

Opinnäytetyö AMK

Kala- ja ympäristötalous

2019

Jura Salmi

ANTROPOGEEENINEN ROSKA KAUPUNKIPUROISSA

– Jaaninoja ja Kuninkoja, Turku, Suomi

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kalatalouden- ja ympäristötalouden koulutusohjelma | Iktyonomi

2019 Opinnäytetyö | 52 sivua, 10 liitesivua

Jura Salmi

ANTROPOGEEENINEN ROSKA KAUPUNKIPUROISSA

- Jaaninoja ja Kuninkoja, Turku, Suomi

Tämän opinnäytetyön päämääränä on selvittää antropogeenisen roskan määrää ja koostumusta kaupunkipuroissa ja virroissa. Selvitän aiempien tutkimusten perusteella jokien ja purojen osuutta roskan määrästä merissä, sekä sitä, miten aihetta on tutkittu ja millaisia tuloksia on saatu. Opinnäytetyössä myös kartoitetaan roskan määrää kahdessa Turun kaupunkipurossa: Jaaninojassa ja Kuninkojassa.

Jaaninojan ja Kuninkojan osalta tavoitteena on kokeilla kartoittamismetodia, joka mahdollistaa keskimääräisen roskan määrän arvioimisen kaupunkipurossa rajaten purosta kolme erityyppistä koealaa, jolloin kartoittajan ei tarvitse kävellä koko puroa läpi, vaan koealojen tuloksilla saada arvioitua roskan määrää, tyyppiä ja todennäköistä alkuperää koko puron alueella.

Opinnäytetyön tutkimusosiota varten rajattiin kolme 50 m x 10 m koealaa Turun Jaaninojalta ja Kuninkojalta. Lisäksi läpi käytiin myös puron pohja 50 metrin matkalta. Alat valittiin vertailemalla ihmistoiminnan intensiteettiä ja läheisyyttä puron varrella. Ensimmäinen koeala on paikasta, jossa ei ole asutusta tai teitä, toinen ala on alueelta, jossa puron läheisyydessä on asutusta, kävely ja/tai autotie. Kolmas koeala rajattiin paikasta, jossa puroon oletettavasti kohdistuu vahva ihmisvaikutus, johtuen tiiviin asutuksen, liikekeskuksen ja vilkkaasti liikennöidyn tien läheisyydestä. Näitä vertailemalla tässä opinnäytetyössä pyritään muodostamaan kokonaiskuva antropogeenisen roskan määrästä ja mahdollisesti osoittamaan tutkimusmetodin käyttökelpoisuus tämän tyyppisessä kartoituksessa.

ASIASANAT:

antropogeeninen, kaupunkipuro, muovi, roska, ympäristö, kartoittaminen, tutkimusmenetelmä

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme of Fisheries and Environmental Care | Ichthyonome

2019 | 52 pages, 10 pages in appendices

Jura Salmi

ANTHROPOGENIC LITTER IN URBAN STREAMS

- The Jaaninoja & Kuninkoja streams, Turku, Finland

The objective of this thesis is to examine the amount and composition of anthropogenic litter in urban streams and rivers. Based on previous studies, the role of rivers and streams contributing to the overall amount of litter in the seas is reviewed and previous research and results presented. In addition, the amount of litter in two urban streams in Turku, the Jaaninoja and Kuninkoja streams, are surveyed.

For the Jaaninoja and Kuninkoja streams the aim is to try out a mapping method to study the average amount, type and likely origin of litter in a stream. This is done by defining three different types of experimental plots from the streams instead of walking through the whole length of the stream while mapping.

For the research part of the thesis, three 50 m x 10 m experimental plots were defined from the Jaaninoja and Kuninkoja streams. In addition, 50 meters of the stream bed was examined at the location. The plots were chosen by comparing the intensity of human activity and its proximity to the stream. The first plot was chosen at a location where there is no inhabitation and no roads directly near the stream. The second plot was chosen at a location where there is some inhabitation and a walking path and/or a road, and the third plot at a place where the anthropogenic influence is assumed to be strong due to the area near the stream being densely populated and the proximity of a shopping centre and a busy road.

KEYWORDS:

anthropogenic, urban stream, plastic, litter, environment, survey, research method

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 ANTROPOGEEENINEN ROSKA	10
2.1 Roskan määrän lisääntyminen ja sen lähteet	10
2.2 Roskan määrällisestä tutkimuksesta ja menetelmistä	13
3 AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT	16
3.1 Tutkimusta edeltävän kävelykartoituksen tulokset	16
3.2 Tutkimusmenetelmä	17
3.3 Tutkimuspurot: Jaaninoja ja Kuninkoja	18
3.4 Koealojen rajaus	20
3.5 Kenttätyökäytännöt	21
3.6 Roskien punnitus, kuivaus ja lajittelu todennäköisen alkuperän mukaan	25
4 TULOKSET	27
4.1 Ajankohta ja tulokset	27
4.2 Koealakohtaiset tulokset	31
4.2.1 Kurala, Jaaninoja, 11.6.2019	31
4.2.2 Pääskyvuori, Jaaninoja, 11.6.2019	34
4.2.3 Biolinja, Jaaninoja, 13.6.2019	37
4.2.4 Luonnonsuojelualue, Kuninkoja, 19.6.2019	39
4.2.5 Suikkila, Kuninkoja, 19.6.2019	42
4.2.6 Vuoksenniskankatu, Kuninkoja, 18.7.2019	44
5 LOPPUPÄÄTELMÄT	47
LÄHTEET	51

LIITTEET

- Liite 1. Koealojen roskan todennäköinen alkuperä
Liite 2. Koealojen lähtöpisteiden koordinaatit

KUVAT

Kuva 1. Muovin tuotannon kasvu globaalisti. (Riccardo Pravettoni. Marine Litter Vital Graphics. http://grida.no/resources/6923)	12
Kuva 2. Hypoteesini ihmisvaikutuksen voimakkuudesta puron alueella.....	20
Kuva 3. Koealan rajaus.....	21
Kuva 4. Mittakeppi koealalla Kuninkojan luonnonsuojelualueella.	22
Kuva 5. Kenttävälineistöä.	22
Kuva 6. Vesitekniikan työryhmän harjoittelijat Antti Palkamo ja Laura Rantanen Pääskyvuoren koealalla roskaa keräämässä.	23
Kuva 7. Koealat Turun kartalla.	24
Kuva 8. Roskien kuivatusta.....	26
Kuva 9. Kuralan koealan sijainti.	31
Kuva 10. Pääskyvuoren koealan sijainti.	34
Kuva 11. Biolinjan koealan sijainti.	37
Kuva 12. Luonnonsuojelualueen sijainti.	39
Kuva 13. Suikkilan koealan sijainti.	42
Kuva 14. Vuoksenniskankadun koealan sijainti.	44

KUVIOT

Kuvio 1. Kävelykartoituksen roskan % jakauma.....	16
Kuvio 2. Roskien kokoluokittainen jakauma.	17
Kuvio 3. Kaiken kerätyn roskan prosentuaalinen jakauma.	28
Kuvio 4. Kuralan roskatyyppejen kappalemäärä.	32
Kuvio 5. Kuralan roskien paino.	33
Kuvio 6. Kuralan roskatyyppejen jakauma prosentteina ja todennäköiset lähteet.....	33
Kuvio 7. Pääskyvuoren roskatyyppejen kappalemäärä.	35
Kuvio 8. Pääskyvuoren roskien paino.	36
Kuvio 9. Pääskyvuoren roskatyypit prosentteina	36
Kuvio 10. Biolinjan roskatyyppejen kappalemäärä.	38
Kuvio 11. Biolinjan roskien paino.	38
Kuvio 12. Biolinjan roskatyypit prosentteina.	39
Kuvio 13. Luonnonsuojelualueen roskatyyppejen kappalemäärä.	40
Kuvio 14. Luonnonsuojelualueen roskien paino.	41
Kuvio 15. Luonnonsuojelualueen roskatyypit prosentteina.	41
Kuvio 16. Suikkilan roskatyyppejen kappalemäärä.	43
Kuvio 17. Suikkilan roskien paino.....	43
Kuvio 18. Suikkilan roskatyypit prosentteina.	44
Kuvio 19. Vuoksenniskankadun roskatyyppejen kappalemäärä.	45

Kuvio 20. Vuoksenniskankadun roskien paino.	46
Kuvio 21. Vuoksenniskankadun roskatyypit prosentteina.	46
Kuvio 22. Yleisimmät roskatyypit Utön ja Mustfinnin merialueilla. (Norden.org, 2015.) http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:814721/FULLTEXT02.pdf	48
Kuvio 23. Kolmen ruotsalaisen rannan roskien todennäköinen alkuperä.(Norden.org, 2015). http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:814721/FULLTEXT02.pdf	49

TAULUKOT

Taulukko 1. McCormickin tutkimuksen antropogeenisen roskan tiheys ja massa verrattuna Hoelleinin 2014 tutkimukseen. (McCormick 2015, Hoellein 2014).	14
Taulukko 2. Roskien kokonaispaino kaikista koealoista yhteenlaskettuna.	29
Taulukko 3. Roskien kappalemäärä kaikilta koealoilta ja todennäköinen alkuperä (Cheshire ym.) protokollan mukaan.	29
Taulukko 4. Koealat numeroina	30

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Lyhenne

AR Antropogeeninen roska

Sanasto

Antropogeeninen Ihmisperäinen (Ympäristötieteet) Ihmisestä aiheutuva. (Tieteen termipankki 19.11.2019: Nimitys: antropogeeninen)

Bentos Pohjan eläimistö ja kasvisto (Vesi- ja ympäristöhallitus, 1988)

Valuma-alue Maa-alue, josta pinta- ja pohjavedet laskevat tiettyyn vesistöön. (TSK 27, 1998)

Meandroiva Mutkitteleva (Vesi- ja ympäristöhallitus, 1988)

1 JOHDANTO

Antropogeenisen roskan, erityisesti muoviroskan määrän lisääntyminen ekosysteemeissä ja sen vaikutukset ovat ilmastonmuutoksen ohella tällä hetkellä yksi suurimmista haasteista, joihin tulisi löytää ratkaisu. Roskalla on yleensä urbaaneilla alueilla paikallinen alkuperä, joko yksittäiset ihmiset, yritykset tai huonosti hoidettu jätehuolto, kuten avokaatopaikat. Jätevedenpuhdistamot poistavat makrokokoisen jätteen, joka päätyy viemäreihin, mutta hulevesikaivoista ja ihmisten luontoon heittämänä roskat päätyvät esteettä kaupunkipuroihin ja jokiin.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on selvittää roskan määrää ja osuutta kaupunkipuroissa ja täten niiden roolia roskan päätyemisessä mereen ja rannikoille, saatavilla olevaan tutkimustietoon nojaten ja artikkeleihin perehtyen. Tutkin myös roskan määrää kahdessa Turun kaupunkipurossa, Jaaninojassa ja Kuninkojassa, sekä kokeilen tutkimusmetodia, jossa kummastakin purosta valitaan kolme erityyppistä koelaa, koko puron kartoittamisen sijaan, ja näin koetan määrittellä roskan mahdollista kokonaismäärää ja sen alkuperää. Toimiva, yksinkertainen ja kustannustehokas metodi antropogeenisen roskan kartoittamiseen ja sen alkuperän määrittämiseen on tärkeää, jotta voidaan tehokkaasti tutkia ja suunnitella, miten estää roskan pääsy sen alkulähteiltä kaupunkipuroista suurempiin uomiin ja tätä kautta mereen. Osaltaan idean opinnäytetyöhöni antoi Euroopan aluekehitysrahaston rahoittama HEAWATER-hanke, jonka tavoitteena on mm. parantaa pienviesien tilaa, lisätä tietoisuutta paremman vedenlaadun hyödyistä pienissä kaupunkipuroissa ja toteuttaa erilaisia purokunnostusmenetelmiä Suomessa, Ruotsissa ja Virossa (SYKE 2018).

Keväällä 2019 HEAWATER-hankkeeseen liittyen työharjoitteluuni Turun AMK:n Vesi -ja ympäristötekniikan tutkimusryhmässä kuului kaupunkipurujen roskamäärän kartoittaminen. Kävelin läpi lähes koko Jaaninojan, merkatien ylös ja valokuvaten jokaisen roskan tallentaen samalla GPS-pisteet käyttäen avoimen lähdekoodin OruxMaps-paikkatietosovellusta. Aloin pohtimaan, olisiko mahdollista saada kokonaiskuvaa kaupunkipuron roskamääristä ja sen koostumuksesta pienemmällä vaivalla kuin koko puron varren läpi kävellen ja kartoittaen. Voitaisiinko tulokset saada rajaamalla puro eri tyyppisiin alueisiin ja niistä kerätyn datan perusteella muodostaa kuva kokonaistilanteesta ja roskan alkuperä-

rästä. Jaaninojan läpi käveltyäni sain myös hyvän kuvan siitä, millaisissa paikoissa roskaa on paljon ja mihin sitä kertyy mahdollisesti vähemmän ja tätä tietoa käytin valitessani koealat opinnäytetyöni tutkimukseen.

Kaupunkipurojen tutkimukseen tulisi kehittää ja sopia standardit, jotta tutkimusten tulokset olisivat vertailukelpoisia. Tämän opinnäytetyön yhtenä päämääränä on kokeilla, antaako Jaaninojan ja Kuninkojan kenttäkartoitukset vertailukelpoisia tuloksia roskan määrästä, alkuperästä ja prosentuaalisesta materiaali jakaumasta mm. Itämeressä, jota on tutkittu eri pohjoismaisten järjestöjen kartoituksissa ja kampanjoissa.

2 ANTROPOGEEENINEN ROSKA

2.1 Roskan määrän lisääntyminen ja sen lähteet

Sana ”antropogeeninen” tarkoittaa ihmisen toiminnasta aiheutuvaa tai johtuvaa (Tieteen termipankki 2019) ja näin ollen antropogeeninen roskaantuminen ihmisen toiminnasta aiheutuvaa ympäristön roskaantumista. Antropogeenisellä jätteellä tarkoitetaan kaikkea ihmisen valmistamaa materiaalia, joka päättyy ympäristöön, kuten muovi, lasi, metalli, kumi, käsitelty puu ja paperi, ja joka näyttää esteettisesti rumalta ja jolla on pitkäkestoinen ja haitallinen vaikutus ekologisesti (McCormick, 2015). Väestön lisääntyminen ja teollisen vallankumouksen jälkeinen kaupungistuminen sekä maatalouden ja tuotantotekniikan kehitys on muokannut haitallisesti ekosysteemejä ympäri maailmaa (Zalasiewicz ym.2008; Harden ym. 2014). Kulutustuotteiden tuotanto ja niiden vääränlainen ja sopimaton hävittäminen ovat jättimäinen ongelma ja esimerkiksi vuosien 1950–2011 välillä muovin tuotanto (kuva 1) koko maailmassa nousi 1,7 miljoonasta tonnista 280 miljoonaa tonniin (Plastics Europe 2012).

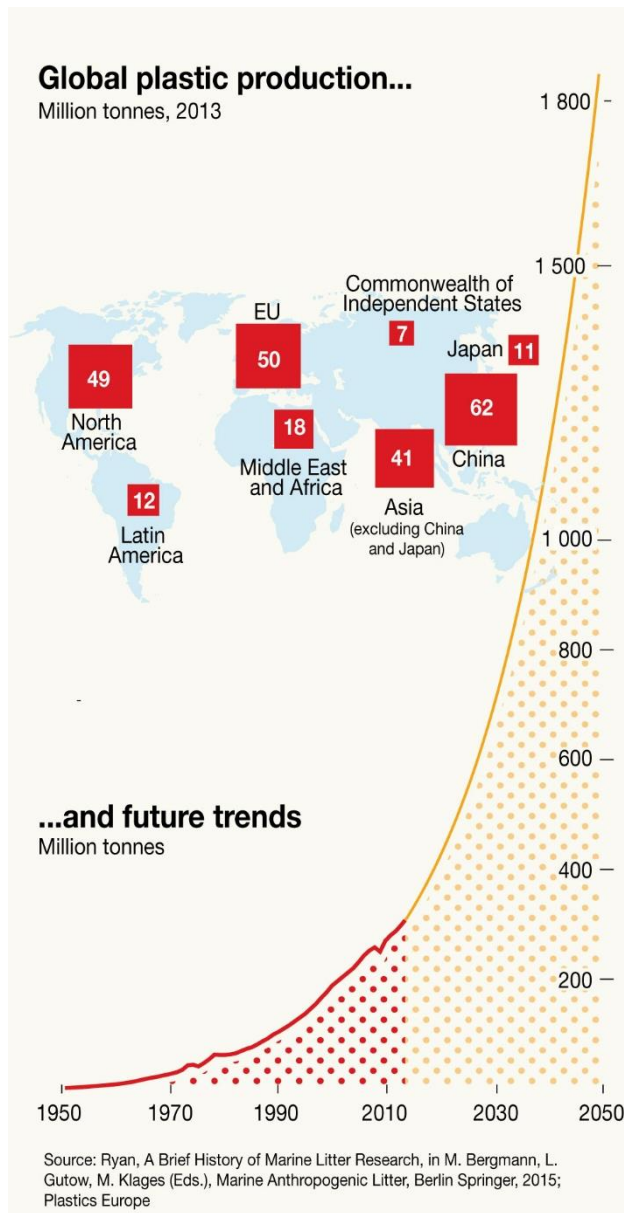
Moderni kulutuskeskeinen elämäntapa, tuotantorakenteet, asenteet ja käyttäytyminen koskien jätteitä, kierrätystä ja roskaamista ovat pohjimmiltaan syyt merien roskaantumiseen. Huonosti hoidettu kotitalouksien jätehuolto, avoimet kaatopaikat, puutteellinen vedenpuhdistus, teollisuusjätteen dumpaaminen ja rannikoiden turismi ovat syynä että 80 % mereen päätyvästä roskasta on peräisin maa-alueilta ja vain 20 % mereltä (mm. ammattikalastus, meriliikenne ja vapaa-ajan veneily ja kalastus). Purot, joet ja niihin päätyvät hulevedet tuovat suuren määrän roskaa maalta meriin ja niiden rannikoille (Marlin-Baltic Marine Litter 2011–2013).

Muoviroskasta merissä tiedetään enemmän kuin tilanteesta makeissa vesissä. Jokien arvioidaan tuottavan vuotuisesti maailman meriin 0,21–4,38 miljoonaa tonnia muovijätettä. Vielä ei ole selvää, kuinka kauan ja missä muodossa muovi pysyy puroissa ja joissa. Tähän vaikuttaa se, kuinka suuri muoviroskan tiheys on ja minkä kokoista se on. Myös virran hydrologiset ominaisuudet kuten nopeus, syvyys, padot ja muut esteet vaikuttavat miten nopeasti ja miten paljon muovia päättyy sen kautta mereen. Vaihtelevia määriä mikromuovia on löydetty lähes kaikissa alan makean veden tutkimuksissa. Mikromuovi onkin avainasemassa, koska pienen kokonsa vuoksi hyvin monenlaiset eliöt ja eläimet syövät sitä, ja sen verrattain suuren pinta-alansa takia siihen kiinnittyy suuri

määrä mm. erilaisia kemikaaleja, jotka päätyvät osaksi ravintoketjuja (Medium.com 2018). Jokien ja purojen osuus maanpinnanpäällisestä makeasta vedestä on vain 0,49 % (Shiklomanov, 1993), joten tehokkaalla tavalla roskan kerääminen ja pysäyttäminen näillä alkulähteillä on tärkeää, koska kerran mereen päätyessään se on jo merkittävästi vaikeampaa.

Myös paikallisesti makean veden vesistöihin tulee kiinnittää huomiota, muutenkin kuin tutkimalla, kuinka paljon joet ja purot kuljettavat muoviroskaa meriin. Vielä ei tiedetä vaikuttaako mikromuovi ja siihen sitoutuneet kemikaalit kokonaisuun eliöstöryhmiin vai lähinnä yksittäisiin eläimiin ja eliöihin. Makean veden lajien populaatiot kuitenkin ovat laskeneet 81 % vuodesta 1970 vuoteen 2012, joka on keskimäärin enemmän kuin populaatioiden lasku maalla tai meressä. Muovin määrää makean veden ekosysteemeissä tulisi tutkia ja määritellä systemaattisemmin ja vielä nykyään ongelmana on standardoitujen menetelmien puuttuminen näytteiden keräämisessä, käsittelyssä ja analysoinnissa, mikä tekee datan vertailusta tutkimusten kesken ongelmallista (Medium.com 2018).

Vaikka opinnäytetyöni tutkimusosion tarkoituksena on kartoittaa kaiken ihmisperäisen roskan määrää Turun kaupunkipuroissa, yhtenä suurimpana mielenkiinnon kohteena on saada selville muovin osuutta kaikesta roskasta, erityisesti makromuovin (>5 mm), joka muuttuu luonnossa hiljalleen mikromuoviksi (<5 mm) mm. auringon UV-säteilyn ja veden mekaanisen kulutuksen (aaltojen, hankautumisen yms.) johdosta (ALS Finland 2019; Planet Experts 2015). Vaikka mikromuovin koolta ei sinänsä ole alarajaa, nykyään tiedemaailmassa on alettu myös puhumaan nanomuovista, joka on kooltaan vain muutamia mikrometrejä, ja niin pientä että se voi mahdollisesti läpäistä organismien solukalvon ja päätyä osaksi kudosta. Nanomuovin tutkimus on vasta niin alkuvaiheessa, että mitään ratkaisevaa ei vielä voida sanoa, edes siitä miten paljon nanomuovia ympäristössä lopulta on, koska se on niin pientä, että sopivaa suodatus- ja keräystekniikkaa ei ole vielä kehitetty (Nature Research 2019). Kaikki roska, jonka määrää tässä tutkimuksessa kartoitetaan, on kooltaan paljaalla silmällä havaittavaa eli makroroskaa.



Kuva 1. Muovien tuotannon kasvu globaalisti. (Riccardo Pravettoni. Marine Litter Vital Graphics. <http://grida.no/resources/6923>)

Roskan määrä maailmassa on lisääntynyt hälyyttävästi ja erityisesti muoviroskasta olemme kaikki saaneet lukea ja kuulla uutisista. Maailman meriin on muodostunut muoviroskalauttoja joiden poistaminen on erittäin hidasta ja työlästä, ellei jopa mahdotonta (ISWA 2019). Viimeisimpien tutkimusten mukaan muoviroskaa löytyy jopa syvältä arktisesta jäätä (HS 2019). Urbaanien alueiden läpi virtaavat joet ja purot ovat yksi merkittävä antropogeenisen roskan lähteistä maailman merissä ja rannikoilla.

2.2 Roskan määrällisestä tutkimuksesta ja menetelmistä

Etsiessäni sopivaa tutkimustapaa kaupunkipurojen roskan määrän kartoittamiseen tustuin Chicagon Loyolan yliopiston maisteriopiskelija Amanda Rae McCormickin pro gradu -työhön (McCormick, Amanda Rae, "Anthropogenic Litter and Microplastic in Urban Streams: Abundance, Source, and Fate" 2015), jota sovelsin omaan tutkimukseeni. Osa McCormickin tutkimusta keskittyy selvittämään kuinka paljon ja millaista roskaa kaupunkipuroissa on ja antropogeenisen roskan akkumuloitumiseen luonnossa ja sen ekologisiin vaikutuksiin. Tutkimuksessa mm. kartoitettiin viiden kaupunkialueen purot Illinoisissa USA:ssa, kesä–lokakuun 2014 aikana, ja jokaisesta virrasta tutkittiin kolme koealaa, yhteensä siis 15 koealaa. Koealojen pituus vaihteli 50 m ja 100 m välillä ja rantavyöhykkeen leveydeksi rajattiin 10 m veden rajasta. 2–3 hengen ryhmät keräsivät kaikki roskat bentoksesta ja rantavyöhykkeeltä kyseisiltä koealoilta. Roskat säkitettiin niemettyihin jättesäkkeihin, kuljetettiin laboratorioon pestäviksi, jonka jälkeen roskien annettiin kuivua muovialustoilla, ennen punnitusta ja lajittelua tyyppin ja todennäköisen alkupeuran mukaan Cheshiren protokollan mukaan (Cheshire ym. 2009). Tässä osassa tutkimusta pyrittiin määrittämään antropogeenisen roskan tiheys ja massa neliömetrillä sekä koostumus verraten näitä neljään ihmisvaikutuksen itensiteettiä kuvaavaan muuttujaan: 1) autotien läheisyys, 2) kävelypolun läheisyys, 3) parkkipaikkojen määrä ja 4) ihmisten määrä läheisellä kävelytiellä tai polulla kolmen tunnin aikana. Roskan tiheys kolmella urbaaneimmalla valuma-alueella sijatsevalla koealalla oli korkeampi kuin kahdella vähemmän urbaanilla alalla. Vaikka rantavyöhykkeen ja pohjan roskan tiheyden määrässä ei ollut suuri eroja, rannalla sitä oli kuitenkin enemmän kaikilla paitsi yhdellä koealalla. Massaltaan pohjasta kerätty roska oli huomattavasti suurempaa kuin rantavyöhykkeeltä kerätty (McCormick, 2015). Koska tässä tutkimuksessa dataa kerättiin niin paljon, että sitä voidaan sanoa kvantitatiiviseksi eli määrälliseksi tutkimukseksi, oli mahdollista käyttää datan vertailussa mm. ANOVA (analysis of variance) -varianssianalyysiä, jota käytetään

tään tutkittaessa eroavatko kahden tai useamman ryhmän keskiarvot tilastollisesti merkittävästi (fsd.uta.fi). Omaa opinnäytetyötäni voidaan kutsua kvalitatiiviseksi eli laadulliseksi tutkimukseksi datan määrän vähäisyyden vuoksi.

Pohjaväyöhykkeen roskat	Vesistö	Koealoja	AR tiheys/m ²	AR Massa(g)/m ²	
Chicago, USA	Joki	15	0.117	58.40	McCormick 2015
Chicago, USA	Joki	3	0.076	13.43	Hoellein ym. 2014
Rantavyöhykkeen roskat	Vesistö				
Chicago, USA	Joki	15	0.293	16.74	McCormick 2015
Chicago, USA	Joki	3	0.095	18.04	Hoellein ym. 2014

Taulukko 1. McCormickin tutkimuksen antropogeenisen roskan tiheys ja massa verrattuna Hoelleinin 2014 tutkimukseen. (McCormick 2015, Hoellein 2014).

McCormickin tutkimuksessa kaikkien 15 koealan rantavyöhykkeen roskanmäärän tiheydeksi saatiin 0.293 kpl/m² ja massaksi 16.74 g/m². Pohjaväyöhykkeen osalta vastaavat luvut ovat 0.117 kpl/m² ja 58.40 g/m² (taulukko 1).

McCormickin tutkimuksesta käy ilmi että rantavyöhykkeeltä kerätystä roskasta suurimman osan todennäköinen alkuperä on kulutustavaroita. Kotitaloudesta ja tuntemattomasta lähteestä tulevaa roskaa on kumpaakin suurinpiirtein saman verran (McCormick, 2015).

Kaupunkipurojen roskan määrästä ja koostumuksesta on tehty vain vähän tutkimusta. Taff joesta Walesissa tehdyssä tutkimuksessa selvisi, että hulevesien mukanaan tuomat roskat ja laitton jätteiden puroon ”dumpaaminen” tai heittäminen, (‘fly-tipping’), muodostavat merkittävän lähteen kaikelle antropogeeniselle roskalle kaupunkialueen joissa ja puroissa (Williams & Simmons, 1999). Toisessa tutkimuksessa selvisi että urbaanit joet ja kaupunkipurot toimivat lähteenä ihmisperäiselle roskalle, koska rannikkojen merenrantojen roskan koostumus ja rakenne ovat samat kuin kaupunkien läpi virtaavissa joissa ja puroissa (Rech ym. 2014). Nämä tutkimukset keskittyivät määrittämään

roskan määrää ja tyyppiä rantavyöhykkeeltä, ja samaan tämäkin opinnäytetyö pyrkii, vaikkakin kaikilla koealoilla myös puron pohja haravoitiin mahdollisimman tarkkaan ja nämä roskat kerättiin.

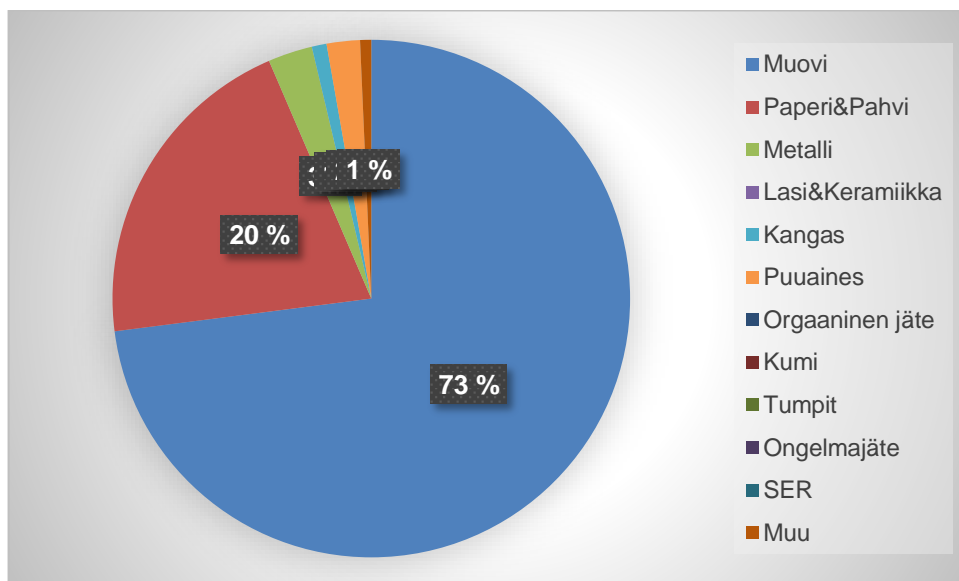
Suomessa tutkimus on usein suoritettu yksittäisiin purokohteisiin sijoitetuilla erilaisilla roskankeräimillä tai roskankeräys talkoilla ja rantojen siivousprojekteilla, joita esimerkiksi Pidä Saaristo Siistinä ry järjestää ja koordinoi. Roskankeräin voi olla yksikertaisimmillaan verkko joka pingotetaan virran halki ja pohjasta muutama kymmenen senttimetriä pinnan yläpuolelle. Tällä menetelmällä keräimeen tarttuu vain virran mukana sillä hetkellä kulkeutuva aines, vaikka hyvin yleisesti roska kerääntyy penkereille virtaamahuijpujen aikana, jolloin veden pinta nousee, ja virtaaman heikkenemisen aikaan, jolloin pinta taas laskee. Penkereillä puut, niiden juurakot, pensaat ja kasvillisuus usein toimivat eräänlaisina roskasieppareina, joihin ajelehtiva aines jää kiinni joksikin aikaa ja usein seuraavan tulvan mukana irtoaa ja ajelehtii virran mukana alajuoksua kohti. Puiden ja pensaiden alaoksiin jäädessään roskat, erityisesti muovi voi takertua pitkäksikin aikaa luoden niin sanotun "Joulukuusi -efektin" (Hoellein ym. 2014).

Pohjoimaissa tutkimusta ja roskan keräystä ovat tehneet Pohjoismaiden neuvoston alaisuudessa toimivat organisaation kuten Keep Sweden Tidy, Hold Denmark Rent, Hold Norge Rent ja Pidä Saaristo Siistinä. Heidän kampanjoissaan roskat on kerätty käsin ja jaoteltu mm. tuotteen alkuperän, käyttötarkoituksen, hajoavuuden, kertakäyttöisyyden ja ennakoitun hajoavuuden mukaan (enemmän tai vähemmän kuin 100 vuotta). Tämä jaottelu perustuu ARCADIS-metodiin (Norden, 2015, 36.), jolla valittiin parametrit lajitella yleisimmät löytyvät roskat ja miten ne kategorisoida. Tällä metodilla on tutkittu mitkä tuotteet yleisimmin päätyvät roskaksi. Itämereen päätyneestä roskasta 71 % katsottiin tulleen mantereella tapahtuvasta toiminnasta ja tästä roskasta yksittäisten kuluttajien tuottamaa roskaa on 48 %. Suurin osa roskasta (62 %) on käyttötavaroita ja esineitä, pakkausmateriaalin osuuden ollessa 36 % kaikesta Itämereen päätyvästä roskasta (Norden, 2015, 32).

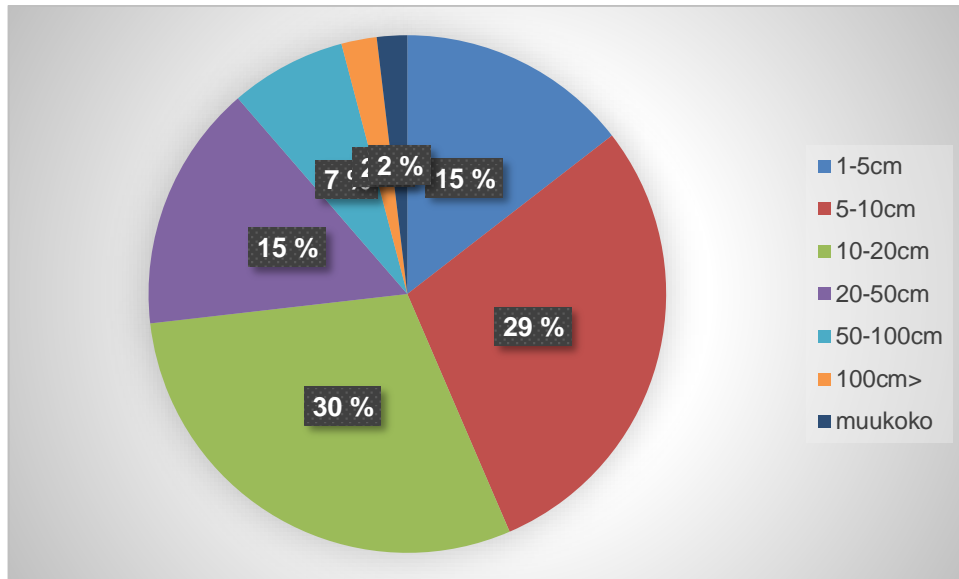
3 AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT

3.1 Tutkimusta edeltävän kävelykartoituksen tulokset

Pohjana tälle opinnäytetyölle tein 2.– 3.4. 2019 roskakartoituksen Jaaninojalle lähes koko puron pituudelta Aurajokisuulta Lausteelle asti, jossa tilastointi kaavakkeena käytin Pidä Saaristo Siistinä ry:n Siisti biitsi -kampanjan lomakkeen pohjalta tekemääni taulukkoa. Paljaalla silmällä nähtävät roskat jaoteltiin niin että pienimmät ylöskirjattavat roskat olivat kooltaan 1 cm ja suurimmat yli 100 cm. Suurin osa roskasta oli muovia 73 % ja paperia ja pahvia 20 % (kuvio 1). Kokoluokiltaan eniten lähes yhtä paljon oli 5–10 cm ja 10–20 cm roskaa (kuvio 2). Kaikissa kokoluokissa eniten oli muoviroskaa.



Kuvio 1. Kävelykartoituksen roskan %-jakauma.



Kuvio 2. Roskien kokoluokittainen jakauma.

3.2 Tutkimusmenetelmä

Pienetkin purot voivat olla pituudeltaan kymmeniä kilometrejä, ja roskan määrän kartoitus on erittäin hidasta kävellen ja roskan kerääminen samalla aikaa vievää ja työlästä, vaatien usean hengen ryhmän työn tekemiseen. Tästä syystä valitsin metodiksi McCormickin malliin pohjautuvan pistemäisen menetelmän, joka hoituu vähällä henkilöstöllä ja nopeasti. 2–3 henkilöä kartoittaa 3 koealaa kyseessä olevasta virrasta ja kerää kaikki roskat rajatuilta alueilta. Toivoin tällä menetelmällä saavani kokonaiskuvan puron roskan määrästä ja alkuperästä valitsemalla kolme eri tyyppistä kohtaa.

Kummastakin kaupunkipurosta valitsin kolme koealaa joista ensimmäinen piste olisi hypoteesini mukaan vähäiselle ihmisvaikutukselle altistuva, toinen keskivahvalle ihmisvaikutukselle altistuva ja kolmas vahvalle ihmisvaikutukselle altistuva (kuva 2). Jaaninojalta pisteet olivat:

1. Kuralan kylämäki, jossa ei kävelytietä tai autotietä puron välittömässä läheisyydessä.
2. Biolaakso, Biolinjan varrella jonka läheisyydessä kävelytie, suhteellisen vilkas ajoväylä ja hieman yläjuoksulle päin yrityksiä kuten Gigantti & Kotipizza.

3. Prisman alue, Pääskylvuoressa, Varissuolle johtavan Littoistentien varrella, jonka läheisyydessä siis Prisma suurine parkkipaikoineen, kävelyteineen ja vilkasliikenteisine ajoväylineen.

Kuninkojalta vastaavasti pisteet olivat:

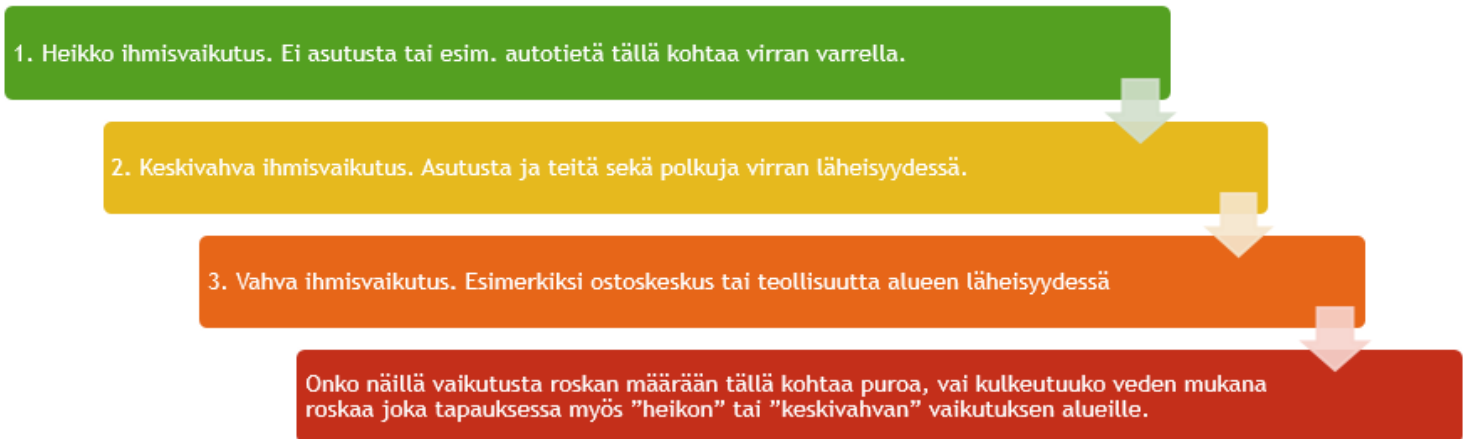
1. Metsäkylän-Kuninkojan luonnonsuojelualueen kupeessa, kaukana lähimmältä autotieltä, eikä alueella rakennettua kävelytieta, lähinnä aikojen saatossa muotoutuneita polkuja.
2. Vuoksenniskankadun varrella, vanhan Lumenkaatopaikan vastarannalla, jonka läheisyydessä Kuninkoja laskeen mereen Ruissalonlahteen. Tällä alueella on yrityksiä kuten DB Schenkerin varasto, mutta ei asutusta lähellä uomaa.
3. Suikkilantien varressa, Länsikeskuksesta alajuoksulle päin alueella jonka välittömässä läheisyydessä lähinnä omakotitaloja

3.3 Tutkimuspurot: Jaaninoja ja Kuninkoja

Pinta-alaltaan Jaaninojan valuma-alue on pinta-alaltaan noin 14,2 km² ja uoman pituus on noin 6,6 kilometriä. Jaaninoja laskee Aurajokeen Kuralan kaupunginosan alueella. Jaaninoja saa alkunsa Varissuon soilta ja Kaarningon pohjavesialueilta. Yläjuoksun kaksi haaraa yhdistyvät Skanssin/Biolaakson alueella. (Huhta ym. 2015, 14). Jaaninojaan on 2000-luvulta lähtien istutettu mm. taimenen poikasia ja jokirapuja, penkkujen loiventamisen, pohjapatojen, suvantojen ja kutusoraikkojen rakentamisen ohella. Jaaninojan vesi on riittävän kylmää ja hapekasta lohikaloille ja purrossa tavataan myös yleisimpiä Aurajoen kalalajeja kuten haukia, ahvenia ja särkiä. Kaiken tämän tarkoituksena lisätä luonnon monimuotoisuutta ja alueen virkistyskäytöllistä arvoa (TS, 2006). Turun AMK myös monitoroi Jaaninojan vedenlaatua aktiivisesti.

Turun, Raision ja Ruskon alueella virtaavan Kuninkojan valuma-alue on pinta-alaltaan noin 29,7 km² (ILKKA-hanke, 2014). Kuninkojan pääuoma saa alkunsa Turun lentoaseman lähellä sijaitsevilta Pomponrahkan ja Isosuon soilta ja Saaristomereen se laskee Turun satamassa. Kuninkojan valuma-alue on pinta-alaltaan noin 14,9 km² ja sen suurimmat sivuhaarat ovat Kovasoja, Saukonoja, Vetikonoja ja Makslanoja. Historian aikana Kuninkojan profiilia on muutettu useasti. Asuinalueiden ja teollisuuden kasvun myötä puro on johdettu osittain kulkemaan osittain teiden ja rakenteiden alitse ja paikoin kaitettu suoraksi. Puroon johdetut hulevedet nostavat herkästi veden pintaa sadekausina, ja puro tulvii herkästi (Savolainen 2014, 2). Kuninkojan pääuoman alueella on vielä jonkin verran rakentamattomia alueita, mutta näiden alueiden pinta-ala tulee edelleen pienemään tulevaisuudessa (Huhta ym. 2015, 9).

Jaaninoja ja Kuninkoja ovat molemmat kaupunkipuroja joiden ravinteiden ja haitallisten aineiden monitorointiin, ennallistamiseen, kunnostamiseen ja eliöstön istuttamiseen käytetään paljon aikaa ja resursseja. Niiden roskaantumista on vasta viime aikoina alettu tutkia mm. Turun AMK:n puolesta ja myös tämä opinnäytetyö on osa tätä suurempaa kokonaisuutta.

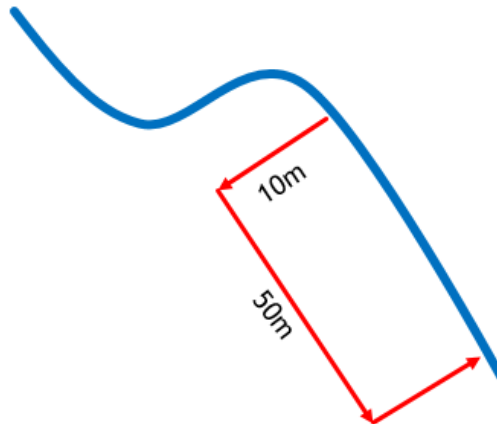


Kuva 2. Hypoteesini ihmisvaikutuksen voimakkuudesta puron alueella.

3.4 Koealojen rajaus

Koealat rajattiin McCormickin tutkimuksen mallin mukaan 50 m x 10 m alueeseen (kuva 3), mittanauhan ja mittakeppien avulla. Ainoastaan puron toinen ranta kartoitettiin. Tämä puoli oli aina se josta käynti purolle tehtiin. Myös itse puron pohja eli bentos haravoitiin mahdollisimman tarkaan joka paikassa, vaikkakin osissa kahta tutkimuspistettä erittäin runsan pohjakasvillisuus tai liian upottava mutapohja teki sen lähes mahdottomaksi. Kun laskin roskan painon ja tiheyden neliömetrille lisäsin myös keskimääräisen puron uoman leveyden (3 m), jolloin koealaksi laskettiin $50 \text{ m} \times 13 \text{ m} = 650 \text{ m}^2$. Tämä siksi, että itse kenttätutkimusta tehdessä bentoksesta tai vedestä löytynyttä roskaa ei eroteltu rantavyöhykkeeltä löytyneestä, sillä kokonaisuutena pohjarahavoinnin tuloksena löydettyjä roskia oli niin vähän. Samalla tavalla laskettiin yhteensä kaikkien koealojen neliömäärä $50 \text{ m} \times 13 \text{ m} \times 6$, ilmoitettaessa kuinka paljon roskaa yhteensä koko tutkimuksessa kerättiin. Tältä osin McCormickin tutkimuksen mallia käytettiin vain apuna rajattaessa tutkimusalue.

- ▶ Tutkittavan rantavyöhykkeen pinta-ala 500m^2
- ▶ Tämän lisäksi vesi ja pohja haravointi
- ▶ Toista rantaa ei kartoiteta



Kuva 3. Koealan rajaus.

3.5 Kenttätyökäytännöt

Jokainen kuudesta koealasta käytiin läpi vähintään kahden henkilön voimin, yleensä niin että yksi haravoi puron pohjan samalla toisten harvoiden ja keräten roskia rantavyöhykkeeltä. Vähintään kaksi henkilöä kentällä on tarpeellista jo turvallisuudenkin vuoksi, sillä osittain erittäin upottava mutapohja voi tehdä purosta pois pääsemisen erittäin haastavaksi. Pohjan harvointi aloitettiin koealan alajuoksun päästä samalla yläjuoksua kohti kävellen ja haravoiden mahdollistaen ylösnousevien roskien kiinni saamisen ennen niiden pois ajelehtimista virran mukana. Koealoilla myös virran leveyden minimi ja maksimi, virran syvin ja matalin kohta ja näkösyvyys mitattiin, jotta mahdollisesti myöhemmissä tutkimuksissa, esim. sadekaudella voidaan verrata tilannetta tämän opinnäytetyön tutkimuksen ajankohdan olosuhteisiin.



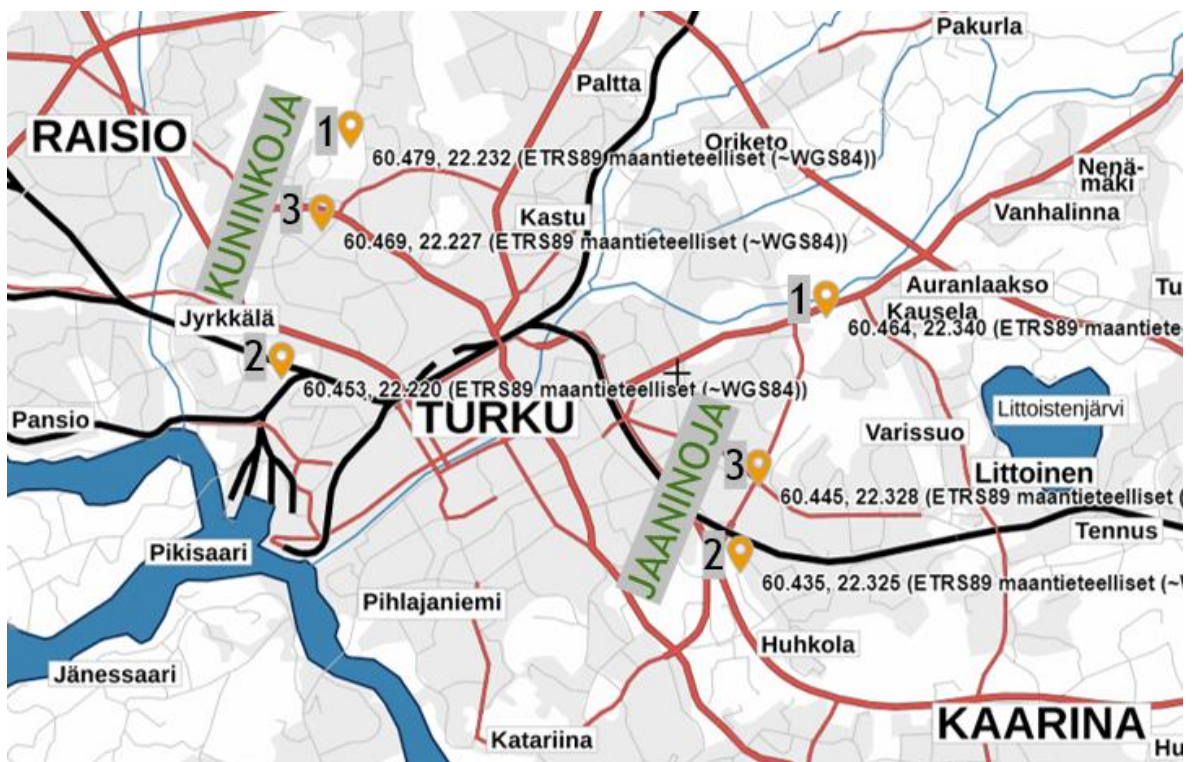
Kuva 4. Mittakeppi koelalla Kuninkojan luonnonsuojelualueella.



Kuva 5. Kenttävälineistöä.



Kuva 6. Vesitekniiikan työryhmän harjoittelijat Antti Palkamo ja Laura Rantanen Pääskylvuoren koealalla roskaa keräämässä.



Kuva 7. Koealat Turun kartalla.

Kummastakin purosta valittiin kolme koealaa (kuva 7 & liite 2). Jaaninojalta Kuralan kylämäki, Pääskyvuori ja Biolaakso. Kuninkojalta Metsäkylä-Kuninkojan luonnonsuojelualue, Suikkila ja Vuoksenniskankadun ala, läheltä Ruissalon satama-aluetta. Jokainen kohde valittiin edustamaan yhtä kolmesta jo aiemmin mainitsemastani aluetyypistä:

1. Kurala Jaaninojalta ja Kuninkojalta Metsäkylä-Kuninkojan luonnonsuojelualue, joissa olettamukseni mukaan ihmisvaikutus vähäinen ja sitä mukaa roskaakin vähemmän.
2. Jaaninojalta Biolaakson alue ja Kuninkojalta Vuoksenniskankadun alue, joissa välittömästi läheisyydessä puron varrella ei asutusta eikä raskasta liikennettä, ja jossa oletukseni mukaan keskiraskas ihmisvaikutus puron varren roskamääriin.
3. Pääskyvuori Jaaninojalta ja Suikkila Kuninkojalta, jonka kummankin läheisyydessä vilkasliikenteinen tie ja kummatkin kauppakeskukset lähellä. Molemmilla paikoilla on myös runsasta asutusta ja kevyttä liikennettä. Näiltä koealoilta oletin löytäväni suurimmat roskakeskittymät.

3.6 Roskien punnitus, kuivaus ja lajittelu todennäköisen alkuperän mukaan

Kaikki kerätyt roskat lajiteltiin koealoittain nimettyihin jättesäkkeihin ja säkit kuljetettiin Turun ammattikorkeakoulun Vesitekniikan tutkimusryhmän tiloihin Lemminkäisenkadulle. Roskista pestiin suurin orgaaninen aines kuten kasvinosat ja muta ja pesun jälkeen ne vietiin koulun kellariin levitettyjen muovipressujen päälle omille paikoilleen kuivumaan (kuva 8). Kuivaamisen jälkeen roskat punnittiin laboratoriovaa'illa gramman tarkkuudella. Punnitusta tehdessä tehtiin myös todennäköisen alkuperän mukaan lajittelu.

Kaikki antropogeeninen roska jaoteltiin yhteentoista materiaalikategoriaan: Muovi, metalli, lasi, tekstiilit, tupakantumpit, paperi ja pahvi, puu, kumi, styroksi, keramiikka ja muut (Cheshire ym. 2009).

Lopuksi roskat lajiteltiin kuuteen kategoriaan todennäköisen alkuperän mukaan. Kulutustuotteet, rakennus & teollinen, vapaa-aika, kotitaloudet, kalastus ja tuntematon. Kulutustavaroihin kuuluvat syömiseen, juomiseen ja tupakointiin liittyvä materiaali jonka henkilö on heittänyt todennäköisesti puron varrella ollessaan. Rakennus & teollisiin kuuluvat putket, käsitelty puu, kuormalavojen muovikäareet, tiilet ja betoni. Vapaa-ajan tuotteisiin kuuluvat tennispallot, frisbeet yms. Kotitaloudesta alkuperänsä saaneiksi luokiteltiin astiat, keittiötarvikkeet, kodinkoneet ja henkilökohtaiseen hygieniaan liittyvä materiaali.

Tämä luokittelu ei ole tarkkuudeltaan täydellinen, mutta antaa kuitenkin hyvän lähtökohdan tutkimuksen tekemiseen ja sitä on käytetty aiemmin tukittaessa pääasiassa antropogeenisen roskan lähteitä (McCormick ym.2015, 18).



Kuva 8. Roskien kuivatusta.

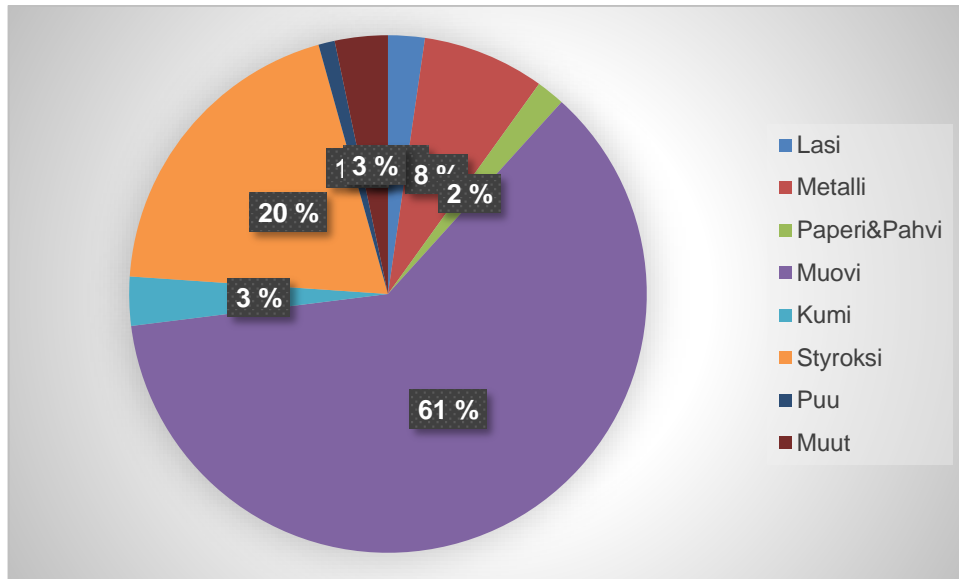
4 TULOKSET

4.1 Ajankohta ja tulokset

Tutkimus tehtiin vuoden 2019 kesä-heinäkuun aikana. Roskan määrän kartoittamisen kannalta kesä ei ole paras aika tähän, koska kasvukaudella runsas vesistöjen varrella viihtyvä kasvillisuus hankaloittaa yksittäisten roskien huomaamista. Lisäksi kävely maastossa muodostuu raskaaksi kasvillisuuden runsauden takia. Tässä tutkimuksessa jokainen neliö käytiin mahdollisimman tarkasti läpi ja kaikki löydetyt roskat kerättiin talteen alueen mukaan nimettyihin jättesäkkeihin. Ainoastaan liian painavat tai kaivamista vaativat roskat jätettiin maastoon ja tutkimuksen ulkopuolelle.

Kaikkien kerättyjen, pestyjen, kuivattujen ja punnittujen roskien yhteispainoksi muodostui 24084 grammaa eli noin 24 kg yhteensä 3900 m² alueelta (taulukko 2). Jaaninojan roskien kappalemäärän ja painon keskiarvo kolmelta koealalta oli 55 kpl ja 1,900 g. Keskiarvot Kuninkojan koealoilta ovat 77 kpl ja 6,090 g. Kaikkien kuuden koealan keskiarvo kappalemäärän ja painon suhteen oli 66 kpl ja 4000 g. Roskan tiheys kaikilta koealoilta (3900 m²) yhteenlaskettuna on 0,0930 kpl/m² ja massa 0,61 g/m². Verrattuna McCormickin tutkimuksen 15 koealan roskan tiheyteen 0.293 kpl/m², Jaanin ja Kuninkojan roskamäärä näyttää yli puolet vähäisemmältä ja massa 16,74 g/m² huomattavasti suuremmalta kuin Jaaninojan ja Kuninkojan vastaava 0,61 g/m². Kun ottaa huomioon, että opinnäytetyössani rantavyöhykkeen ja pohjan roskat laskettiin yhteen ilman erittelyä, muutoin menetelmän ollessa hyvin samankaltainen, vaikuttaisi siltä että tällä menetelmällä voidaan saada kohtuullisen luotettavia tuloksia vertailtaessa tätä tutkimusta muihin samankaltaisella menetelmällä tehtäviin tutkimuksiin ja vertailtua eri purojen ja jokien roskamääriä.

Kaikesta kerätystä roskasta huomattavasti eniten (61 %) oli muovia, styroksia toiseksi eniten (20 %) ja kolmanneksi metallia (8 %).



Kuvio 3. Kaiken kerätyn roskan prosentuaalinen jakauma.

Tuloksia esittävässä taulukoissa ja kuvioissa on jätetty pois roskakategoriat, joita tutkimuksessa ei löytynyt. Tupakan tumppeja ja keramiikkaa ei tutkittavilta aloilta havaittu ollenkaan, paperia ja pahviakin vain yhdeltä alalta. Tupakan tumpit todennäköisesti ovat menneet virtaa pitkin eteenpäin, hautautuneet pohjaan tai muuttuneet muuten koostukseltaan havaitsemattomiksi. Samoin paperi ja pahvi ovat ehkä vettyneet ja jääneet kasvuston alle, koska huhtikuun kävelykartoituksessa Jaaninojalla paperia ja pahvia oli runsaasti havaittavissa.

Taulukko 2. Roskien kokonaispaino kaikista koelaloista yhteenlaskettuna.

Materiaali	Lasi	Metalli	Paperi&Pahvi	Muovi	Kumi	Styroksi	Puu	Muut	Yhteensä(g)
Paikka									
Jaaninoja-Kurala				40			1094		1134
Jaaninoja-Pääskyvuori	897	83	138	1823	23	395	1212		4571
Jaaninoja-Biolaakso		16		64		34			114
Kuninkoja-L-S alue		18		432					450
Kuninkoja-Suikkila	204	387		128				102	821
Kuninkoja-Vuoksenniskankatu	1770	7927		2646	3090	123	425	1013	16994
Yhteensä	2871	8431	138	5133	3113	552	2731	1115	24084

Taulukko 3. Roskien kappalemäärä kaikilta koelaloilta ja todennäköinen alkuperä (Cheshire ym.) protokollan mukaan.

Todennäköinen alkuperä (kpl)	Lasi	Metalli	Paperi&Pahvi	Muovi	Kumi	Styroksi	Puu	Muut	Yhteensä
1. Kulutustuotteet	7	23	7	124					161
2. Rakennus/teollinen	2	5		118	12	57	4	11	209
3. Vapaa-aika, harrasteet		1						1	2
4. Kotitaloudet		1		3		20		1	25
5. Kalastus									
6. Tuntematon									
Yhteensä	9	30	7	245	12	77	4	13	397

Kaikkien kuuden koealan keskiarvo massan ja tiheyden osalta: AR tiheys: 0,101m², AR massa: 6,17 g/m².

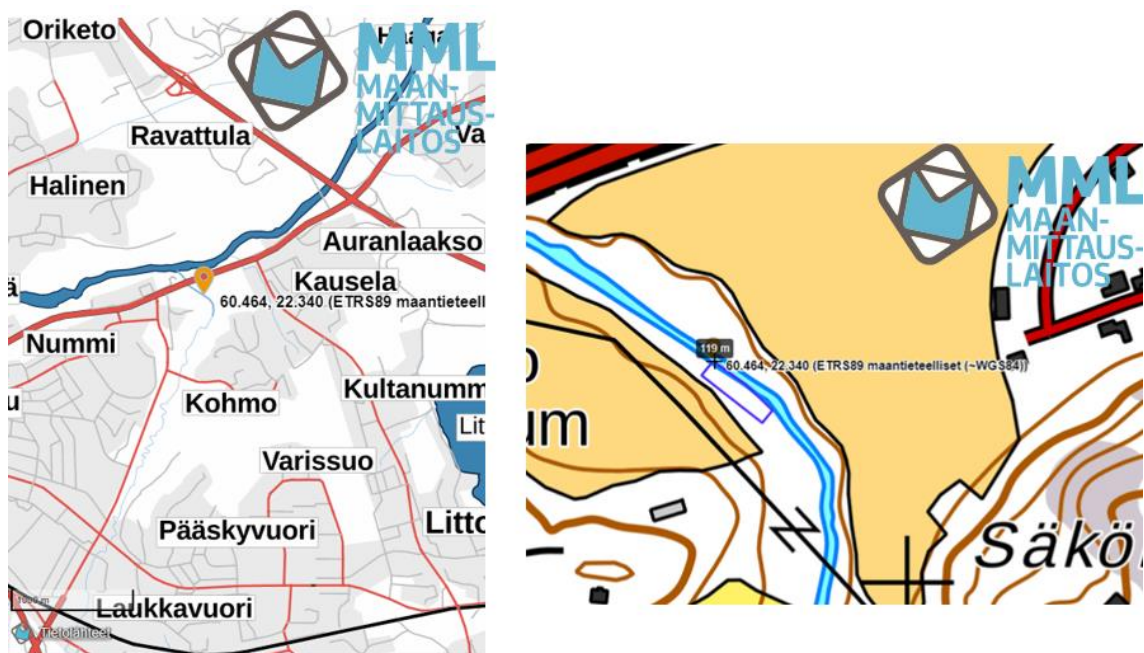
Taulukko 4. Koealat numeroina

Koealat	Etäisyys ajo-tiestä (m)	Etäisyys kävely-tiestä (m)	Etäisyys rakennuksesta (m)	Roska paino total (g)	Roska total (kpl)	Roska massa (g)/m ²	Roska tiheys/m ²
Kurala	167	154	90	1134	2	1,74	0,003
Pääskyvuori	34	50	130	4581	153	7,04	0,235
Biolinja	40	5	50	114	11	0,17	0,017
L-S alue	160	170	200	451	10	0,7	0,016
Suikkila	13	20	38	821	9	1,27	0,014
Vuok-sennis-kan-katu	231	231	44	16994	212	26,1	0,326

4.2 Koealakohtaiset tulokset

Tulokset vaihtelevat jokaisella koealalla, ja huhtikuiseen työharjoittelussa tekemääni kävelykartoitukseen verrattuna roskaa oli hankalampi huomata kesäkuussa, koska kasvillisuus peitti luultavasti osan niistä. Aiemmin keväällä, kun kasvukausi ei ollut vielä alkanut, lakoontuneesta ruskeasta ruohikosta oli helpompi nähdä roskaa paljaallakin silmällä, ja vaikka alueet käytiin haravalla ja vähintään kahden henkilön toimesta läpi, on selvää että osa roskista jäi löytämättä. Erityisesti pohjan kartoittaminen pohjan koostumuksen ja veden mutaisuuden takia tarkasti on mahdotonta ja siksi tärkein painoarvo tutkittavilla alueilla on rajatulla rantavyöhykkeellä.

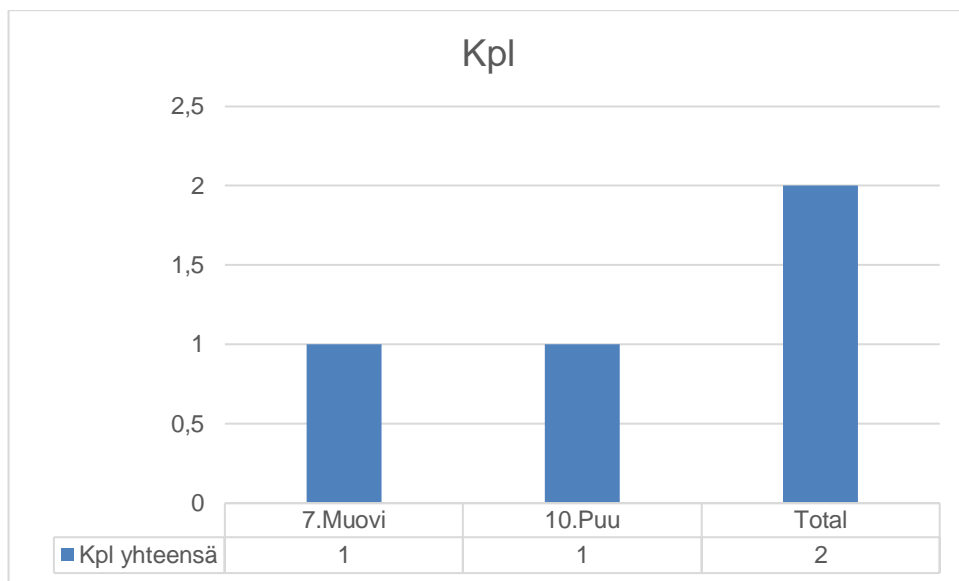
4.2.1 Kurala, Jaaninoja, 11.6.2019



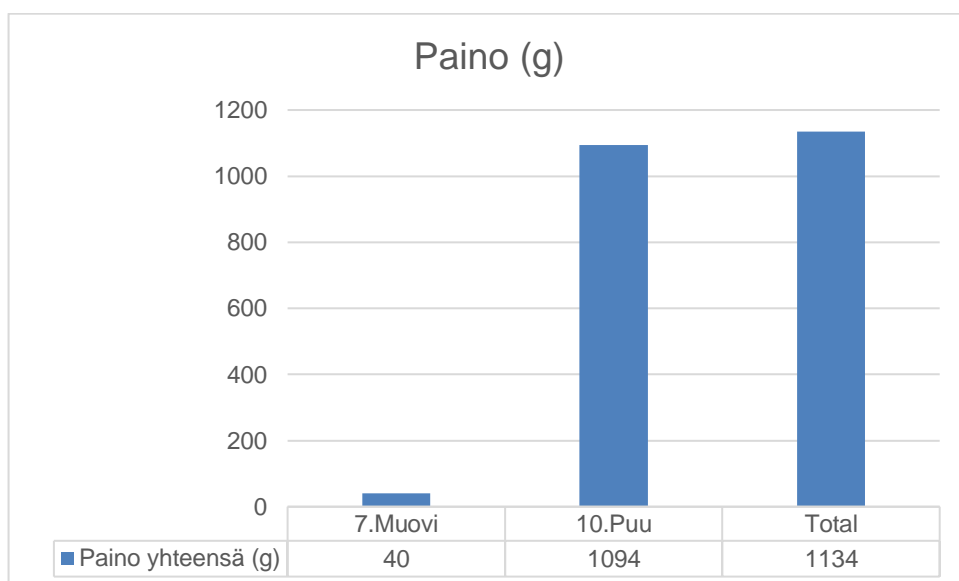
Kuva 9. Kuralan koealan sijainti.

Kuralan koeala (kuva 9) Jaaninojalla sijaitsee Kuralan kylämäen mailla, ja alueella ei puron varrella ole ajoväyliä tai kävelyteitä. Ympäröiviä peltoja laiduntavat mm. lehmät, suoran ihmisvaikutuksen ollessa vähäinen. Koealan kohdalla puro on leveimmillään 370 cm ja kapeimmillaan 310 cm ja näkösyvyys noin 10 cm. Syvin kohta tällä alalla oli 110

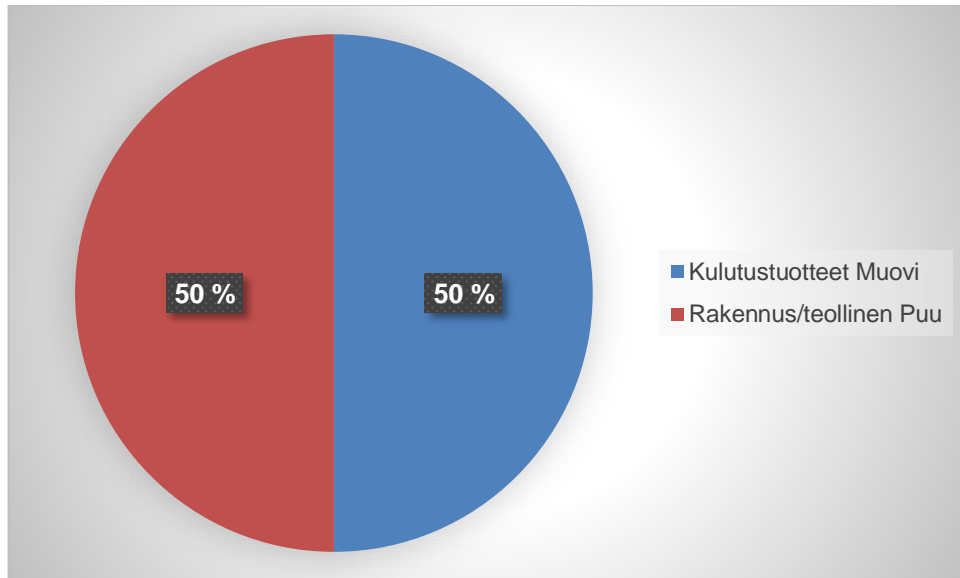
cm ja matalin 67 cm. Tutkitulta alueelta ei löytynytäkään kuin yksi muovipussi ja pohjasta yksi osittain hiiltynyt laudanpätkä, mahdollisesti jostain lähistön palaneesta rakenteesta veteen päätenyt. Puro tältä kohdin oli osittain kortteesta umpeenkasvanut ja tätä kohtaa olikin lähes mahdoton harvavoiden kartoittaa. Suurimmaksi osaksi pohja kuitenkin oli kivikkoisen ja helppokulkuinen muutamaa hyvin upottavaa mutaista kohtaa lukuunottamatta. Penkereeltä löytynyt muovipussi lienee virran mukanaan tuoma ja virtaamahuipun tasaannuttua jäänyt veden laskeessa kiinni kuivalle maalle.



Kuvio 4. Kuralan roskatyyppien kappalemäärä.



Kuvio 5. Kuralan roskien paino.



Kuvio 6. Kuralan roskatyyppijakauma prosentteina ja todennäköiset lähteet.

4.2.2 Pääskyvuori, Jaaninoja, 11.6.2019

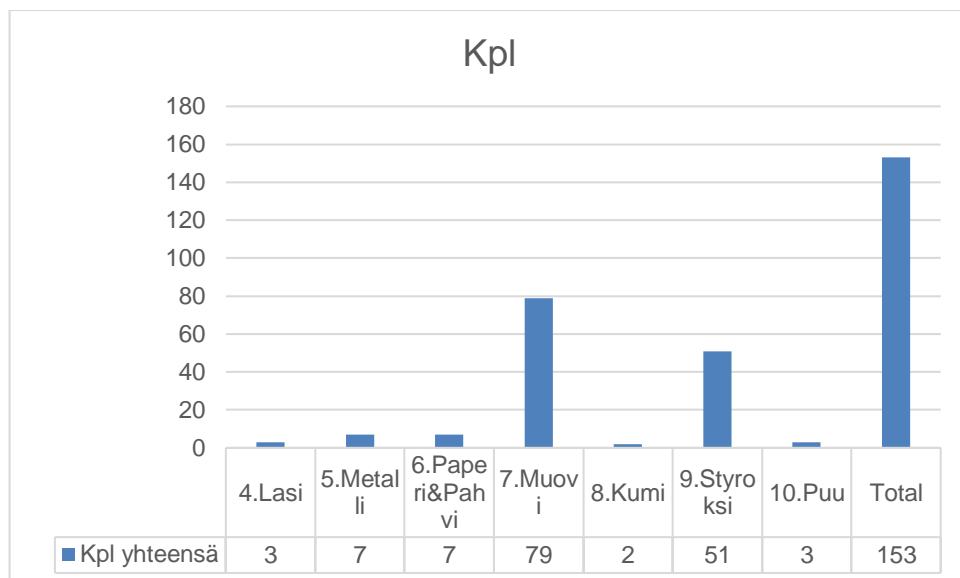


Kuva 10. Pääskyvuoren koelaan sijainti.

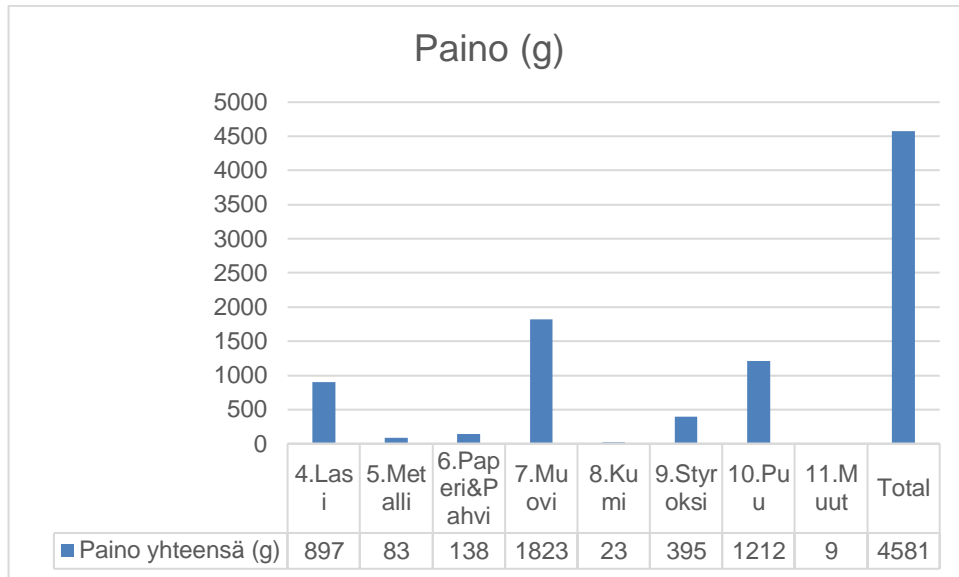
Koeala Pääskyvuoressa (kuva 10) sijaitsee Littoistientien ja Jaanintien risteyksessä, ja sen läheisyydessä on mm. Itäharjun Prisma ja useita muita yrityksiä, sekä tiivistä kerrostalo ja omakotitalo asutusta. Puron alue on kosteikkomainen, lähes vesikasvillisuudesta umpeenkasvanut, jonka pohjaa tällä paikalla lähes mahdoton kasvillisuuden ja upottavan mutapohjan takia haravoida. Virta leveimmillään on 300 cm ja kapeimmillaan 210 cm, näkösyvyyden ollessa noin 11 cm. Syvin kohta purosta tällä kohdalla oli 30 cm ja matalin 13 cm. Alue on erittäin roskaantunut, erityisesti kulutustuotteita kuten muovisia elintarvikke käärepapereita, pulloja ja alumiinisia juomatölkkejä löytyi paljon. Toinen roskatyyppi jota löytyi runsaasti oli styroksi, jonka alkuperäksi voidaan todennäköisesti sanoa Jaaninojan yläjuoksulla sijaitsevien liikkeiden ja niiden lastauspihojen kautta tulevat pakkausmateriaalit, joko tuulen puron uomaan kuljettamana tai ihmisten sinne heittämänä. Osa styroksista ja muovista oli selvästi elektroniikan pakkaamisessa käytettävää tyyppiä ja mahdollinen alkuperä voi olla esim. Biolaaksossa sijaitsevan Gigantin lastauspiha ja

parkkipaikka. Muovi (52 %) ja styroksi (33 %) muodostivat suurimman osan kaikesta kerätystä roskasta Pääskylvuoren koelalla (kuvio 9).

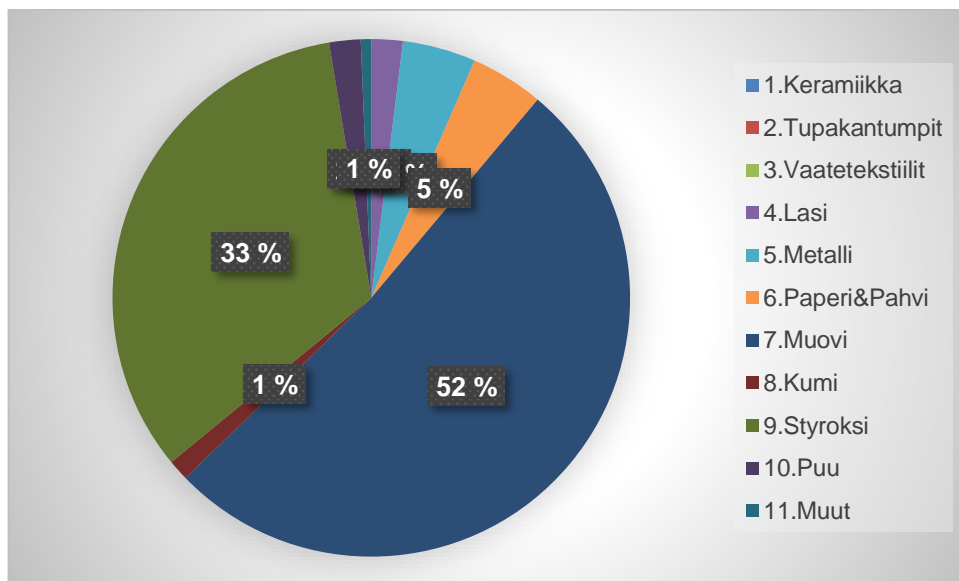
Yleisesti voidaan arvioida, että paikan ollessa vilkkaiden teiden ja kauppakeskuksen läheisyydessä, merkittävä osa roskasta päätyy tällä alueella puron uomaan. Kuitenkin monen roskan tyyppinsä, materiaalinsa ja löytöpaikkansa perusteella (esim. penkereellä lähellä vesirajaa, paikassa josta vesi on virrannut kovemman virtaaman tai tulvan aikana), voidaan arvioida tulleen koelalle virran mukana yläjuoksulta päin. Pääskylvuoren koelalta merkittävä määrä roskasta tulee varmasti liikkumaan tulevien virtaamahuippujen mukana alajuoksulle päin.



Kuvio 7. Pääskylvuoren roskatyyppien kappalemäärä.

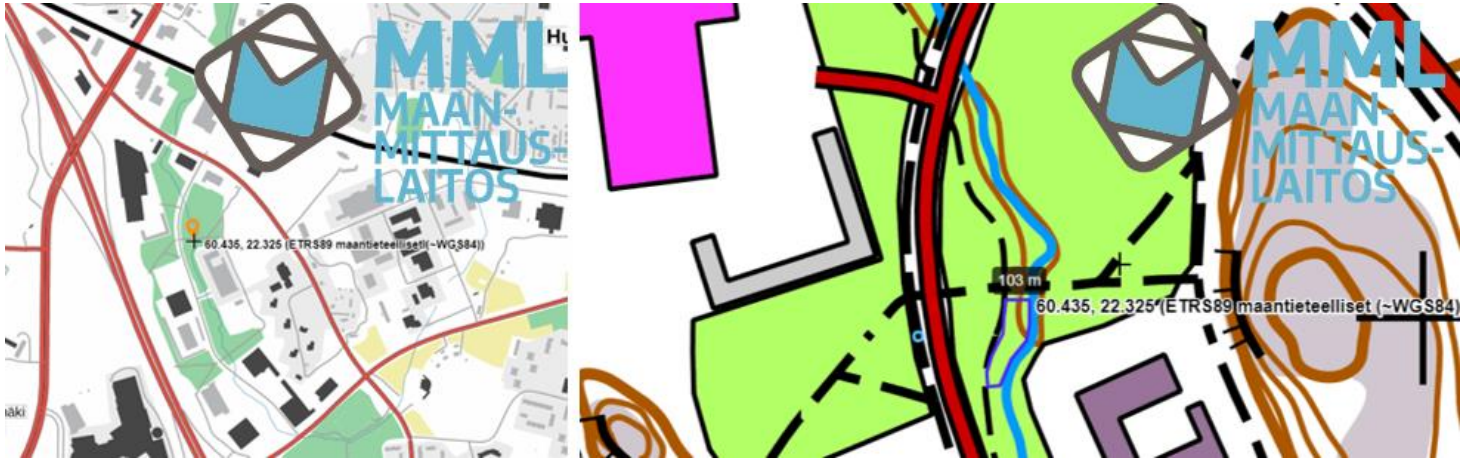


Kuvio 8. Pääskyyvuoren roskien paino.



Kuvio 9. Pääskyyvuoren roskatyytit prosentteina.

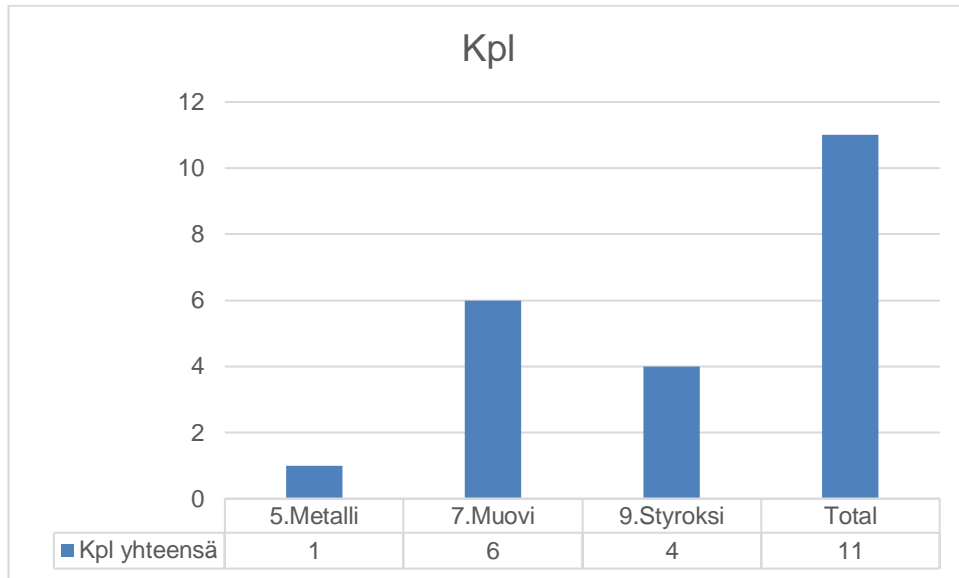
4.2.3 Biolinja, Jaaninoja, 13.6.2019



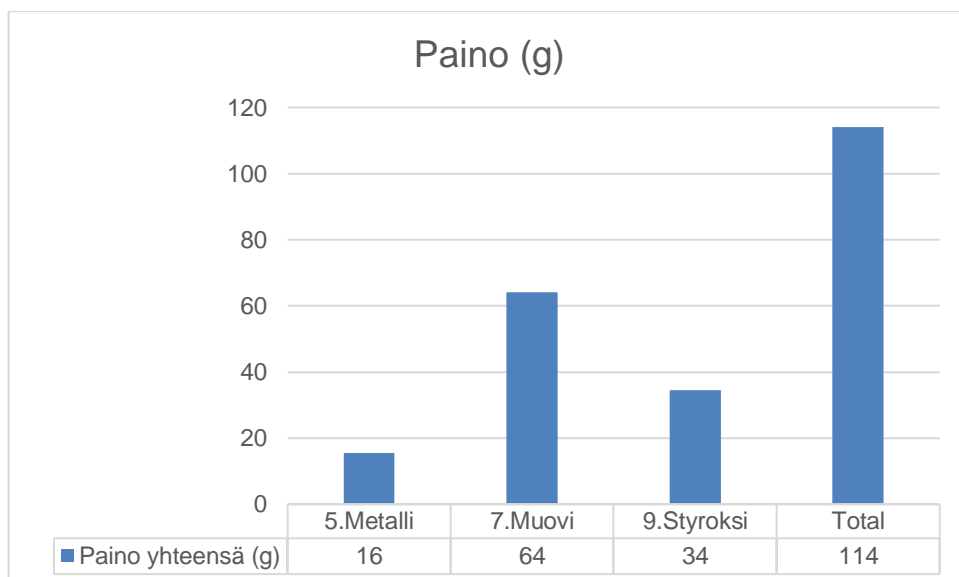
Kuva 11. Biolinjan koealan sijainti.

Biolinjan koeala sijaitsee Biolaakson Pinjaisten puistossa Biolinja -kadun varrella (kuva 11). Sen läheisyydessä on yrityksiä kuten Stark, Power ja Gigantti Megastore. Virran leveys maksimissaan 320 cm ja kapeimmillaan 205 cm. Syvin kohta 70 cm ja matalin 27 cm. Näkösyvyys noin 35 cm, ja tällä kohdalla vesi olikin huomattavasti kirkkaampaa kuin Pääskyvuoressa tai Kuralassa, koska alue on lähempänä Jaaninojan alkulähteitä Skanssin pohjavesialueella. Pohja oli enimmäkseen helppokulkuinen ja kasvillisuutena enimmäkseen kurjenmiekkää. Oletuksena oli että tältä koealalta roskien määrään ihmisvaikutus olisi kohtalainen, läheltä kulkevan tien, kevyenliikenteen väylän ja yritysten yhteisvaikutuksesta. Roskia löytyi koealalta 11 kpl ja painoltaan 114 g. Tämä oli vähemmän kuin olin odottanut, toisaalta puro virtaa tällä kohtaa vuolaana, ja melko suorana eikä mutkittele, kuten esimerkiksi Pääskyvuoren koealalla. Rannan kasvillisuus on myös sen tyyppistä (ei esimerkiksi virran yli roikkuvia oksia yms.), että roskat jäisivät siihen kiinni hyvin helposti, eikä vesi nouse virtaamahuippujen aikana niin korkealle, että roskat nousisivat korkealle penkereelle ja jäisi siihen virran pinna laskiessa kuivemmalla kaudella. Seitsemän yhdestätoista roskasta oli alkuperältään todennäköisesti kategoriasta rakennus/teollinen (Liite 1), johon siis yritykset ja liikkeet kuuluvat, joten näiden vaikutus näkyy

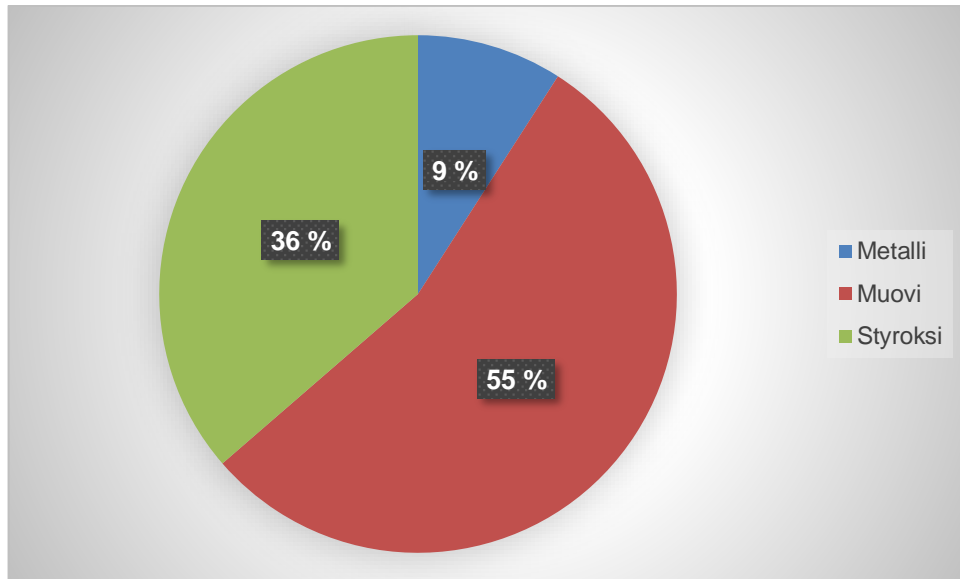
koelalla vahvasti. Muovin osuus oli suurin kaikesta roskasta (55 %) ja styroksin (36 %) (kuvio 12).



Kuvio 10. Biolinjan roskatyypien kappalemäärä.

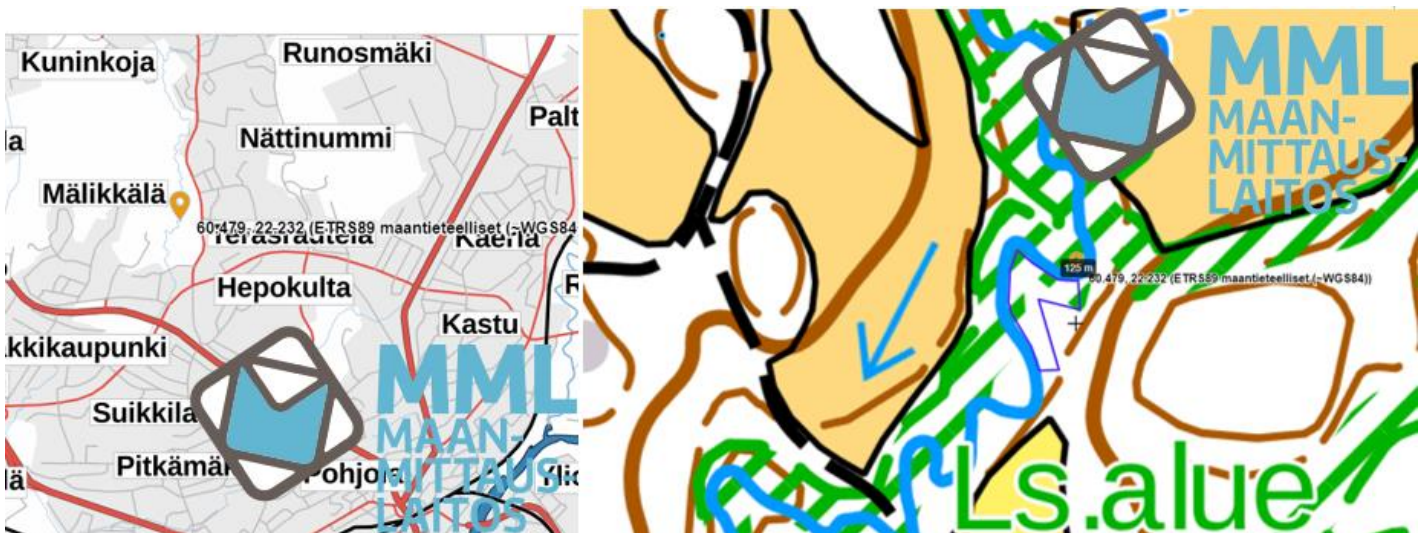


Kuvio 11. Biolinjan roskien paino.



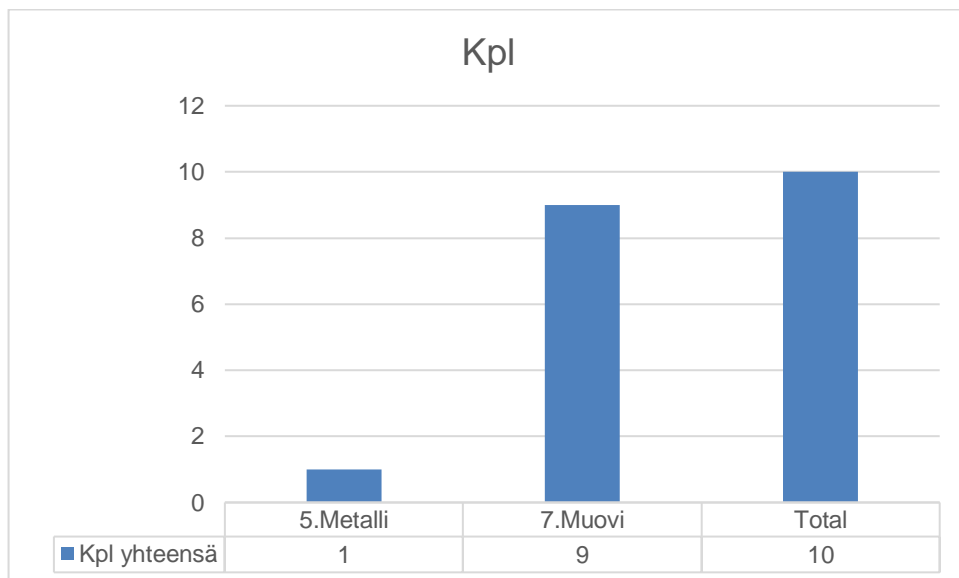
Kuvio 12. Biolinjan roskatyytit prosentteina.

4.2.4 Luonnonsuojelualue, Kuninkoja, 19.6.2019

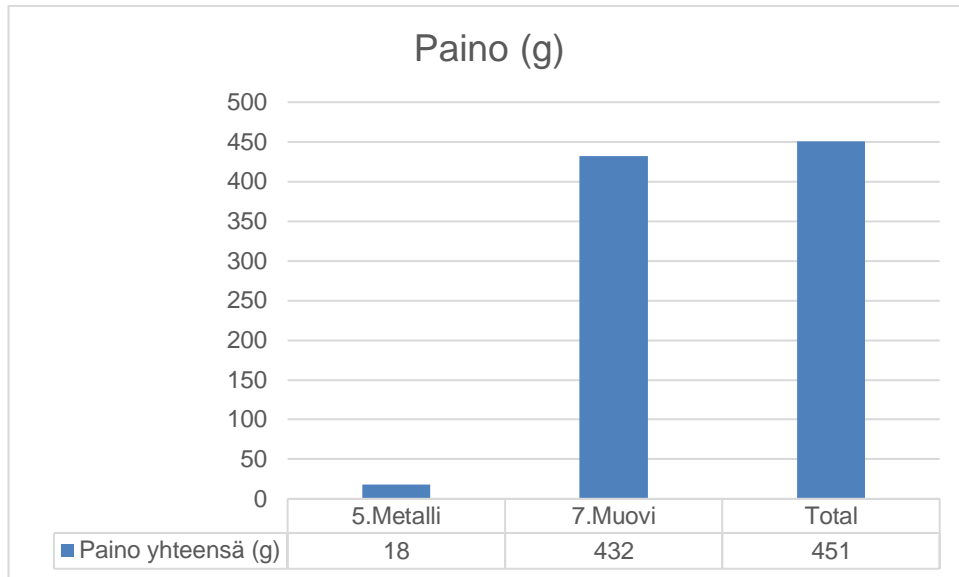


Kuva 12. Luonnonsuojelualueen sijainti.

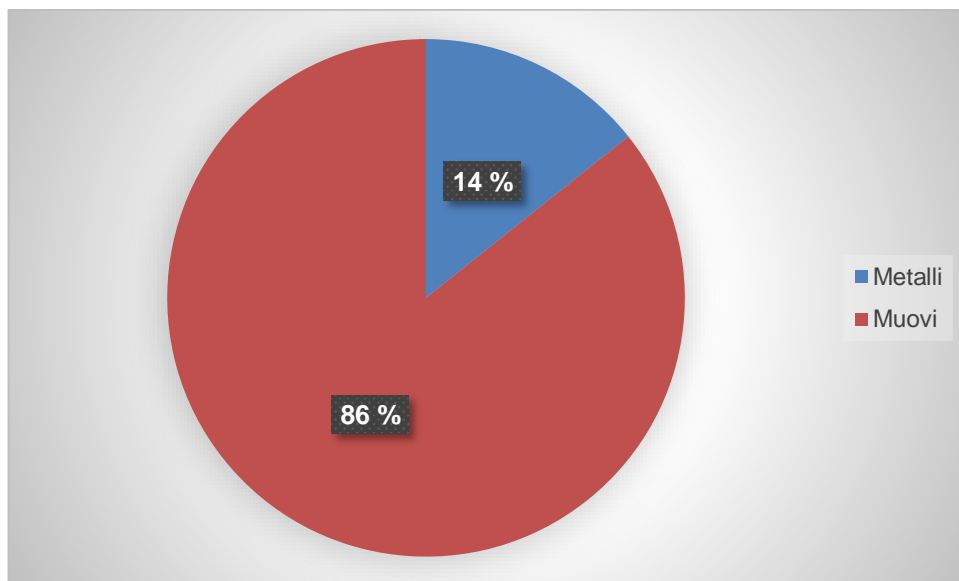
Metsäkylän-Kuninkojan luonnonsuojelualue koostuu puronrantaniityistä, lehdoista ja tuoreesta kangasmetsästä, jonka linnusto on runsas ja alueelta voi löytää harvinaisia kasveja (turku.fi 2019). Levein kohta purossa koealalla oli 350 cm ja kapein 192 cm. Virran syvin kohta oli 49 cm ja matalin 8 cm, näkösyvyyden ollessa 10 cm. Pohjan haravoitiin helppoa koska pohja oli enimmäkseen soraa, muutamaa upottavaa mutaista kohtaa lukuunottamatta. Tällä alueella oletin ihmisvaikutuksen roskan määrään olevan vähäinen, koska asutusta, teitä tai yrityksiä ei sen lähellä ole, ja rantavyöhykkeeltä löytyneet roskat lienee sinne retkeilijöiden jättämiä. Koealalta mainitsemisen arvoista lienee, että suurin osa muoviroskasta löytyi tällä paikalla puron pohjasta, ja päätyneet sinne todennäköisesti virran mukana paikoilta jossa Kuninkoja virtaa lähempänä asutusta, teitä ja Kuninkojan liikekeskusta. Painoltaan suurimman yksittäisen roskan muodosti penkereeltä löytynyt pölykapseli, joka varmastikin alueelle ajelehtinut virran mukana. Roskia löytyi 10 kpl yhteispainoltaan 451 g. Muovin osuus tälläkin koealalla suurin 86 %, metallin osuuden ollessa 14 % (kuvio 15).



Kuvio 13. Luonnonsuojelualueen roskatyypien kappalemäärä.

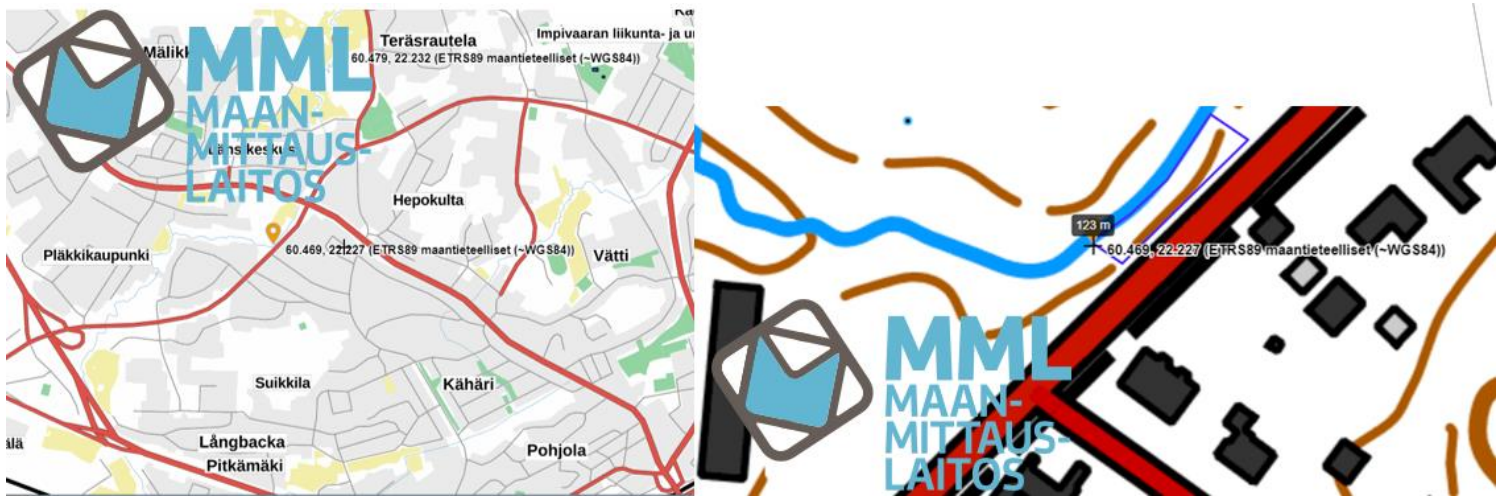


Kuvio 14. Luonnonsuojelualueen roskien paino.



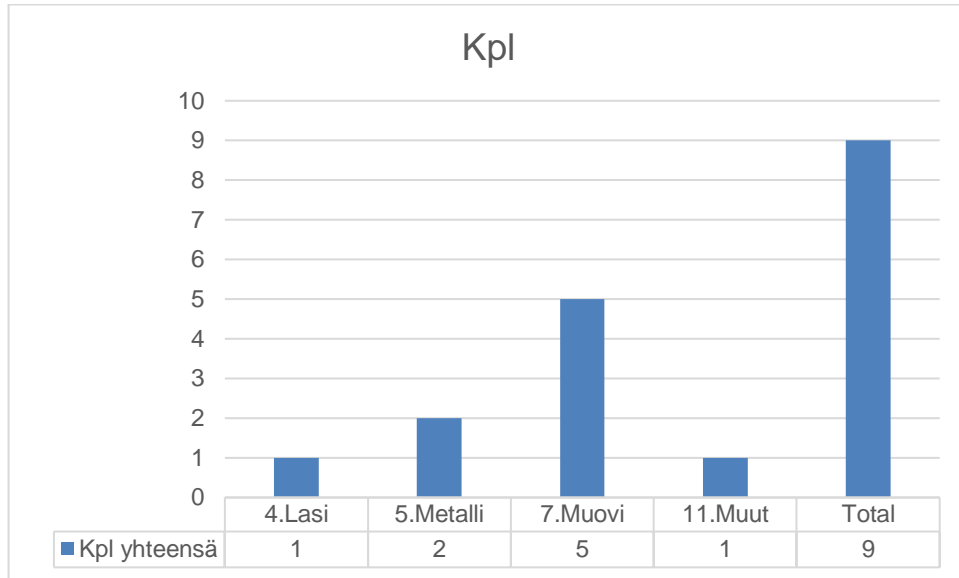
Kuvio 15. Luonnonsuojelualueen roskatyytit prosentteina.

4.2.5 Suikkila, Kuninkoja, 19.6.2019

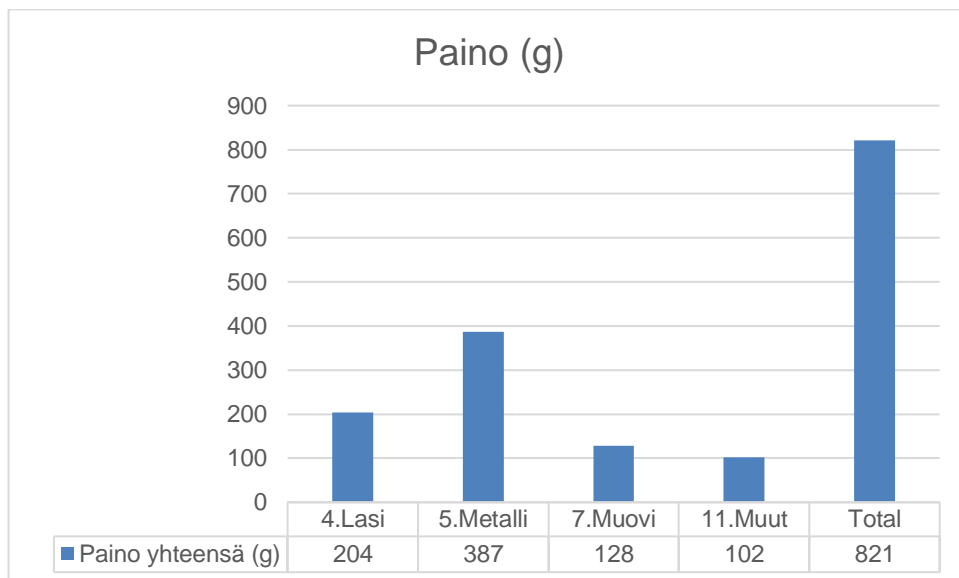


Kuva 13. Suikkilan koealan sijainti.

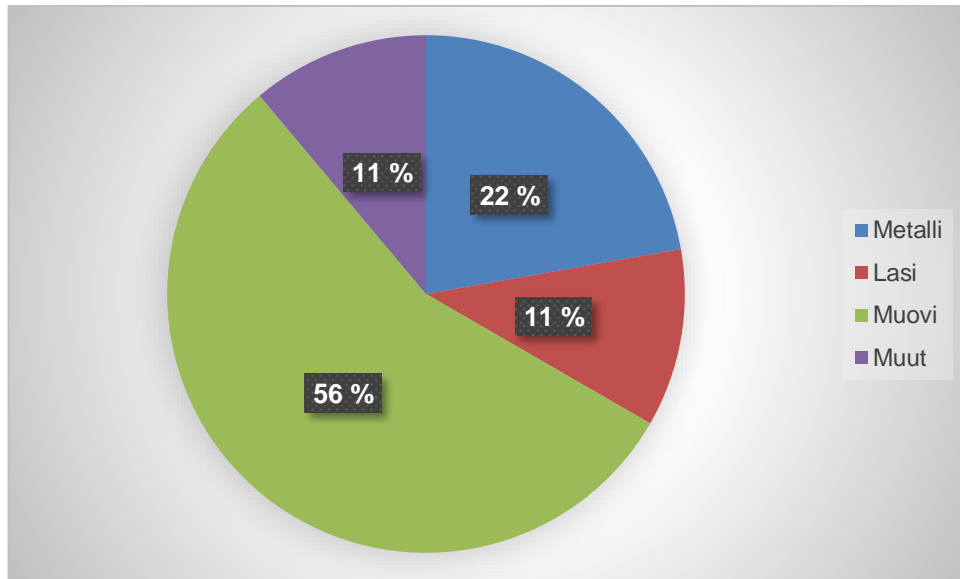
Suikkilan koeala sijaitsee Suikkilantien varressa, Suikkilankulma nimisellä paikalla, jossa Kuninkoja virtaa melkein suorana peltoaukean läpi, leveimmillään 310 cm ja kapeimmillaan 160 cm levyisenä. Näkösyvyys tällä kohdalla oli 10 cm, virran ollessa syvimmillään 46 cm ja matalimmillaan 15 cm. Pohja oli paikoin erittäin upottava, vaikeakulkuinen ja työläs haravoida. Oletin tällä kohdalla Länsikeskuksen liikekeskuksen vaikutuksen olevan vahva, sen läheisyyden ansiosta, mutta ilmeisesti puron suoruus ja kohtalaisen kova virtaus vievät liikekeskuksen ja autoteiden suunnasta tulevat roskat Kuninkojan alajuoksulle päin. Pohjasta löytyi mm. erittäin ruostunut metallinen putkenpätkä, jonka päässä on hana, josta päättelin olevan jostain alueella sijainneesta talosta tai pellon kastelujärjestelmästä. Myös suurikokoisin kappale löydetyistä muovista sijaitsi ojan penkassa, veden eroosiovaikutuksen tuotua sen esiin savikerrosten alta. Muovi vaikutti olevan hyvin vanhaa, mahdollisesti osa lannoitesäkkiä. Muovin osuus kaikesta roskasta tällä koealalla oli 56 %, metallin osuuden ollessa 22 % (kuvio 18). Yhteensä roskaa kerättiin 9 kpl ja 821 grammaa (kuvio 16 & 17).



Kuvio 16. Suikkilan roskatyypien kappalemäärä.

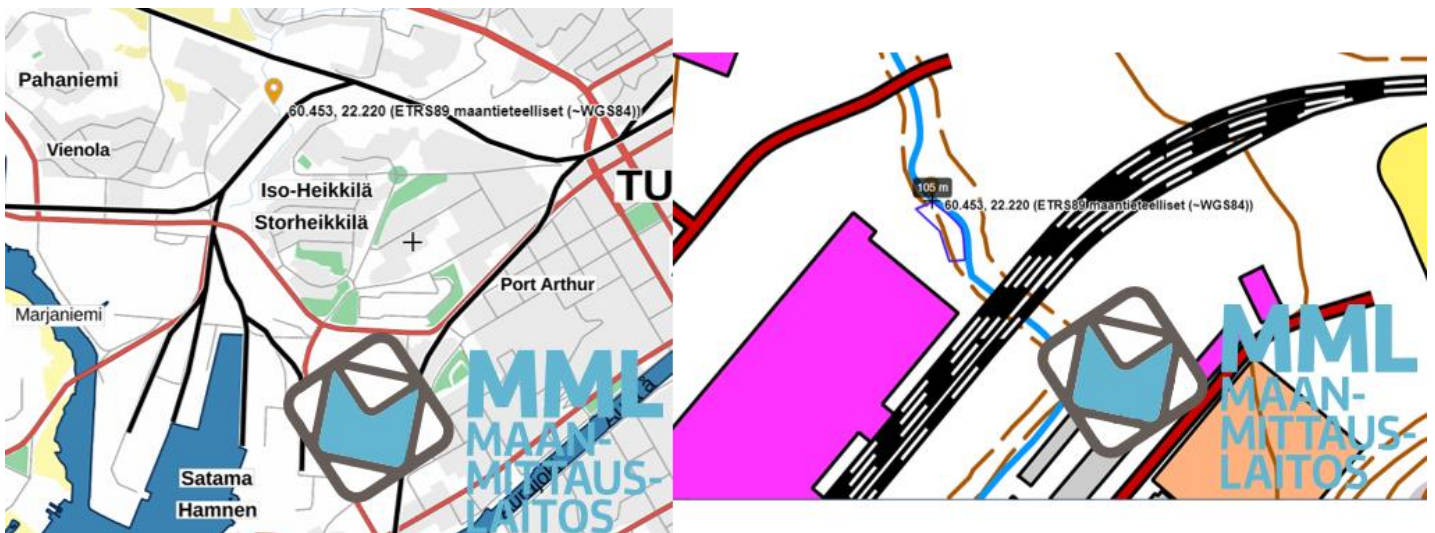


Kuvio 17. Suikkilan roskien paino.



Kuvio 18. Suikkilan roskatyypit prosentteina.

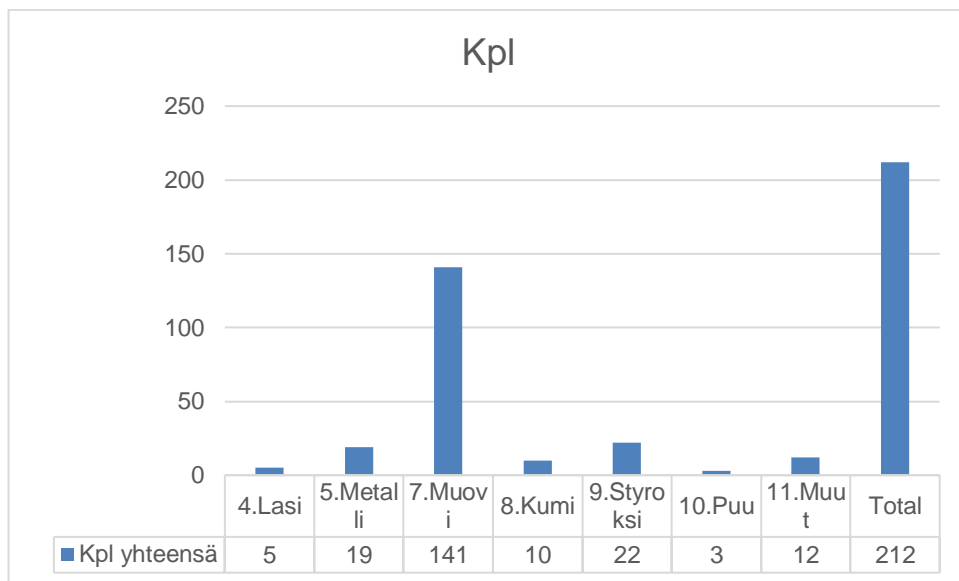
4.2.6 Vuoksenniskankatu, Kuninkoja, 18.7.2019



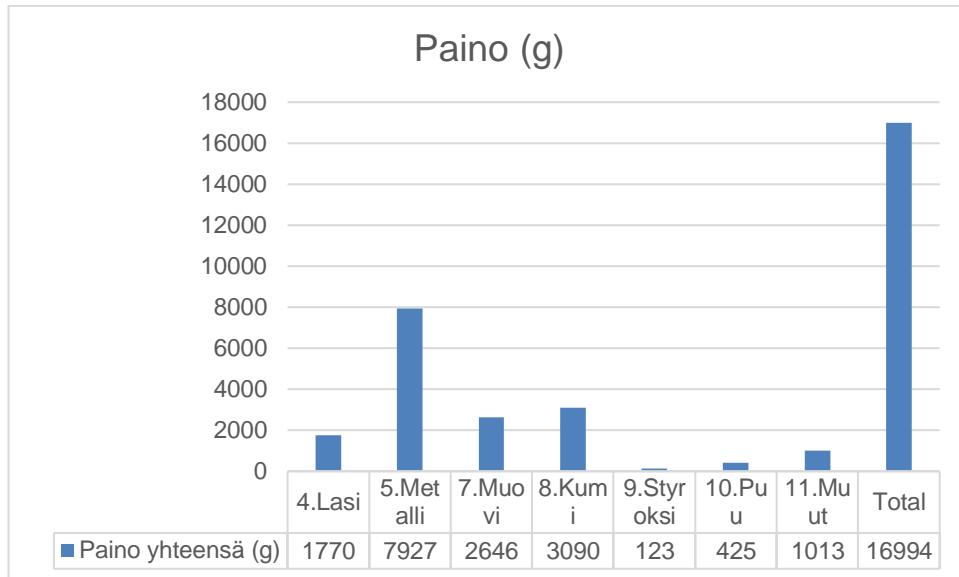
Kuva 14. Vuoksenniskankadun koelan sijainti.

Koela sijaitsee Turun sataman läheisyydessä alueella jonka välittömässä läheisyydessä ei ole autotietä, kevyenliikenteen väylää tai asutusta. Ympäröivää aluetta voisi

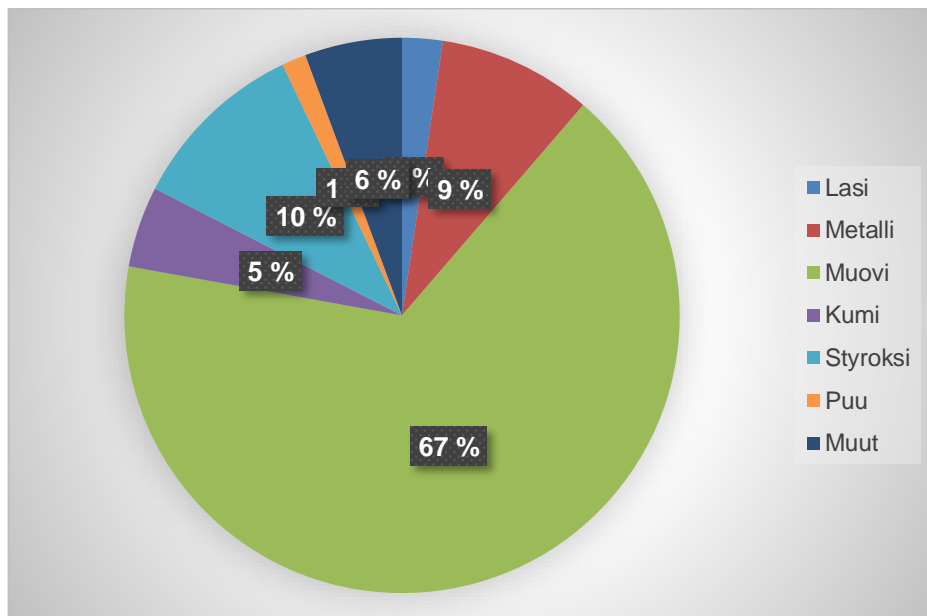
kuvailta teollisuus/varastoalueeksi. Lähimpänä puroa sijaitsee DB Schenkerin varasto, DHL:n jakeluasema ja PostNordin terminaali, ja pian paikasta alajuoksulle päin, Kuninkoja on ohjattu maan alle, sen laskiessa satamalueen ali kohti Ruissalonlahtea. Koealalla virran leveys maksimissaan on 380 cm ja minimissään 187 cm. Virran syvin kohta oli 35 cm ja matalin 23 cm, näkösyvyyden ollessa 16 cm. Pohjan haravointi upottavan mudan vuoksi oli työlästä, mutta vesikasvien vähäisyys helpotti työtä. Ennakkoon oletin että alueella ihmisvaikutus olisi kohtalainen, mutta paikka osoittautui erittäin roskaantuneeksi, ja paikalla oli tehtävä päätös, että ainoastaan irrallaan oleva, tarpeeksi kevyt materiaali kerätään talteen säkkeihin, jotta tulokset olisivat vertailukelpoiset muiden koealojen tulosten kanssa. Maaperä oli täynnä mahdollisesti vuosikymmenien aikana siihen kertynyttä jätettä, mm. auton ja polkupyörän osia, rakennusjätettä ja sähkölaitteiden palasia. Oletan että aluetta on käytetty jonkilaisena kaatopaikkana syrjäisen sijainnin takia, ja virran toisella puolella koealan ulkopuolella on vielä nykyin Turun kaupungin käyttämä lumenkaatopaikka. Roskaa kerättiin yhteensä 212 kappaletta ja lähes 17 kg (kuvio 19 & 20). Prosenttiosuudeltaan suurin osa kerätystä roskasta oli muovia 67 % (kuvio 21).



Kuvio 19. Vuoksenniskankadun roskatyyppien kappalemäärä.



Kuvio 20. Vuoksenniskankadun roskien paino.



Kuvio 21. Vuoksenniskankadun roskatyytit prosentteina.

5 LOPPUPÄÄTELMÄT

Jokaisen tutkimukseni kuuden koelan tulokset vaihtelevat ja käy selväksi, että aina ihmistoiminnan, kuten liikekeskusten, autoteiden tai asuinalueiden, etäisyys ei suoraan vaikuta roskan määrään koealalla. Virran mukana erityisesti kelluva kevyehkö roska, kuten muovipussit ja styroksi, usein kulkeutuu kauas lähtöpisteestään. Kuitenkin kuten mm. tämän tutkimuksen Pääskylvuoren koealan tulokset osoittavat, usein vahvalla ihmisvaikutuksella on ennakoitu tulos, varsinkin jos puro tällä kohtaa ei virtaa vuolaana, ole rannoiltaan meanderoiva ja kasvillisuutta on vähän. Näiltä paikoilta myöskään painavampi materiaali, kuten metalliset putket, betonin ja tiilen kappaleet tai raskas kumi, ei mahdollisesti liiku sijoiltaan virran tai tuulen vaikutuksesta juuri lainkaan vuosien saatossa, vaan hajoaa hiljalleen ja hautautuu sedimentin mudan tai maakerrosten alle.

Opinnäytetyöni tulokset muistuttavat aiempia tutkimuksia mm. siinä, että Suomen merialuiden roskat ovat prosentuaaliselta jakaumaltaan (kuvio 22) hyvin samankaltaisia kuin kaupunkipuroissa, joka entuudestaan vahvistaa olettamusta, että roskat tulisi saada kerättyä jo niiden alkulähteillä ennen mereen päätymistä. Tilanne on sama myös roskien todennäköisen alkuperän kanssa, kuten ilmenee esimerkiksi Ruotsissa tehdyssä kolmen merenrannan roskakartoituksessa (kuvio 23), josta on nähtävissä, että yksittäisten kulu- tustuotteiden roskat muodostavat suurimman osan löydetyistä antropogeenisestä jät- teestä, rakennus ja teollisen roskan ollen toiseksi suurin kategoria. Usein kuitenkin ra- kennus ja teollinen jäte on sen tyyppistä, että painavampana se mahdollisesti jää pai- koilleen jättopaikkaansa, lukuunottamatta kevyttä ainesta kuten styroksi ja pieniksi par- tikkeleiksi muuttunut pakkausmuovi.

Figure 9. The most common material types (% of total number of litter items) of marine litter at Utö, Finland

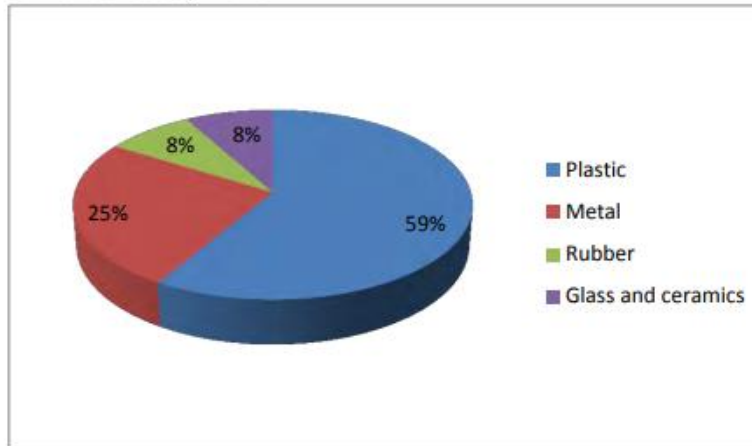
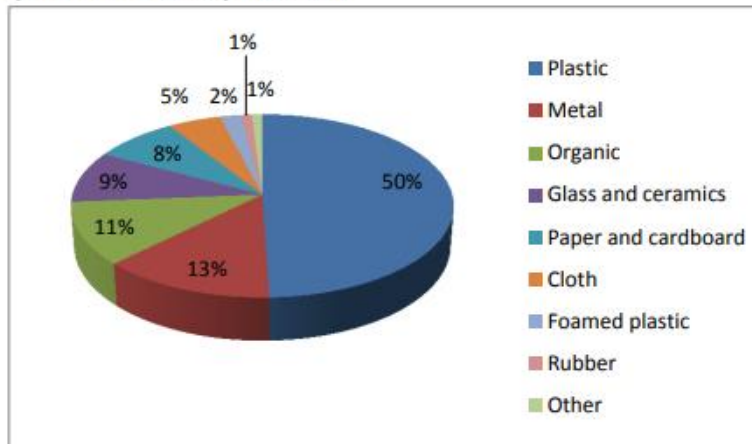
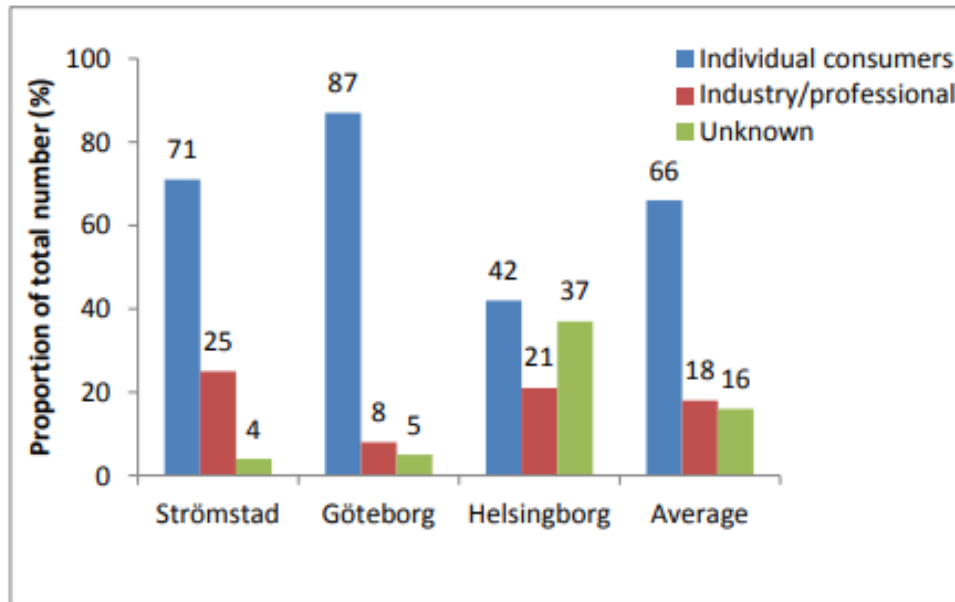


Figure 10. The most common material types (% of total number of litter items) of marine litter at Mustfönn, Finland



Kuvio 22. Yleisimmät roskatyypit Utön ja Mustfönnin merialueilla. (Norden.org, 2015.)
<http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:814721/FULLTEXT02.pdf>.

Figure 6. Marine litter divided into source activities (% of total number of litter items) of the three beaches studied in Sweden and average results of the three beaches



Kuvio 23. Kolmen ruotsalaisen rannan roskien todennäköinen alkuperä. (Norden.org, 2015). <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:814721/FULLTEXT02.pdf>.

Kaupunkinpuuroista tulisi pitää parempaa huolta, ja ensiarvoisen tärkeää on erityisesti koululaisten ja opiskelijoiden valistaminen, tiedottaminen paikallisella ja valtakunnallisella tasolla ja kansalaisten sitouttaminen erilaisiin siivousprojekteihin. Näin voidaan lisätä heidän ymmärrystään siitä, miten paikallinen ympäristön ja jätteidenhoito vaikuttaa myös globaalisti. Tätä valistusta tulisi tehdä myös teollisuuden ja yritysmaailman suuntaan, jotta he ymmärtävät oman vastuunsa mm. pakkausjätteen tuottajina. Yritysten tulisi kehittää toimintatapojaan vastuullisempaan suuntaan ja varmistamaan, että heidän tuottamansa roskat eivät päädy luontoon, vaan niille tarkoitettuihin keräyspisteisiin. Myös pakkausmateriaalin ja sen määrän osalta yritysten kestävän kehityksen mukaista toimintaa olisi syytä vahvistaa.

Kaupunkipuroja tulisi tutkia enemmän ja tutkimuksen tehostamiseksi ja vertailukelpoisuuden saavuttamiseksi kehittää kansallisia ja kansainvälisiä standardeja. Osa ennaltaehkäisevää toimintaa on erilaisten jätekeräinten kehitys, jolloin niitä voitaisiin sijoittaa kriittisille paikoille nopeasti, esimerkiksi virtaamahuippujen ja sadekausien aikaan, estämään roskien pääsy pidemmälle uomaan. Omaan tutkimukseeni nojaten Jaaninjalla, erityisesti Pääskyvuoren alueella, tulisi siivota puroa ja sen penkkoja tietyin aikaväleihin, sillä kasvillisuus ja puron hydrologiset ominaisuudet ovat paikoittain sen kaltaiset, että sinne kerääntyy roskaa luontaisesti. Ehkä alueesta alajuoksulle päin voitaisiin sijoittaa roskankeräin, estäen roskan pääsy alajuoksulle ja Aurajokeen. Kuninkojalla Vuoksenkankadun alueella tulisi siivota perusteellisesti. Tällä kohtaa Kuninkoja on niin lähellä merta, että on tärkeää estää roskan pääsy sinne. Turun AMK onkin jo pilotoinut roskien keräämiseen tarkoitettua verkkoaitaa tällä alueella. Tulisikin jatkoselvittää mikä olisi tehokkain tapa estää Kuninkojalta roskien päätyminen mereen, ja minne roskankeräimiä puron varrella tulisi sijoittaa, muistaen että istutettujen kalojen ja muiden eläinten kulkua uomassa ei estetä.

Opinnäytetyöni osoittaa, että tällä kartoitusmenetelmällä on mahdollista kerätä aineistoa, joka osoittaa, että Jaaninoja ja Kuninkoja ovat paikoittain erittäin roskaantuneita, ja roskaa löytyy koko puron alueelta, myös paikoista joiden välittömässä läheisyydessä ei ole ihmistoimintaa. Tulokset osoittavat että tyypiltään ja määrältään roska on verrattain samaa kuin kansainvälisissä tutkimuksissa on selvinnyt ja erityisesti Itämeren osalta tämä pitää paikkansa. Suomen purot ja joet kuljettavat suuren määrän antropogeenista roskaa mereen ja niitä tulisikin tutkia jatkossa tarkemmin. Opinnäytetyössäni käyttämä tutkimusmenetelmä on käyttökelpoinen ainakin pienehköjä kaupunkipuroja tutkittaessa, ja jos menetelmällä suoritetaan jatkossa tutkimuksia, ovat aineistot vertailukelpoisia. Tätä tutkimusmenetelmää käytettäessä suosittelen tutkimaan koealat vähintään kaksi kertaa vuodessa, jotta saadaan myös selville miten nopeasti puhdistetut koealat keräävät roskaa uudestaan ja kerättyä tarkempaa tietoa virtaaman ja vuodenaikojen vaihtelujen vaikutuksesta roskan liikkeisiin.

LÄHTEET

ALS Finland, 2019. MIKROMUOVI – ANALYYSI. Viitattu 6.9.2019. <https://www.alsglobal.fi/ym-paristo/analys-av-mikroplast>

Cheshire, A.C., Adler, E., Barbière, J., Cohen, Y., Evans, S., Jarayabhand, S., Jeftic, L., Jung, R.T., Kinsey, S., Kusui, E.T., Lavine, I., Manyara, P., Oosterbaan, L., Pereira, M.A., Sheavly, S., Tkalin, A., Varadarajan, S., Wenneker, B., Westphalen, G. (2009). UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter. UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 186; IOC Technical Series No. 83: xii + 120 pp.

Harden, C.P., Chin, A., English, M.R., Fu, R., Galvin, K.A., Gerlak, A.K., McDowell, P.F., McNamara, D.E., Peterson, J.M., Poff, N.L., Rosa, E.A., Solecki, W.D., and Wohl, E.E. 2014. Understanding human-landscape interactions in the “Anthropocene.” *Environmental Management*. 53:4-13.

Hoellein, T.; Rojas, M.; Pink, A.; Gasior, J. & Kelly, J. 2014. Anthropogenic Litter in Urban Freshwater Ecosystems: Distribution and Microbial Interactions. *Journals Plos.Org*. Julkaistu 23.6. 2014. Viitattu 9.10. 2019. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0098485>

HS, 14.8.2019. Tutkimusryhmä löysi mikromuovia Arktiksen jäältä: ”Kuin isku vasten kasvoja”. Viitattu 20.8. 2019. <https://www.hs.fi/ulkomaat/art-2000006204759.html>

Huhta, E.; Laaksonlaita, J. & Leskinen, P. 2015. TURUN KAUPUNKIALUEEN HULEVESITUTKIMUS 2011 – 2015. Turun kaupungin ympäristöjulkaisuja 2/2016 ISSN 2343-0710 (verkkojulkaisu). Turku: Turun Ammattikorkeakoulu.

ILKKA-hanke, 2014. Ilmastonkestävä kaupunki: Alueellinen hulevesisuunnitelma Turku, Kaarina, Lieto, Raisio ja Rusko. Turku: ILKKA-hanke.

ISWA, 16.7.2019. Captain Moore: “It’s already impossible to clean our oceans of plastics.” Viitattu 20.8.2019. <https://iswa2019.org/2019/07/16/captain-moore-its-already-impossible-to-clean-our-oceans-of-plastics/>

Mccormick, Amanda Rae, "Anthropogenic Litter and Microplastic in Urban Streams: Abundance, Source, and Fate" (2015). Master's Theses. 3144. https://ecommons.luc.edu/luc_theses/3144

Medium.com, 30.8. 2018. Should we prioritise tackling plastic pollution in rivers? Yes, and... Viitattu 5.11.2019. <https://medium.com/wwftogetherpossible/should-we-prioritise-tackling-plastic-pollution-in-rivers-yes-and-5cb68f07ee40>

Nature Research, 3.4.2019. Nanoplastic should be better understood. Viitattu 14.10.2019. <https://www.nature.com/articles/s41565-019-0437-7>

Norden 2015. Marine Littering and Sources in Nordic Waters. TemaNord 2015:524. <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:814721/FULLTEXT02.pdf>

Planet Experts, 4.11.2015. Macro-, Meso-, Micro-, but What About Nanoplastic? Viitattu 6.9.2019. <http://www.planetexperts.com/macro-meso-micro-but-what-about-nanoplastic/>

Plastics Europe, 2012. Plastics—the facts 2012: an analysis of European latest plastics production, demand and waste data for 2011. Viitattu 24.8.2019.

S. Rech , V. Macaya-Caquilpán, J.F. Pantoja , M.M. Rivadeneira, D. Jofre Madariaga, M. Thiel, 1999. Rivers as a source of marine litter – A study from the SE Pacific

Savolainen, R. 2014. KUNINKOJAN VESISTÖN KALATALOUDELLINEN KUNNOSTUSTARVESELVITYS. Opinnäytetyö: Turku AMK

Shiklomanov, I. 1993 "World fresh water resources". Viitattu 12.11.2019. https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/where-earths-water?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

SYKE, Julkaistu 9.7.2018, päivitetty 29.5.2019. HEAWATER. Viitattu 20.8.2019. https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Kohti_parempilaatuisia_pienvesistoja_HEAWATER

Tieteen termipankki 21.08.2019: Nimitys: antropogeeninen. <http://tieteentermipankki.fi/wiki/Nimitys:antropogeeninen>

TS, 1.12.2006. Kahdeksan kilometrin Jaaninjalle uusi elämä. Viitattu 22.10.2019. <https://www.ts.fi/uutiset/kotimaa/1074164760/Kahdeksan+kilometrin+Jaaninjalle+uusi+elama>

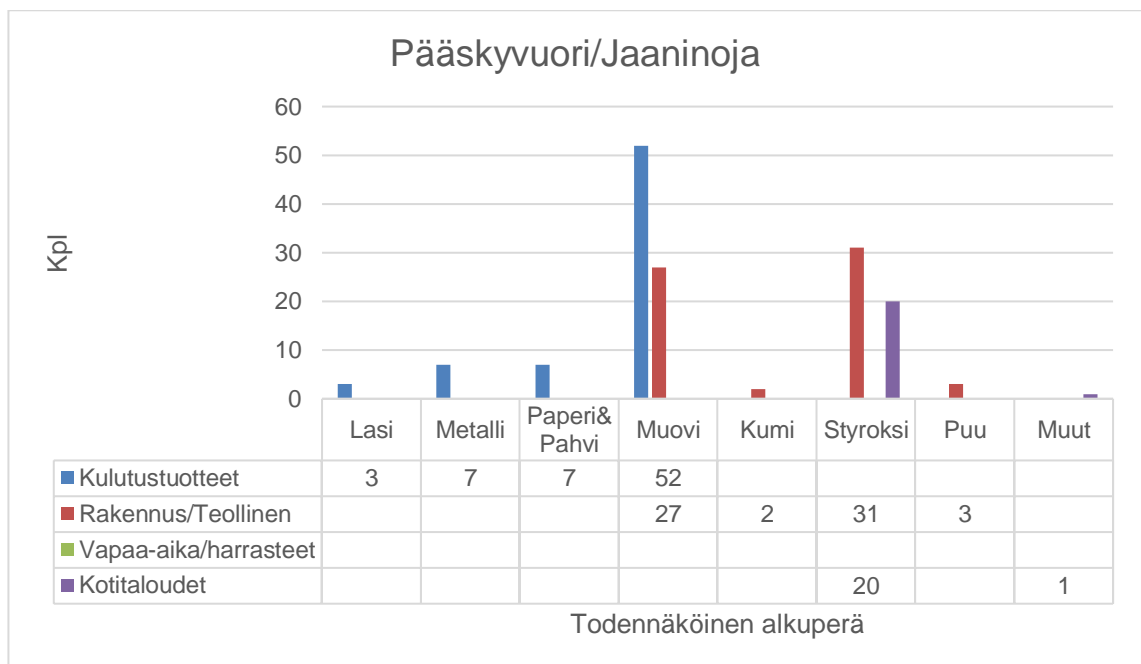
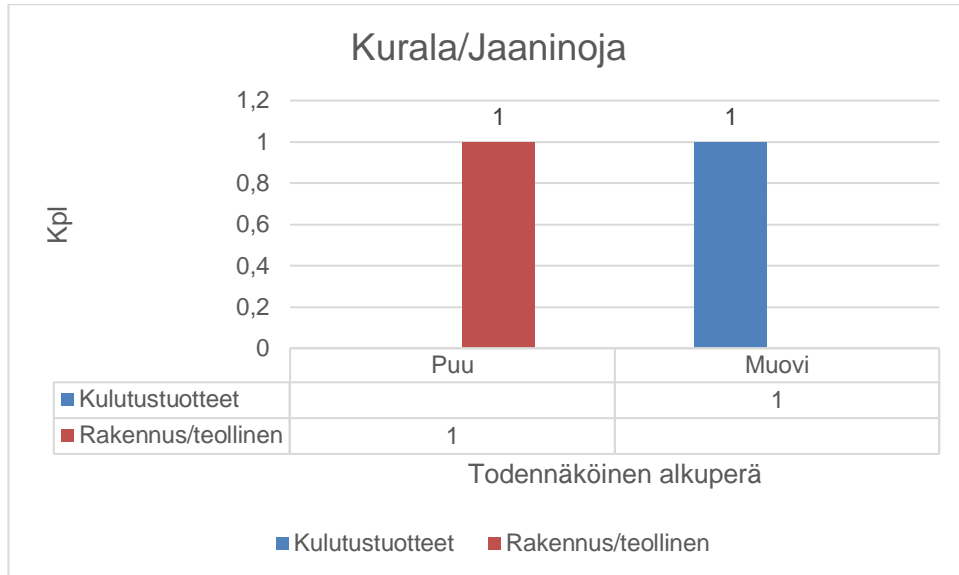
Turku 2019. Metsäkylä-Kuninkoja. Viitattu 22.10. 2019. <https://www.turku.fi/kulttuuri-ja-liikunta/ulkoilualueet/luonnonsuojelualueet/metsakyla-kuninkoja>

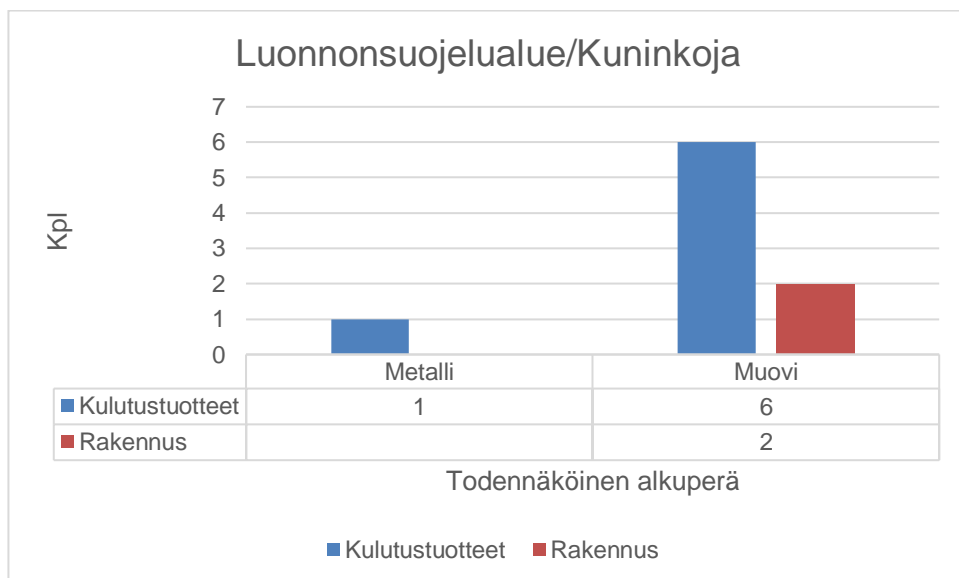
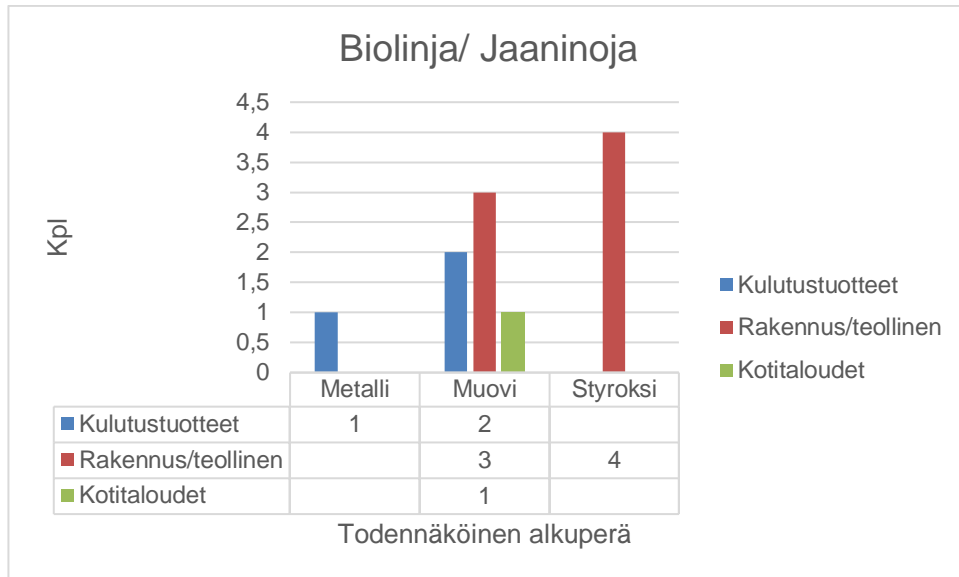
Williams, A.T. & Simmons, S.L. Water, Air, & Soil Pollution (1999) 112: 197. <https://doi.org/10.1023/A:1005000724803>

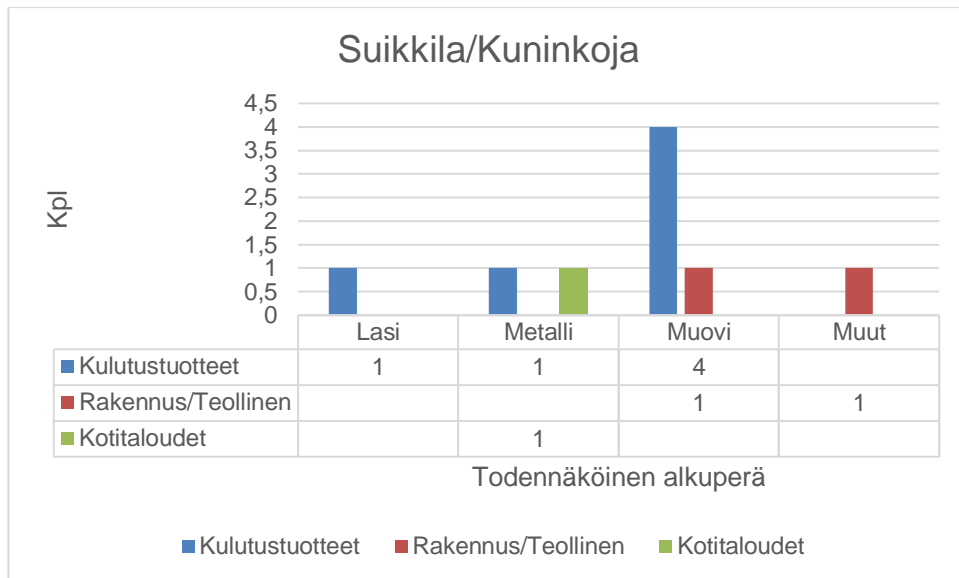
Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto 2002. Varianssianalyysi. Viitattu 28.10.2019. <https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/varienssi/anova.html>

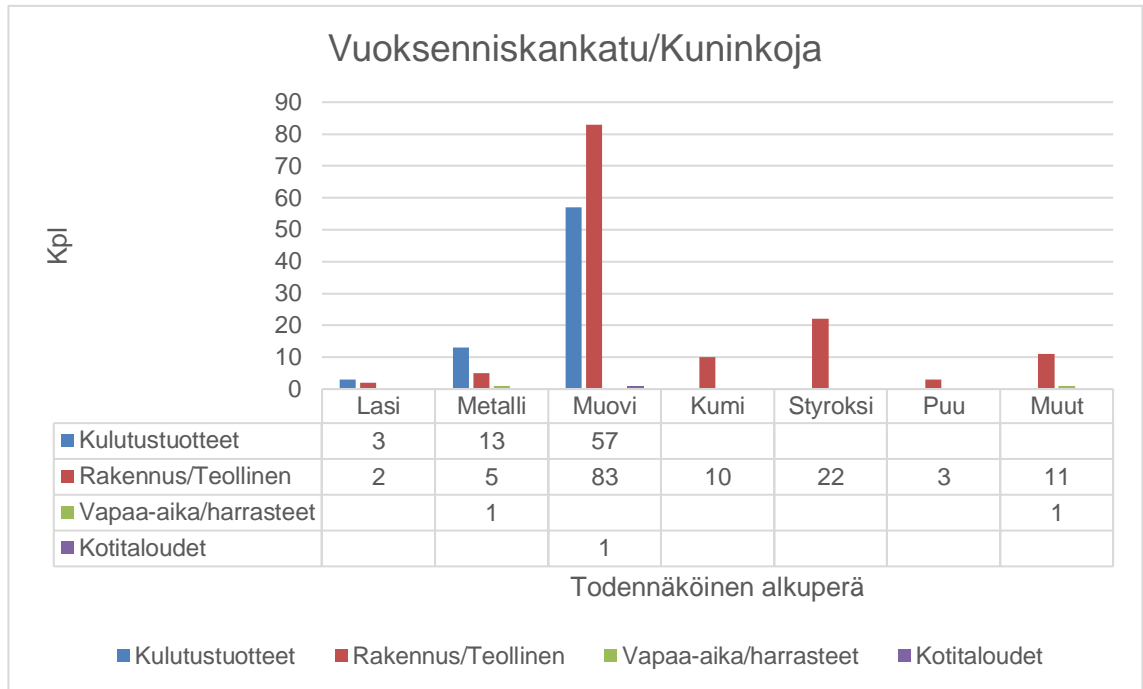
Zalasiewicz, J., Williams, M., Smith, A., Barry, T.L., Coe, A.L., Bown, P.R., Brenchley, P., Cantrill, D., Gale, A., Gibbard, P., Gregory, F.J., Hounslow, M.W., Kerr, A.C., Pearson, P., Knox, R., Powell, J., Waters, C., Marshall, J., Oates, M., Rawson, P., Stone, P. 2008. Are we now living in the Anthropocene? GSA Today. 18(2):4. doi:10.1130/GSAT01802A.

Koealojen roskan todennäköinen alkuperä

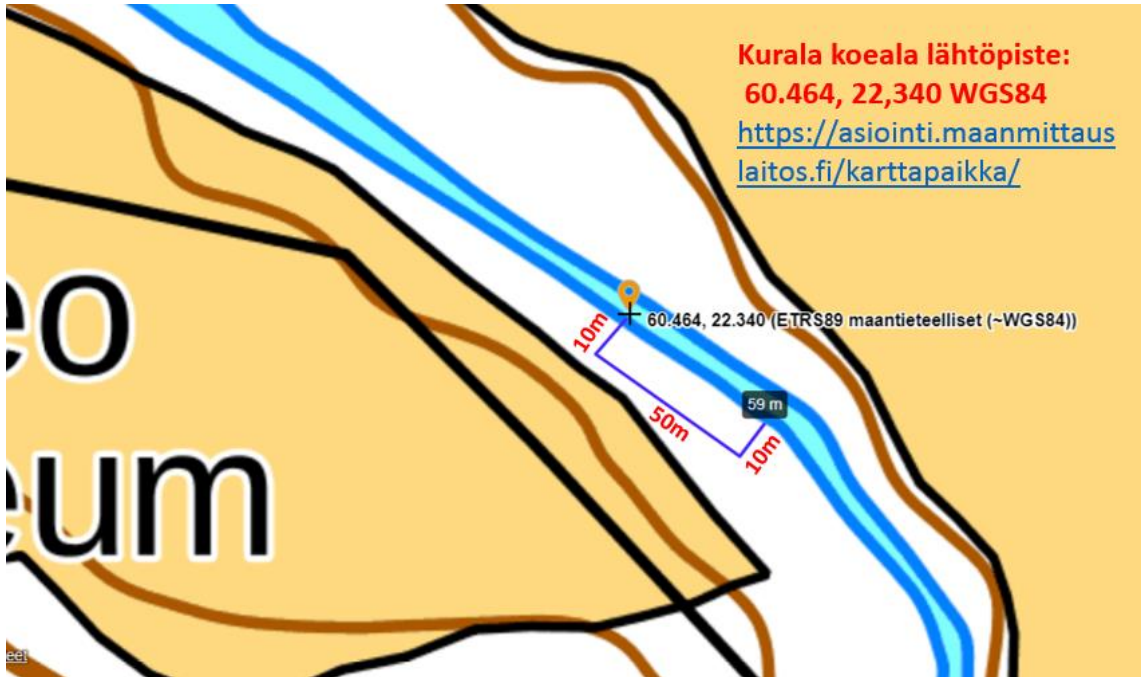


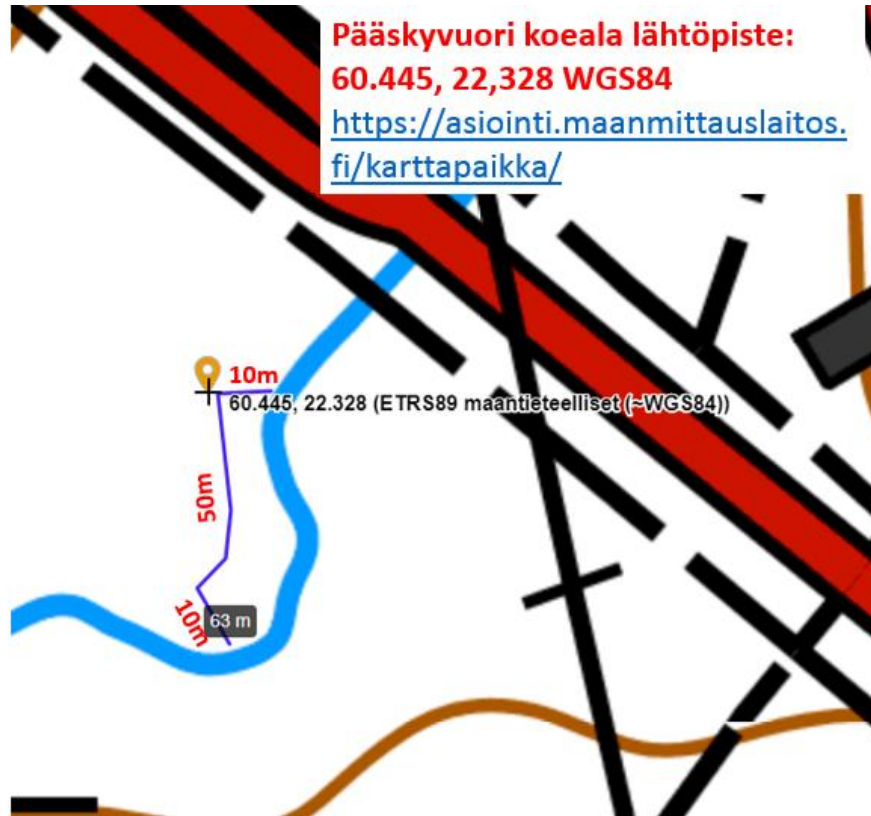






Koealojen lähtöpisteiden koordinaatit











Vuoksenniskankatu koala lähtöpiste: 60.453, 22.220 WGS84

<https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>

