

Matti Immonen

**LEMMIKKIELÄINTEN
JÄTEFRAKTIOIDEN
HYÖTYKÄYTTÖ**

Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Kandidaatintyö
Kesäkuu 2019

TIIVISTELMÄ

Matti Immonen: Lemmikkieläinten jätefraktioiden hyötykäyttö
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Ympäristö- ja energiatekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma
Kesäkuu 2019

Lemmikkieläinten jätefraktioilla tarkoitetaan seuraeläimistä muodostuvia jätteitä kuten ulostetta virtsaa sekä karvoja. Tässä työssä tarkastellaan näiden jätefraktioiden koostumusta, määriä sekä keräys- ja hyötykäyttömahdollisuuksia.

Tämä työ koostuu kahdesta osasta. Ensimmäisessä tarkastellaan kirjallisuuden pohjalta yleisesti lemmikkien jätefraktioita, niiden syntyä, laatua, keräystä ja hyötykäyttöä. Toinen osa on kokeellinen ja siinä tutkitaan kissanhiekkaan sitoutuneen kissanvirtsan hyötykäyttömahdollisuutta kasvien lannoitteena.

Lemmikkien jätteiden erilliskeräys mahdollistaisi niiden käytön sellaisenaan, esimerkiksi biokaasutuotannossa. Lisäksi se vähentää luontoon päätyvää ravinnekuormitusta sekä estää patogeenien leviämisen hulevesien vaikutuksesta. Kyseenalaista on kuitenkin, voidaanko keräys järjestää järkevästi siten, että saadut energia- ja ympäristöhyödyt ovat suurempia kuin keräys- ja käsittelykustannuksista aiheutuvat haitat. Toimivan ratkaisun löytämisessä korostuu etenkin järkevän keräystavan järjestäminen.

Avainsanat: lemmikkieläin, jätefraktio, hyötykäyttö

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. LEMMIKKIELÄINTEN JÄTEFRAKTIOT	3
2.1 Uloste	3
2.1.1 Koiran uloste.....	3
2.1.2 Kissan uloste	5
2.2 Virtsa	6
2.2.1 Koiran virtsa.....	6
2.2.2 Kissan virtsa	7
2.3 Karvat ja muut jätefraktiot.....	8
3. JÄTEFRAKTIOIDEN KERÄYS.....	11
3.1 Keräykseen eteen tehtyjä toimenpiteitä.....	11
3.2 Jätefraktioiden erilliskeräys	12
4. KOKEELLINEN OSUUS	15
4.1 Koejärjestelyt	15
4.1.1 Virtsan keräys ja analysointi.....	15
4.1.2 Kissanvirtsa kukkien ravinteena	16
4.2 Tulokset ja tulosten tarkastelu	17
4.2.1 Kissanhiekan vaikutus kukkien kasvuun	17
4.2.2 Kissanvessasta syntyvän jätteen määrä	17
4.2.3 Tulosten tarkastelu.....	18
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	20
LÄHTEET	22
LIITE A: LASKUJA LIITTYEN ALUSTAAAN 2	26
LIITE B: LASKUJA LIITTYEN ALUSTAAAN 4	27

1. JOHDANTO

Ihmisillä ja eläimillä on pitkä yhteinen historia. Ensimmäiset ihmiset metsästivät eläimiä ruoaksi, myöhemmin eläimiä alettiin paimentaa sekä käyttää työvälineinä esimerkiksi vetojuhtina. Nykyään merkittävä osa ihmisten kanssa elävistä eläimistä on seurakäytössä, ja suuren osan näistä eläimistä muodostavat kissat ja koirat. Näiden eläinten kesyyntyminen on edesauttanut vastavuoroista suhdetta, jossa sekä ihminen että eläin hyötyvät. Vastineeksi avusta esimerkiksi metsästyksessä, eläin on saanut ihmiseltä ruokaa. (Tacon & Pardoe 2002) Nykyään etenkin urbaaneissa elinympäristöissä hyötynäkökulma on vähitellen unohtunut ja eläimen pääasiallinen tehtävä on olla seurana ihmiselle.

Koiran kesyyntymisen ajankohdasta ei ole varmaa tietoa, mutta eräässä tutkimuksessa arvioitiin koiran ja suden lajiutuneen erilleen jo noin 27 000 – 40 000 vuotta sitten (Skoglund et al. 2015). Koiran kesyyntyminen on tapahtunut tämän jälkeen, arviolta noin 14 500 vuotta sitten (Street et al. 2015). Koiria käytettiin alun perin metsästyksessä, mutta sittemmin niitä on käytetty lisäksi esimerkiksi paimentamisessa, vartioinnissa ja poliisin apuna. Ensimmäiset merkit kissojen mahdollisesta kesyttämisestä on löydetty Kyprokselta ja kesyyntyminen on arvioitu tapahtuneen ainakin 9500 vuotta sitten (Vigne et al. 2004). Kesyyntymisen eräänä syynä pidetään kotihiirien lisääntyntä määrää, mikä veti puoleensa kissoja ja rohkaisi niitä sopeutumaan ihmisiin (Driscoll et al. 2009).

Lemmikkieläinten määrä on ollut jo pitkään kasvussa. Erään arvion mukaan, vuonna 1988 56 %:lla Yhdysvaltojen kotitalouksista oli joku lemmikki, kun taas vuonna 2018 tuo luku oli 68 % tai 84,6 miljoonaa kotitaloutta (APPA 2018). Suomessa, pelkästään koirien määrä lisääntyi vuosien 2012 ja 2016 välillä noin 70 000 yksilöllä (Tilastokeskus 2018). Kasvava lemmikkien määrä on lisännyt myös jätteen määrää.

Lemmikkieläimen erottaa hyötyeläimestä se, että lemmikkieläimellä ei ole näennäistä käyttötarkoitusta. Sen pääasiallinen toiminto on siis olla seurana ihmiselle ikään kuin osana perhettä. Haitat korostuvat havaittavien hyötyjen puuttuessa. Lemmikkien haittapuolet ovat nousseet osaksi laajempaa yhteiskunnallista keskustelua ilmastonmuutoksen ja kiertotalouden seurauksena. Kaduille kertyvät koiran ulosteet, muut lemmikeistä muodostuvat jätteet sekä lemmikkien ruokateollisuus ovat näkyvimpiä ongelmia ihmisen näkökulmasta. (Okin 2017) Eläinten näkökulmaa ajatellessa korostuu eettisyys liittyen esimerkiksi koiran pitämiseen sisätiloissa yksin pitkiä aikoja.

Tämän kandidaatintyön tavoitteena on tarkastella koirista ja kissoista syntyvien jätteiden vaikutuksia ympäristöön ja niiden mahdollista hyötykäyttöä esimerkiksi poltossa ja kompostina. Toisessa luvussa tarkastellaan koirien ja kissojen jätefraktioiden laatua sekä hyötykäyttöä.

Kolmannessa luvussa käsitellään näiden jätefraktioiden keräysmahdollisuuksia. Neljännessä luvussa käydään läpi kokeellisen osan, jossa käytettiin kasvien lannoitteena kissanvirtsa, tuloksia. Viides luku sisältää yhteenvedon ja johtopäätökset.

2. LEMMIKKIELÄINTEN JÄTEFRAKTIOT

Lemmikkieläimistä muodostuu runsaasti erilaista jätettä, josta suuri osa päätyy sekajätteeseen ja sitä kautta polttoon. Merkittävä osa jätteistä päätyy myös luontoon, jossa niistä voi olla sijainnista ja laadusta riippuen haittaa niin ympäristölle kuin terveydellekin. Suurimman osan näistä jätteistä muodostavat uloste ja virtsa. Tässä kappaleessa käsitellään edellä mainittuja jätefraktioita sekä muita, hieman marginaalisempia jätteitä kuten karvoja.

2.1 Uloste

Ulosteen koostumus on melko samanlainen niin ihmisillä kuin kisoilla ja koirillakin. Se sisältää pääasiassa vettä (kosteus noin 70 %), orgaanista hiiltä (5 %) sekä vähän typpeä (0,7 %). Lisäksi se sisältää pieniä määriä fosforia ja kaliumia sekä suuren määrän suolistobakteereja. (Salah 2012) (Rose et al. 2015) Ulosteen talteenotolle on useita syitä. Luonnossa ulosteet levittävät tauteja, jotka voivat tarttua ihmisiin ja eläimiin. Ne myös lisäävät ympäristön ravinnekuormitusta, kun lemmikkien ruokien sisältämät ravinteet päätyvät luonnon sisäiseen ravinnekiertoon. Lisäksi ulosteet voivat saastuttaa maaperää sekä vesistöjä, mutta ne myös toimivat esteettisenä haittana. Talteenotettuna, niitä voidaan hyödyntää energiana esimerkiksi poltossa.

2.1.1 Koiran uloste

Koirien ulosteet kertyvät pääosin sekajätteisiin ja luontoon. Jätteisiin ulosteita päätyy monesta syystä. Merkittävin näistä lienee Suomen järjestyslaki, jonka mukaan koiran omistajan on ”pidettävä huolta siitä, että koiran uloste ei jää ympäristöön hoidetulla alueella taajamassa.” (Järjestyslaki, L 27.6.2003/612 2003). Ohjeistus siitä miten koiran uloste tulee lajitella, riippuu jätehuoltoyhtiöstä, mutta esimerkiksi Pirkanmaalla uloste ohjataan laittamaan sekajätteeseen (Molok 2017; PJH 2019). Tämä perustellaan sillä, että koiran ulosteen sisältämät bakteerit aiheuttavat hygieniahaittaa käsittelyssä (LSJH 2019). Paikoitellen ulostetta kerätään myös erikseen. Esimerkiksi Helsingissä useista koirapuistoista kerätään yhteensä noin 800 000 kg koiran ulostetta vuodessa ja se kuljetetaan mädätykseen Ämmässuolle (HSY 2018).

Pääosa syistä miksi jätteitä kerätään tai ei kerätä riippunee kuitenkin henkilökohtaisista syistä. Eräässä tutkimuksessa selvitettiin syitä, jotka saivat ihmiset keräämään tai jättämään keräämättä koiran ulosteet kaduilta ja metsäpoluilta. Suurimmiksi syiksi kerätä, nousivat kohteliaisuus toisia kohtaan sekä se, ettei itse astu ulosteeseen. Suurimmaksi syyksi jättää keräämättä nousi, ettei saatavilla ollut mitään mihin kerätä uloste. (Typhina & Yan 2014)

Luonnossa, koiran uloste voi muodostua terveysriskiksi, varsinkin tiheimmin asutetuilla alueilla, joissa koiria on paljon, ja etenkin alueilla, joissa hygieniasta huolehtiminen ei ole muutenkaan hyvällä tasolla. Koiran ulosteen on tutkittu sisältävän taudinaiheuttajia kuten *Enterococcus* ja *Giardia* -suvun lajeja (Cinquelpalmi et al. 2013). Enterokokit ovat suolistobakteereja, jotka voivat aiheuttaa esimerkiksi virtsatien infektioita (Fisher & Phillips 2009). *Giardia* aiheuttavat giardiaasia, jonka oireita ovat esimerkiksi ripuli ja vatsakivut (Minetti et al. 2016). Lisäksi koirat kykenevät siirtämään *Salmonella* -suvun edustajia osoittamatta itse oireita. Tämä muodostuu kuitenkin ongelmaksi vain, mikäli koira syö raakaruokaa (jossa *Salmonella* tavallisesti esiintyy). (Finley et al. 2006)

Koiran ulosteen keräämisellä voi olla positiivisia ympäristövaikutuksia. Koirien jätösten epäillään olevan suuri vesistöjen sisältämien suolistobakteerien lähde etenkin kaupunkialueilla (Embrey 2001; Ruth 2007). Vesistöjen saastumisella taudinaiheuttajista on luontaisesti ympäristövaikutuksia, mutta se sisältää myös terveysriskinsä, niin ihmiselle kuin eläimillekin. Koirien ulosteiden sisältämien suolistobakteerien on tutkittu kulkeutuvan alavirtaan esimerkiksi uimarannoille (Ervin et al. 2014).

Suomessa on vuoden 2016 kulutustutkimuksen mukaan noin 700 000 koiraa (Tilastokeskus 2018). Koska erilaisia koirarotuja on runsaasti ja niiden ominaisuudet vaihtelevat rodun mukaan, on vaikea arvioida kuinka paljon jätettä koirat keskimäärin tuottavat. Erään arvion mukaan yksi keskimääräinen koira tuottaa keskimääräisesti noin 55 kg ulostetta vuodessa (Okin 2017). Tämä tarkoittaisi pelkästään Suomessa yhteensä 38 500 000 kg ulostetta vuodessa.

Ulosteista muodostuu ongelma, koska niille ei ole keksitty järkevää käyttöä. Sekajätteisiin laitto, keräämättä jättäminen, kompostointi ja mädätys ovat tällä hetkellä vaihtoehtoja ja yksikään näistä ei ole yksiselitteisesti toista parempi. Sekajätteissä, koiran uloste päättyy polttoon. Koiran uloste sisältää vettä keskimäärin 70 % eikä näin ollen ole optimaalinen polttoaine (Rose et al. 2015). Erilaiset taudinaiheuttajat, vaikutukset ravinnetasapainoon sekä aistilliset haitat tarkoittavat, että keräämättä jättäminen ei myöskään ole optimaalinen vaihtoehto. Lisäksi on kyseenalaista, onko energiatase edes positiivinen, mikäli jokainen jätös kerätään omaan pussiinsa (ottaen huomioon pussin elinkaaren) ja kuljetetaan polttolaitokselle.

Koska uloste on orgaanista, sen kompostointi on mahdollinen käsittelykeino. Kompostoinnin lopputuotteena saadaan humusta, jota voidaan käyttää lannoitteena. Ongelmana kompostoinnissa on hygieniavaatimukset. Kompostin tulisi olla ainakin 55 °C useamman päivän, jotta voidaan varmistaa patogeenien kuoleminen (Nemiroff & Patterson 2017). Oikeanlaisten olosuhteiden ylläpitäminen vaatii energiaa ja näin ollen myös rahaa. Lisäksi ongelmaksi muodostuu myös jätteiden keräyksen järjestäminen järkevästi. Uloste hajoaa myös maassa hajottajien vaikutuksesta, mutta taudit, vesistöjen saastuminen ja esteettiset haitat (ainakin jonkin aikaa) jäävät edelleen ongelmaksi.

Anaerobinen biohajoaminen eli mätäneminen on prosessi, jossa biojätettä hajoaa hapettomissa olosuhteissa ja lopputuotteina saadaan biokaasua, joka sisältää metaania ja hiilidioksidia. Eräissä tutkimuksissa selvitettiin koiran ulosteen biokaasutuottopotentiaali. Tulokseksi saatiin, että potentiaalia on, mutta se on melko vähäistä. Seoksesta, joka sisälsi 7 kg koiran ulostetta ja 21 kg vettä, saatiin 59 päivässä metaania 200 L. Metaanintuotto oli siis 28,57 L/kg ulostetta. (Okoroigwe et al. 2014). Esimerkiksi lehmän lannan metaanintuottopotentiaali voi olla 300 L/kg lantaa, joka on yli 10-kertainen määrä koiran ulosteen metaanintuottoon verrattuna (Ilaboya et al. 2009).

2.1.2 Kissan uloste

Koska Suomessa ei ole kissojen rekisteröintipakkoa ja kissoja pidetään paljon vapaana, on vaikea arvioida kissojen todellista määrää. Vuonna 2016 Suomen kotitalouksilla oli kuitenkin tilastokeskuksen arvion mukaan noin 600 000 kissaa (Tilastokeskus 2018). Samana vuonna Royal Caninin Taloustutkimus Oy:lla teettämän tutkimuksen mukaan kissoja olisi kuitenkin Suomessa 1,3 miljoonaa yksilöä. Täysin sisäkissoja tutkimuksessa arvioitiin olevan noin 18 %, joka vastaa noin 250 000 kissaa. (Royal Canin 2016) On epäselvää mikä em. tutkimuksessa laskettiin täysin sisäkissaksi. Esimerkiksi, jotkut kissanomistajat voivat pitää kissojaan pääasiassa sisällä, mutta saattavat tämän lisäksi ulkoiluttaa niitä valjaissa tai vapaana. Näissä tapauksissa jätteen syntypaikka luonnollisesti vaihtelee.

Käytännössä kaikki sisäkissat tekevät tarpeensa kissanvessaan. Kissanvessa on tavallisesti laatikko, jossa on kerros ainetta, johon kissa hautaa jätöksensä. Aineen tarkoitus on monesti peittämisen lisäksi myös ehkäistä hajuhaittoja sekä sitoa itseensä kosteutta. Suuri osa markkinoilla olevista ”kissanhiekkä” -tuotteista ovat bentoniitti- eli savipohjaisia, mutta saatavilla on myös esimerkiksi puu- ja silikageelipohjaisia kissanhiekköjä.

Kissan uloste on verrattain yksinkertaista kerätä, sillä se on helppo erotella kissanhiekasta. Se ei sido itseensä hiekka-ainesta, mutta hiekka imee ulosteen kosteutta. Uloste on helppo erotella esimerkiksi pienellä lapiolla, jossa on siivilä. Uloste jää lapioon, ja hiekka valuu siivilän läpi. Osa hiekasta jää myös ulosteen pintaan kiinni. Kissan ulosteen kerääminen estää sen päätyksen luontoon missä sillä on samanlaisia vaikutuksia kuin koiran ulosteella. Ulkokissojen ulosteita on huomattavasti vaikeampi kerätä sillä kissat hautaavat jätöksensä. Maassa jätökset hajoavat aerobisesti tai anaerobisesti riippuen siitä, miten hyvin kissa ne peittää. Ulosteesta kulkeutuu myös haitallisia aineita, kuten erilaisia taudinaiheuttajia, vesistöihin hulevesien vaikutuksesta kuten koirankin tapauksessa (Embrey 2001).

Kissan uloste sisältää runsaasti suolistobakteereja sekä *Toxoplasma gondii* -nimistä alkueliötä. Toksoplasmoosi, jota kyseinen alkueliö aiheuttaa, on erityinen riskitekijä raskaana olevalle äidille. Tuore toksoplasma -tartunta voi aiheuttaa keskenmenon tai pysyvän vamma lapselle. Muille toksoplasma aiheuttaa lähinnä kuumetauteja tai menee ohi oireettomana. (Lumio 2018)

Ulosteen hyötykäyttö tapahtuu pääasiassa polttamalla, sillä kissanhiekka ohjataan heittämään sekajätteeseen (Molok 2017). Kuten koirankin uloste, kissan uloste sisältää runsaasti kosteutta, joten sen polttaminen ei ole kovin tehokasta. (Thomas et al. 2017) Myöskään savi, jota monesti kissanhiekkana käytetään, ei ole paras mahdollinen polttoaine.

Kuten koirankin ulosteesta, kissan ulosteesta voidaan tuottaa mädättämällä metaania ja hiilidioksidia. Taulukosta 1 nähdään, että kissan jätösten metaanintuottopotentiaali on hyvin alhainen verrattuna esimerkiksi kotitalouden biojätteisiin.

Taulukko 1: Erialaisten näytteiden metaanintuottopotentiaaleja. Suluisissa olevat arvot kuvaavat keskijahontaa. Kissanvirtsa on sitoutunut bentoniittiin. (muokattu lähteestä Palmroth 2018)

Näyte	L (CH ₄ /kg märkäpaino)
Kotitalouksien biojäte	119 (13,1)
Kauppojen biojäte	152 (7,4)
80 % kotitalouksien biojäte + 20 % kauppojen biojäte	106 (11,7)
Kissanvirtsa	1 (2,6)
90 % kotitalouksien biojäte + 10 % kissanvirtsa	100 (5,8)

2.2 Virtsa

Kissan ja koiran virtsa ovat koostumukseltaan melko samanlaista. Virtsa sisältää runsaasti typpeä ja on pH: ltaan lievästi happaman ja neutraalin välillä. Etenkin koirien virtsa, jota kertyy niin luontoon kuin rakennetulle alueillekin, muodostuu ongelmaksi näiden ominaisuuksien takia. Happamalla virtsalla on korrosoivia vaikutuksia ja se syövyttää esimerkiksi metallisia lyhtypylväitä (Adile 2019). Lisäksi virtsan sisältämä typpi aiheuttaa sekä paikallisia muutoksia maaperän ravinnearvoissa, mutta mahdollisesti myös kauempana virtsaamispaikasta hulevesien vaikutuksesta.

Toisin kuin uloste, joka on lähtökohtaisesti kiinteää, virtsaa on sen nestemäisyyden takia huomattavasti vaikeampi kerätä. Tämän takia virtsan talteenottoa miettiessä, korostuu virtsaamispaikan huomioinnottaminen ja siihen vaikuttaminen.

2.2.1 Koiran virtsa

Lähes kaikki koirat tekevät tarpeensa ulos. Tämän seurauksena virtsan vaikutukset näkyvät myös luonnossa, mutta lisäksi se myös huomattavasti vaikeuttaa koirien virtsan keräämistä. Lisäksi koirat monesti virtsaavat useaan paikkaan pieniä määriä ennemmin kuin kaiken kerralla, mikä osaltaan levittää virtsan ympäristövaikutuksia, mutta vaikeuttaa myös keräämistä. Erään arvion mukaan koirat virtsaavat päivittäin 736 ml päivässä. (Paradeis et al. 2013) Tämä tarkoittaisi Suomessa noin 515 000 litraa päivässä (jos oletetaan 700 000 koiraa).

Koiran virtsan sisältämän typen määrä riippuu koiran ruokavaliosta, mutta eräissä tutkimuksissa selvitettiin beagle-koirien virtsan typpikonsentraatioita. Vaihteluväliksi saatiin 5 000–40 000 mg/l. Samassa tutkimuksessa fosforin määräksi saatiin noin 2200 mg/l. (Paradeis et al. 2013) Typpi ja fosfori ovat tärkeitä ravinteita kasveille, mutta inhiboivat kasvua liian suurissa määrin, koska ne vaikuttavat kasvien vedensaantiin. Virtsa alentaa myös maaperän pH:ta ja sen on tutkittu vaikuttavan maaperän mikrobipopulaatioihin. (Lee et al. 2019)

Koirien virtsalla on vaikutuksia niin luonnossa kuin rakennetussa ympäristössäkin. Virtsan on tutkittu syövyttävän metallisia pylväitä sekä häiritsevän kasvien, nurmen sekä puiden kasvua. Reagoidessaan maassa virtsan sisältämän typen on tutkittu muodostavan dityppioksidia (N_2O), joka on kasvihuonekaasu. (Paradeis et al. 2013) Lisäksi virtsan sisältämän urean hydrolyysissä muodostuu ammoniumia, joka reagoi edelleen ammoniakiksi pH:n kasvaessa. Ammoniakki on tarpeeksi suurena konsentraationa kasvien kasvua inhiboivaa. (Weise et al. 2013)

Korien virtsan keräämiseen on kehitetty vaihtoehtoja, mutta toistaiseksi keräysmenetelmät eivät ole laajemmassa käytössä. Muutamia esimerkkejä keräyksestä on esimerkiksi koirien sisä vessat sekä erityisrakennetut ulkovessat, joiden tarkoituksena on eristää virtsa ympäröivästä alueesta, jotta jatkokäsittely voitaisiin tehdä sopivalla tavalla (Adile 2019; Alt 2019).

Koirien sisävessoja on muutamia erilaisia malleja. Monissa näistä toimintaperiaate on sama: Vessa on tasainen alusta, jolla koira käy tekemässä tarpeensa. Eräissä mallissa on esimerkiksi tekonurmipinnoite, jonka alapuolella on keräysastia. Virtsa läpäisee pinnan ja valuu astiaan, kun taas uloste jää pinnalle, josta se kerätään. Toisessa mallissa on kosteutta imeviä alustoja, jotka käytön jälkeen rullautuvat automaattisesti. Alustojen loputtua rulla vaihdetaan. Koirille on myös olemassa kissanvessojen tyyppisiä ratkaisuja (Alt 2019).

Ongelmana näissä menetelmissä on, että uroskoirat nostavat jalkaansa virtsatessaan. Tasainen alusta ei anna mahdollisuutta tällaiseen. Lisäksi, riippuen alustasta, virtsan erottelu alustasta ja järkevä hävittäminen voi olla vaikeaa. Esimerkiksi edellä mainitussa vessatyyppissä, joka perustuu imukykyisiin arkkeihin, virtsaa sitovat arkit hävitettäisiin todennäköisesti sekajätteen mukana.

Koiran ulkovessa on muusta ympäristöstä eristetty alue, jonka keskellä on tolppa, jonka juureen koira voi tehdä tarpeensa. Alusta on peitetty soralla, joka vaihdetaan säännöllisesti. (Adile 2019) Tällainen ratkaisu mahdollistaa sekä virtsan eristämisen muusta ympäristöstä kuin myös koirien ulkoilutarpeiden ja sosiaalisten tarpeiden täyttymisen.

2.2.2 Kissan virtsa

Kissan virtsa kuten ulostekin on helposti kerättävissä, mikäli kissa tekee tarpeensa kissanvessaan. Kissanhiekkä sitoo virtsan itseensä, jolloin hiekkä paakkuuntuu ja keräys tapahtuu lapioidulla. Ongelman muodostaa materiaalin valinta, sillä hiekkään sitoutuneena

virtsan hyödyllinen jatkokäyttö voi muuttua hankalaksi. Puupohjaisen kissanhiekan jatkokäyttö on helpompaa, sillä jäte on biohajoavaa, mutta lisäksi myös poltto on helpompaa.

Kissan virtsa on pH-arvoltaan happaman puolella ja sisältää runsaasti typpeä ja fosforia kuten koirankin virtsa (Cottam et al. 2002). Näin ollen sillä on luonnossa samankaltaisia vaikutuksia kuin koirankin virtsalla. Kissat eivät samalla tavalla tähtäile lyhtypylväisiin, mutta virtsan ravinteet joutuvat maaperään sekä vesistöihin ja pH:n muutokset vaikuttavat maaperän mikrobeihin (Lee et al. 2019). Lisäksi, samoin kuin koiranvirtsan kanssa, urean hydrolyysissa vapautuva ammonium ja edelleen reagoiva ammoniakki inhiboi kasvien kasvua (Weise et al. 2013).

Samoin kuin kissan ulosteenkin kanssa, kissan virtsa hävitetään sekajätteessä, mikäli kissa käyttää hiekkalaatikkoa. Puupohjaisia materiaalia käytettäessä on kissanjätökset mahdollista hävittää myös kompostoimalla tai mädättämällä, mutta näissä tulee ottaa huomioon mahdolliset hygieniatekijät sekä kissanjätöksien vaikutus muun jätteen biokaasuntuottopotentiaaliin.

2.3 Karvat ja muut jätefraktiot

Koirista ja kissoista irtoaa itsekseen merkittävä määrä karvaa päivittäin. Määrät vaihtelevat roduttain eikä asiaa ole laajemmin tieteellisesti tutkittu. Tämän takia edes karkeiden arvioiden tekeminen karvan määrästä on hyvin vaikeaa. Lisäksi etenkin koirien turkkeja hoidetaan rodusta ja käyttötarkoituksesta riippuen hyvinkin paljon ja harjauksessa karvaa saattaa irrota muovikassillisen verran kerralla. Toistaiseksi karvojen hyötykäyttö on hyvin vähäistä. Pääosa karvoista päätynee sekajätteeseen (esimerkiksi siivouksen tai harjauksen yhteydessä) ja sitä kautta polttoon, mutta karvoista valmistetaan myös tekstiilejä (Greer 2003; Riitala 2019). Joidenkin lintujen on myös havaittu käyttävän koirankarvaa pesärakennusmateriaalina (Eskanen 2017).

Muita jätefraktioita ovat esimerkiksi kuola sekä hilse. Nämä jakeet ovat hyvin vähäisiä, minkä takia niiden tutkimus ja olemassa olevat käyttötarkoitukset ovat myös vähäisiä. Esimerkiksi koiran kuola ja hilse sisältävät allergeeneja, joita voidaan käyttää siedätyshoidossa (Hofman 2010; Polovic et al. 2013).

Koirankarvan käytöllä on Euroopassa pitkä historia. Esihistoriallisista lankojen jäännöksistä, joita on löydetty Scandinaviasta ja Pohjois-Amerikasta, on löydetty jäänteitä koiran karvoista. Lankaa, jota koirankarvasta tehdään, kutsutaan myös *chiengoraksi*, ranskankielen sanasta "chien", joka tarkoittaa koira ja "gora", joka tulee angoravillasta, jota koirankarva muistuttaa. (Greer 2003)

Eräässä tutkimuksessa selvitettiin koiran karvan käyttömahdollisuuksia tekstiileissä ja verrattiin koirankarvaa muihin tekstiilimateriaaleihin. Koirankarva muistuttaa angoravillaa, joka on materiaalina pehmeä ja omaa hyvän lämmöneristyskyvyn. Lisäksi koirankarva hylkii hyvin vettä,

on hyvin kestävä eikä juurikaan jouta. Ominaisuuksiensa ansiosta koirankarvaa pidetään suuressa arvossa tekstiilien raaka-aineena. (Greer 2003)

Kaikki koirarotujen karva ei kuitenkaan sovellu tekstiileihin. Jotta karvaa olisi helppo kehretä, tulisi karvan pituuden olla vähintään 5 cm. (Greer 2003; Riitala 2019) Lyhyempiäkin voi käyttää, kunhan niitä sekoittaa muiden, pidempien, kuitujen kuten lampaanvillan kanssa. Tekstiileihin soveltuvaa karvaa saa esimerkiksi collieista, lammaskoirista, samojedeistä sekä huskyistä. (Greer 2003) Tekstiilien lisäksi, on aiheellista olettaa, että koiran ja kissan karvoja voisi käyttää esimerkiksi tyynyjen täyteenä. Muita käyttökohteita voisi olla erilaiset verhoilut tai eristykset.

Yhdestä koirasta saatava karvan määrä riippuu paljon koirarodusta sekä vuodenajasta. Keväisin koirista putoaa paljon karvaa niiden pudottaessa talviturkkinsa. Selkeää yleiskuvaa siitä kuinka paljon koira keskimäärin pudottaa karvaa on vaikeaa saada. Erään arvion mukaan koira tuottaa 60-180 g karvaa yhtä elopainokiloa kohden. (Cline 2016). Karvan vaihtuvuutta on kuitenkin vaikea arvioida. Kuten kuvasta 1 nähdään, voidaan kuitenkin arvioida, että karvan määrät ovat sen verran huomattavat, että jonkinasteinen syventyminen karvan määrään ja laajempimittaisen hyötykäytön mahdollisuuksiin voisi olla aiheellista.



Kuva 1: Samojedin karva soveltuu hyvin tekstiileihin. Kuvan irtokarvat ovat yhdeltä harjauskerralta.

Karvan määrän arvioimista vaikeuttaa se, että moni koira pudottaa karvaa kaiken aikaa, eripuolille elinympäristöään. Tämä tekee myös karvan keräämisestä haastavaa, sillä pieniä määriä karvoja kerääntyy koiran liikkumisen ja karvan keveyden takia kaikkialle. On kuitenkin syytä miettiä, voisiko jonkinlainen keräys olla mahdollista, esimerkiksi koiranäyttelyissä, joihin valmistautuessa koiria hoidetaan ja harjataan paljon.

Kissojen karvan hyötykäyttömahdollisuuksia on tutkittu vähemmän kuin koirankarvan, ehkä osittain siksi, että kissa hoitaa itse turkkinsa, mutta kissan karva on useissa roduissa myös lyhyempää. Kissankarvasta on tehty esimerkiksi koruja (Schindler 2011).

3. JÄTEFRAKTIOIDEN KERÄYS

Kuten edellisessä luvussa tuli esiin, pääosa kerätyistä lemmikkien jätteistä päätyy sekajätteeseen. Näillä jätteillä voisi olla kuitenkin paljon jatkokäyttöpotentiaalia oikein kerättyinä ja käsiteltynä. Jätösten erilliskeräys mahdollistaisi niiden käsittelyn sellaisenaan, ja niitä voisi hyödyntää esimerkiksi biokaasutuotannossa ja kompostoinnissa, mutta lisäksi ne olisivat poissa luonnosta. Ongelmaksi muodostuu jätteiden järkevän keräystavan löytäminen niin yksittäisten jätösten kuin laajempimittaisen keräyksen tapauksessa. Tärkeää on myös pohtia keräyksen järjestämisen kokonaisvaikutuksia ja sitä, miten se vertautuu nykytilanteeseen. Tässä luvussa tarkastellaan mitä lemmikkien jätteiden keräämisen eteen on jo tehty sekä pohditaan mahdollisuuksia liittyen keräykseen.

3.1 Keräykseen eteen tehtyjä toimenpiteitä

Koska koirat ovat niin yleisiä lemmikkejä, on jäteongelmiin yritetty puuttua eri tavoin ympäri maailmaa. Etenkin kaupunkialueilla tavoitteena on ollut alueen siistinä pitäminen. Taustalla on myös ajatus muista jätteiden haittapuolista, mutta myös niiden mahdollisuuksista. Monet menetelmät perustuvat vain keräys- ja ulkoilutuskäytökseen vaikuttamiseen, mutta koiran ulosteille on kehitelty myös erilaisia käsittelymenetelmiä, jotka perustuvat esimerkiksi kompostointiin ja mädätykseen.

Moni kaupunki on puuttunut koiranulkoiluttajien tapaan jättää koiran jätteet keräämättä. Keinot perustuvat pakkoon sekä mielikuvien kautta syntyvään sosiaaliseen paineeseen. Esimerkiksi Madridin pormestari on hyväksynyt ehdotuksen käsittelyn, joka mahdollistaisi DNA:n testaamisen koiran ulosteesta, jonka avulla koiran omistaja saataisiin kiinni ja häntä voitaisiin sakottaa (Robinson 2018). Malagassa on jo käytössä tällainen järjestelmä, ja koiran omistajia sakotetaan myös siitä, mikäli he eivät rekisteröi koiraansa järjestelmään (Lyne 2017). Suomessa on laissa kiellettyä jättää koiran ulosteet keräämättä hoidetulla alueella taajamassa. (Järjestyslaki, L 27.6.2003/612 2003)

Myös jotkin yritykset ovat pyrkineet puuttumaan jätösten keräämiseen. Esimerkiksi eläintarvikeliikeketju *Musti ja Mirri* järjesti huhtikuussa 2019 kampanjan, jossa yrityksen pop up -kahvilamyymälä kiersi eripuolilla Suomea. Viemällä koiran ulosteen myymälään, sai palkkioksi ”kakkakolikon”, jolla pystyi ostamaan jotakin kahvilasta tai ketjun myymälöistä. (Musti ja Mirri 2019)

Muita, perinteisempiä menetelmiä, puuttua ulkoilutustottumuksiin ovat erilaiset kieltokyltit sekä koirankakkapussitelineet, joista esimerkit on esitetty kuvassa 2. Kieltokyltit ovat hyvin yleisiä ja niillä pyritään vaikuttamaan siihen, ettei koira tekisi tarpeitaan esimerkiksi jonkun pihalle. Koirankakkapusseja voidaan jakaa tarkoituksena parantaa muiden alueiden siisteyttä. Esimerkiksi Tampereella on joillakin alueilla telineitä, joista saa kakkapusseja, mutta ne ovat harvinaisempia kuin pelkät kieltokyltit luultavasti siksi, koska niiden kokonaiskustannukset ovat huomattavammat.



Kuva 2: Tampereen Hervannassa on ulkoilutuskäyttöön puututtu erilaisilla tavoilla. Koirankakkapussiteline vaatii säännöllistä täyttöä.

3.2 Jätefraktioiden erilliskeräys

Edellä mainitut tavat, joilla pyritään saamaan ihmiset keräämään koiransa jätökset puuttuvat kuitenkin vain ongelman ensimmäiseen osaan, ulosteen poistamiseen maaperästä. Tämän lisäksi uloste tulisi kerätä järkevällä tavalla, mutta lisäksi myös hävittää oikein. Näihinkin ongelmiin on kehitetty erilaisia ratkaisuja.

Koska koiria ulkoilutetaan suureksi osaksi hyvin laajalla alueilla ja eri reiteillä, on nykyisissä ratkaisuissa keskitytty lähinnä koirapuistoalueisiin sekä paikkoihin missä monesti on koiria paljon ja keskitetysti (kuten kaupungin puistot). Esimerkiksi useassa kohteessa Suomessa, on koirapuistoissa koiranjätöksillä erillinen keräysastia, johon se lapioidaan suoraan maasta. Tämä mahdollistaa jätteen käsittelyn ilman, että siitä tarvitsee erotella esimerkiksi keräyspussia. Esimerkiksi Helsingin koirapuistoista kuljetetaan koiranjätöksiä mädätykseen Ämmässuolle (HSY 2018). Montrealissa Kanadassa joissain koirapuistoissa myös kompostoidaan jätettä ja saatua maa-ainesta käytetään puistoistutuksissa (Nemiroff & Patterson 2017). Eräässä puistossa Malvern Hills:ssä Englannissa koiranjätökset voi heittää katulampun yhteydessä olevaan reaktoriin, jossa uloste hajoaa anaerobisesti tuottaen metaania ja hiilidioksidia, joita käytetään lampun energiana. (Fleming 2018).

Myös koirien ulkovessojen laajempimittainen implementointi voisi olla ratkaisu, mutta on kyseenalaista, onko se kustannustehokasta tai edes parempi ratkaisu ympäristön kannalta kuin keräämättä jättäminen, jos pohjasoraa täytyy vaihdella koko ajan. Ratkaisu on lisäksi käytettävissä vain ulkoilutuskeskitymissä kuten koirapuistoissa. Se toisaalta mahdollistaisi myös virtsan erottamisen maaperästä, joka on muutoin hyvin vaikeaa. Eräänlainen ratkaisu virtsan keräämiseen voisi olla myös jonkinlainen ”vaippa” tai säiliö, joka laitetaan lemmikille. Säiliön voisi ulkoilun jälkeen tyhjentää. Tässäkin ratkaisussa täytyy kuitenkin ottaa huomioon keräyksen kokonaisvaikutukset sekä myös koiran mukavuus.

Ratkaisuja ulkoiluttajille, jotka ulkoilevat koiransa kanssa muualla kuin koirapuistoissa, on huomattavasti heikommin. Sopivan ratkaisun keksimistä tilanteeseen vaikeuttaa useampi seikka. Ensinnäkin ongelmaksi muodostuu se, miten uloste tulisi kerätä. Esimerkiksi Montrealissa, erään kaatopaikan muovipussikuormitus pieneni arviolta 7000 kappaleella vuosittain pelkästään yhden koirapuiston osalta, kun kyseisessä puistossa otettiin käyttöön jätteiden kompostointi (Nemiroff & Patterson 2017).

Suomessa ulosteet eivät päädy muovipusseissakaan kaatopaikalle, mutta keräysmenetelmä, joka ei perustu kertakäyttöisiin muovipusseihin voisi olla ympäristön kannalta silti parempi. Keräyksen tulisi tapahtua siten, että uloste olisi helppo kerätä, mutta siihen ei tarvitsisi koskea paljain käsin. Toisaalta sen pitäisi olla helposti kuljetettavissa keräykseen. Eräs ratkaisu voisi olla jonkinlainen uudelleenkäytettävä keräyssäiliö, kuten vyöllä oleva astia, jota ulkoiluttaja voisi kantaa aina mukanaan. Säiliön kanssa pitäisi todennäköisesti kantaa myös lapiota, jolla jätökset kauhotaan astiaan. Astia olisi helppo tyhjentää suoraan keräykseen, ja oikealla materiaalivalinnalla, myös helppo puhdistaa aina käytön jälkeen. Ongelmaksi tällaisessa ratkaisussa muodostuu kysymys siitä, haluavatko ihmiset kanniskella mukanaan tällaista säiliö-lapio -yhdistelmää. Tähän voidaan yrittää vaikuttaa hyvällä suunnittelulla, eli tekemällä ratkaisusta mahdollisimman käytännöllinen, sekä asennekampanjoilla. Syytä olisi esimerkiksi miettiä, olisiko koiran mahdollista kantaa astiaa, vaikka valjaisiin kiinnitettynä.

Ulkokissojen ulosteiden kerääminen on lähes mahdotonta, mikäli ne liikkuvat vapaina, mutta valjaissa olevaa kissa ulkoiluttava kohtaa samat ongelmat kuin koiran ulkoiluttajakin liittyen jätöksien keräykseen. Sisäkissojen kohdalla ongelmaksi ei muodostu keräys, sillä kissanvessa täytyy joka tapauksessa tyhjentää. Jäte olisi periaatteessa lajiteltavissa riippuen kissanhiekan materiaalista. Ongelmana on, että jätteille ei ole erilliskeräystä, eikä niitä monessa paikassa saa hävittää biojätteen mukana. (Molok 2017; HSY 2018)

Yksittäisten ulosteiden keräyksen jälkeen ongelmaksi muodostuu laajempimittaisen keräyksen järjestäminen. Jos jätöksiä ei saa hävittää muun kotitalouksien biojätteiden mukana (Molok 2017; HSY 2018), niin niille tulisi olla omat keräysastiat. Esteeksi muodostuu tässäkin se, että monet koiranulkoiluttajat ulkoilevat paikoissa, jonne keräysastian sijoittaminen ei ole järkevää (kuten metsät). Tällöin ulkoiluttajan olisi kannettava jätös astiaan, joka sijaitsisi todennäköisesti jossakin asumiskeskittymässä. Kysymys onkin, jaksako ulkoiluttaja nähdä vaivaa. Toisaalta käytännöllisen keräystavan kehittäminen voisi motivoida ulkoiluttajia.

Lisäksi tulisi selvittää, kuinka paljon tällaisia keräysastioita tulisi olla, missä niitä pitäisi olla ja kuinka tiheästi niitä pitäisi tyhjentää. Astioiden laajempi levittäminen mahdollistaa niiden saatavuuden useammalle ulkoiluttajalle, mutta toisaalta pidentää tyhjennysautojen ajomatkoja. Liian tiheä sijoittaminen ei ole myöskään kovin järkevää, sillä ulostetta muodostuu pientä aluetta (kuten taloyhtiötä) kohden loppujen lopuksi melko vähän. Liian tiheä sijoittaminen tarkoittaa, että astiat täyttyvät hitaasti. Tällöin niitä joko tyhjennetään harvemmin, jolloin jätöksistä muodostuu päästöjä ja hajuhaittoja niiden alkaessa hajota astiassa, tai sitten astiat tyhjennetään osittain tyhjinä. Hyvä puoli tällaisessa astiassa olisi se, että sinne voitaisiin laittaa muidenkin lemmikkien jätökset (olettaen, ette niiden seassa ei ole esimerkiksi bentoniittia).

Ulosteiden lisäksi myös esimerkiksi lemmikkien karvojen erilliskeräys voisi olla mahdollista. Ensin olisi kuitenkin syytä tutkia onko erilliskeräys missään mielessä järkevää. Lisäksi näissä ratkaisuissa, kuten muissakin liittyen tekstiilien erilliskeräykseen, tulee ottaa huomioon kuitujen suojaamien esimerkiksi kosteudelta ja tuholaisilta. Ongelmaksi muodostunee myös erilaisten karvojen erottelu.

4. KOKEELLINEN OSUUS

Työn kokeellisessa osuudessa tarkasteltiin sitä, millainen vaikutus kissanvirtsalla oli kukkien kasvamiseen. Käytännössä kukkia istutettiin neljään erilaiseen alustaan, jotka sisälsivät multaa ja virtsaa. Pääasiallinen tarkastelun kohde oli käytetyn virtsan ja mullan vesiliukoisen typen määrä. Ensimmäisessä alustassa oli typpipitoisuudeltaan laimeinta multaa (alusta 1), toisessa oli samaa multaa ja kissanhiekkaa (alusta 2), kolmannessa oli ravinteikkaampaa multaa (alusta 3) ja neljännessä laimeampaa multaa, mutta enemmän kissanhiekkaa kuin ensimmäisessä (alusta 4). Kutakin alustaa oli viisi kappaletta. Kokeessa käytetty kissa on nuori leikkaamaton 3-kiloinen naaras.

4.1 Koejärjestelyt

Typpi on tärkeä kasvien tarvitsema ravinne, jota kissanvirtsa sisältää runsaasti. Virtsaa lisättiin siis multaan ravinnepitoisuuden kasvattamiseksi. Kokeessa käytettiin kahta erilaista, Kekkilän valmistamaa, multaa. Käytettyjen multien sisältämien vesiliukoisen typen määrät olivat 50 ja 350 mg N / kg kuiva-ainetta. Kissanvirtsa lisättiin vain laimeampaan multaan siten, että pitoisuudeksi tuli 150 mg N / kg kuiva-ainetta ja 350 mg N / kg kuiva-ainetta.

4.1.1 Virtsan keräys ja analysointi

Käytetty virtsa kerättiin viikon ajalta. Virtsaa kerättiin kissanhiekkalaatikosta pussiin. Kissanvirtsa, jota multaan lisättiin, oli sitoutunut kissanhiekkaan. Käytetty kissanhiekka oli luonnonsavea. Virtsa-hiekka -yhdistelmän (käytetään jatkossa pelkkää "virtsa" nimitystä) typpipitoisuus määritettiin alkuaineanalyysointorilla (Thermoscientific Flash smart CHNS/O analyzer). Määritys tapahtui mittaamalla ensin kaksi kappaletta eri standardeja (sulfaniiliamidi ja BBOT eli 2,2'-(2,5-Thienediyli)bis[5-(2-metyyli-2-propanyyli)-1,3-benzoxazole]) kolme kertaa, sitten kolme kappaletta puhdasta kissanhiekkaa ja lopuksi viisi kappaletta virtsaa, joita sitten verrattiin standardien pitoisuuksiin. Lisäksi mitattiin virtsan sisältämä kosteus. Alkuaineanalyysejä varten, kissanhiekka murskattiin

Myös ulosteet kerättiin, mutta omaan pussiinsa. Keräys tehtiin kahtena eri viikkona kahdella eri kissanhiekalla. Toinen oli bentoniittia ja toinen puuta. Kokeilun tarkoituksena haluttiin selvittää, miten paljon jätettä muodostuu viikossa ja millainen vaikutus kissanhiekan materiaalivalinnalla on syntyvän jätteen määrään.

4.1.2 Kissanvirtsa kukkien ravinteena

Multien tunnettujen pitoisuuksien ja alkuaineanalyysointilla mitattujen typpipitoisuuksien perusteella laskettiin, kuinka paljon virtsaa tulisi lisätä multa- ja virtsamäärät sekä typen pitoisuudet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1: Eri alustojen multa - virtsa suhteet sekä typpipitoisuus. Jokaista alustaa oli viisi kappaletta.

Alusta nro.	Multaa (%)	Virtsaa (%)	Vesiliukoinen typpi / kuiva-aine (mg/kg)
1	100		50
2	99,6	0,4	150
3	100		350
4	98,8	1,2	350

Koska kissanvirtsa sisältää huomattavasti enemmän typpeä kuin multa, oli virtsan määrä suhteessa multa- ja virtsamäärä melko pieni. Alustassa 2 multa oli 237 g ja virtsaa 1 g (jokaisessa). Alustassa 4 multa oli 170 g ja virtsaa oli 2 g (jokaisessa). Määrät mitattiin vaa'alla, jonka tarkkuus oli 1 g.

Multaan istutettiin tarhaidänunikon (*Papaver orientale*) siemeniä. Valinta perustui kasvin helppouteen ja esikasvatukseen sopivaan ajankohtaan, joka osui maaliskuun alkuun. Kokeessa valittiin tarkoituksella kasvi, joka ei ole tarkoitettu nautittavaksi, koska on epäselvää missä määrin taudinaiheuttajia siirtyy mullan mukana ruokakasviin. Kasvit yritettiin istuttaa tasaisesti samankaltaisiin alustoihin samaan paikkaan siten, että kaikilla olisi samanlaiset kasvuolosuhteet.



Kuva 2: Koejärjestelyä

4.2 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Kokeen tarkoituksen oli selvittää voiko kissanhiekkaan sitoutunutta kissanvirtsa käyttää kasvien lannoitteena. Vaikka kokeen tulosten suunta oli hyvä, tulee niihin suhtautua jonkinasteisella varauksella, ottaen huomioon koejärjestelyjen puutteellisuuden tietyissä asioissa. Selvää on kuitenkin, että kasvit sietävät ainakin jossain määrin virtsaa.

4.2.1 Kissanhiekkan vaikutus kukkien kasvuun

Kylvö tapahtui 13. maaliskuuta 2019. Ensimmäiset taimet havaittiin noin kaksi viikkoa kylvöstä 29. maaliskuuta 2019. Taimia ilmestyi alustoihin 1, 2 ja 3. Tulokset olivat melko johdonmukaisia, eli alustoissa, joissa ei ollut virtsaa ja jossa sitä oli hyvin vähän, kasvua tapahtui (1, 2, 3). Alustassa, jossa virtsaa oli enemmän, kasvua ei tapahtunut (4). Tuloksia on esitelty taulukossa 2.

Tuloksista on vaikea sanoa muuta kuin että kasvua saatiin aikaan kolmessa alustassa neljästä. Tulokset olivat loogisia siinä mielessä, että alusta, jossa ei ollut kasvua, sisälsi eniten virtsaa. Virtsan koostumuksen lisäksi kasvuun saattoi vaikuttaa bentoniittipohjainen kissanhiekka, johon virtsa oli sitoutunut. On epäselvää missä määrin bentoniittiin sitoutunut virtsa on kasvien käytettävissä vai häiritseekö se esimerkiksi kasvin juurtumista. Kokeilun jälkeen kasvien juuret tarkistettiin ja ne näyttivät terveiltä, paitsi alustassa neljä, jossa ei ollut havaittavissa kasvua. Jälkikäteen oli vaikea arvioida bentoniitin vaikutuksia. Tarkastelua olisi ehkä syytä tehdä jatkuvana, kasvun kanssa samanaikaisesti, jolloin tuloksista voisi saada hieman selkeämpää kuvaa.

Taulukko 2: Kokeessa saatuja tuloksia liittyen kasvien kasvuun.

Alusta nro.	Kasvua (+/-)
1	+
2	+
3	+
4	-

4.2.2 Kissanvessasta syntyvän jätteen määrä

Osana koetta määritettiin myös, kuinka paljon jätettä kissasta muodostuu viikossa. Jätteellä tarkoitetaan tässä ulostetta ja virtsaa sekä ylimääräistä kissanhiekkaa, joka heitetään pois kissan vessaa tyhjentäessä. Kokeilu tehtiin kahdella eri kissanhiekalla, joista ensimmäinen oli bentoniittia ja toinen puuhaketta. Bentoniittipohjaisesta muodostui jätettä 1,56 kg viikossa ja

puupohjaisesta 0,60 kg. Puhtaan kissanhiekan (bentoniitti) kosteus oli keskimäärin 4,8 %. Hiekan, johon oli sitoutunut virtsaa, keskimääräinen kosteus oli 26,0 %.

Ero syntyvässä jätemäärässä puu- ja bentoniittipohjaisen kissanhiekan välillä oli huomattava, 0,96 kg, joka on 150 % syntyneen jätteen määrästä käytettäessä puupohjaista kissanhiekkaa. Kokeessa käytetyn kissan tapauksessa ero merkitsisi vuodessa melkein 50 kg eroa syntyvän jätteen määrässä. Jos oletetaan sisäkissojen määräksi Suomessa 250 000, ja lisäksi oletetaan, että kaikki nämä kissat käyttävät vain sisävessaa, olisi ero jätteenmäärässä näiden kahden kissanhiekan välillä 12,5 miljoonaa kilogrammaa vuodessa. Tutkimuksessa ei selvinnyt sitä tilavuusmäärää, jonka tietty määrä kissan virtsaa tai ulostetta vaatii kissanhiekkaa. Syntyneen jätteen määriä on esitetty taulukossa 3.

On luonnollisesti parempi mitä vähemmän jätettä syntyy, mutta ympäristövaikutuksia tarkastellessa on syytä ottaa huomioon koko elinkaari. Puu on kevyempää ja näin helpompi kuljettaa ja lisäksi sen jatkokäyttö on helpompaa kuin saven (pala paremmin, hajoaa luonnossa). Lisäksi puuna voidaan käyttää puuteollisuuden sivutuotteita (purua yms.).

Taulukko 3: Kokeessa syntyneet jätteenmäärät eri kissanhiekoilla. *Tulokset perustuvat viikoittaiseen jätemäärään.

	Bentoniitti (kg)	Puu (kg)	Erotus (kg)
Jätettä viikossa/kissa	1,56	0,60	0,96
Jätettä vuodessa/kissa*	81,1	31,2	49,9
Jätettä vuodessa yht.*	20,3 milj.	7,8 milj.	12,5 milj.

4.2.3 Tulosten tarkastelu

Tulokset olivat siinä mielessä johdonmukaisia, että kasvua tapahtui niissä kolmessa alustassa, jossa kissanvirtsaa oli vähiten. On vaikea sanoa mikä aiheutti sen, että neljännessä alustassa ei ollut kasvua, mutta se saattoi johtua virtsan määrästä tai bentoniitista. Kasvin on todennäköisesti vaikea läpäistä märkää bentoniittia. Lisäksi käytetty virtsa oli hyvin epätasalaatuista, joten käytetyn virtsan ravinnepitoisuudella saattoi olla vaikutusta (alkuaineanalyysointorin tuloksissa typen määrän suhteellinen keskihajonta virtsanäytteissä oli noin 26 %). Toisin sanoen, pienelläkin virtsanlisäyksellä saattoi olla haluttua suurempia vaikutukset typenpitoisuuksiin.

Käytettävissä oleva typen määrä koetilanteessa on todellisuudessa hyvin vaikea arvioida johtuen typen haihtumisesta, mutta lienee syytä olettaa, että kissanvirtsaa voi käyttää, ainakin laimennettuna, mullassa ravinnelisanä. Todellisen korrelaation löytäminen virtsan lisäämisen ja kasvun lisääntymisen tai inhibition välillä vaatisi kuitenkin laajempaa tutkimusta.

Jatkotutkimuksia ajatellen olisi myös syytä kokeilla erilaista kissanhiekkamateriaalia, esimerkiksi puupohjaista. Tällä voi olla vaikutusta siihen, miten hyvin kasvi voi käyttää virtsaa, mutta puupohjainen ei ehkä samalla tavalla tuki veden ja juurten etenemistä pohjan läpi. Tulosten perusteella myös syntyvän jätteen määrää voisi vähentää käyttämällä puupohjaista

kissanhiekkää. Voisi olla myös aiheellista kokeilla pelkkää virtsaa siten, että se ei ole sitoutunut mihinkään. Kissanvirtsalla ei ole tehty laajamittaisia kokeiluja, mutta ihmisvirtsalla on kasvatettu esimerkiksi mikroleviä (Jaatinen et al. 2016), ja on syytä olettaa, että kissanvirtsa voisi käyttää samalla tavalla. Ongelmaksi tässä muodostunee järkevän keräystavan kehittäminen.

On myös vaikea sanoa, miten virtsan pH muuttui säilömisen yhteydessä. Koska virtsaamisen ja istuttamisen välillä oli kulunut päiviä, on syytä epäillä, että virtsan pH muuttui. Säilömisen yhteydessä tyypeä todennäköisesti haihtui ammoniakkinä sekä dityppioksidina. Muuta virhettä aiheutti käytetty vaaka sekä alkuaineanalyysointilaitteen tarkkuus. Myös näytteenoton tarkkuudella oli vaikutusta. Niin alkuperäisen näytteen, joka otettiin kissanhiekkalaatikosta, kuin alkuaineanalyysointiin menneen näytteen, joka otettiin ensimmäisestä näytteestä, näytteenotossa syntyi todennäköisesti virhettä. Virtsan homogenisointi oli myös haastavaa bentoniitin ominaisuuksien takia.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä työssä käytiin läpi lemmikkieläinten, jotka rajattiin nyt koiraan ja kissaan, jätefraktioita sekä niiden keräystä ja hyötykäyttöä. Tarkoituksena oli saada kuva jätteiden laadusta, määrästä ja koostumuksesta sekä avata näkökulmia liittyen jätteiden ympäristövaikutuksiin sekä siihen, missä määrin jätteiden keräystä olisi järkevää toteuttaa. Tavoitteena oli myös selvittää, onko kissanvirtsa mahdollista käyttää lannoitteena kasvien kasvatuksessa.

Lemmikkien jätefraktioilla tarkoitettiin ulostetta, virtsaa sekä karvoja, mutta myös muita marginaalisempia eläimestä muodostuvia jätteitä. Nämä jätefraktiot eroavat toisistaan kemialliselta koostumukseltaan ja laadultaan, ja voivat aiheuttaa ympäristöhaittoja esimerkiksi ravinnekuormitusta lisäämällä ja vesistöjä saastuttamalla patogeenien vaikutuksesta.

Koostumuseroista johtuen myös jätteiden keräystavat sekä hyötykäyttömahdollisuudet eroavat toisistaan. Keräystä vaikeuttaa etenkin koirien kanssa jätteiden muodostumisen satunnaisuus, eli on vaikea arvioida milloin ja minne koira tekee tarpeensa. Käytännöllisten ja ympäristöystävällisten keräysmahdollisuuksien puute ei myöskään tee talteenotosta kovin järkevää. Kissojen kohdalla jätökset ovat helppo kerätä, mikäli kissa tekee tarpeensa kissanvessaan, mutta vapaana olevien ulkokissojen kohdalla keräys on hyvin vaikeaa. Karvojen keräystä vaikeuttaa se, että niitä putoilee jatkuvasti, joten niitä olisi järkevää kerätä vain harjauksen yhteydessä. Silloinkin, rodusta riippuen, kerralla saattaa tulla hyvin vähän karvaa. Lisäksi karvoille on tiettyjä vaatimuksia, mikäli niitä haluaa käyttää tekstiileissä.

Suomen laissa on määrätty, että koiran jätökset täytyy kerätä hoidetulla alueella taajamassa, mutta jätteille ei ole erilliskeräystä eikä niitä monin paikoin saa heittää biojätteen sekaan. Tämän takia eläinten jätteet päätyvät usein sekajätteeseen ja sitä kautta polttoon, missä ne taas eivät ole paras mahdollinen polttoaine suuren kosteuspitoisuutensa takia. Erilliskeräys mahdollistaisi näiden jätefraktioiden tehokkaamman jatkokäytön. On kuitenkin epäselvää jääkö energiatase positiiviseksi tässä tapauksessa.

Oikein lajiteltuna ulosteita voidaan käyttää esimerkiksi kompostoinnissa sekä biokaasuntuotannossa. Vaikka biokaasuntuotanto potentiaali ei ole optimaalinen koiran ja kissan ulosteissa, on niitä mahdollista käyttää muun biomassan kanssa metaanin tuottoon. Kompostoinnissa voidaan saada käyttökelpoista maa-ainesta, mutta ongelmaksi muodostuu kompostin hygieenisuus. Karvojen erilliskeräys mahdollistaisi niiden käytön tekstiileissä, mutta karvojen säilöntä keräyssäiliössä altistaa ne säänvaihteluille sekä tuholaisille. Virtsan erilliskeräystä on hankala toteuttaa virtsan nestemäisyyden takia, mutta virtsa on ravinnerikasta, joten sitä voisi käyttää lannoitteena samalla tavalla, miten ihmisen virtsaa on käytetty. Tässäkin tulee ottaa huomioon hygieniapuoli, ja tarkastella keräyksen kokonaiskustannuksia.

Työn kokeellisen osuuden tulokset viittaavat siihen, että kasvit sietävät jossain määrin sekä bentoniittia että kissanvirtsa kasvualustassaan. Jatkotutkimuksia ajatellen olisi hyvä tarkastella kasvua jatkuvasti myös juuria tutkimalla sekä kokeilla pelkkää kissanvirtsa tai kissanvirtsa, joka on sitoutunut puupohjaiseen kissanhiekkaan.

Lemmikkieläinten jätefraktioiden hyötykäyttöä suunniteltaessa, olisi jatkossa hyvä keskittyä etenkin yksittäisten jätteiden keräyksen tehostamiseen sekä jätteiden suurempaan erilliskeräykseen. Syytä olisi myös selvittää, mikäli erilliskeräys on järkevää ja olisiko mahdollista, että jätteitä voisi kerätä yhdessä muun kotitalouksien biojätteiden kanssa.

LÄHTEET

- Alt, Kimberly. 2019. *Dog toilet 101: Why your dog may need one*. Saatavissa: <https://www.caninejournal.com/dog-toilet/>
- American Pet Products Association (APPA). 2018. *Pet industry market size & ownership statistics* Saatavissa: https://www.americanpetproducts.org/press_industrytrends.asp
- Royal Canin. 2016. *Suuri kissatutkimus*. Saatavissa: <https://www.sttinfo.fi/tiedote/kissojen-maara-kasvussa-arvostuksessa-yha-parannettavaa?publisherId=42504626&releaseId=42504663>
- Cinquepalmi, Vittoria; Monno, Rosa; Fumarola, Luciana; Ventrella, Gianpiero; Calia, Carla; Fiorella Greco, Maria; de Vito, Danila & Soleo, Leonardo. 2013. *Environmental contamination by dog's faeces: A public health problem?* (International Journal of Environmental research and public health). Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3564131/pdf/ijerph-10-00072.pdf>
- Cline, Jill. 2016. *Skin and coat*. Saatavissa: https://cdn.shopify.com/s/files/1/0659/4529/files/SkinCoat_WhiteSheet6-5.pdf?6678352109863082785
- Cottam, Y. H., Caley, P., Wamberg, S., & Hendriks, W. H. 2002. *Feline Reference Values for Urine Composition*. The Journal of Nutrition. Saatavissa: <https://academic.oup.com/jn/article/132/6/1754S/4687798>
- Driscoll, Carlos A., Clutton-Brock, Juliet; Kitchener, Andrew C. & O'Brien, Stephen J. 2009. *The taming of the cat*. *Scientific American* 68-75. Saatavissa: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=249ce7af-0a8d-4a05-ace1-1e56e7aca288%40sdc-v-sessmgr01&bdata=JkF1dGhUeXBIPWNvb2tpZSxpcCx1aWQmc2l0ZT1laG9zdC1saXZlJnNjb3BIPXNpdGU%3d#AN=39344908&db=bsu>
- Embrey, Sandra S. 2001. *Microbiological quality of puget sound basin streams and identification of contaminant sources*. (Journal of the American water resources associaton) 407 - 421. Saatavissa: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1752-1688.2001.tb00978.x>
- Ervin, Jared S., Van De Werfhorst, Laurie C., Murray, Jill L. S. & Holden, Patricia A. 2014. *Microbial source tracking in a coastal California watershed reveals canines as controllable sources of fecal contamination*. (Environmental science & technology). Saatavissa: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es502173s>
- Eskanen, Jukka. 2017. *Lyhyille koirankarvoille on käyttöä pikkulintujen pesissä*. Yle. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9442390>
- Finley, Rita; Reid-Smith, Richard & Weese, J. Scott. 2006. *Human Health Implications of Salmonella-Contaminated*. (Clinical Infectious Diseases). Saatavissa: <https://academic.oup.com/cid/article/42/5/686/317224>
- Fisher, Katie & Phillips, Carol. 2009. *The ecology, epidemiology and virulence of Enterococcus*. (Microbiology Society). Saatavissa: <https://mic.microbiologyresearch.org/content/journal/micro/10.1099/mic.0.026385-0>
- Fleming, Nic. 2018. *From stools to fuels: the street lamp that runs on dog do*. <https://www.theguardian.com/environment/2018/jan/01/stools-to-fuels-street-lamp-runs-on-dog-poo-bio-energy-waste->

- Greer, J. Suzanne. 2003. *Evaluation of Non-Traditional Animal Fibers for Use in Textile Products*. Graduate Faculty of North Carolina State University. Saatavissa: <https://repository.lib.ncsu.edu/bitstream/handle/1840.16/1991/etd.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hill, Richard C., Burrows, Colin F., Ellison, Gary W., Finke, Mark D., Huntington, Jennifer L. & Bauer, John E. 2011. *Water content of faeces is higher in the afternoon than in the morning*. Saatavissa: https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/6E6BDD6764ABEA0D3EA25429F4B86EC3/S0007114511000833a.pdf/water_content_of_faeces_is_higher_in_the_afternoon_than_in_the_morning_in_morningfed_dogs_fed_diets_containing_texturised_veget
- Hofman, Jason. 2010. *Cat litter and dog feces: Compost or waste?* Saatavissa: <https://divertns.ca/assets/files/CLDF-REPORT.pdf>
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY). 2019. *Biojäte*. Saatavissa: <https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/lajittelujakierratus/lajitteluohjeet/biojate/Sivut/default.aspx>
- Jaatinen, Sanna; Lakaniemi, Anna-Maija & Rintala, Jukka. 2016. *Use of diluted urine for cultivation of *Chlorella vulgaris**. Environmental Technology. Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/09593330.2015.1105300>
- Järjestyslaki, L 27.6.2003/612, 2003. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030612>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset (EY) N:o 1774/2002, annettu 3 päivänä lokakuuta 2002, muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden terveysäännöistä, L 273 , 10/10/2002, 2002, Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32002R1774>
- Ilaboya, Rudolph; Ezuqwu, Michael; Asekhome, F. F. & Erameh, Andrew. 2009. *Studies on Biogas Generation from Agricultural Waste; Analysis of the Effects of Alkaline on Gas Generation*. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/265203194_Studies_on_Biogas_Generation_from_Agricultural_Waste_Analysis_of_the_Effects_of_Alkaline_on_Gas_Generation
- Laaksonen, Petteri. 2011. *Production and utilization of municipal wastewater sludges*. Saatavissa: <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/20658/laaksonen.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Lee, Jee Min; Tan, Jenny; Gill, Aman S., & McGuire, Krista L. 2019. *Evaluating the effects of canine urine on urban soil microbial communities*. Saatavissa: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-019-00842-0>
- Lounais-Suomen jätehuolto (LSJH). 2019. *Koirankakka*. Saatavissa: <https://www.lsjh.fi/fi/jatteiden-abc/koirankakka/>
- Lumio, Jukka. 2018. *Toksoplasmoosi*. Lääkärikirja Duodecim. Saatavissa: https://www.terveysportti.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00619&p_haku=Toksoplasmoosi
- Lyne, Nick. 2017. Malaga introduces DNA profiling for dogs. Saatavissa: https://elpais.com/elpais/2017/03/21/inenglish/1490088206_572911.html
- Meyer, H., Zentek, J., Habernoll, H. & Maskell, I. 1999. *Digestibility and compatibility of mixed diets and faecal consistency in different breeds of dog*. Saatavissa: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1439-0442.1999.00201.x>

- Minetti, Corrado; Chalmers, Rachel M., Beeching, Nick J., Probert, C. & Lamden, K. 2016. *Giardiasis*. (BMJ : British Medical Journal). Saatavissa: <https://search.proquest.com/docview/1833035682?pq-origsite=summon>
- Molok. 2017. *Biojäte - Usein kysytyt kysymykset*. Saatavissa: <https://www.molok.com/fi/blogi/biojate-usein-kysytyt-kysymykset>
- Musti ja Mirri. 2019. *Putsataan Suomi pökäle kerrallaan*. Saatavissa: <https://www.mustijamirri.fi/kakkarahaksi>.
- Nemiroff, Leah & Patterson, Judith. 2017. *Design, testing and implementation of a large-scale urban dog waste composting program*. Saatavissa: http://whitelab.biology.dal.ca/ln/PDFs/dog_waste_final.pdf
- Okin, Gregory S. 2017. *Environmental impacts of food consumption by dogs and cats*. Saatavissa: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0181301>
- Okoroigwe, Edmund C., Ibeto, Cynthia N. & Okpara, C. G. 2014. *Experimental study of anaerobic digestion of dog waste*. Scientific Research and Essays. Saatavissa: https://www.researchgate.net/profile/Edmund_Okoroigwe/publication/287343248_Experimental_study_of_anaerobic_digestion_of_dog_waste/links/568ce47d08aeb488ea311e76/Experimental-study-of-anaerobic-digestion-of-dog-waste.pdf?origin=publication_detail
- Palmroth, Marja. 2018.
- Paradeis, Breanna; Lovas, Sarah; Aipperspach, Andrew; Kazmierczak, Angela; Boche, Mikayla; He, Yangbo & Corrigan, Patrick. 2013. *Dog-park soils: Concentration and distribution of urine-borne constituents*. Urban ecosystems. Saatavissa: <https://link-springer-com.libproxy.tuni.fi/article/10.1007%2Fs11252-012-0264-1>
- Pirkanmaanjätehuolto (PJH). 2019. *Lemmikkieläinten jätteet*. Saatavissa: http://pjhoy.fi/Tietori/lemmikkielainten_jatteet
- Polovic, N., Waden, K., Binnmyr, J., Hamsten, C., Grönneberg, R., Palmberg, C., Milcic-Matic, N., Bergman, T., Grönlund H. & van Hage. 2013. *Dog saliva—an important source of dog allergens*. Saatavissa: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/all.12130>
- Riitala, Eija-Liisa. 2019. Haastattelu. 24.3.2019
- Robinson, Belinda. 2018. *FINALLY! Is this the solution to stop disgusting dog fouling? DNA tests to find owners*. Express. Saatavissa: <https://www.express.co.uk/news/world/907006/Manuela-Carmena-DNA-test-dog-poo-Madrid-Spain-find-owners-excrement>
- Rose, C., Parker, A., Jefferson, B. & Cartmell, E. 2015. *The characterization of feces and urine: A review of the literature to inform advanced treatment technology*. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4500995/>
- Ruth, Olli. 2007. *Bakteerit kaupunkivesien kuormittajana*. Vesitalous 2007 (2): 19 - 22 . Saatavissa: <https://www.vesitalous.fi/wp-content/uploads/2010/02/2-2007.pdf>
- Salah, Jaber. 2012. *Canine faeces: The microbiology of an environmental health problem*. The University of Sheffield. Saatavissa: http://etheses.whiterose.ac.uk/3849/1/new_Copy__of_SALAH_FINAL%2B.pdf
- Schindler, Rick. 2011. *Hair today, bling tomorrow: It's jewelry made from cat fur*. Saatavissa: <https://www.today.com/news/hair-today-bling-tomorrow-it-s-jewelry-made-cat-fur-wbna42976091>

- Skoglund, Pontus; Ersmark, Erik; Palkopoulou, Eleftheria & Love, Dalén. 2015. *Ancient wolf genome reveals an early divergence of domestic dog ancestors and admixture into high-latitude breeds*. Current Biology. Saatavissa: [https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822\(15\)00432-7.pdf](https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822(15)00432-7.pdf)
- Street, M., Napierala, H., & Janssens, L. 2015. *The late Palaeolithic dog from Bonn-Oberkassel in context*. In: *The late glacial burial from Oberkassel revisited*. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/284720121_Street_M_Napierala_H_Janssens_L_2015_The_late_Palaeolithic_dog_from_Bonn-Oberkassel_in_context_In_The_Late_Glacial_Burial_from_Oberkassel_Revisited_L_Giemsch_R_W_Schmitz_ed_Rheinische_Ausgrabungen_72
- Tacon, Paul & Pardoe, Colin. 2002. *Dogs make us human*. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/29464691_Dogs_make_us_human
- Thomas, D., Post, M. & Bosch, G. 2017. *The effect of changing the moisture levels of dry extruded and wet canned diets on physical activity in cats*. Journal of Nutritional science. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5465855/>
- Tilastokeskus. 2016. *Autoilevien kotitalouksien osuus vakiintunut, lemmikkien omistaminen lisääntyy*. Saatavissa: https://www.tilastokeskus.fi/til/ktutk/2016/ktutk_2016_2016-11-03_tie_001_fi.html
- Typhina, Eli & Yan, Changmin. 2014. *Managing Dog Waste: Campaign Insights From the Health Belief Model*. Applied Environmental Education & Communication 73 - 82. Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/1533015X.2014.944247>
- Weise, Teresa; Kai, Marco & Piechulla, Birgit. 2013. *Bacterial ammonia causes significant plant growth inhibition*. Saatavissa: <https://search.proquest.com/docview/1351912101?pq-origsite=summon>
- Vigne, J. D., Guilaine, J., Debue, K., Haye, L. & Gérard, P. 2004. *Early taming of the cat in Cyprus*. Science. Saatavissa: <http://science.sciencemag.org/content/sci/304/5668/259.full.pdf>
- Sevimli, Adile. 2019. *Koirankakka biojätepussissa maastoon on tuplavahinko ympäristölle – siksikin koiravessat ovat tervetulleita puistoihin*. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10712019>

LIITE A: LASKUJA LIITTYEN ALUSTAAAN 2

Kosteus tavoitemullassa	40 % **				
Kosteus käytetyssä mullassa	35 % **				
1 kg kuivapaino ->	1,538462 kg märkápaino				
	1,666667 kg märkápaino				
Tavoite	150 mg N/kg **	Märkápainossa	90 mg/kg		
	0,015 %		0,009 % *		
Multa	50 mg N/kg **	Märkápainossa	32,5 mg/kg		
	0,005 %		0,00325 %		
Kissanvirtsassassa	1,36 % N				
	13600 mg N/kg				
	4,23 g virtsaa	995,77 g multaa	1000 g yht		
Typeä	0,057638716 g	0,032363 g			
Yht.			0,090001 g		
			0,009 %		
* Haluttu pitoisuus					
**Tiedot koskien multien kosteuksia ja pitoisuuksia on otettu pusseista.					

LIITE B: LASKUJA LIITTYEN ALUSTAAN 4

Kosteus tavoitemullassa	45 % **				
Kosteus käytetyssä mullassa	35 % **				
1 kg kuivapaino ->	1,538462 kg märkápaino				
	1,818182 kg märkápaino				
Tavoite	350 mg N/kg	Märkápainossa	192,5 mg/kg		
	0,035 %		0,01925 % *		
Multa	50 mg N/kg	Märkápainossa	32,5 mg/kg		
	0,005 %		0,00325 %		
Kissanvirtsassa	1,36 % N				
	13600 mg N/kg				
	11,77 g virtsaa	988,23 g multaa	1000 g yht		
Typeä	0,160380069 g	0,032117 g			
Yht.			0,192498 g		
			0,01925 %		
* Haluttu pitoisuus					
** Tiedot koskien multien kosteuksia ja pitoisuuksia on otettu pusseista.					