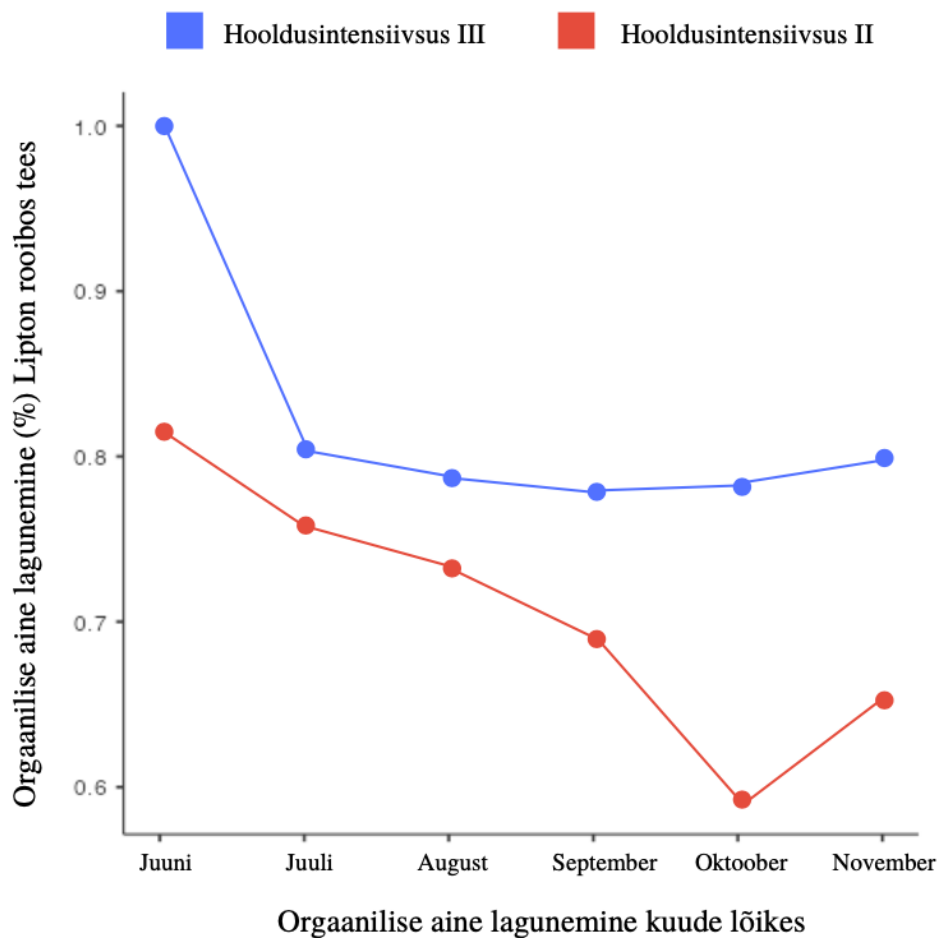
5.1 Orgaanilise aine kao dünaamika

Liptoni roheline tee on kiiresti lagunev tee (Keuskamp jt 2013), mistõttu orgaanilise aine lagunemisaste on kiireim esimese 3 kuu jooksul (vt joonis 7) nii varisega (hooldusintensiivsus III) kui ka variseta (hooldusintensiivsus II) alal. Edasine orgaanilise aine lagunemine mõlemas alas toimus aeglasemalt. Tuleb märkida, et variseta alal (hooldusintensiivsus II) ei suudetud novembrikuus leida üles ühtegi teekotti, mistõttu joonisel 7 selle kohta vastavad andmed puuduvad.



Joonis 7. Orgaanilise aine kadu kuude lõikes Lipton rohelises tees.

Lipton rooibos tee on aeglaselt lagunev tee (Keuskamp jt 2013), mis tõttu kiiret orgaanilise aine lagunemist esimese kolme kuu jooksul ei toimu (vt joonis 8). Jooniselt 8 on näha, et orgaanilise aine massikadu on küll varisega alal esimese kuul kiirem, kuid variseta alal on Rooibos teekottides toimunud lagunemine jõudsamalt kogu katseperioodi vältel. Variseta alal on märgata, et oktoobrikuus on orgaanilise aine lagunemisaste oluliselt madalam võrreldes kogu katseperioodiga. See tuleneb asjaolust, et oktoobrikuus suudeti leida vähem teekotte.



Joonis 8. Orgaanilise aine kadu Rooibos tees kuude lõikes.

5.2 Kopli kalmistupargi muldade omadused

Keemilised elemendid, mille sisaldust Kopli kalmistupargi alal analüüsiti olid pH_{KCl} , fosfor (P), kaalium (K) ja orgaaniline süsinik (C_{org}). Keemiliste analüüside tulemused proovialade lõikes (variseta ja varisega alal) kahe aastase katseperioodi jooksul on välja toodud tabelis 2.

Keemilise analüüsi tulemusena selgus, et Kopli kalmistupargi mullad jaotusid pH järgi nii varisega kui ka variseta alal katseperioodi vältel nõrgalt happelisteks ja neutraalseteks muldadeks. Kahe aastase katseperioodi vältel on mulla pH stabiilne ning ei ole drastiliselt muutunud. pH Averaging Tool tööriista kasutades leiti, et mulla pH jäi vahemiku 5,8 – 7,4 ning mullaproovide tõeline keskmine varisega alal on 6,44 ning variseta alal 6,36 (WRG, 2018).

Tabel 2. Keemiliste elementide (P, K, C_{org}) sisaldus kaheaastase test-perioodi vältel. N iseloomustab proovide arvu, SD iseloomustab standardhälvet, SE iseloomustab standardviga. F ja p iseloomustavad statistilist olulisust.

	Grupp	N	Keskmine	Mediaan	SD	SE	F	p
P (2020) (mg/kg)	Variseta	7	252.14	192.00	240.73	90.987	5.60469	0.034
	Varisega	8	132.75	135.00	56.69	20.043		
P (2021) (mg/kg)	Variseta	7	110.14	116.00	40.81	15.426	0.00994	0.922
	Varisega	8	77.88	65.50	37.20	13.152		
K (2020) (mg/kg)	Variseta	7	305.86	283.00	82.36	31.128	0.05300	0.822
	Varisega	8	243.50	226.50	102.02	36.069		
K (2021) (mg/kg)	Variseta	7	110.86	111.00	44.37	16.769	4.00014	0.067
	Varisega	8	159.00	139.50	89.71	31.717		
C_{org} (2020) (%)	Variseta	7	7.97	7.60	2.06	0.780	1.22962	0.288
	Varisega	8	4.90	4.70	1.16	0.409		
C_{org} (2021) (%)	Variseta	7	4.60	4.40	1.00	0.379	2.17020	0.165
	Varisega	8	7.35	7.60	2.41	0.853		

2020. aastal varieerus proovialade lõikes fosforisisaldus 26 – 737 mg/kg kohta ning 2021. aastal 41 – 160 mg/kg kohta. Test-perioodi vältel oli fosforibilanss kogu pargi ulatuses negatiivne. Alade võrdluses (variseta ja varisega) tuvastati 2020. aasta andmetes statistiliselt oluline erinevus fosforisisalduses ($p < 0.05$), millele viitas $F=5.60$ ja $p > 0.05$. 2021. aasta andmetes statistilist olulist erinevust ei tuvastatud (vt tabel 2).

2020. aastal varieerus proovialade lõikes kaaliumisisaldus 98 – 452 mg/kg kohta ning 2021. aastal 48 – 308 mg/kg kohta. Katseperioodi vältel oli kaaliumibilanss kogu pargi ulatuses negatiivne ning vaadeldud test perioodi jooksul ei tuvastatud alade võrdluses statistilist olulist erinevust (vt tabel 2).

2020. aastal varieerus proovialade lõikes orgaanilise süsiniku sisaldus 3 – 12 % ning 2021. aasta lõikes 2 – 11%. Test-perioodi vältel oli orgaanilise süsiniku sisaldus positiivne varisega alal ning negatiivne variseta alal. Kaheaastaste katseperioodi vältel ei tuvastatud alade võrdluses orgaanilise süsiniku sisalduses statistilist olulist erinevust (vt tabel 2).

5.3 Mikrolüljalgsed esinemine

Kopli kalmistupargi varisega kui ka variseta alalt leiti hooghännalisi (*Collembola*), mullalestade (*Acari*) seltside Oribatida ja Mesostigmata liike. Varisega alalt identifitseeriti Oribatida seltsi kuuluvaid liike 21 ning Mesostigmata seltsi kuuluvaid liike 10. Variseta alalt tuvastati mullalestade isendeid vastavalt 5 ja 3 liiki. Tabelis 3 on näha, et varisega alal domineerisid mullalestad (kokku 31 isendit, keskmine isendite arv $5,2 \pm 3,7$) ning variseta alal domineerisid hooghännalised (kokku 20 isendit, keskmine isendite arv $3,3 \pm 1,5$). Alade võrdluses tuvastati statistiline oluline erinevus ($p < 0.05$) mullalestade seltside vahel, millele viitas $F=26.4$ ja $p < 0.01$. Hooghännaliste esinemisel alade võrdluses puudus statistiliselt oluline erinevus (vt tabel 3).

Tabel 3. Mikrolüljalgsed esinemine Kopli kalmistupargi varisega ja variseta alal. N iseloomustab proovide arvu, SD iseloomustab standardhälvet, SE iseloomustab standardviga. F ja p iseloomustavad statistilist olulisust.

Mikrolüljalgsed	Grupp	N	Keskmine	Mediaan	SD	SE	F	p
Hooghännalised	Variseta	6	3.33	3.00	1.506	0.615	1.49	0.245
	Varisega	8	3.38	2.00	2.07	0.730		
Lestad	Variseta	5	1.60	2.00	0.548	0.245	26.39	<.001
	Varisega	6	5.17	5.00	3.66	1.493		

5.4 Projekti algatajate kommentaarid

Küsimustiku läbiviimisel selgus, et ükski ametnik ei soovinud oma nimesid avaldada, mille tõttu on tagatud kõikide vastajate anonüümsus. Küsimustikust on avaldatatud ainult vastajate ametinimetused.

Kopli kalmistupargis varise osaline riisumise projekti algatamine tekkis endise Põhja-Tallinna Valitsuse haljastuse peaspetsialisti sõnul eesmärgist kaitsta kõrges eas puid. Ta tõi välja, et juurestikul pidev sõidukitega sõitmine ja lehtede eemaldamine võib kahjustada juurestikku nii mehhaaniliselt kui ka toitainete eemaldamise teel. Praegune Põhja-Tallinna juhtivspetsialist täpsustas, et antud projekt on osast käimas olevast hoolduskavast (Kopli kalmistupargi hoolduskava, 2019), mille eesmärgiks on avatud pargiaasade säilimine, liigirikkuse säilitamine ja võimalusel selle suurendamine.

Vastajad nägid, et kogu pargi ulatuses antud projekti, st lehevarise maha jätmist ei ole võimalik teostada, sest tuulega satuvad lehed kõnniteedele, mis põhjustavad märjaga libedust. Kinnitati, et kõnniteede servad, trepid, lastealad on vaja hoida puhtana, kuid kaugemad puudega alad ja põõsaste alused võib jätta lehtedest koristamata. Toodi välja murepunkt, et linnas on probleemiks ka lendpraht, mida saab koristada ainult puhtalt pinnalt.

Antud projekti oodatavaks tulemuseks on endise Põhja-Tallinna Valitsuse haljastuse peaspetsialisti sõnul vähendada heitgaase linnapiirkonnas ning tagada puude heaolu, st vähem mehaanilisi vigastusi ning parema tervisega eakad puud. Praegune Põhja-Tallinna juhtivspetsialist täpsustas, et pargi puudele on teostatud võrahooldus ning erineva hooldusintensiivsusega alad tagavad pargi mitmekesisuse ja elurikkuse edendamise. Lisaks toodi välja, et lehevarise projektiga ei ole avatud alade pindala vähenenud ning vaatesihid on avatud. Lehevarise maha jätmise projekt kestab hetkeseisuga vähemalt aastani 2029, millele järgneb uue hoolduskava koostamine.

Küsimustikust selgus, et lehevarise maha jätmise ei ole Põhja-Tallinnas asuvates parkides esmakordselt läbiviidav projekt ning seda rakendatakse lisaks Kopli Kalmistupargi veel Kopli Kasepargis, Süsta pargis kui ka Stroomi rannapargis.

Küsites Kopli kalmistupargi tulevikuplaanide kohta, vastas endine Põhja-Tallinna Valitsuse haljastuse peaspetsialist, et park vajab põõsarinde renoveerimist. Renoveerimise vajadus on tulnud asjaolust, et senine puudulik hooldus ja trimmeri kahjustused on põõsarinde suures osas hävitanud. Lisati, et puistu hooldamine on pargis hädavajalik

eelkõige puude tervise seisukohast, mis aitaks pargi väärtuseid säilitada.

Kopli kalmistupargis on lisaks lehevarise projektile kasutusel ka teine jätkusuutlik majandamise meede, milleks on niitmise vähendamine ja tsoneerimine. Näiteks kõik teede äärsed murualad ja pargiaasad, mida kasutatakse pikniku pidamiseks ja pallimängudeks niidetakse kahe niiduki laiuselt ning suurim kõrgus kasvuperioodil ei ületa 10 cm ning III astme hooldusintensiivsusega alade hulka kuuluvad väiksemas kasutuses olevad pargiaasad ja puudealused, mille suurim kõrgus kasvuperioodil ei ületa 15 cm. Endine Põhja- Tallinna Valitsuse haljastuse peaspetsialist tõi välja, et osaline niitmine aitab suurendada elurikkust, vähendab müra, heitgaase kui ka puude kahjustamise võimalust.

Lisaks sooviti teada saada, kas Kopli kalmistupargis läbiviidav projekt on põhjustanud pargi küllastajate seas meelehärmi ning kas see informatsioon on jõudnud projekti algatajateni. Nii endine peaspetsialist kui ka praegune juhtivspetsialist tagasid, et Kopli kalmistupargi osas ei ole seesugust tagasisidet saadud ning viitasid informatsiooni läbiviidavate projektide kohta kolmes keeles esinevale infotahvlile pargis.

5.5 Pargi küllastajate vastused

Küsitlusele vastanute seast (62 inimest) oli naissoost vastajaid 35 ning meessoost vastajaid 27. Emakeelena eesti keelt rääkivaid inimesi oli 35 ning emakeelena vene keelt kasutavaid inimesi oli 27. Küsitajate vanused varieerusid 19 eluaastast 82 eluaastani ning keskmine vastanute eluiga oli 44.

Küsitajate seast selgus, et Kopli kalmistuparki külastatakse eeskätt paar korda kuus (19 inimest), kord nädalas (14 inimest) ning 3-5 korda nädalas (11 inimest). Parki kasutavad küsitajad eeskätt: lastega mängimiseks, vabaaja veetmiseks, koeraga mängimiseks ning sportimiseks. Paar vastajat mainisid eesmärgina just linnamüra eemale saamise ja loodusega suhestumise aspekti. Huvitava detailina tuleb välja tuua järgmine - need, kes külastavad parki vähemalt kord poole aasta jooksul teevad seda just juhuslikkuse läbi, sest park jääb neile tee peale. Kopli kalmistupargis veedetakse keskmiselt aega 20 – 30 minutit, mille küsitluses valis 36 inimest. Populaarne on ka veeta aega 45 minutit kuni 1 tund, mille valis kokku 23 inimest. Kolm inimest valisid valiku “muu” ning täpsustasid, et pargis kulub vähem kui 20 minutit.

Küsites pargi küllastajate seast, kas nad on teadlikult lehevarise mahajätmise projektist ning kas neid on kohaliku omavalitsuse poolt teavitatud, selgus et 42 vastajat ei olnud projektist teadlikud ning 60 inimest tunnistasid, et sellist informatsiooni kohalikul

omavalitsuselt saanud ei ole. Vaatamata sellele pargis ringi liikudes tõdes 35 vastajat, et nad on märganud et selline projekt on käimas, kuid 27 vastajat märkisid, et enne küsitlust nad seda märganud ei ole.

Vabas vormis küsimusele „Kuidas lehtede maha jätmise mõjutab teie jaoks pargi üldilmet?” olid enamuse seisukohal, et ei mõjuta pargi küllastust, tekitab naturaalse ja loodusliku ilme ning toodi välja: kui ohutus on laste mänguväljakul tagatud siis lehevarise projekt pargis ei sega.

Esines mitmeid vastuse ankeete, kus selgus, et lehtede mahajätmine muudab pargi üldilme lohakangaks, pargi läbimine tekitab kõleda tunde ning pimedal ajal on hakatud parki vältima. Vaatamata eelöeldud vastustele selgus, et 52 vastajat ei häiri, et lehti kogu pargi ulatuses kokku ei koristata. Küsimusele kui palju mõjutab lehtede mitte riisumine pargis viibimise aega, vastas 40 inimest, et üldse ei mõjuta, neutraalse seisukoha võttis 11 inimest ning väga häiritud oli projektist üks vastanu.

Vabas vormis küsimusele „Mis põhjusel teie arvates pargis lehti ühtlaselt ei riisuta?” toodi välja erinevaid märksõnu (vt tabel 4): keskkonna temaatika, lehed on head komposti allikad, kasu loodusökosüsteemile, huumuse tekkeks vajalik ning koosluste säilitamine ja suurendamine. Tuleb mainida, et antud küsimus jäeti mitmes ankeedis tühjaks ning omaska vastuseid nagu “ei”, “ei tea” ja “ei oska öelda”. Kaks vastajat arvasid, et lehti pargis ei riisuta, sest omavalitsus tahab raha kokku hoida ning pargis pole piisavalt töölisi.

Tabel 4. Pargi küllastajate arvamused, miks lehevarist kogu pargi ulatuses ei riisuta.

Märksõnad	Vastanute arv
Ei tea/ ei ole kursis/ tühjad ankeedid	39
Huumuse teke/ kõdunemine	8
Kasu keskkonnale	4
Ökosüsteemi toetamine	4
Mullaelustik	3
Koosluste säilitamine	2
Töötajaid on vähe/ ressursi puudus	2

6. ARUTELU

Kopli kalmistupargis teekoti meetodi rakendamise tulemusel selgus, et Liptoni rohelises tees toimub esialgne orgaanilise aine lagunemine väga kiirelt nii varisega kui ka variseta alal ning peale 90 päeva hakkab orgaanilise aine lagunemise kiirus langema. Sama tendents läheb kokku ka kirjanduses esinevaga, kus on täheldatud: Liptoni roheline tee on kiiresti lagunev tee (Keuskamp jt 2013). Proovialade lõikes tuli välja- orgaaniline aine lagunes suuremas mahus alal, kus lehevaris on teadlikult maha jäetud, mis viitab sellele, et lühiajaliselt võib pargis kasutatav majandamise meede aidata kaasa orgaanilise sisalduse suurenemisele. Tuleb tõdeda, et antud andmed pole kogu aegrea ulatuses usaldusväärsed, sest Liptoni rohelisi teekotte ei suudetud täies mahus üles leida novembrikuus, mis mõjutas valimi suurust trendi iseloomustamisel. Seevastu Liptoni rooibos tee lagunes proovialade lõikes aeglasemalt kui Lipton roheline tee. Jooniselt 8 selgus, et lehevariseta alal toimus orgaanilise aine lagunemine kogu katseperioodi vältel jõudsamalt kui lehevarisega alal. Antud tulemus ei olnud oodatav ning ei lähe kokku teiste teekoti meetodi uuringutega, nagu nt (Keuskamp jt 2013; Seelen jt 2019; Duddigan jt 2020). Tuleb mainida, et ka rooibos teekotiga saadud andmed ei ole kogu aegrea ulatuses usaldusväärsed, sest Rooibos teekotte ei suudetud Kalmistupargi alalt täies mahus üles leida oktoobrikuus. Orgaanilise aine lagunemine on seotud uuritava ala koha ilmastiku tingimustega, mis tähendab, et katseperioodil, kus on optimaalne veesisaldus on orgaanilise aine lagunemiseks soodne tegur kliima (Keuskamp jt 2013). Ilmateenistuse andmete kohaselt oli selline nähtus 2021. aasta novembrikuus, mis viitab sellele, et nii varisega kui ka variseta alal on nii rohelises kui ka rooibos tees lagunemise määr jätkuvalt kõrge. Kuigi alade vahel ei olnud võimalik leida statistilist olulist või selle puudumist (2 prooviaala) viitavad andmed sellele, et rohelises teekotis toimub orgaanilise aine lagunemine jõudsamalt lehevarisega alal, kuid sellist tendentsi rooibos teekotis ei esinenud. Eelöeldud arvesse võttes on alust arvata, et Kopli kalmistupargis läbiviidav lehevarise projekt võib omada mõju hindamaks orgaanilise aine sisaldust ja muutust pargis.

Selleks, et hinnata mulla omaduste mõju seal toimuvatele protsessidele (sh talitlusele) hinnati Kopli kalmistupargis mulla pH ja keemiliste elementide P, K ja C_{org} sisaldus. pH on oluline mulla indikaator, kuna mõjutab taimsete toitainete kättesaadavust mullas. Enamik toitained on omastatavad optimaalsel tasemel kergelt happelises kuni neutraalses mullas

(pH vahemikus 5,5 – 7,2). Lisaks on täheldatud, et piirkonnad, kus esineb eelnimetatud optimaalne pH tase soodustab puude kasvu piirkonnas (Watson jt 2014). Kopli kalmistupargis varieerus muldade pH tase kahe aastase katseperioodi vältel nii varisega kui ka variseta alal kergelt happelistest kuni neutraalseni ning katseperioodi jooksul ei tuvastatud mulla pH tasemes olulisi muutuseid. See tähendab, et kalmistupargis olev mulla pH tase jääb enamikele taimedele ja puudele sobivasse pH vahemikku. Seda väidet toetab Kopli kalmistupargis läbiviidud hoolduskava, mille tulemusel järeldati, et pargi elustik puude ja põõsaste näol on võrdlemisi liigirikas (vt lisa 4). Kopli kalmistupargis oli mulla pH tulemused oodatavad. Seda toetab asjaolu, et varasemad uuringud Tallinna erinevates ökosüsteemides on saanud samaväärseid tulemusi (Vilu, 2020; Järvamägi, 2021; Kaldma, 2021).

Mulla fosforisisaldust (P) kasutatakse toitainete dünaamika analüüsimiseks muutuvates keskkondades (Butler jt 2018; Hu jt 2018), nagu tehti ka Kopli kalmistupargi mahajäetud varisega ja eemaldatud varisega alal. Varasemad uurimused viitavad, et linna parkides on P kontsentratsioon kõrgem kui metsistunud parkides tänu kõrgele taimkattele, mulla ülakihtidesse kogunenud orgaanilise aine kogusele ja tõhusate majandamise meetmete kasutamisele (Yang jt 2014). Kopli kalmistupargis oli kahe aastase mullaanalüüside tulemusena fosforibilanss nii varisega kui ka variseta alal negatiivne. Vaatamata sellele, et teekoti meetodi tulemused näitasid, et orgaanilise aine kogus ülemistes mullakihtides on Kopli kalmistuparkide muldades olemas ning alal kasutatakse kahte jätkusuutliku majandamise meetet, siis mulla fosfori (P) analüüsi tulemused kahe aasta vältel ei paranenud. See võib tuleneda asjaolust, et Kopli kalmistuparki ümbritseb tihedalt kasutatav liiklusvõrgustik. Tiheda liikluse läheduses paiknevad mullad on tavaliselt rikastatud raskemetallidega, mis pärinevad rehvi kulumise osakesest ja kaetud tänava pindadest. (Salonen & Korkka-Niemi, 2007; Amato jt 2009) Kõrvutades fosforisisaldust varasemate uuringutega täheldati, et Kopli kalmistupargis on fosforisisaldus ligilähedane Tallinna tühermaal esinevate näitajatega (Mäe, 2015) ning oluliselt madalam Tallinna kogukonna aedades esineva näitajatega (Järvamägi, 2021). Sellest võib järeldada, et Kopli kalmistupargis esinev fosforibilanss võib sõltuda nii erinevate taimekaitsevahendite kasutamisega, spetsiifiliste taimede eelistamisega, mulda rikastavate väetiste kasutamise/ mitte kasutamisega piirkonnas kui ka pargi ajaloost.

Kaalium (K) on taimedele vajalik makroelement mullas, mida on vaja suures koguses taimede elutegevuseks (Schjønning jt 2004), abiootilise stressi leevendamiseks (suur

valgustugevus ja kuumus piirkonnas) (Cakmak, 2003) ja seente ja kahjurite rünnakutest põhjustatud biotilise stressiga võitlemiseks (Härdter, 2002). Vaatamata sellele on kaaliumi negatiivne bilanss ülemaailmne probleem (Dobermann jt 1998) ning 25% Euroopa muldadest on madala K sisaldusega (Johnston, 2003). Kaaliumi sisaldusega on probleeme ka Eestis- meie põllumajanduses on kaaliumibilanss olnud aastaid negatiivne, mis on põhjustanud muldade vaesumist kaaliumi suhtes (Kärblane jt 2002). Sama tendents selgus Kopli kalmistupargi tulemustest, kus nii varisega kui ka variseta alal oli kaaliumibilanss katseperioodi jooksul negatiivne. Kaaliumi sisaldus mullas on seotud mineraali tüübi ja kogusega, mida mõjutavad eeskätt lähtekivim ja ilmastikutingimused uuritavas piirkonnas (Jackson & Sherman, 1953). Kaalium on tundlik ka temperatuurile- madalad temperatuurid mõjutavad K sisaldust mullas ning võivad põhjustada teatud perioodil negatiivset kaaliumibilanssi (Barber, 1985). Kirjandusest välja toodud põhjendused lähevad kokku Kopli kalmistupargi geoloogiliste ja hüdrooloogiliste tingimustega ning on seletatav, miks kahe aastase katseperioodi vältel oli kaaliumibilanss negatiivne. Lisaks võib negatiivne kaaliumibilanss olla seotud sarnaselt fosforibilansiga erinevate taimekaitsevahendite kasutamisega, spetsiifiliste taimede eelistamisega, mulda rikastavate väetiste kasutamis või mitte kasutamisega piirkonnas ning pargi ajaloost.

Täheldatud on, et rekreatsiooni aladel, nagu näiteks parkides, C-sisendid pärinevad orgaaniliste materjalide lisamisest (nt kompost), mis suurendab piirkonnas biomassi osakaalu. Eeskätt suureneb piirkonnas biomass tänu läbiviidavatele jätkusuutlikule hooldus- ja majandamise meetmete rakendamise tulemusel. (Townsend-Small & Czimczik, 2010; Sarzhanov jt 2017) Linnamuldades mõjutavad orgaanilise süsiniku varusi nii antropogeensed tegurid kui ka looduslikud tingimused. Antropogeensed tegurid, eeskätt inimese tekitatud häiringud, komposti lisamine ja väetamine mõjutab linnamuldade ülemist kihti. Looduslikud tegurid, nagu kliima ja ala spetsiifiline lähtekivim mõjutab aga mulla sügavamaid kihte. (Pouyat jt 2015) Kahe aastase katseperioodi vältel selgus, et orgaanilise süsiniku (C_{org}) bilanss Kopli kalmistupargi varisega alal on positiivne. Tulemused lähevad kokku kirjanduses esinevaga ning näitavad, et lehevarise projekt on positiivselt korrelatsioonis biomassi suurenemisega pargis. Lisaks saab tulemustest järeldada, et lehevarise projekt mõjutab ainult pargi ülemist mullakihti ning projekti mõju ei ole jõudnud alumistesse mullakihtidesse, mida kinnitavad keemiliste elementide negatiivsed bilansid kahe aastase katseperioodi vältel ning mulla elustiku vähene arvukus. Kõrvutades C_{org} ning teekoti meetodi tulemusi saab väita, et lehevarise projekt on oluline

pargi orgaanilise aine dünaamikale ja mõjub positiivselt pargi ökosüsteemi toimimisele. Vaatamata sellele esineb linnaruumis mulla tihenemist, mis ei too kaasa ainult C-varude kadu mullas (Wei jt 2014), kuid muudab ka mulla süsiniku dünaamikat (Majidzadeh jt 2018). Kopli kalmistupargi variseta alal oli kahe aastase katseperioodi tulemusel süsiniku bilanss negatiivne ning tulemustest on näha, et protsentuaalne kadu algandmetega (2020) on oluliselt vähenenud aastaks 2021. Kõrvutades Kopli kalmistupargi C_{org} tulemusi varasemate uuringutega täheldati, et orgaanilise süsiniku sisaldus on madalam kui Tallinna tühermaal esinevate näitajatega (Mäe, 2015) ja oluliselt madalam Tallinna kogukonna aedades esinevate näitajatega (Järvamägi, 2021). Antud asjaolu võib olla oluliseks näitajaks illustreerimaks linnamuldade vaesumist.

Mullaelustikul on oluline roll mulla tekkes kui ka selle järjepidevas talitlemises (Coleman jt 2017). Mullaelustiku liigirikkus uuritavas piirkonnas sõltub eeskätt mulla omadustest, milleks on näiteks orgaanilise aine sisaldus, niiskusrežiim ja mullaosakeste suurus, mis viitab sellele, et mullaelustiku liigiline varieeruvus võib suures osas erineda olenevalt uuritavast piirkonnast (Vacht, 2015). Hooghännaliste arvukus uuritavas piirkonnas võib ulatuda sajast mõne tuhande isendini ruutmeetri kohta (Kõlli, 2012). Spetsiifilisemalt on uuritud lestade (Mesostigmata) esindatust Euroopa linnamuldades. Näiteks on tuvastatud, et Läti ja Poola elupaikades, nagu teeäärsed, pargid ja linnametsad on lestade keskmine arvukus 25 - 51 liiki (Napierala jt 2015; Telnov & Salmane, 2015; Salmane, 2018). Seevastu Poola eeslinnades ja haljasalades on keskmine arvukus 62 - 68 liiki, ning Slovakkia kalmistutel ja botaanikaaedades on lestade arvukus keskmiselt 123 liiki (Niedbala jt 1982; Niedbala jt 1990; Skorupski jt 2013; Fend'a & Hruzova, 2016). Kopli kalmistupargis eelnimetatud suurt arvukust ei esinenud, millele viitab varisega alal hooghännaliste arv 27 ja mullalestade arv 31 ning variseta alal hooghännaliste arv 20 ja mullalestade arv kaheksa. Mikrolüljalgsete madal arvukus Kopli kalmistupargis võib tuleneda inimtegevusest uuritavas piirkonnas. Kopli kalmistupark on avalikult kasutatav ala, mis on mõeldud eeskätt vabaajaveetmiseks (Kopli kalmistupargi hoolduskava, 2019) ning sellelt tulenevalt on mitmeid ise tekitatud jalgteid. Lisaks sellele mõjutab elustiku arvukust pargis varasemate majandamise meetmete rakendamine, nagu näiteks pikaajaline lehevarise eemaldamine (Pouyat, 2002), niitmine (Johnson & Matchett, 2001; Sankaran & Augustine 2004) ja raskete niidukite kasutamine (Kopli kalmistupargi hoolduskava, 2019), st inimtegevusest tulevad häiringud võivad kaasa tuua negatiivsed mõjud mullaelustiku arvukusele.

Inimmõju piirkonnas (nt niitmine raskete muruniidukitega) võib mõjutada ka uuritava ala muldade füüsikaliste- ja struktuuriliste omaduste muutust, sh mulla poorsust (Forman, 2014). Kirjandusest on selgunud, et piirkonnad, kus on suurem savi või orgaanilise aine sisaldus on tihenemisele vastuvõtlikumad kui mullad, mis sisaldavad kruusa ja liiva (Urban, 2008; Forman, 2014). Tihenenud muldadele viitab ka makropooride ja mullaelustiku omavaheline suhe. Mulla tihenemine vähendab pooriruumi mullaosakeste vahel ja mulla vee omastamisvõime väheneb. (Euroopa Ühenduse komisjon, 2002) Mikrolüljalgsed sõltuvad näiteks õhuga täidetud makropooridest (Choudhuri, 1961; Lee & Foster, 1991; Gupta, 1994), st nad ei ole võimelised ise mulda uuristama ning seetõttu sõltuvad täielikult mulla poolt pakutavatest pooriruumidest (Larsen, 2004). Sellest võib kahtlustada, et Kopli kalmistupargi mullad on tihenenud ning mullapoorid võivad põhjustavad mikrolüljalgsete arvukuses häiringuid.

Samas tuleb tõdeda, et Kopli kalmistupargis on hooghännaliste ja mullalestade elutegevuseks potentsiaalselt head keskkonnatingimused tagatud. On märgatud, et hooghännaliste ja mullalestade esinemissagedus/liigirohkus on kõrgem piirkonnas, kus on suuremad orgaanilise aine varud (Räty & Huhta, 2003; Mulder, 2006; Schlaghamerský & Tríska, 2009). Sama trend tuli välja Kopli kalmistupargi varisega ja variseta alal. Lisaks sellele viitab headele elupaiga tingimustele pargis lestade/hooghännaliste omavaheline suhe. Eelnimetatud kõrge suhtarv (lesti on rohkem kui hooghännalisi) võib viidata kõrgele mulla kvaliteedile piirkonnas, sest degradeerunud muldades on teadaolevalt vähem lesti kui hooghännalisi. (Parisi jt 2005) Kopli kalmistupargis esinev madal mikrolüljalgsete arvukus võib olla seletatav mulla keemilistest analüüsides. Täheldatud on, et negatiivne fosfori- ja kaaliumibilanss võib muuta mullaelustiku kooslusi nii liigiliselt kui arvukuselt (Zhu & Zhu, 2015). Seega võib oletada, et linna haljasaladel põhjustavad toitainete kontsentratsioonid varieerumist mullaelustiku seas.

Samuti on täheldatud, et suurem orgaanilise aine sisaldus pindmises kihis soodustab mikrolüljalgsete arvukust (Potapov jt 2017). Mikrolüljalgsete tegevus aitab lisaks mullaviljakuse tõusule vähendada CO₂ sisalduse jõudmist atmosfääri. Spetsiifiliselt hooghännaliste fungivoorne tegevus aitab kaasa seenepopulatsiooni vähenemisele mullas, millega kontrollitakse mulla toiduvõrgu, süsiniku-ja lämmastikuringe tasakaalu. (Fahad jt 2020) Eelöeldud arvesse võttes on alust arvata, et Kopli kalmistupargis läbiviidav lehevarise projekt võib omada mõju hindamaks mikrolüljalgsete esinemist ja arvukust pargis.

Projekti algatajatele mõeldud küsimustikule vastas kokku kolm inimest, kelle hulka kuulus endine Põhja-Tallinna Valitsuse haljastuse peaspetsialist, praegune juhtivspetsialist ning Kopli kalmistupargi Hoolduskava koostanud maastikuarhitekt. Projekti idee sai alguse soovist kaitsta kõrges eas puid ning vähendada nende juurestikule tekitatud kahju. Kopli kalmistupargis on seega koostatud hoolduskava, mis kestab 2029. aastani. Selle eesmärgiks on läbi hooldustööde tagada pargiaasade säilimine, liigirikkuse säilitamine ja võimalusel selle suurendamine, st hoolduskavad on üks võimalustest, kuidas kohalik omavalitsus saab enda poolt ellu viia keskkonda edendavaid muutusi ja seeläbi rikastada linnaparkides olevaid ökosüsteeme.

Vastuseid analüüsid selgus, et lehevarise mahajätmine kogu pargi ulatuses ei ole võimalik, sest see võib pakkuda potentsiaalset libisemise ohtu küllastajate seas. Seda asjaolu toetab Tallinna Haljastu tegevuskava, kus on välja toodud, et kõnniteede servad, trepid ja lastealad tuleb hoida puhtad. Küll aga nõustusid vastajad, et kaugemad puudega alad ja põõsaste alused võib jätta lehtedest koristamata ning artese arhitekt lisas omapoolse kommentaari, et ohutuse tagamine näiteks mänguväljakutel on inimlik meeldivuse otsus. Tuleb välja asjaolu, et arhitektid küll koostavad hoolduskavasid, kuid nende rakendamine piirkonnas sõltub eeskätt tellijast ehk antud juhul Põhja- Tallinna Linnaosavalitsusest.

Lehevarise projekti oodatav tulemus on vähendada lokaalselt heitgaaside kogust piirkonnas, vähem mehaanilisi vigastusi puudel ning tagada parema tervisega eakad puud. Hindamaks, kas Kopli kalmistupargis läbiviidav projekt on tulemuslik või mitte tuleneb asjaolust, kui hooldusperioodi lõpus on pargi struktuur jm kaitse-väärtused säilinud ning väärindatud, st pargi liigiline ja kompositsiooniline tervik on säilinud; puudele on teostatud võrahooldus ning need on heas seisukorras; tagatud on pargiküllastajate ohutus; kogu pargialal teostatakse regulaarset niitmist erineva niitmissetteadusega; park on avalikus kasutuses ja teid hooldatakse regulaarselt (Kopli kalmistupargi hoolduskava, 2019).

Küsitlusest selgus, et lehevarise projekti rakendatakse ka teistest Kopli parkides nagu näiteks Kasepark, Süsta park ja Stroomi rannapark. See annab alust arvata, et Põhja-Tallinna Valitsus kasutab jätkusuutlikuid majandamise meetmeid pikaajaliselt ja laiaulatuslikult, et tagada pargi koosluse säilimine, edendamine ning pöörab rõhku linnamuldade olulisusele. Vaatamata sellele, et hetkel on Kopli kalmistupargis kasutusel kaks jätkusuutliku majandamise meetme rakendamist nähakse, et tulevikus on vaja pöörata rõhku ka põõsarinde renoveerimisele. Tähelepanu, et hetkel on põõsarinne suuresti puuduliku hoolduse ja trimmeri kahjustuste tõttu hävinud. Lisaks rõhutati, et puistu

edasine hooldamine on hädavajalik eelkõige puude seisukohast, et säilitada pargi väärtuseid. Tulevikuplaanide selge visioon annab aimdust, et jätkusuutliku linnapargi saavutamiseks ei piisa paarist jätkusuutlikkust lahendusest, vaid vajab muutusi kõikide pargi poolt pakutavate ökosüsteemide näol.

Kopli Kalmistupargis on vastanute seast selgunud, et parki kasutatakse: lastega mänguväljakul mängimiseks, koertega jalutamiseks ning sportimiseks. Lisaks mainisid vastajad pargi külastuse eesmärgiks linnamüra eemale saamise ja loodusega suhestumise aspekti. Küsitluse teel saadud vastused olid ootuspärased ning korreleeruvad kirjanduses esinevaga, kus on välja toodud, et linnapargid pakuvad inimestele mitmeid hüvesid (Konijnendijk jt 2013), nagu näiteks (1) inimeste tervis ja heaolu, st parkide kasutamise positiivsed mõjud inimese vaimsele ja füüsilisele tervisele (Markevych jt 2017); (2) sotsiaalne ühtekuuluvus ja koha identiteet (Buijs jt 2009); (3) vaba aja veetmine väljaspool oma elu- või töökeskkonda (Wu jt 2010) ja (4) rekreatsioonivõimalused (Burrows, O'Mahony, & Geraghty, 2018). Küsitlusest tuli välja, et linnaparkide poolt pakutavad heaolu teenused on Kopli kalmistupargis esindatud ning olenemata east või rahvusest kasutatakse neid igapäevasele meelepäraselt.

Keskmiselt veedetakse Kopli kalmistupargis aega kas 20-30 minutit või 45 minutit kuni üks tund. Küsitlusest selgus, et ajaline erinevus tuleneb sellest, mis eesmärgil parki kasutatakse. Inimesed, kes eelistasid pargis olla kuni 30 minutit kasutavad seda enamasti selleks, et jõuda ühest kohast teise. Inimesed, kes kasutavad parki päevas kuni tund, mängivad enamjaolt lastega mängualal ja tegelevad koertega.

Kopli kalmistupargis käimasolev lehevarise projekt tuli parki külastavatele inimestele suures osas üllatusena. Enamus külastajad ei olnud saanud projekti kohta informatsiooni kohalikult omavalitsuselt ega kuulnud lähedaselt või sõpradelt. Küll aga on projekti algatajate sõnul Kopli kalmistupargis lehevarise projekti kohta informatsioon infotahvliel kolmes keeles, kuid tundub, et pargi külastajad ei ole neid märganud ega tundnud huvi, mis seal kirjas on. Parki külastavad inimesed on suures osas visuaalselt märganud, et sügisel maha langev lehevaris ei ole ära riisunud ning on maapinnale mahajäetud. Enamus vastajast kinnitas, et lehevaris ei mõjuta pargi üldilmet, vaid toob esile hoopiski metsikuma ja looduslikuma ilme. Küll aga leidsid mitmeid külastajaid, kellele selline projekt meelt mööda ei olnud ning lisasid, et Kopli kalmistupark näeb välja räsitum, tekitab kõleda tunde ning on pannud inimesi parki vältima. Vaatamata lehevarise mõju pargi üldilmele nõustasid suures osas pargi külastajad, et neid ei häiri, et kogu pargi ulatuses lehevarist

kokku ei riisuta ning see ei mõjuta nende külastamise aega pargis. Projekti algatajad on samuti kinnitanud, et nendeni ei ole jõudnud negatiivset tagasisidet projekti algatamise ega läbiviimise osas. Siinkohal võib järeldada, et tihti Kopli kalmistuparki külastavad inimesed on suutelised nautima linnapargi pakutavaid teenuseid nii, et ümbritsev ökosüsteem saaks potentsiaalselt kasu.

Pargi külastajate teadmised lehevarise projekti kasust olid pigem puudulikud, millele viitas ankeetide tühjad read ja “ei tea”, “ei ole kursis” vastused. Vaatamata sellele oli ka inimesi, kes tõid välja olulised märksõnad, nagu näiteks “kasu keskkonnale”, “lehed on head komposti allikad”, “kasu mulla keskkonnale ja koosluste säilitamiseks”. Antud küsimusest tuli enim välja külastajate rahvuslik taust ja vanus. Vastuseid analüüsid märgati, et vene keelt emakeelena kõnelevad inimesed olid vähem kursis pargis toimuvaga ega mõistnud, miks selline projekt läbi viiakse ja millised kasud sellisel projektil olla võivad. Seevastu eesti keelt kõnelevad inimesed olid altimad vastust teadma või varasemate küsimuste põhjal arvamust avaldama. Lisaks mõjutas teadmisi ka külastajate vanus, kus selgus, et pensioni eale lähenev vastajaskond ei ole nii keskkonnateadlikud ega olnud kursis jätkusuutlike majandamise meetmete rakendamise kasulikkusest.

Koondades Kopli kalmistupargis tehtud mullaparametrite analüüsid saab tõdeda, et lehevarise projektil on positiivne mõju ala mullastikule ja sealsele ökosüsteemile. Siiski tuleb mõista, et tegu on lühiajalise katsega ning jätkusuutliku majandamist silmas pidades tuleb viia läbi täiendavaid uuringuid pikema aja vältel. Mulla analüüsides selgus, et lehevarise projekt ei omanud positiivset mõju mulla toitainetele (P ja K) ning seeläbi võiks kaaluda Kopli kalmistupargis teisi majandamise meetmeid, et antud bilansid oleks pargis positiivsed ja rikastaksid omakorda sealset mulda. Viidates asjaolule, et tulevikus on vaja täiendavaid uuringuid mullapoorsuse näol.

Kopli kalmistuparki külastavate inimeste teadmised lehevarise projektist ja jätkusuutliku majandamise vajalikkusest on puudulikud ning need vajavad olulist täiendamist. Analüüsides projekti algatajate vastuseid tuleb tõdeda, et kolmes keeles olevad infotahvlid ei ole piisavad ning lähiajal oleks soovitatav leida teine kommunikatsiooni lahendus. Projekti algatajate küsitlemine andis hea sisendi, mida kohalik omavalitsus saab linnamuldade heaks teha ning magistritöös saadud uuringutulemused täiendasid võimalusterohkust. Autor soovib täheldada asjaolu, et pargi külastajad olid positiivselt meelestatud lehevarise projekti osas. Kuigi inimesed ei olnud teadlikud, miks sellist projekti pargis rakendatakse, ei olnud see enamuse küsitlejatele vastumeelne ning

esteetilised muutused pargis ei ole muutnud pargi külastatavust. Mitmed vastajad avaldasid negatiivset meelsust Kopli kalmistupargi niitmissageduse üle, mis omakorda kinnitab külastajate väheseid teadmisi jätkusuutliku ökosüsteemi toimimise osas.

7. KOKKUVÕTE

Linnapargid ja sealsed mullad on viimaste aastatega saanud lahutamatuks linnaruumi osaks. Üha enam mõistetakse kohaliku omavalitsuse tasandil, et on vajadus rakendada jätkusuutlikuid majandamise meetmeid, et tagada isereguleeriv ökosüsteem. Linnaparkide oluliseks elemendiks on muld, mis senini mullakaitse poliitika näol ei ole hästi kaitstud ning mistõttu on vajadus muldi vabatahtlikult jätkusuutlikult majandada.

Magistritöö eesmärgiks oli Kopli kalmistupargi näitel selgitada, kas ja kuidas muutuvad mulla omadused varise majandamise meetmete erisustest tingituna ühe-aastase testperioodi vältel. Lisaks sellele oli eesmärgiks kahe uuringuosa kombineerimisel teada saada lehevarise majandamise projekti tagamaid, oodatavaid tulemusi ning rakendusvõimalusi lähtuvalt projektiga seotud ametnike nägemustest ning täiendada saadud tulemusi Kopli kalmistuparki külastavate inimeste arvamustega.

Selgus, et teekoti meetodiga mõõdetud orgaanilise aine sisaldus ja orgaanilise süsinikubilanss oli suurenenud lehevarisega alal, mis tähendab, et pargis rakendatav majandamise meede omas positiivset mõju ala orgaanilise aine dünaamikale. Küll aga selgus tulemustest, et toitainete bilansid pargis olid testperioodi vältel siiski negatiivsed. Kuna ka mullaelustiku tulemused näitasid madalat isendite arvukust, võis see vihjata sellele, et probleemiks võis olla orgaanilise aine lagundajate vähesus, mis on varasemate intensiivsemate majandamismeetodite järelmõju. Seega tuleb nentida, et lühiajaliselt ei olnud lehevarise projektil olulist positiivset mõju mulla toitainete sisaldustele ja mullaelustiku arvukusele. See tähendab, et uuringut oleks vaja tulevikus korrata, samuti tuleks kaaluda täiendavate jätkusuutlike majandamise meetmete rakendamist, näiteks tallamise vähendamise.

Magistritöö käigus selgitati projekti algatajate kaudu välja pargis rakendatava lehevarise projekti ajendeid, mille käigus selgus, et projekti idee tuli soovist kaitsta kõrges eas puid ning tagada pargiaasade säilimine, liigirikkuse säilitamine ja võimalusel selle suurendamine. Sellest tulenevalt telliti Artes Terrae maastikuarhitektuuri büroost hoolduskava, kus analüüsiti Kopli kalmistupargi hetkeseisundit ning koostati jätkusuutlikud majandamise meetmete printsiibid (pargi alade osaline niitmine ja lehevarise mahajätmine). Lisaks selgus tulemustest, et lehevarise projekt ei olnud Kopli kalmistupargis ainulaadne ning on kasutusel ka teistes Põhja- Tallinna parkides, mis viitas sellele, et Põhja-Tallinna Valitsus kasutab jätkusuutlikuid majandamise meetmeid

pikaajaliselt ja laiaulatuslikult, et tagada pargi koosluse säilimine ja pöörata rõhku linnamuldade olulisusele.

Saamaks informatsiooni, kuidas kohaliku omavalitsuse poolt rakendatav majandamise meede mõjutab esteetiliselt parki külastavaid inimesi, otsustati läbi viia pargi külastajate seas küsitlus. Kopli kalmistuparki külastasid inimesed eeskätt vabaaja veetmiseks ja laste, koortega mängimiseks. Kopli kalmistupark oli küsitlejate seas tihedalt kasutatav ala ning hea meede loodusega suhestumiseks. Küsitlusest selgus, et külastajad ei olnud suures osas lehevarise projektist teadlikud ega olnud kohaliku omavalitsuse poolt sellist informatsiooni saanud. Küll aga selgus, et enamus külastajat varise maha jätmine ei mõjutanud pargis viibimise aega. Tuleb tõdeda, et Kopli kalmistuparki külastanud inimeste teadmised jätkusuutlike majandamise meetmete rakendamise osas olid puudulikud ning vajavad olulisi täiendamisi.

Kokkuvõttes võib öelda, et Kopli kalmistupargis rakendatav lehevarise projekt omas positiivset kasu ala orgaanilise aine sisaldusele ja selle suurenemisele, st lehevarise projekt omas potentsiaalset kasu ala mullastikule (sh mullaelustikule). Siiski tuleb kaaluda täiendavaid jätkusuutlike majandamise meetmete rakendamist, mis parandaks magistritöös uuritud mullaparameetrite negatiivseid bilansse ja aitaks kaasa mullaelustiku koosluste taastumisele.

8. SUMMARY

The short-term impacts of different collective management methods on soil characteristics and functions of urban parks with the example of Kopli Cemetery Park.

Laura Martina Vilu

In recent years, urban parks and -soils have become an integral part of urban space. There is a growing recognition at the local government level that there is a need to implement sustainable management measures to ensure a self-regulatory ecosystem. An important element of urban parks is the soil which has not been well protected in the form of soil protection policy and, therefore, there is a need for voluntary sustainable soil management. The aim of the Master's thesis was to explain, on the example of Kopli Cemetery Park, whether and how soil properties change during a one-year test period due to differences in leaf litter management measures. In addition, the aim of combining the two study parts was to find out the background for the leaf litter management project, the expected results and implementation possibilities of the project based on the visions of the officials involved and to complement the obtained results with the opinions of people visiting Kopli Cemetery Park.

The tea bag method results showed that the organic matter content and the organic carbon balance had increased in the area with the leaf litter, which meant that the management measure applied in the park had a positive impact on the soil organic matter content and dynamic in the area. However, the results showed that the nutrient balance in the park was negative during the test period. As the soil biota results also showed a low number of species, this could suggest that the problem may have been the lack of organic degraders, which is an afterthought of more intensive management methods in the past. It should therefore be noted that, in the short term, the leaf litter project had no significant positive impact on the nutrient content of the soil and the abundance of soil biota. This means that the study would need to be repeated in the future, as well as the implementation of additional sustainable management measures, such as targeting or avoiding trampling, should be considered.

During the course of this Master's thesis, the initiators of the project explained the reasons behind the leaf litter project in the park. It became clear that the idea of the project was to

protect high-age trees and to ensure the preservation of park meadows, the maintenance of a diverse variety of species and, if possible, to increase the biodiversity in the park. As a result, a maintenance plan was commissioned from the Artes Terrae Landscape Architecture Bureau, which analysed the current state of the Kopli Cemetery Park and established sustainable management measures principles (partial mowing of park areas and leaving the leaf litter untouched). In addition, the results revealed that the leaf litter project was not unique to Kopli Cemetery Park and was also in use in other parks in the district of Põhja- Tallinn, suggesting that the Government of Põhja- Tallinn used sustainable management measures that were long-term and wide-ranging to ensure the maintenance of ecological preservation of the park and to emphasize the importance of urban soil.

In order to obtain information on how the management measure implemented by the Local Government affected people visiting the park aesthetically, a survey was conducted for the visitors of the park. Predominantly, people visited Kopli Cemetery Park for leisure purposes and to play with children and/or dogs. Kopli Cemetery Park was a frequently used area among interviewees and a good measure for communicating with nature. The survey revealed that visitors were largely unaware of the leaf litter project and had not received such information from the Local Government. However, it turned out that most of the visitors' time in the park was not affected by the leaf litter. It must be acknowledged that the know-how of people who visited Kopli Cemetery Park regarding the implementation of sustainable management measures was incomplete and needs to be significantly improved.

In conclusion, it can be said that the leaf litter project implemented in Kopli Cemetery Park had a positive benefit for the organic matter content of the area and its increase, i.e. the leaf litter project held a potential benefit for the soil of the area. Nevertheless, other sustainable management measures should be considered which would correct the negative balances of the soil parameters studied in this Master's thesis.

9.KASUTATUD KIRJANDUS

Acosta, J. A., Faz, A., Martínez-Martínez, S., & Arocena, J. M. (2014). Grass-induced changes in properties of soils in urban green areas with emphasis on mobility of metals. *Journal of soils and sediments*, 14(4), 819-828.

Allik, K., Penu, P. (2014). Sissejuhatus mulla elurikkusesse ja elurikkuse näitajad PMK uuringutes. *Põllumajandusuuringute Keskus Mullaseire büroo*. (12.12.2021)

Allison, S. D. (2006). Brown ground: a soil carbon analogue for the green world hypothesis?. *The American Naturalist*, 167(5), 619-627.

Amato, F., Pandolfi, M., Escrig, A., Querol, X., Alastuey, A., Pey, J., ... & Hopke, P. K. (2009). Quantifying road dust resuspension in urban environment by multilinear engine: a comparison with PMF2. *Atmospheric Environment*, 43(17), 2770-2780.

Aspetti, G. P., Boccelli, R., Ampollini, D., Del Re, A. A., & Capri, E. (2010). Assessment of soil-quality index based on microarthropods in corn cultivation in Northern Italy. *Ecological Indicators*, 10(2), 129-135.

Auclerc, A., Ponge, J. F., Barot, S., & Dubs, F. (2009). Experimental assessment of habitat preference and dispersal ability of soil springtails. *Soil Biology and Biochemistry*, 41(8), 1596-1604.

Bano, R., & Roy, S. (2016). Extraction of Soil Microarthropods: A low cost Berlese-Tullgren funnels extractor. *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 2, 14-17.

Barber, S. A. (1985). Potassium Availability at the Soil-Root Interface and Factors Influencing Potassium Uptake. *Potassium in agriculture*, 309-324.

Bardgett, R. D., & Wardle, D. A. (2010). *Aboveground-belowground linkages: biotic interactions, ecosystem processes, and global change*. Oxford University Press.

Barrios, E. (2007). Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecological economics*, 64(2), 269-285.

- Beaulieu, F., & Weeks, A. R. (2007). Free-living mesostigmatic mites in Australia: their roles in biological control and bioindication. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47(4), 460-478.
- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and urban planning*, 97(3), 147-155.
- Bradford, M. A., Berg, B., Maynard, D. S., Wieder, W. R., & Wood, S. A. (2016). Future Directions: Understanding the dominant controls on litter decomposition. *Journal of Ecology*, 229-238.
- Buckerfield, J. C., Lee, K. E., Davoren, C. W., & Hannay, J. N. (1997). Earthworms as indicators of sustainable production in dryland cropping in southern Australia. *Soil Biology and Biochemistry*, 29(3-4), 547-554.
- Buijs, A. E., Elands, B. H., & Langers, F. (2009). No wilderness for immigrants: Cultural differences in images of nature and landscape preferences. *Landscape and urban Planning*, 91(3), 113-123.
- Burrows, E., O'Mahony, M., & Geraghty, D. (2018). How urban parks offer opportunities for physical activity in Dublin, Ireland. *International journal of environmental research and public health*, 15(4), 815.
- Butler, O. M., Elser, J. J., Lewis, T., Mackey, B., & Chen, C. (2018). The phosphorus-rich signature of fire in the soil-plant system: a global meta-analysis. *Ecology Letters*, 21(3), 335-344.
- Cachada, A., da Silva, E. F., Duarte, A. C., & Pereira, R. (2016). Risk assessment of urban soils contamination: The particular case of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Science of the Total Environment*, 551, 271-284.
- Cakmak, I. (2003). Potassium nutrition and generation of reactive oxygen species in crop plants under abiotic stress. *Feed the Soil to Feed the People. International Potash Institute, Basel, Switzerland*.

- Callender, E., & Rice, K. C. (2000). The urban environmental gradient: anthropogenic influences on the spatial and temporal distributions of lead and zinc in sediments. *Environmental science & technology*, 34(2), 232-238.
- Caruso, T., & Migliorini, M. (2006). Micro-arthropod communities under human disturbance: is taxonomic aggregation a valuable tool for detecting multivariate change? Evidence from Mediterranean soil oribatid coenoses. *Acta Oecologica*, 30(1), 46-53.
- Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and urban planning*, 68(1), 129-138.
- Choudhuri, D. K. (1961). Effect of soil structure on Collembola. *Cultural Science. Calcutta*, 27, 494-495.
- Coleman, D. C., & Wall, D. H. (2015). Soil fauna: Occurrence, biodiversity, and roles in ecosystem function. *Soil microbiology, ecology and biochemistry*, 4, 111-149.
- Coleman, D. C., Callahan, M., & Crossley Jr, D. A. (2017). *Fundamentals of soil ecology*. Academic press.
- Commission of the European Communities [EC], 2002. Towards a Thematic Strategy for Soil Protection. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Commission of the European Communities, Brussels.
- Couling, N. R., Towell, M. G., & Semple, K. T. (2010). Biodegradation of PAHs in soil: influence of chemical structure, concentration and multiple amendment. *Environmental Pollution*, 158(11), 3411-3420.
- Culliney, T. W. (2013). Role of arthropods in maintaining soil fertility. *Agriculture*, 3(4), 629-659.
- Dai, D. (2011). Racial/ethnic and socioeconomic disparities in urban green space accessibility: Where to intervene?. *Landscape and Urban Planning*, 102(4), 234-244.

- Deeb, M., Groffman, P. M., Joyner, J. L., Lozefski, G., Paltseva, A., Lin, B., ... & Cheng, Z. (2018). Soil and microbial properties of green infrastructure stormwater management systems. *Ecological Engineering*, *125*, 68-75.
- De Kimpe, C. R., & Morel, J. L. (2000). Urban soil management: a growing concern. *Soil science*, *165*(1), 31-40.
- Devigne, C., Mouchon, P., & Vanhee, B. (2016). Impact of soil compaction on soil biodiversity—does it matter in urban context?. *Urban ecosystems*, *19*(3), 1163-1178.
- Dick, D.P., Knicker, H., Ávila, L.G., Inda Jr, A.V., Giasson, E., and Bissani, C.A. (2006). Organic matter in constructed soils from a coal mining area in southern Brazil. *Org. Geochem.*, *37*, 1537–1545. <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2006.06.017>
- Dirilgen, T., Arroyo, J., Dimmers, W. J., Faber, J., Stone, D., da Silva, P. M., ... & Bolger, T. (2016). Mite community composition across a European transect and its relationships to variation in other components of soil biodiversity. *Applied Soil Ecology*, *97*, 86-97.
- Dobermann, A., Cassman, K. G., Mamaril, C. P., & Sheehy, J. E. (1998). Management of phosphorus, potassium, and sulfur in intensive, irrigated lowland rice. *Field Crops Research*, *56*(1-2), 113-138.
- Dossou-Yovo, W., Parent, S. É., Ziadi, N., Parent, É., & Parent, L. É. (2021). Tea Bag Index to Assess Carbon Decomposition Rate in Cranberry Agroecosystems. *Soil Systems*, *5*(3), 44.
- Ducarme, X., André, H. M., Wauthy, G., & Lebrun, P. (2004). Are there real endogeic species in temperate forest mites?. *Pedobiologia*, *48*(2), 139-147.
- Duddigan, S., Alexander, P. D., Shaw, L. J., Sandén, T., & Collins, C. D. (2020). The Tea Bag Index—UK: using citizen/community science to investigate organic matter decomposition rates in domestic gardens. *Sustainability*, *12*(17), 6895.
- EEA—European Environment Agency (2010) The European environment—state and outlook 2010—urban environment. EEA, Copenhagen, pp 42.

- Eijsackers, H. (1983). Soil fauna and soil microflora as possible indicators of soil pollution. In *Ecological Indicators for the Assessment of the Quality of Air, Water, Soil, and Ecosystems* (pp. 307-316). Springer, Dordrecht.
- Ekschmitt, K., Bakonyi, G., Bongers, M., Bongers, T., Boström, S., Dogan, H., ... & Wolters, V. (2001). Nematode community structure as indicator of soil functioning in European grassland soils. *European Journal of Soil Biology*, 37(4), 263-268.
- Euroopa ühenduste komisjon (2006). *Mullakaitse teemastrateegia*. [SEK (2006) 620] & [SEK (2006) 1165].
- Erasmus, L. L., Van Coller, H., & Siebert, F. (2021). Teatime in Kruger: Tailoring the application of the Tea Bag Index approach to an African savanna. *South African Journal of Science*, 117(1-2), 1-6.
- Euroopa Komisjon (2014). Soil organic matter matters. Investing in soil quality for long-term benefits. *Agriculture & Innovation*.
- Fahad, S., Hasanuzzaman, M., Alam, M., Ullah, H., Saeed, M., Khan, I. A., & Adnan, M. (Eds.). (2020). *Environment, climate, plant and vegetation growth*. Springer International Publishing.
- Fjellberg, A. (1998). The Collembola of Fennoscandia and Denmark. Part 1: Poduromorpha fauna. *Entomologica Scandinavica*. Brill Academic, Leiden.
- Fabbri, D., Pizzol, R., Calza, P., Malandrino, M., Gaggero, E., Padoan, E., & Ajmone-Marsan, F. (2021). Constructed technosols: A strategy toward a circular economy. *Applied Sciences*, 11(8), 3432.
- FAO. (2015). Status of the world's soil resources (SWSR). *Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils*, Rome, Italy.
- FAO. (2017). Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy.

FAO & ITPS. (2015). Status of the world's soil resources (SWSR)–Main Report. *Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils*, Rome, Italy.

Fend'a, P. & Hruzova, K. Mites (Acari, Mesostigmata) in urban green of Bratislava (Slovakia) In 8th Symposium of the European Association of Acarologist (ed Universitat Politècnica de Valencia) 41 (Book of Abstract, 2016).

Fiera, C. (2009). Biodiversity of Collembola in urban soils and their use as bioindicators for pollution. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44, 868-873.

Forman, R. T. (2014). *Urban ecology: science of cities*. Cambridge University Press.

Fu, S., & Cheng, W. (2004). Defoliation affects rhizosphere respiration and rhizosphere priming effect on decomposition of soil organic matter under a sunflower species: *Helianthus annuus*. *Plant and Soil*, 263(1), 345-352.

George, S. L., & Crooks, K. R. (2006). Recreation and large mammal activity in an urban nature reserve. *Biological Conservation*, 133(1), 107-117.

Gillet, S., & Ponge, J. F. (2003). Changes in species assemblages and diets of Collembola along a gradient of metal pollution. *Applied soil ecology*, 22(2), 127-138.

Greenslade, P. (2007). The potential of Collembola to act as indicators of landscape stress in Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47(4), 424-434.

Gulvik, M. (2007). Mites (Acari) as indicators of soil biodiversity and land use monitoring: a review. *Polish Journal of Ecology*, 55(3), 415.

Gupta, V. V. S. R. (1994). The impact of soil and crop management practices on the dynamics of soil microfauna and mesofauna.

Hamilton III, E. W., & Frank, D. A. (2001). Can plants stimulate soil microbes and their own nutrient supply? Evidence from a grazing tolerant grass. *Ecology*, 82(9), 2397-2402.

Handboek Groen. (2020). Handboek Groen. Standaard voor het Amsterdamse straatbeeld Onderdeel van de Puccinimethode. *Gemeente Amsterdam*.

Heiniger, C., Barot, S., Ponge, J. F., Salmon, S., Botton-Divet, L., Carmignac, D., & Dubs, F. (2014). Effect of habitat spatiotemporal structure on collembolan diversity. *Pedobiologia*, 57(2), 103-117.

Heiniger, C., Barot, S., Ponge, J. F., Salmon, S., Meriguet, J., Carmignac, D., ... & Dubs, F. (2015). Collembolan preferences for soil and microclimate in forest and pasture communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 86, 181-192.

Honciuc, V., & Stănescu, M. (2000). Comparative analysis of the mites (Arachnida-Acari) communities in the fir-beech forest ecosystems from Bucegi and Gârbova massif. *Proceedings of the Institute of Biology, Bucharest*, 3, 127-135.

Honciuc, V., & Stănescu, M. (2004). Structure and dynamics of the edifice mites (Acari: Prostigmata; Mesostigmata; Astigmata; Oribatida) in *Quercus robur* and *Quercus pedunculiflora* forests from the Romanian plain. *Proceedings of Institute of Biology, Bucureşti*, VI, 73-79.

Hopkin, S. P. (2007). A Key to the Collembola (Springtails) of Britain and Ireland, Field Studies Council, Shrewsbury.

Hu, M., Peñuelas, J., Sardans, J., Sun, Z., Wilson, B. J., Huang, J., ... & Tong, C. (2018). Stoichiometry patterns of plant organ N and P in coastal herbaceous wetlands along the East China Sea: implications for biogeochemical niche. *Plant and Soil*, 431(1), 273-288.

Huot, H., Joyner, J., Córdoba, A., Shaw, R. K., Wilson, M. A., Walker, R., ... & Cheng, Z. (2017). Characterizing urban soils in New York City: profile properties and bacterial communities. *Journal of Soils and Sediments*, 17(2), 393-407.

Härdter, R. (2002). Potassium and biotic stress of plants. *Feed the soil to feed the people The role of potash in sustainable agriculture*, 345.

Hüttl, R.F., & Bradshaw, A. (2000) Aspect of Reclamation Ecology, *Landsc. Urban Plan.*, 51, 73–74. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00120-1](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00120-1)

Ignatieva, M., Eriksson, F., Eriksson, T., Berg, P., & Hedblom, M. (2017). The lawn as a social and cultural phenomenon in Sweden. *Urban Forestry & Urban Greening*, 21, 213-223.

Ivask, M. 2011. Mullaelustikust. TTÜ Tartu Kolledž. Ettekanne Toberlutsu Talus. http://www.sordiaretus.ee/files/Nouanded/2011_06_14_MULLAELUSTIKUST%20Mari%20Ivask.pdf. (12.02.2022)

Jackson, M. L., & Sherman, G. D. (1953). Chemical weathering of minerals in soils. *Advances in agronomy*, 5, 219-318.

Johnson, L. C., & Matchett, J. R. (2001). Fire and grazing regulate belowground processes in tallgrass prairie. *Ecology*, 82(12), 3377-3389.

Johnston, A. E. (2003). *Understanding potassium and its use in agriculture*. European Fertilizer Manufacturers Association.

Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability (2010). *European atlas of soil biodiversity*, (S,Jeffery,editor,C,Gardi,editor,A,Jones,editor) Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2788/94222>.

Jones, E. L., & Leather, S. R. (2013). Invertebrates in urban areas: a review. *EJE*, 109(4), 463-478.

Järvamägi, K. (2021). *Tallinna kogukonnaaedade muldade süsiniku- ja toitainebilans ning aednike teadlikkus mulla säästvast majandamisest*. (Magistritöö Tallinna Ülikool Loodus- ja terviseteaduste Instituut). [veebileht] <https://www.etera.ee/zoom/161597/view?page=1&p=separate&search=kairit%20järvamägi&tool=search> (13.04.2022)

Kabitova, K. (2018). *Rabapinnase koormustaluvus räätasadega ja tavalise tallamise korral*. (Bakalaureusetöö Eesti Maaülikool Põllumajandus- ja keskkonnainstituut). [veebileht] https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/4111/Kristina_Kabitova_PS_bak_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (06.05.2022)

Kadrionu pargi ametlik kodulehekül. *Jaapani aed*. [veebileht] <http://www.kadrionupark.ee/park/pargi-osad/jaapani-aed>. (07.05.2022)

Kaldma, K.K. (2021). *Tallinna kogukonnaaedade mulla mikrobioloogilise koostise määramine*. (Magistritöö Tallinna Ülikool Looduse- ja terviseteaduste Instituut). [veebileht] <https://www.etera.ee/zoom/161584/view?page=1&p=separate&search=kaldma&tool=search&view=607,921,1720,781> (13.04.2022)

Kalmus, V., Masso, A., Linno, M. (2015). Kvalitatiivne sisuanalüüs. [veebileht] <https://samm.ut.ee/kvalitatiivne-sisuanalyys>. (08.04.2022)

Karu, K. (2020). *Plastpakenditega seotud keemiline toiduohutus ja inimeste teadmised sellest*. (Bakalaureusetöö Tallinna Ülikooli Looduse- ja terviseteaduste Instituut.) [veebileht] <https://www.etera.ee/zoom/89731/view?page=1&p=separate&search=2020%0AND%20kristin%20karu&tool=search&view=0,0,2481,3508>. (19.12.2021)

Keskkonnaõiguse keskus, (2019). *Mullakaitse*. SA Keskkonnaõiguse Keskus.

Keskkonnaamet, (2021). Lehtede koristamisesse tuleb üldiselt suhtuda laisalt. [veebileht] <https://www.facebook.com/Keskkonnaamet>. (08.04.2022)

Keskkonnaministeerium. (2012). Looduskaitse arengukava aastani 2020. Tallinn.

Keuskamp, J. A., Dingemans, B. J., Lehtinen, T., Sarneel, J. M., & Hefting, M. M. (2013). Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(11), 1070-1075.

Keysar, E., & Goran, W. D. (2008). *Provision of ecosystem services through market-based approaches: Department of Defense applications*. Engineer research and development center champaign il construction engineering research lab.

Kibblewhite, M. G., Ritz, K., & Swift, M. J. (2008). Soil health in agricultural systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1492), 685-701.

Klaus, V. H., Hoelzel, N., Boch, S., Müller, J., Socher, S., Prati, D., ... & Kleinebecker, T. (2013). Direct and indirect associations between plant species richness and productivity in grasslands: regional differences preclude simple generalization of productivity-biodiversity relationships. *Preslia*, 85(2), 97-112.

Kompil, M., Aurambout, J. P., Ribeiro Barranco, R., Barbosa, A., Jacobs-Crisioni, C., Pisoni, E., ... & Lavallo, C. (2015). European cities: Territorial analysis of characteristics and trends—An application of the LUISA Modelling Platform (EU Reference Scenario 2013—Updated Configuration 2014). *Joint Research Centre, EUR, 27709*.

Kopli kalmistupargi hoolduskava. (2019). Põhja-Tallinna Linnaosa. Töö nr: 1935HK3, Tartu.

Konijnendijk, C. C., Annerstedt, M., Nielsen, A. B., & Maruthaveeran, S. (2013). Benefits of urban parks. *A systematic review. A Report for IFPRA, Copenhagen & Alnarp.*

Kremer, P., Hamstead, Z., Haase, D., McPhearson, T., Frantzeskaki, N., Andersson, E., ... & Elmqvist, T. (2016). Key insights for the future of urban ecosystem services research. *Ecology and Society, 21(2).*

Kureeritud elurikkus. (2020). – Tartu 2024. [veebileht] <https://tartu2024.ee/elurikkus>. (12.04.2021)

Kõlli, R. Mulla orgaaniline aine. *In Mullateadus: õpik kõrgkoolidele* (Astover, A). Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut, Tartu, 2012, 7096.

Kärblane, H., Hannolainen, E., Kanger, J., & Kevvai, L. (2002). Taimetoitainete bilansist Eesti maaviljeluses. *Agraarteadus, 5*, 230-236.

Laherand, M-L. (2010). Kvalitatiivne uurimisviis. OÜ Sulesepp.

Lakly, M. B., & Crossley, D. A. (2000). Dullgren extraction of soil mites (Acarina): Effect of refrigeration time on extraction efficiency. *Experimental and Applied Acarology 24: 135-140, 2000.*

Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma, 123(1-2)*, 1-22.

Larsen, T., Schjønning, P., & Axelsen, J. (2004). The impact of soil compaction on euedaphic Collembola. *Applied Soil Ecology, 26(3)*, 273-281.

Lavalle C, Lopes Barbosa A, Perpiña Castillo C, Vallecillo Rodriguez S, Jacobs C, Mari Rivero I, Vizcaino M, Vandecasteele I, Baranzelli C, Batista E Silva F, Zulian G, Hiederer R, Aurambout J, Ribeiro Barranco R, Arevalo Torres J, Maes J, Marín Herrera M., LUISA Dynamic Land Functions: Catalogue of Indicators – Release I: EU Reference Scenario 2013 LUISA Platform - Updated Configuration 2014. EUR 27675 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2015. JRC99582 doi:10.2788/158546.

- Lee, K. E. & Foster, R. C. (1991). Soil fauna and soil structure. *Australian Journal of Soil Research*, 29, 745-775.
- Lehmann, A. (2006). Technosols and other proposals on urban soils for the WRB [World Reference Base for Soil Resources]. *International agrophysics*, 20(2).
- Lehmann, A., & Stahr, K. (2007). Nature and significance of anthropogenic urban soils. *Journal of Soils and Sediments*, 7(4), 247-260.
- Lepczyk, C. A., Aronson, M. F., Evans, K. L., Goddard, M. A., Lerman, S. B., & MacIvor, J. S. (2017). Biodiversity in the city: fundamental questions for understanding the ecology of urban green spaces for biodiversity conservation. *BioScience*, 67(9), 799-807.
- Lindquist, E. E., & Moraza, M. L. (2009). Anystipalpus, Antennoseius and Vitzthumia: a taxonomic and nomenclatural conundrum of genera (Acari: Mesostigmata: Dermanyssina), with description of four species of Anystipalpus. *Zootaxa*, 2243(1), 1-39.
- Loranger, G., Bandyopadhyaya, I., Razaka, B., & Ponge, J. F. (2001). Does soil acidity explain altitudinal sequences in collembolan communities?. *Soil Biology and Biochemistry*, 33(3), 381-393.
- Lorenz, K., & Kandeler, E. (2005). Biochemical characterization of urban soil profiles from Stuttgart, Germany. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(7), 1373-1385.
- Luo, G., & Angelidaki, I. (2012). Integrated biogas upgrading and hydrogen utilization in an anaerobic reactor containing enriched hydrogenotrophic methanogenic culture. *Biotechnology and bioengineering*, 109(11), 2729-2736.
- Lõpp leheföönitamisele. (2022). Facebook kogukond- [veebileht]. <https://www.facebook.com/lopplehefoonitamisele>. (08.04.2022)
- Markevych, I., Schoierer, J., Hartig, T., Chudnovsky, A., Hystad, P., Dzhambov, A. M., ... & Fuertes, E. (2017). Exploring pathways linking greenspace to health: Theoretical and methodological guidance. *Environmental research*, 158, 301-317.

MacDonald, E., Brummell, M. E., Bieniada, A., Elliot, J., Engering, A., Gauthier, T. L., ... & Strack, M. (2018). Using the Tea Bag Index to characterize decomposition rates in restored peatlands. *Boreal Environment Research*.

Maisto, G., Milano, V., & Santorufo, L. (2017). Relationships among site characteristics, taxonomical structure and functional trait distribution of arthropods in forest, urban and agricultural soils of Southern Italy. *Ecological Research*, 32(4), 511-521.

Majidzadeh, H., Lockaby, B. G., Price, R., & Governo, R. (2018). Soil carbon and nitrogen dynamics beneath impervious surfaces. *Soil Science Society of America Journal*, 82(3), 663-670.

Madej, G., & Kozub, M. (2014). Possibilities of using soil microarthropods, with emphasis on mites (Arachnida, Acari, Mesostigmata), in assessment of successional stages in a reclaimed coal mine dump (Pszów, S Poland).

Manu, M. (2008). The influence of some abiotical factors on the structural dynamics of the predatory mite populations (Acari: Mesostigmata) from an ecosystem with *Myricaria germanica* from Doftana Valley (Romania). *Travaux du Museum D'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, 51, 463-471.

Manu, M. I. N. O. D. O. R. A., & Honciuc, V. I. O. R. I. C. A. (2010). Ecological research on the soil mite's populations (Acari: Mesostigmata-Gamasina, Oribatida) from forest ecosystems near Bucharest city. *Romanian Journal of Biology–Zoology*, 55(1), 19-30.

Mason, S., Newsome, D., Moore, S., & Admiraal, R. (2015). Recreational trampling negatively impacts vegetation structure of an Australian biodiversity hotspot. *Biodiversity and Conservation*, 24(11), 2685-2707.

McIntyre, N. E. (2000). Ecology of urban arthropods: a review and a call to action. *Annals of the entomological society of America*, 93(4), 825-835.

Menta, C., Leoni, A., Bardini, M., Gardi, C., & Gatti, F. (2008). Nematode and microarthropod communities: comparative use of soil quality bioindicators in covered dump and natural soils. *Environmental Bioindicators*, 3(1), 35-46.

- Menta, C. (2012). Soil fauna diversity-function, soil degradation, biological indices, soil restoration. *Biodiversity conservation and utilization in a diverse world*, 59-94.
- Mikola, J., Yeates, G. W., Barker, G. M., Wardle, D. A., & Bonner, K. I. (2001). Effects of defoliation intensity on soil food-web properties in an experimental grassland community. *Oikos*, 92(2), 333-343.
- Mikola, J., Setälä, H., Virkajärvi, P., Saarijärvi, K., Ilmarinen, K., Voigt, W., & Vestberg, M. (2009). Defoliation and patchy nutrient return drive grazing effects on plant and soil properties in a dairy cow pasture. *Ecological Monographs*, 79(2), 221-244.
- Morel, J. L., Schwartz, C., Florentin, L., & de Kimpe, C. (2005). Urban soils.
- Morel, J. L., Burghardt, W., & Kim, K. H. J. (2017). The challenges for soils in the urban environment. *Soils within Cities. Catena Soil Sciences, Schweizerbart, Stuttgart*, 1-6.
- Mulder, C. (2006). Driving forces from soil invertebrates to ecosystem functioning: the allometric perspective. *Naturwissenschaften*, 93(10), 467-479.
- Mäe, H. (2015). *Tallinna tühermaade mikrolülijalgsete koosluste ja mikroobikoosluste parameetrite muutused suksessioonistaadiumite võrdluses* (Magistritöö Tallinn aÜlikooli Matemaatika ja Loodusteaduste Instituut). [veebileht] <https://www.etera.ee/zoom/4324/view?page=1&p=separate&search=paevälja&tool=search&view=0,0,2550,2197>.
(13.03.2022)
- Napierała, A., Książkiewicz, Z., Leśniewska, M., Gwiazdowicz, D. J., Mądra, A., & Błoszyk, J. (2015). Phoretic relationships between uropodid mites (Acari: Mesostigmata) and centipedes (Chilopoda) in urban agglomeration areas. *International Journal of Acarology*, 41(4), 250-258.
- Niedbała, W., Błaszak, C., Błoszyk, J., Kaliszewski, M., & Kaźmierski, A. (1982). Soils mites (Acari) of Warsaw and Mazovia. *Memorabilia Zoologica*; 36, 36, 235-252.
- Niedbała, W., Błoszyk, J., Kaliszewski, M., Kaźmierski, A., & Olszanowski, Z. (1990). Structure of soil mite (Aca.) communities in urban green of Warsaw.
- Olszanowski Z., Rajski A., Niedbała W. (1996). *Catalogus faunae Poloniae 54. Acari. Oribatida* – PAN, Muzeum I Instytut Zoolo- gii, Sorus, Poznan, 268 pp.

Orgiazzi, A., Bardgett, R.D., Barrios, E., Behan-Pelletier, V., Briones, M.J.I., Chotte, J-L., De Deyn, G.B., Eggleton, P., Fierer, N., Fraser, T., Hedlund, K., Jeffery, S., Johnson, N.C., Jones, A., Kandeler, E., Kaneko, N., Lavelle, P., Lemanceau, P., Miko, L., Montanarella, L., Moreira, F.M.S., Ramirez, K.S., Scheu, S., Singh, B.K., Six, J., van der Putten, W.H., Wall, D.H. (Eds.), 2016, Global Soil Biodiversity Atlas. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg. 176 pp

Paoletti, M. G., & Hassall, M. (1999). Woodlice (Isopoda: Oniscidea): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1-3), 157-165.

Parisi, V., Menta, C., Gardi, C., Jacomini, C., & Mozzanica, E. (2005). Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy. *Agriculture, ecosystems & environment*, 105(1-2), 323-333.

Peters, M. Urban Soils. [veebileht] https://midwesturbanag.fandom.com/wiki/Remediation_of_Urban_Soils. (16.03.2022)

Petersen, H., & Luxton, M. (1982). A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos*, 288-388.

Petser, E. (2021). *Lillepi parki planeeritava õpperaja ja turismi mõju loodusväärtustele*. (Magistritöö Eesti Maaülikool Põllumajandus- ja keskkonnainstituut). [veebileht] https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/6713/Petser_MA2021_taistekst.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (06.05.2022)

Ponge, J. F., Gillet, S., Dubs, F., Fedoroff, E., Haese, L., Sousa, J. P., & Lavelle, P. (2003). Collembolan communities as bioindicators of land use intensification. *Soil biology and biochemistry*, 35(6), 813-826.

Potapov, A. M., Goncharov, A. A., Semenina, E. E., Korotkevich, A. Y., Tsurikov, S. M., Rozanova, O. L., ... & Tiunov, A. V. (2017). Arthropods in the subsoil: Abundance and vertical distribution as related to soil organic matter, microbial biomass and plant roots. *European Journal of Soil Biology*, 82, 88-97.

Pouyat, R., Groffman, P., Yesilonis, I., & Hernandez, L. (2002). Soil carbon pools and fluxes in urban ecosystems. *Environmental pollution*, 116, S107-S118.

Pouyat RV, Szlavecz K, Yesilonis I et al (2010) Chemical, physical, and biological characteristics of urban soils. In: Aitkenhead-Peterson J (ed) *Urban ecosystem ecology*. Agronomy Society of America; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, Madison, pp 119–152

Pouyat, R. V., Yesilonis, I. D., Dombos, M., Szlavecz, K., Setälä, H., Cilliers, S., ... & Yarwood, S. (2015). A global comparison of surface soil characteristics across five cities: a test of the urban ecosystem convergence hypothesis. *Soil Science*, 180(4/5), 136-145.

Raudsepp, E. (2016). *Ratsutamise mõju metsastunud luidete taimestikule*. (Magistritöö Eesti Maaülikool Põllumajandus- ja keskkonnainstituut). [veebileht] https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/2833/Ere_Raudsepp_MA2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (6.05.2022)

Reintam, E., Krestein, K., de Cima, D. S., & Leeduks, J. (2013). Mulla tallamise mõju karjamaa raiheina ja hübriidlutserni saagikusele. *Agronoomia*, 22.

Riigikantselei, (2021). *Ülemaailmsed säästva arengu eesmärgid*.

Rota, E., Caruso, T., Migliorini, M., Monaci, F., Agamennone, V., Biagini, G., & Bargagli, R. (2015). Diversity and abundance of soil arthropods in urban and suburban holm oak stands. *Urban ecosystems*, 18(3), 715-728.

Rzeszowski, K., Zadrożny, P., & Nicia, P. (2017). The effect of soil nutrient gradients on Collembola communities inhabiting typical urban green spaces. *Pedobiologia*, 64, 15-24.

Räty, M., & Huhta, V. (2003). Earthworms and pH affect communities of nematodes and enchytraeids in forest soil. *Biology and Fertility of Soils*, 38(1), 52-58.

Salisbury, N., Elman, E., Zerbonne, S., (2008). Hamlin Park. Vegetation management plan. Seattle Urban Nature.

- Salmane, I. N. E. T. A. (2000). Investigation of the seasonal dynamics of soil Gamasina mites (Acari: Mesostigmata) in *Pinaceum myrtilosum*, Latvia. *Ekologia(Bratislava)/Ecology(Bratislava)*, 19, 245-252.
- Salmane, I. (2018). Soil microarthropods (Acari, Collembola) in the Rīga city habitats. *Environ. Exp. Biol.*, 16, 73-74.
- Salonen, V. P., & Korkka-Niemi, K. (2007). Influence of parent sediments on the concentration of heavy metals in urban and suburban soils in Turku, Finland. *Applied Geochemistry*, 22(5), 906-918.
- Sandor, J., Burras, C. L., Thompson, M., & Hillel, D. (2005). Human impacts on soil formation. *Encyclopedia of soils in the environment*, 1, 520-532.
- Sankaran, M., & Augustine, D. J. (2004). Large herbivores suppress decomposer abundance in a semiarid grazing ecosystem. *Ecology*, 85(4), 1052-1061.
- Santorufu, L., Van Gestel, C. A., Rocco, A., & Maisto, G. (2012). Soil invertebrates as bioindicators of urban soil quality. *Environmental Pollution*, 161, 57-63.
- Santorufu, L., Cortet, J., Arena, C., Goudon, R., Rakoto, A., Morel, J. L., & Maisto, G. (2014). An assessment of the influence of the urban environment on collembolan communities in soils using taxonomy-and trait-based approaches. *Applied Soil Ecology*, 78, 48-56.
- Santorufu, L., Cortet, J., Nahmani, J., Pernin, C., Salmon, S., Pernot, A., ... & Maisto, G. (2015). Responses of functional and taxonomic collembolan community structure to site management in Mediterranean urban and surrounding areas. *European Journal of Soil Biology*, 70, 46-57.
- Sauvadet, M., Chauvat, M., Brunet, N., & Bertrand, I. (2017). Can changes in litter quality drive soil fauna structure and functions?. *Soil Biology and Biochemistry*, 107, 94-103.
- Sarzhanov, D. A., Vasenev, V. I., Vasenev, I. I., Sotnikova, Y. L., Ryzhkov, O. V., & Morin, T. (2017). Carbon stocks and CO₂ emissions of urban and natural soils in Central Chernozemic region of Russia. *Catena*, 158, 131-140.

Schlaghamerský, J., Eisenhauer, N., & Frelich, L. E. (2014). Earthworm invasion alters enchytraeid community composition and individual biomass in northern hardwood forests of North America. *Applied Soil Ecology*, 83, 159-169.

Schjønning, P., Elmholt, S., & Christensen, B. T. (Eds.). (2004). *Managing soil quality: challenges in modern agriculture*. CABI.

Schlaghamerský, J., & Tríska, J. (2009). The effects of polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy metals on terrestrial annelids in urban soils. *Pesquisa agropecuaria brasileira*, 44(8), 1050-1055.

Seelen, L. M., Flaim, G., Keuskamp, J., Teurlincx, S., Font, R. A., Tolunay, D., ... & de Senerpont Domis, L. N. (2019). An affordable and reliable assessment of aquatic decomposition: Tailoring the Tea Bag Index to surface waters. *Water research*, 151, 31-43.

Seastedt, T. R. (1984). The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Annual review of entomology*, 29(1), 25-46.

Setälä, H., Bardgett, R. D., Birkhofer, K., Brady, M., Byrne, L., De Ruiter, P. C., ... & Van der Putten, W. H. (2014). Urban and agricultural soils: conflicts and trade-offs in the optimization of ecosystem services. *Urban Ecosystems*, 17(1), 239-253.

Setälä, H. M., Francini, G., Allen, J. A., Hui, N., Jumpponen, A., & Kotze, D. J. (2016). Vegetation type and age drive changes in soil properties, nitrogen, and carbon sequestration in urban parks under cold climate. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 4, 93.

Shepherd, M., Harrison, R., Cuttle, S., Johnson, B., Shannon, D., Gosling, P., & Rayns, F. (2000). Understanding fertility in organically managed soils. *Scientific literature review undertaken as part of DEFRA research contract OF, 164*.

Simon, D. (2008). Urban environments: issues on the peri-urban fringe. *Annual review of environment and resources*, 33, 167-185.

Siseministerium. (2013). Üleriigiline planeering Eesti 2030+. [veebileht] https://www.rahandusministeerium.ee/sites/default/files/Ruumiline_planeerimine/eesti2030.pdf (05.05.2022).

Skoracka, A., Magalhaes, S., Rector, B. G., & Kuczyński, L. (2015). Cryptic speciation in the Acari: a function of species lifestyles or our ability to separate species?. *Experimental and Applied Acarology*, 67(2), 165-182.

Skorupski, M., Horodecki, P., & Andrzej, M. (2013). Roztocze z rzędu Mesostigmata (Arachnida, Acari) na terenach przemysłowych i poprzemysłowych w Polsce. *Nauka Przyroda Technologie*, 7(1), 11.

Stork, N. E., & Eggleton, P. (1992). Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *American journal of alternative agriculture*, 7(1-2), 38-47.

Sørensen, L. I., Kytöviita, M. M., Olofsson, J., & Mikola, J. (2008). Soil feedback on plant growth in a sub-arctic grassland as a result of repeated defoliation. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(11), 2891-2897.

Zhu, X., & Zhu, B. (2015). Diversity and abundance of soil fauna as influenced by long-term fertilization in cropland of purple soil, China. *Soil and Tillage Research*, 146, 39-46.

Zhu, Y. G., Reid, B. J., Meharg, A. A., Banwart, S. A., & Fu, B. J. (2017). Optimizing Peri-URban Ecosystems (PURE) to re-couple urban-rural symbiosis. *Science of the Total Environment*, 586, 1085-1090.

Taib, C. Z. S. B., & Tazilan, A. S. (2017). Urban Parks (up) for all- barrier free (BF) at micro architecture. *Architecture department., Faculty Of Engineering and Build Environment, UKM*.

Taka, M., Kokkonen, T., Kuoppamäki, K., Niemi, T., Sillanpää, N., Valtanen, M., ... & Setälä, H. (2017). Spatio-temporal patterns of major ions in urban stormwater under cold climate. *Hydrological Processes*, 31(8), 1564-1577.

Tallinna Linnavolikogu 13. juuni 2013 korralduse nr 40 heaks kiidetud "Tallinna haljastu tegevuskava aastateks 2013–2025"

Tao, X., Chen, M., Zhang, W., & Bai, Y. (2013). Classification and its relationship with the functional analysis of urban parks: Taking Beijing as an example. *Geographical research*, 32 (10).

Telnov, D., & Salmāne, I. (2015). Ecology and Diversity of Urban Pine Forest Soil Invertebrates in Rīga, Latvia/Augsnes Bezmuģurkaulnieku Bioloģiskā Daudzveidība Urbānajos Priežu Mežos Rīgā, Latvijā. In *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*. (Vol. 69, No. 3, pp. 120-131).

Terveilm, (2018). *ÜRO säästva arengu eesmärgid*. MTÜ Arengukoostöö Ümarlaud.

The Royal Society, (2020). A selection of organisms in soil communities. [veebileht] <https://twitter.com/royalsociety/status/1245256895486742528/photo/1>. (06.04.2022)

Townsend-Small, A., & Czimczik, C. I. (2010). Carbon sequestration and greenhouse gas emissions in urban turf. *Geophysical Research Letters*, 37(2).

Tresch, S., & Fliessbach, A. (2016). Decomposition study using tea bags. *Research Institute of Organic Agriculture, Switzerland*.

Tuhkanen H., Kuldna P., Uustal M. (2018). Urban ecosystem services - case study: Helsinki and Tallinn. SEI Tallinn Centre, City of Helsinki, Tallinn/Helsinki.

Tullgren, A. (1918). Ein sehr einfacher Ausleseapparat für terricole Tierfaunen. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 4, 149-150.

UN, Department of Economic and Social Affairs/Population Division (2012) World urbanization prospects: the 2011 revision. United Nations Publication. ESA/P/WP/224

UNEP. (2012). Global Partnership on Cities and biodiversity.

Euroopa Liit, (2014). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. *A new skills agenda for europe*. Brussels.

United Nations (2014). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352). Department of Economic and Social Affairs, Population Division, United Nations, New York.

Urban, James.(2008). *Up By Roots*. 1st edition. ISA, Print.

Uustal, M., Peterson, K., & Kuldna, P. (2010). Bioloogilise mitmekesisuse säilitamine kohalikul tasandil. *Säästva Eesti Instituudi väljaanne*, (13), 7-10.

Vacht, P. (2015). Rikkalik bioloogiline mitmekesisus on meile palju lähemal kui arvata oskame. Bioneer.ee-[veebileht] <https://bioneer.ee/rikkalik-bioloogiline-mitmekesisus-meile-palju-lahemal-kui-arvata-oskame>. (04.04.2022)

Vacht, P., Koff, T., Plüschke-Altöf, B., & Müüripeal, A. (2018). Ecosystem services of Tallinn city: achievements and challenges. *Dynamiques environnementales. Journal international de géosciences et de l'environnement*, 42, 328-341.

Vanbergen, A. J., Watt, A. D., Mitchell, R., Truscott, A. M., Palmer, S. C., Ivits, E., ... & Sousa, J. P. (2007). Scale-specific correlations between habitat heterogeneity and soil fauna diversity along a landscape structure gradient. *Oecologia*, 153(3), 713-725.

van Straalen, N. M. (1998). Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. *Applied soil ecology*, 9(1-3), 429-437.

Vee-erosioon ja mulla tihenemine. (2009). [veebileht] <http://soco.jrc.ec.europa.eu/documents/ETFactSheet-02.pdf>. (04.03.2022)

Vilu, L.M. (2020). *Orgaanilise aine lagunemise dünaamika Lasnamäe tühermaadel*. (Bakalaureusetöö Tallinna Ülikool Looduse- ja terviseteaduste Instituut.) [veebileht] <https://www.etera.ee/zoom/87098/view?page=1&p=separate&search=2020%20AND%201aura%20martina%20vilu&tool=search>. (15.03.2022)

Walter, D. E., & Proctor, H. C. (2013). Animals as habitats. In *Mites: Ecology, evolution & behaviour* (pp. 341-422). Springer, Dordrecht.

Watson, G. W., Hewitt, A. M., Custic, M., & Lo, M. (2014). The Management of Tree Root Systems in Urban and Suburban Settings: A Review of Soil Influence on Root Growth. *Arboriculture & Urban Forestry*, 40(4).

Wei ZQ, Wu SH, Zhou SL, Li JT, Zhao QG (2014) Soil organic carbon transformation and related properties in urban soil under impervious surfaces. *Pedosphere* 24(1):56–64

Weigmann, G. 2006. Hornmilben (Oribatida). *Die Tierwelt Deutschlands*. 76

- Wolch, J. R., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'. *Landscape and urban planning*, *125*, 234-244.
- WRB, (2019). Technosols. [veebileht] <https://twitter.com/2015Wrb/status/1110986546822500352/photo/1>. (04.05.2022)
- WRG (2018). pH Averaging Tool. [veebileht] <https://wgr-sw.com/pH/> (15.03.2022)
- Wu, Y. Y., Wang, H. L., & Ho, Y. F. (2010). Urban ecotourism: Defining and assessing dimensions using fuzzy number construction. *Tourism Management*, *31*(6), 739-743.
- Yeates, G. W. (2003). Nematodes as soil indicators: functional and biodiversity aspects. *Biology and Fertility of Soils*, *37*(4), 199-210.
- Yin, S., Shen, Z., Zhou, P., Zou, X., Che, S., & Wang, W. (2011). Quantifying air pollution attenuation within urban parks: An experimental approach in Shanghai, China. *Environmental pollution*, *159*(8-9), 2155-2163.
- Yang, L., Li, Y., Peng, K., & Wu, S. (2014). Nutrients and heavy metals in urban soils under different green space types in Anji, China. *Catena*, *115*, 39-46.
- Yang, G., Wagg, C., Veresoglou, S. D., Hempel, S., & Rillig, M. C. (2018). How soil biota drive ecosystem stability. *Trends in Plant Science*, *23*, 1057–1067. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.09.007>.
- Yi Y, Yang Z, Zhang S (2011) Ecological risk assessment of heavy metals in sediment and human health risk assessment of heavy metals in fishes in the middle and lower reaches of the Yangtze River basin. *Environmental pollution*, *159*(10):2575–2585. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.06.011>
- Young, M. R., Proctor, H. C., deWaard, J. R., & Hebert, P. D. N. (2019). DNA barcodes expose unexpected diversity in Canadian mites. *Molecular Ecology*, *28*(24), 5347–5359. <https://doi.org/10.1111/mec.15292>

Yoshida, T., & Hijii, N. (2005). The composition and abundance of microarthropod communities on arboreal litter in the canopy of *Cryptomeria japonica* trees. *Journal of Forest Research*, 10(1), 35-42.

KAARDIMATERJALID

Tallinna pargid. – Tallinna Linnaplaneerimise Amet, Geomaatika teenistus, Geoinformaatika ja kartograafia osakond, kartograaf- geoinformaatik Maarja Kõue

10.LISAD

Lisa 1

Küsimustik lehevarise projekti algatajatele ja projektiga seotud ametnikele

Olen Laura Martina Vilu, õpin Tallinna Ülikoolis keskkonnakorralduse eriala magistriõppes. Soovin oma magistritöö raames välja selgitada, milline on Kopli Kalmistupargis läbiviidav lehtede mahajätmise projekti mõju linnamullastikule ning kuidas antud projekt mõjutab pargi üldilmet külastajate jaoks. Küsimustikus saadud vastused kasutatakse ainult minu magistritöö koostamiseks.

1. Kas valmimas magistritöös võib teie vastused avalikustada nimega või soovite jääda anonüümseks? Kui jah, siis palun lisage täisnimi valik "muu" alla

- Võib
- Ei või
- Muu:

2. Ametikoht

3. Kuidas tekkis idee osaliselt pargis mitte lehti kokku riisuda?

4. Kas tuleviku perspektiivis võiks kogu pargi ulatuses mitte riisuda?

5. Mis on antud projekti oodatav tulemus?

6. Kui kaua selline projekt kestab?

7. Millised on ideed sama projekti rakendamiseks teistes Põhja-Tallinna parkides?

8. Millised on pargi tulevikuplaanid?

9. Kas on plaanis rakendada teisi majandamismeetmeid, et tagada jätkusuutlik ökosüsteem pargis? Kui jah, siis palun täpsustage.

10. Kas olete saanud pargi külastajatelt kirju/ tagasisidet pargi välimuse osas? Kui jah, siis millised.

11. Kas inimesi viidi enne projekti läbiviimist toimuvaga kurssi? Kust leiab inimene infot pargis toimuva projekti kohta?

12. Kuidas on muutunud pargi üldilme ?

13. Kelle poole veel pöörduda, et saada sisendit pargis toimuvast?

Küsitlus Kopli kalmistupargi külastavatele inimestele

Olen Laura Martina Vilu, õpin Tallinna Ülikoolis keskkonnakorralduse eriala magistriõppes. Soovin oma magistritöö raames välja selgitada, milline on Kopli kalmistuparki külastavate inimeste teadmised käimas olevast lehevarise projektist ning millised esteetilised aspektid sellega kaasnevad. Küsitlusele vastamine on vabatahtlik ning tagatakse vastajate anonüümsus. Saadud tulemusi kasutatakse ainult antud magistritöö koostamiseks.

1. Sugu

- Mees
- Naine

2. Vanus täisaastates

3. Kui tihti tavaliselt külastate Kopli kalmistuparki?

- Iga päev
- 3-5 korda nädalas
- Kord nädalas
- Paar korda kuus
- Paar korda poole aasta jooksul
- Muu:

4. Miks parki külastate?

5. Kui kaua pargis aega veedate?

- 20 minutit
- 30 minutit
- 45 minutit
- 1 tund
- Muu:

6. Kas teid on informeeritud kohaliku omavalitsuse poolt, et antud pargis toimub lehtede teadlik mitte riisumine (lehtede koristamine)?

- Jah

- Ei

7. Kas olete teadlik, et selline projekt pargis läbi viiakse ? nt kuulnud sõbralt, lähedaselt jne.

- Jah

- Ei

8. Kas olete märganud, et lehti ei riisuta kogu pargi ulatuses kokku?

- Jah

- Ei

9. Kuidas lehtede maha jätmine mõjutab teie jaoks pargi üldilmet?

10. Kas teid häirib, et lehti kogu pargi ulatuses kokku ei koristata?

- Jah

- Ei

11. Kui palju mõjutab lehtede mitte riisumine pargis viibimise aega?

- Üldse ei mõjuta

- Natuke mõjutab

- Neutraalne

- Väga häiritud

- Muu:

12. Mis põhjusel teie arvates pargis lehti ühtlaselt ei riisuta?

Опрос людей, посещающих Коплиский парк кладбищ

Я Лаура Мартина Вилу, учусь в Таллиннском университете в магистратуре по специальности "организация окружающей среды". В рамках своей магистерской работы я хочу выяснить, каковы знания людей, посещающих Коплиский кладбищенский парк, о проекте листового валуна и какие эстетические аспекты с ним связаны. Ответ на опрос является добровольным, а также обеспечивается анонимность респондентов. Полученные результаты используются только для составления данной магистерской диссертации.

1.пол

- мужчина
- женщина

2.возраст полных лет**3. как часто посещаете парк живых и мёртвых:**

- каждый день
- 3-5 раз в неделю
- раз в неделю
- пару раз в месяц
- пару раз в тецеництода
- прочее

4. почему посещаете парк?**5. как долго проводите время в парке?**

- 20 минут
- 30 минут
- 45 минут
- 1 час
- прочее

6. Вам оповестило местное самоуправление, что в парке идёт уборка листьев?

- да
- нет

7. знали ли вы, что такой проект существует, например от друзей, от близких и так далее?

- да
- нет

8. вы заметили, что в парке по всей территории не убирают листья граблями.

- да
- нет

9. как в общей степени влияют неубранные листья?

10. Вас беспокоит, что листья не собирают по всему парку?

- да
- нет

11. как сильно влияют неубранные граблями листья на время проведения в парке?

- вообще не влияет
- немножко влияет
- нейтрально
- очень волнует
- прочее

12. Как вы думаете, что не рвет листву в парке?

Hinnatud puistu liigiline koosseis Kopli kalmistupargi hoolduskava järgi

Jrk nr	Liigi lühend	Liik eesti keeles	Liik Ladina keeles	arvukus
1	Ej	harilik ebajasmiin	<i>Philadelphus coronarius</i>	13
2	En sp	enelas sp	<i>Spiraea sp</i>	15
3	EnJ	jaapani enelas	<i>Spiraea japonica</i>	1
4	EnTu	tuhkurenelas	<i>Spiraea x cinerea</i>	2
5	Et	harilik ebatsuuga	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	4
6	Fo sp	forsüütia sp	<i>Forsythia sp</i>	1
7	Hk	harilik hobukastan	<i>Aesculus hippocastanum</i>	60
8	Ho	hortensia sp	<i>Hydrangea sp</i>	2
9	HoP	puishortensia	<i>Hydrangea arborescens</i>	1
10	Ja	harilik jalakas	<i>Ulmus glabra</i>	39
11	Kik	kikkapuu sp	<i>Euonymus sp</i>	1
12	Kk	harilik kukerpuu	<i>Berberis vulgaris</i>	3
13	Kop	kontpuu sp	<i>Cornus sp</i>	1
14	KopS	siberi kontpuu	<i>Cornus alba</i>	2
15	Ks	kask sp	<i>Betula sp</i>	85
16	Ksl	kuslapuu sp	<i>Lonicera sp</i>	1
17	Ku	harilik kuusk	<i>Picea abies</i>	18
18	kuiv	-	-	1
19	Kv	alpi kuldvihm	<i>Laburnum alpinum</i>	1
20	LdjV	villane lodjapuu	<i>Viburnum lantana</i>	9
21	Lh	lehis sp	<i>Larix sp</i>	7
22	LhS	siberi lehis	<i>Larix sibirica</i>	2
23	Lm	must lepp	<i>Alnus glutinosa</i>	3
24	Lum	harilik lumimari	<i>Symphoricarpos albus</i>	19
25	LäS	suur läätspuu	<i>Caragana arborescens</i>	6
26	Mä	harilik mänd	<i>Pinus sylvestris</i>	3
27	Mä sp	mänd sp	<i>Pinus sp</i>	6
28	MäS	seedermänd sp	<i>Pinus sp</i>	11
29	Pi	harilik pihlakas	<i>Sorbus aucuparia</i>	1
30	PiK	Koehne pihlakas	<i>Sorbus koehneana</i>	1
31	PitT	tähk-toompihlakas	<i>Amelanchier spicata</i>	3
32	Pk	harilik paakspuu	<i>Fragula alnus</i>	4
33	Po	pooppuu	<i>Sorbus intermedia</i>	1
34	Poen	põisenelas	<i>Physocarpus opulifolius</i>	10
35	Pp	pappel sp	<i>Populus sp</i>	4
36	Pä	harilik pärn	<i>Tilia cordata</i>	169
37	PäL	läänepärn	<i>Tilia europaea</i>	88
38	PäS	suurelehine pärn	<i>Tilia platyphyllos</i>	2
39	Re	remmelgas sp	<i>Salix sp</i>	2
40	ReH	höberemmelgas	<i>Salix alba</i>	1
41	Sa	harilik saar	<i>Fraxinus excelsior</i>	45
42	Si	harilik sirel	<i>Syringa vulgaris</i>	15

Jrk nr	Liigi lühend	Liik eesti keeles	Liik Ladina keeles	arvukus
43	SiU	ungari sirel	<i>Syringa josikaea</i>	9
44	Sõ	sõstar sp	<i>Ribes sp</i>	1
45	SõK	kuldsõstar	<i>Ribes aureum</i>	3
46	SõM	mage sõstar	<i>Ribes alpinum</i>	1
47	Ta	harilik tamm	<i>Quercus robur</i>	60
48	TaF	harilik tamm 'Fastigiata'	<i>Quercus robur Fastigiata</i>	4
49	Tm	harilik toomingas	<i>Padus avium</i>	5
50	TpL	läikiv tuhkpuu	<i>Cotoneaster lucidus</i>	10
51	Va	harilik vaher	<i>Acer platanoides</i>	171
52	Va sp	vaher sp	<i>Acer sp</i>	10
53	VaM	mägivaher	<i>Acer pseudoplatanus</i>	4
54	VaS	saarvaher	<i>Acer negundo</i>	2
55	Ve sp	veigela sp	<i>Weigela sp</i>	2
56	Vi	viirpuu sp	<i>Crataegus sp</i>	7
57	Õ	aedõunapuu	<i>Malus domestica</i>	1

Autorideklaratsioon ja lihtlitsents

Mina Laura Martina Vilu

1. olen koostanud magistritöö iseseisvalt. Teiste autorite uurimistööd, olulised seisukohad kirjandusest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

2. annan Tallinna Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

„Erinevate varise majandamise viiside lühiajaline mõju linnaparkide muldade omadustele ja talitlustele Kopli kalmistupargi näitel“, mille juhendaja on Piret Vacht, PhD.

2.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil Tallinna Ülikooli Akadeemilise Raamatukogu repositooriumis alates lõputöö positiivsele tulemusele hindamisest kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;

2.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Ülikooli Akadeemilise Raamatukogu repositooriumis alates lõputöö positiivsele tulemusele hindamisest kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

3. olen teadlik, et punktis 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

4. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitset reguleerivatest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Töö autor: Laura Martina Vilu

(digitaalne) allkiri, kuupäev

Töö on kaitsmisele lubatud.

Juhendaja: Piret Vacht, PhD

(digitaalne) allkiri, kuupäev

Kaitsmine toimub Tallinna Ülikooli loodusteaduste instituudi magistritööde kaitsmiskomisjoni avalikul koosolekul 02.06.2022. aastal kell 14.00 Tallinnas, aadressil Narva mnt 29 ruumis A-325.