



Huussikonseptien biokiertoalouden kehittäminen

Saara Lavonen

Opinnäytetyö, ylempi AMK

Toukokuu 2024

Luonnonvara-ala

Biotalouden kehittäminen

Saara Lavonen

Huussikonseptien biokiertotalouden kehittäminen

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. **Toukokuu 2024**, 66 sivua

Biotalouskehittämisen tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö YAMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Suomen biotalousstrategian ja kiertotalousohjelman tavoitteena on hiilineutraali yhteiskunta 2035 mennessä. Ravinteiden kierrätysohjelman yhtenä tavoitteena on kierrätysravinteita ja uusiutuvaa energiaa tuottamalla lisätä ravinne- ja energiaomavaraisuutta. Huussikonseptien biokiertotalouden mahdollisuudet ovat moninaiset ja edut selvät. Niitä hyödynnetään kuitenkin tällä hetkellä vähän.

Tutkimuskysymys oli ”Mitkä toimenpiteet voisivat edistää huussikonseptien biokiertotalouden kehittämistä?”. Toteutustavaksi valikoitui tutkimuksellinen kehittämissyö ja laadullinen tutkimus. Huussikonseptien biokiertotalouden mahdollisuuksia tarkasteltiin biotalouden ekologisesta, teknologisesta, yhteiskunnallisesta ja taloudellisesta näkökulmasta. Tavoitteena oli kehittää toimenpide-ehdotus sellaisista toimenpiteistä, jotka edistäisivät huussikonseptien biokiertotalouden kehittämistä.

Aineistonkeruumenetelmiksi valikoitui haastattelu, havainnointi ja dokumenttien käyttö. Asiantuntijahaastattelut toteutettiin teemahaastatteluina. Haastateltaviksi valittiin asiantuntijoita, joilla on erityisosaamista omalla huussien biokiertotalouteen liittyvällä sektorillaan. Tavoitteena oli kerätä poikkitieteellistä tietoa laaja-alaisesti eri näkökulmista. Aineiston analysoinnissa keskityttiin laadullisen aineiston luokitteluun ja karkeaan tulkintaan, kehittämiskysymyksiin ja tiedon käyttökelpoisuuteen.

Tuloksena syntyi toimenpide-ehdotus sellaisista toimenpiteistä, jotka edistäisivät huussikonseptien biokiertotalouden kehittämistä. Ehdotetut toimenpiteet ovat digitaalisen alustaekosysteemin ja liiketoiminta-ekosysteemin kehittäminen. Toimenpiteiden tavoitteena on mahdollistaa huussien biokiertotalouden toimintaympäristön monipuolinen kehittyminen, mikä edelleen mahdollistaisi ravinne- ja energiapotentiaalin hyödyntämisen. Huussien biokiertotalouden kehittämisen tavoiteltavia ympäristövaikutuksia ovat myös veden säästö, vesien suojeleminen, rehevöitymisvaikutusten väheneminen ja ilmastohyödyt.

Avainsanat: huussi, kuivakäymälä, biotalous, kiertotalous, ravinnekierto, kehittämissyö,

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Lavonen, Saara

Developing the circular bioeconomy of dry toilet concepts

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2024, 66 pages

Degree Programme in Bioeconomy development. Master's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Finland's bioeconomy strategy and circular economy program aim to a carbon neutral society by 2035. One aim of the nutrient recycling program is to increase nutrient and energy self-sufficiency by producing recycled nutrients and renewable energy. The circular bioeconomy of dry toilet concepts has many possibilities, and the advantages are clear. However, they are currently little used.

The research question was "Which measures could contribute to the development of the circular bioeconomy of dry toilet concepts?". Research development work and qualitative research were chosen as the implementation method. The possibilities of the circular bioeconomy of dry toilet concepts were studied from the ecological, technological, social, and economic perspective of bioeconomy. The aim was to develop a proposal for measures that would contribute to the development of the circular bioeconomy of dry toilet concepts.

Interview, observation and the use of documents were selected as the data collection methods. The expert interviews were carried out as theme interviews. The chosen interviewees have special expertise in their own sector related to the circular bioeconomy of dry toilets. The aim was to collect cross-scientific information from a wide range of perspectives. The analysis of the data focused on the classification and rough interpretation of the qualitative data, development issues and usability of the data.

As a result, a measure proposal was created for measures that would promote the development of the circular bioeconomy of dry toilet concepts. The proposed measures are developing a digital platform ecosystem and a business ecosystem. The aim of the measures is to enable the multi-faceted development of the operating environment of the circular bioeconomy of dry toilets, which would further enable the utilization of nutrient and energy potential. The environmental effects of developing the circular bioeconomy of dry toilets also include water saving, water protection, climate benefits and reduction of eutrophication effects.

Keywords/tags (subjects)

dry toilet, bioeconomy, circular economy, nutrient recycling, development work

Miscellaneous (Confidential information)

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Kehittämistyön lähtökohdat	5
2.1	Tarkoitus, tavoitteet ja kehittämiskysymykset	5
2.2	Aiheen rajaus ja käsitteet	6
3	Huussi	8
3.1	Huussi sanitaatoratkaisuna	8
3.2	Huussin historia	13
4	Biokiertoaloes	16
4.1	Biotalous ja kiertoaloes	16
4.2	Kestävä ruokajärjestelmä, ravinnekierto ja kierrätysravinteet.....	18
4.3	Biokaasu.....	23
5	Kehittämistyön menetelmät ja toteutus	25
5.1	Kehittämismenetelmät	25
5.2	Aineistonkeruu.....	26
5.3	Aineistonanalyysi	28
5.4	Luotettavuus ja eettisyys	28
6	Tulokset	30
6.1	Taustaa.....	30
6.1.1	Huussien biokiertoaloesuden mahdollisuudet	30
6.1.2	Huussiratkaisut ja sovelluskohteet.....	35
6.1.3	Huussien haasteet ja uhat	39
6.1.4	Huussien kehittäminen ja tulevaisuudennäkymät	43
6.2	Toimenpide-ehdotus huussien biokiertoaloesuden kehittämiseksi	47
6.2.1	Huussien biokiertoaloesuden liiketoimintaekosysteemi	47
6.2.2	Huussien biokiertoaloesuden digitaalinen alusta ja alustaekosysteemi	49
7	Johtopäätökset ja pohdinta	51
	Lähteet	57
	Liitteet	67
	Liite 1. Teemahaastattelun runko.....	67

Kuviot

Kuvio 1 Biokaasulaitos, jossa erikseen linjat biojätteille ja lietteille (Saara Lavonen). 24

Kuvio 2 Kunnan ulkokuusi virkistysalueella (Saara Lavonen)..... 41

1 Johdanto

Suomi pyrkii kiertotalouden edelläkävijäksi. Suomen kiertotalousohjelman tavoitteena on hiili-neutraali kiertotalousyhteiskunta vuoteen 2035 mennessä. (Kiertotalouden strateginen ohjelma N.d.) Myös Suomen biotalousstrategia pyrkii ilmastoneutraaliuteen vuoteen 2035 mennessä. Tavoitteena on kaksinkertaistaa biotalouden arvolisä ekologisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestäväällä tavalla. Strategia painottaa resurssiviisasta kiertotaloutta ja tukee vihreää siirtymää. (Biotalousstrategia 2022–2035 - kestävästi kohti korkeampaa arvonlisää 2022.)

Suomi pyrkii ravinnekierron mallimaaksi. Ravinteiden kierrätysohjelman tavoitteena on muun muassa kierrätysravinteita ja uusiutuvaa energiaa tuottamalla lisätä ravinne- ja energiaomavaraisuutta. (Ravinteiden kierrätysohjelma N.d.) Venäjän aloitettua hyökkäyssodan Ukrainaan heräsi Suomessa huoli Venäjältä tuotavista typpilannoitteista. Merkittävä osa Suomessa käytetyistä lannoitteista on tullut Venäjältä, ja riippuvuus on ollut suurin juuri typpilannoitteista. Asiantuntijat ovat pyrkineet hakemaan ratkaisuja ravinteiden kierrätyksestä. (Asiantuntijaryhmä: Jätevesien ravinteet turvaamaan ruuantuotantoa lannoitekriisissä 2022.)

Ravinnekuorma on polttavan ajankohtainen koko maapalloamme koskeva aihe. Tukholman yliopisto on tunnistanut yhdeksän prosessia, jotka säätelevät maapallon vakautta ja resilienssiä. Näillä on määritetty planeetan rajat, jotka eivät saa ylittyä. Rajojen ylittäminen vaarantaisi tulevien sukupolvien elinmahdollisuudet. Ravinnekuorma eli typen ja fosforin kierto on yksi yhdeksästä planetaarisesta rajasta. Turvallinen raja on ylitetty. (Stockholm Resilience Centre n.d.) Yksi keino vähentää ravinnekuorma kestäväälle tasolle olisi kierrättää ruokajärjestelmän ravinteet (Helenius 2023, 56–61).

Luonnossa ravinnekierto toimii luontevasti ekosysteemissä. Ihmisten käsissä ei. Moderneissa ruokajärjestelmissä ruoka ravinteineen matkustaa pitkiä matkoja jopa maanosista toiseen. Ruokajärjestelmän mukana virtaa valtavat määrät typpeä ja fosforia. (Helenius 2023, 56–61.) Vaikka Suomessa jätevedenpuhdistamoilla tehdään hyvää työtä vesistöjen kuormituksen vähentämiseksi ja jätevesien puhdistamiseksi, prosessia ei ole suunniteltu kierrätyksen ja ravinteiden talteenoton näkökulmasta (Sitra 2022). Jätevedenpuhdistuslaitokset eivät ole kierrätyskeskuksia vaan suunniteltu puhdistamaan jätevedet ennen johdattamista vesistöihin. Ravinteet eivät kierrä takaisin ekosysteemin ilman kierrätyksen järjestämistä. (Helenius 2023, 56–61.) Kierrätyksen puutteesta seuraa

vesien rehevöityminen, teollisten typpilannoitteiden tuotannon valtava hiilijalanjälki ja fosforin hupeneminen (Renell 2023, 16–17).

YK:n Agenda 2030 kestävän kehityksen tavoite 6 on varmistaa veden saanti ja kestävä käyttö sekä sanitaatio kaikille (Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all n.d.). Hyvin toimiva sanitaatiojärjestelmä on fundamentaalinen ihmisten hyvinvoinnille, terveydelle ja arvokkuudelle. Historiassa sanitaatiojärjestelmän tärkein tehtävä on ollut väestön terveyden ylläpitäminen sekä lähiympäristön siistinä pitäminen. (Johansson, Lehtoranta & Viskari 2023, 65–71.) Maailman jätevesistä puhdistetaan kunnolla vain murto-osa ja suurin osa päästetään vesistöihin puhdistamattomana (Valve & Nuortie 2010, 61). Pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelmassa (2023, 156) todetaan, että ”hallitus selvittää harvaanasuttujen alueiden jätevesien keskitettyä ja tehokasta käsittelyä erityisesti Saaristomerellä ja rannikkoalueilla”.

Huussi on sivistynyt tapa käsitellä ihmisen ulosteet ilman vesihuoltoa. Huussit voivat tarjota ekologisesti kestäviä ja resurssiviisaita vaihtoehtoja ja mahdollistaa ravinteiden kierrätyksen. (Helenius 2023, 54–61.) Suomesta löytyy vahvaa huussiosaamista. Suomella voisi olla paljon tarjottavaa huussiteknologian saralla. Puutteellinen sanitaatio maksaa vuosittain globaalisti 235 miljardia euroa. Tehottoman sanitaation vuoksi hukataan vuosittain 3,5 miljoonaa tonnia fosforia ja 28 miljoonaa tonnia typpeä. Huussikonseptien avulla ravinteita voitaisiin palauttaa kiertoon 37 miljardin euron arvosta. Tällä hetkellä huussien ravinnekierron mahdollisuuksia ei osata vielä hyödyntää. Ymmärrys huussikonseptien ravinnekiertomahdollisuuksista kuitenkin kasvaa. (Sitra 2015, 28–30.)

Huussikonseptien biokiertoalouden mahdollisuudet ovat moninaiset ja edut selvät. Niitä hyödynnetään kuitenkin tällä hetkellä hyvin vähän. Miten huussienkonseptien biokiertoaloutta voitaisiin kehittää ja edistää? Tämä opinnäytetyö toteutetaan tutkimuksellisenä kehittämistyönä. Työn tuloksena syntyy toimenpide-ehdotus sellaisista toimenpiteistä, jotka edistäisivät huussikonseptien biokiertoalouden kehittymistä.

2 Kehittämistyön lähtökohdat

2.1 Tarkoitus, tavoitteet ja kehittämiskysymykset

Tämä opinnäytetyö toteutetaan tutkimuksellisenä kehittämistyönä. Suomalaisessa yhteiskunnassa korostetaan tutkimustoiminnan ja kehittämistoiminnan merkitystä ja näistä puhutaan yhdessä. Toikon ja Rantasen (2009) mukaan näiden välillä on selkeä ero. Tutkimuksessa pyritään vastaamaan tutkimuskysymyksiin tutkimusmenetelmien avulla. Kehittämistoiminnassa taas pyritään kehittämään jotakin tuotetta, palvelua tms. Käytännön kehittämisprojekteissa voi toteuttaa tutkimuksellista kehittämistoimintaa, tällöin on tärkeää panostaa argumentaatioon. Tutkimuksellisessa kehittämistoiminnassa tavoitteena on tuottaa tietoa, josta voidaan keskustella ja jota voidaan testata uusissa ympäristöissä. (Toikko & Rantanen 2009, 155–165.)

Opinnäytetyön kirjoittaminen on tavoitteellista, työn tarkoitusperät on avattava lukijalle. Heti työn alussa määritellään ongelma, joka halutaan ratkaista. (Kananen 2015, 364–365). Ongelman määrittely on koko opinnäytetyön ohjenuora, siihen kiteytyvät työn tarkoitus ja tavoitteet. Ongelma pitäisi kiteyttää yhteen lauseeseen. (Kananen 2015, 46). Tämän opinnäytetyön ongelmaksi määriteltiin se, että huussikonseptien ympärillä on hyödyntämättömiä biokiertoalouden mahdollisuuksia.

Tutkimusasetelman keskeisenä osana ovat tutkimuskysymykset, jotka muodostavat koko tutkimuksen ytimen. Kehittämistoiminnassa puhutaan kehittämiskysymyksistä. Kysymysten luonne ja merkitys vaihtelevat sen mukaan, millainen tutkimusote on valittu. Erityisesti laadullisissa tutkimusasetelmissa kysymykset voivat olla aluksi yleisluontoisia ja niitä voidaan tarkentaa aineiston keruun ja analysoinnin edetessä. (Toikko & Rantanen 2009, 117.)

Tutkimusongelmasta johdettiin kehittämiskysymys:

- Mitkä toimenpiteet voisivat edistää huussikonseptien biokiertoalouden kehittymistä?

Kehittämiskysymyksen avuksi esitettiin lisäksi seuraavat kysymykset:

- Millainen on huussien biokiertoalouden tämän hetken toimintaympäristö?

- Mitä biokiertoalouden mahdollisuuksia huussikonsepteihin liittyy?
- Mitä haasteita huussikonseptien biokiertoalouteen liittyy?

Kehittämistoiminnan ongelmanratkaisua tuetaan usein selkeällä tavoitteenmäärittelyllä. (Toikko & Rantanen 2009, 13.) Tällä opinnäytetyöllä on kolme tavoitetta. Ensimmäinen tavoite on pyrkiä muodostamaan kokonaiskuva huussikonseptien toimintaympäristön tämänhetkisestä tilanteesta etenkin julkisten huussien osalta. Toinen tavoite on selvittää ja määritellä huussikonseptien biokiertoalouteen liittyvät haasteet ja mahdollisuudet. Opinnäytetyön päätavoitteena on kehittää toimenpide-ehdotus sellaisista toimenpiteistä, jotka edistäisivät huussien biokiertoalouden kehittymistä.

Kanasen (2015) mukaan tutkimusongelma ratkaistaan tutkimusmenetelmillä ja menetelmiä kutsutaan myös tutkimusotteeksi tai lähestymistavaksi. Tutkimusotteet voidaan jakaa kahteen ryhmään, jotka ovat kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus ja kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus. Tutkimusotteen valinta pitää perustella. (Kananen 2019, 25–26). Tämän opinnäytetyön tutkimusotetta voisi kuvailla laadulliseksi eli kvalitatiiviseksi siksi, että laadulliset menetelmät vaikuttavat parhaiten toimivalta strategialta tutkimusongelman ratkaisemiseksi.

Tämä opinnäytetyö kuuluu biotalouden kehittämisen tutkinto-ohjelmaan. Tutkinto on Jyväskylän ammattikorkeakoulun biotalousinstituutin ylempi ammattikorkeakoulututkinto. Koulutukseen on sisällynyt näkökulmaopintoja biotalouden talouden, ekologian, teknologian ja yhteiskunnan näkökulmasta. Opinnäytetyön aihetta on saanut tarkastella eri opettajien ohjauksessa eri näkökulmista. Kurssit ovat luoneet hyvät pohjatiedot tämän opinnäytetyön onnistuneelle toteuttamiselle.

2.2 Aiheen rajaus ja käsitteet

Tämä opinnäytetyö on kaksiosainen. Ensimmäisessä osassa määritellään työn tarkoitus ja tavoitteet, dokumentoidaan ja luodaan katsaus kirjallisuuteen. Käydään läpi, mitä huusseilla ja biokiertoaloudella tarkoitetaan ja mitä aiheesta jo tiedetään. Toinen osa sisältää toiminnallisen osuuden eli tutkimuksellisen kehittämistyön.

Kehittämistoiminnassa voidaan puhua pragmaattisesta käsityksestä totuudesta. Pragmaattisen totuusteorian juuret juontavat John Deweyn ja Charles Peircen näkemyksiin. Heidän mukaansa olenaista ei ole niinkään tiedon suhde todellisuuteen tai sen sisäinen johdonmukaisuus vaan tiedon käytännön arvo. Tieto on totta, jos se on käyttökelpoista. Pelkkä todenmukainen tieto ei riitä kehittämistoiminnassa vaan tiedon tulee olla hyödyllistä. Tärkein kriteeri totuudelle on sen käytännön hyödyllisyys. (Toikko & Rantanen 2009, 125.) Tämän opinnäytetyön aiheen rajaus perustuu tiedon hyödyllisyyteen kehittämistyön ongelman ratkaisun ja tavoitteiden kannalta. Pyritään muodostamaan kokonaiskuva huussikonseptien biokiertoaloudesta keskittyen sellaiseen tietoon, joka palvelee kehittämistyötä.

Tässä opinnäytetyössä huussikonseptien käsite on laaja. Perinteisesti huussilla viitataan kuiva-käymälään ja kuivakäymälä tarkoittaa sanitaatoratkaisua, jossa ihmisten jätökset käsitellään ilman vesihuoltoa. Huussikonseptit kuuluvat erottelevaan ja ekologiseen sanitaatioon. Merkittävin rajaus on se, että viemäriverkoston liitetty sanitaatio jätetään kokonaan ulkopuolelle ja keskitytään viemäriverkoston ulkopuolisiin ratkaisuihin. Tällaiset ratkaisut sijoittuvat pääasiassa haja-asutusalueille ja alueille, joita viemäriverkosto ei kata sekä kohteisiin, joita ei syystä tai toisesta ole ollut perusteltua liittää viemäriverkoston. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan huussikonseptien biokiertoaloutta laaja-alaisesti toimintaympäristön biokiertoalouden mahdollisuudet ja kehittäminen keskiössä. Opinnäytetyö käsittelee huussien ympärillä olevia biokiertoalouden mahdollisuuksia sekä erityisesti huussien ravinteiden ja energian kierrätyksen potentiaalia. Rajauksen avulla tarkastellaan ainoastaan sanitaatiota ja siihen liittyviä resursseja, karsien laajemman jätehuoltoketjun tarkastelun.

Opinnäytetyön teemat ovat globaaleja. Opinnäytetyössä huomioidaan tämä ja kehittämistyön niin vaatiessa inspiraatiota haetaan maailmalta. Toimintaympäristö sanitaation ja huussien ympärillä on hyvin erilainen maailman eteläosissa ja pohjoisosissa. Tämän opinnäytetyön kehittämistyö rajataan Suomeen. Kuitenkin kehittämistyössä pidetään mielessä myös, että kehitettävä toimenpide-ehdotus saattaisi olla muokattuna hyödyllinen ja palvella huussien ja biokiertoalouden kehittämistä myös muualla maailmassa.

Huussien ulosteiden hävittämiseen on kaksi vaihtoehtoa. Käsitellä ne paikan päällä tai kuljettaa muualle. Paikan päällä käsittely voi tarkoittaa esimerkiksi kompostointia. Tämä mahdollistaisi

biomassan ainakin osittaisen uudelleenkäytön esimerkiksi maaperän parannusaineena. Tässä opin-
näytetyössä keskitytään pääasiassa ulosteiden hyödyntämiseen muualla. Huusseihin liittyvät suu-
rimmat volyymit keskittyvät julkisiin huusseihin etenkin tapahtumissa ja virkistysalueilla. Näissä
kohteissa myös tavoitetaan suurin yleisö ja mahdollisella kehittämisellä olisi merkittävä vaikutus.
Edellä mainituista syistä tämän oppinäytetyön tutkimus ja kehittäminen painottuu julkisiin huussi-
konsepteihin kuitenkin rajaamatta ulkopuolelle huussien muita sovelluskohteita.

Rajauksen avulla kehittämistyö pyritään pitämään hallittavana ja suuntautuneena kohti huussikon-
septien biokiertoalouden mahdollisuuksien kehittämistä. Kehittämistyö on uuden idean tutki-
mista ja mahdollisuuksien kartoittamista. Työssä halutaankin sallia myös tarkoituksenmukainen
rönsyily, jättää tilaa ideoiden kehittymiselle sekä tarkastella laajasti aiheeseen liittyviä mahdolli-
suuksia ja kehittämiskohteita.

3 Huussi

3.1 Huussi sanitaatoratkaisuna

Ihminen tuottaa vuodessa noin 500 litraa virtsaa ja 50 kiloa ulostetta (Sitra 2015). Sanitaatio mää-
ritellään keinoiksi, joilla ihmisten uloste ja virtsa sekä yhdyskuntien jätevedet kerätään hygieeni-
sillä tavoilla siten, että ne eivät vaaranna ihmisten ja yhteisön terveyttä. (Valve & Nuortie 2010,
68.) YK:n Agenda 2030 kestävä kehityksen tavoitteista kuudes on varmistaa veden saanti ja kes-
tävä käyttö sekä sanitaatio kaikille (Ensure availability and sustainable management of water and
sanitation for all n.d.). 2,5 miljardia ihmistä maailmassa ei elä sanitaation piirissä (Sitra 2015, 30).
1,7 miljardilla ihmisellä ei ole käytössään minkäänlaista käymälää. Näistä noin 500 miljoonaa jou-
tuu tekemään tarpeensa maastoon. (Käymäläseura Huussi ry.) Turvallisesti järjestetty sanitaatio
puuttuu 3,5 miljardilta ihmiseltä, eli melkein puolelta maailman väestöstä. SDG 6 laahaa pahasti
perässä. Jotta tavoitteeseen päästäisiin vuoteen 2030 mennessä kehityksen pitäisi muuttua viisi
kertaa nopeammaksi. (Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for
all n.d.) Vaikka vesivessa on suomalaisille itsestäänselvyys, se on maailmanlaajuisesti mahdotto-
muus (Valve & Nuortie 2010, 45).

Historiassa sanitaatiojärjestelmän tärkein tehtävä on ollut väestön terveyden ylläpitäminen sekä
lähiympäristön siistinä pitäminen. Noin 80 % kehittyvien maiden jätevesistä tyhjenetään

vesistöihin yhä tänäkin päivänä täysin käsittelemättöminä. (Johansson ym. 2023, 64–66.) Maailman jätevesistä puhdistetaan kunnolla vain murto-osa ja myös iso osa Euroopan kaupungeista laininlyö jätevesien puhdistuksen jopa kokonaan (Valve & Nuortie 2010, 61). Kehittyneissä maissa taas fokus on ravinteiden ja orgaanisen aineen poistamisessa jätevesistä. Jätevedet ohjataan ensin jätevedenpuhdistuslaitoksille, missä ravinteita ja orgaanista ainesta poistetaan ennen vesistöihin ohjaamista. Silti parhaimmatkaan jätevedenpuhdistusjärjestelmät eivät onnistu poistamaan kaikkea tyypeä ja fosforia vaan merkittävät määrät päätyvät vesistöihin- jokiin, järviin ja meriin. Suomessa jätevedenpuhdistus on edistynyt. Noin 96 % fosforista ja 60 % tyypeä saadaan poistettua jätevesistä. (Johansson ym. 2023, 64–66.)

Johansson, Lehtoranta ja Viskari (2023) käsittelevät artikkelissaan *Towards sustainable sanitation in the urban environment* sitä, miten urbaanissa ympäristössä voitaisiin siirtyä kohti kestävämpää sanitaatiota. He kyseenalaistavat nykyisen toimintatavan kerätä ja kuljettaa jätettä veden avulla ja tuomitsevat teknologian vanhentuneeksi. Heidän mukaansa kestävästä näkökulmasta teknologia ei täytä nykyisiä kiertotalouden vaatimuksia. Kokonaan uusi järjestelmä mahdollistaisi ravinteiden kierrätyksen takaisin ruoantuotantoon ja radikaalin vedenkäytön vähentämisen. Tutkijat ihmettelevät, miten läpimurtoa ei ole vielä tapahtunut, vaikka on selvää, että uusi kestävä sanitaatiojärjestelmä toisi selkeitä ympäristöhyötyjä. Heidän keskeisin viestinsä näyttää olevan, että sanitaatiojärjestelmän systeeminen muutos on tarpeellinen ja ajankohtainen. Johansson ja muut toteavat kuitenkin yksiselitteisesti, että huussit ovat hyvä vaihtoehto haja-asutusalueille, mutta eivät urbaaniin mittakaavaan. Suurimmaksi syyksi he esittävät sen, että huussit vaativat ylläpitoa. (Johansson, Lehtoranta & Viskari 2023, 64–70.) Ihmiset vaativat huusseilta samaa mukavuutta kuin vesivesoilta (Pellikka 2013, 22).

Suomen sana huussi tulee ruotsin sanasta *hus*, mikä tarkoittaa taloa. Suomessa kaikki tietävät mikä on huussi ja monet ovat käyneet huussissa. Huussit ovat osa suomalaista kulttuuriperintöä. (Renell 42–45.) Käymäläseura Huussi ry:n (n.d.) mukaan huussi on kuivakäymälä, joka ei käytä vettä ulosteiden kuljettamiseen. Huussi on ekologinen ratkaisu, jolla on kaikista jätevedenkäsittelyjärjestelmistä pienin elinkaaren hiilijalanjälki ja fosforikuormitus. Tehokkain ja edullisin tapa käsitellä kiinteistökohtaiset jätevedet ovat käymälä- ja pesuvesien erottelu ja erilliskäsittely. Kuivakäymälämalleja on paljon ja eri tarpeisiin niin sisälle kuin ulos ja vapaa-ajan ja vakituisen asumisen käyttöön. Huussit luokitellaan alaryhmiin: kompostoitavat kuivakäymälät, erottelevat kuivakäymälät,

pakastavat kuivakäymälät, tuhkaavat kuivakäymälät, kuivapisuaarit ja vähävetiset käymälät. Huussit kehittyvät koko ajan ja ovat yhä useammin valinta myös vakituisten asuntojen sanitaatoratkaisuksi. Huussi sopii haja-asutusalueen lisäksi hyvin myös taajamakäyttöön ja julkisiin tiloihin. (Käymäläseura Huussi ry n.d.)

Ekologinen sanitaatio on vaihtoehto perinteiselle viemärijärjestelmään perustuvalle jätevesihuololle. Vaihtoehtoinen sanitaatio perustuu ulosteiden sisältämien ravinteiden hyödyntämiseen. (Munck 2023, 2.) Huussi on ekologinen sanitaatoratkaisu monesta näkökulmasta tarkasteltuna. Ympäristöystävällisyys on huussien suurin vahvuus. Toimiva huussi säästää puhdasta juomavettä, helpottaa jäteveden käsittelyä, kerää ravinteet talteen eikä saastuta pohjavesiä ja vesistöjä. (Käymäläseura Huussi ry n.d.)

Huussien yhteydessä voidaan puhua myös erottelevasta sanitaatiosta. Lehtoranta (2022) esittää erottelevalla sanitaatiolla olevan paljon etuja. Erotteleva sanitaatio tarkoittaa kotitalouksien jätevesien syntypaikkaerottelua. Jätevesien erottelu voidaan toteuttaa keräämällä ja käsittelemällä erikseen ravinnerikkaat jätevedet eli käymälävesi ja ravinneköyhät jätevedet eli harmaa vesi. Erotteleva sanitaatio kasvattaa ravinnekierron potentiaalia ja kierrätettyjen ravinteiden turvallisuutta ja hyödyntämistä. Ravinteiden talteenotto on helpompaa, kun ravinteikkaita mustia vesiä ei sekoiteta harmaisiin vesiin. Muiden kuin jätevesien haitta-aineet eivät sekoitu mukaan. (Lehtoranta 2022.)

2020 maailman väestöstä 65 % kaupungin väestöstä ja 44 % maaseudun väestöstä oli pääsy turvalisesti toteutettuihin sanitaatiopalveluihin. Suomessa noin 85 % väestöstä on liitetty kunnalliseen jätevesijärjestelmään. Haja-asutusalueilla 350 000 asuinkiinteistöä ja 450 000 vapaa-ajankiinteistöä hoitaa itse jätevetensä tavalla tai toisella. Suomen väestöstä 15 % asuu viemäriverkoston ulkopuolella, mutta heidän osuutensa jäteveden puhdistuksen kasvihuonepäästöistä on 55 % (Lehtoranta 2022, 19). Pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelmassa (2023, 156) todetaan, että ”hallitus selvittää harvaanasuttujen alueiden jätevesien keskitettyä ja tehokasta käsittelyä erityisesti Saaristomerellä ja rannikkoalueilla”.

Merkittävä osa maaseudun kiinteistökohtaisista jätevesijärjestelmistä perustuu septitankeille. Haja-asutusalueiden kiinteistökohtaiset jätevedenkäsittelyjärjestelmät ovat riittämättömiä eivätkä

täytä vaatimuksia. 68 % maaseudun asukkaista tulisi välittömästi parantaa systeemejään. Haja-asutusalueiden ja vapaa-ajankiinteistöjen jätevedet ovat maatalouden jälkeen toiseksi merkittävien vesistöjen fosforikuorman lähde. Kuormitukseen vaikuttaa miten kiinteistökohtaisesti jätevedet käsitellään ja kuinka kaukana lähimmästä vesistöstä kiinteistö sijaitsee. Suomi ei ole saavuttanut ravinnekuorman vähentämistavoitteitaan 2021. (Lehtoranta 2022, 15–18.)

Suomessa huussit ovat käytössä etenkin kesämökeillä ja haja-asutusalueilla. Miksi Suomessa on niin paljon huusseja? Renell (2023) ehdottaa yhdeksi syyksi sitä, että kaupungistuminen tapahtui Suomessa myöhään. Vielä 1950-luvulla puolet väestöstä eli maaseudulla. 1970-luvulta eteenpäin voimakas kaupungistuminen lisäsi varallisuutta ja liikkumisen mahdollisuuksia. Kesämökin omistamisesta tuli yleistä ja tänäkin päivänä 20 % Suomen kotitalouksista omistaa kesämökin. Kesämökeihin liittyy myös nostalgiaa ja omavaraisuuden eetosta. Mökkeilijöillä riittää intoa ja kiinnostusta huusseihin. Huussikulttuuri siirtyy sukupolvelta toiselle osana suomalaista kesämökkikulttuuria kaupungistumisesta huolimatta. (Renell 2023, 42–46.) Baltic Sea Action Group ohjaa sivuillaan kymmeneen Itämeren suojelutekoon, joista yksi liittyy mökkeilyyn. Mökkien jätevedet saattavat valua Itämereen ja niiden mukana ravinteita, jotka rehevöittävät. Oikeanlainen jätevesien käsittely mökkeillessä on tärkeää. Vesistöihin ei tulisi päästää pieniäkään jätevesimääriä. (Suojele itämerta arjessa n.d.)

Journal of Cleaner Production (2014) julkaistussa artikkelissa kolme suomalaista tutkijaa Lehtoranta, Mattila ja Vilpas vertailevat Suomen haja-asutusalueiden paikallisten jätevedenkäsittelymenetelmien hiilijalanjälkiä ja rehevöitymisvaikutuksia. Vertailuun valittiin kuusi vaihtoehtoa, jotka edustavat Suomessa haja-asutusalueella yleisesti käytettyjä jätevedenkäsittelymenetelmiä. Tutkimuksen tavoitteeksi Lehtoranta ja muut asettivat paikallisten päästöjen vähentämisen ja elinkaari-vaikutusten lisääntymisen välisen tasapainon analysoimisen. Lisäksi tavoitteena oli tarjota objektiviista tietoa kuluttajille, viranomaisille ja tuottajille lisäämällä tietoa erilaisista järjestelmistä Suomen markkinoilla. Artikkelissa kuvataan erilaiset yleisesti saatavilla olevat jätevedenkäsittelyvaihtoehdot Suomen haja-asutusalueille ja tutkimuksessa lasketaan valittujen jätevedenkäsittelyvaihtoehtojen hiilijalanjäljet. Tulokset osoittavat, että huussi yhdessä harmaan veden käsittelyn kanssa aiheuttaa vähiten ympäristövaikutuksia. Kuitenkin se, mikä on optimaalinen paikan päällä tapahtuva ratkaisu tietyille kiinteistölle, riippuu vahvasti paikallisista olosuhteista. Asianmukainen ohjaus on ehdottomasti tarpeen. (Lehtoranta, Mattila & Vilpas 2014, 439–446.)

Joet ja vesivarastot kuivuvat hälyttävää vauhtia eri puolilla maailmaa ja huoleton teollisten lannoitteiden käyttö uhkaa koko ekosysteemiä. Tällä hetkellä noin puolella maailman väestöstä on käytössään vesivessa. (Renell 2023, 29–30.) Makean veden käyttäminen vessojen vetämiseen alkaa näyttää kyseenalaiselta, kun Euroopan joet ja pohjavedet ehtyvät ja kuivuvat. Lähivuosina ongelma vain kasvaa. Vaikka vesivessat ja viemärijärjestelmät ovat itsestään selvä osa modernia elintäsoa, ne pahentava ekologista kriisiä. (Ruotsalainen 2023, 90.) Huussit mahdollistavat veden säästön. Ne eivät kuluta vettä, joka on rajallinen luonnonvara. Tämä yksinään tekee niistä merkittävän vaihtoehdon vesivessoille. (Käymäläseura Huusi ry n.d.)

Huuseja ja huussijätteen käsittelyä koskee useat eri lait, säädökset ja asetukset. Ympäristönsuojelulaki, terveydensuojelulaki ja valtioneuvoston asetukset säätävät perusvaatimukset toiminnalle hajajätevesiasetuksessa. Hajajätevesiasetus määrittää talousjätevesien käsittelystä viemäriverkoston ulkopuolisilla alueilla. (Värri 2020, 17.) Päästöjä pyritään hallitsemaan asetuksella, joka asettaa vähimmäisvaatimukset jätevedenkäsittelylle ja käsittelyjärjestelmien suunnittelulle, rakentamiselle, käytölle ja ylläpidolle. Asetuksen päämääränä on suojella lähellä olevia vesijärjestelmiä, kuten kajoja ja rantoja ja lisäksi huomioidaan hygienia- ja terveystekijät. (Lehtoranta, Mattila & Vilpas 2014, 439–446.) Huuseihin liittyvät myös vesihuoltolain, maankäyttö- ja rakennuslain ja jätelain säädökset. Kunnat voivat antaa omia paikallisiin olosuhteisiin perustuvia määräyksiä. (Käymäläseura Huusi ry, 2018.)

Yleisten huussien osalta noudatetaan samoja säästöjä kuin yksityisissä huuseissa. Huuseja tulee huoltaa ja käyttää asianmukaisesti. Huussien ei katsota aiheuttavan hajajätevesiasetuksen kannalta ympäristökuormitusta, jos virtsa ja suotoneste käsitellään oikein. Huuseissa tulee huolehtia riittävästä ilmanvaihdosta ja estää hajun leviäminen muualle. Huussissa tai huussin läheisyydessä tulisi olla käsienpesumahdollisuus. Alustan, jolle huusi sijoitetaan, on oltava tiivis. Huussista ei saa aiheutua terveyshaittaa maaperän tai talousveden pilaantumisen tai hajun vuoksi. Jos huussijätettä kompostoidaan, on lisäksi estettävä eläinten pääsy kompostiin. (Värri 2020, 17–18.)

Yleisten huussien huoltoa säätelevät työturvallisuussäädökset. Työnantajan vastuulla on selvittää työolosuhteiden mahdolliset haitta- ja vaaratekijät ja antaa työntekijälle riittävät tiedot sekä perehdytys. Työturvallisuuslain lisäksi biologisia riskejä sisältävään työhön sovelletaan valtioneuvoston asetusta työntekijän suojelemiseksi biologisista tekijöistä aiheutuville vaaroille. Biologisia

riskejä sisältävä työ on esimerkiksi jätteen käsittely sekä puhtaanapito- ja siivoustyö. Riskitekijöitä ovat esimerkiksi bakteerit, mikro-organismit ja ihmisessä elävät loiset. (Värri 2020, 18.)

3.2 Huussin historia

Sanitaation historiaan kuuluu erottamattomana osana sekä huussit että vesivessat. Vesivessasta on tullut itsestäänselvyys globaalisti jopa alueilla, joilla vedestä on pula. Kautta aikain sivilisaatioiden kehitys on noudatellut samaa kaavaa. Se, miten kaupungin sanitaatio onnistuttiin järjestämään, oli merkittävä tekijä kaupungin kehityksen ja selviämisen kannalta. Renell (2023) esittää, että sivilisaatioiden kehityksen kannalta onnistunut ulosteenkäsittely oli yhtä tärkeää kuin puhtas juomavesi. Vesivessojen voittokulku maailmanlaajuisesti standardiksi ei ole ollut yksinkertainen ja lineaarinen. Sanitaation historia on pitkä ja sisältää monia käännteitä ja historian ajanjaksoja joihin erilaisia sanitaatoratkaisuja on unohdettu ja taas uudelleen keksitty eri puolilla maailmaa. (Renell 2023, 18–22.)

Metsästäjä-keräilijä Homo sapiens teki tarpeensa luontoon. Tämä ei ollut ongelma, koska ihmislaumat olivat pieniä ja vaihtoivat paljon paikkaa vaeltaessaan ruoan perässä. (Valve & Nuortie 2010, 10–12.) Maanviljelyksen myötä ihmiset asettuivat aloilleen ja tekivät tarpeensa peltoon tai tunkiolle. Ihmisten ulosteista tuli tärkeää lannoitetta pelloille. (Valve & Nuortie 2010, 24.) Karjakin oli niihin aikoihin ensisijaisesti lannan tuottaja, josta lisäksi saatiin satunnaisesti myös maitoa ja lihaa (Valve & Nuortie 2010, 10–12). Ulostetta pidettiin arvokkaana luonnonvarana (Renell 2023, 44).

Suomen vanhimmat käymälät löytyvät keskiaikaisista linnoista. Linnojen seinään rakennettiin uloke, minne käymälä sijoitettiin. Elämä keskiajan kaupungeissa Suomessa oli samankaltaista kuin muuallakin Euroopassa sen suhteen, että käymäläjärjestelyt olivat sen paremmat mitä korkeampi henkilön sosiaalinen status. Köyhimmät tekivät tarpeensa kaduille ja puskiin, kun taas ylempi luokka kävi yksityisissä käymälöissään. (Renell 2023, 44.)

Euroopan pohjoisosat kuten Suomi ja Ruotsi olivat pitkään hyvin hajanaisesti asutettuja. Kaupungistuminen alkoi myöhään verrattuna muuhun Eurooppaan. Pitkään aikaan Suomessa ei ollut tarvetta sanitaatiojärjestelmille. Huussin historia Suomessa on vain 250 vuotta vanha. (Renell 2023, 44.) Suomen kaupungeissa jätevedet virtasivat katuojissa ja pihat olivat kuin tunkioita. Jätteet

heitettiin tunkiolle ja ihmisten ulosteet latrineihin. Latriinit olivat maahan kaivettuja kuoppia. Maanviljelijät tyhjensivät latrineita silloin tällöin. Lantakuski oli ammatti, ei tosin kovin arvostettu sellainen. Lapsia uhkailtiin lantakuskin ammatilla, mikäli koulunkäynti ei kiinnostanut. Lantakuskeja kutsuttiin kuvaavilla nimillä kuten Tohka-Matti ja Paska-Pransse. (Valve & Nuortie 2010, 24.)

1800-luvun Helsingissä latrineista siirryttiin tynnyreihin. Ulosteet oli tarkoitus kerätä tynnyreihin ja kuljettaa maaseudulle lannoitteeksi. Tynnyrit vaihdettiin usein ja ne oli helpompi tyhjentää kuin latriinit. Myös Dementjeffin kivikartano, Katajanokan ensimmäinen suuri asuintalo, perustui tynnyrijärjestelmälle. Vesivessat tekivät hiljalleen tuloaan, vaikka herättivätkin keskustelua puolesta ja vastaan. 1900-luvun alussa puolet helsinkiläisistä käytti kuoppaa, 30 % tynnyrijärjestelmää ja vesivessat oli vain yhdellä prosentilla. Vuonna 1904 perustettiin Helsinkiin kunnallinen tynnyrijärjestelmä. Kotitalouksia neuvottiin lajittelemaan jätteet ”hylkyjätteisiin ja lannoitusjätteisiin”. Kaikki lannoitukseen kelpaava eli ulosteet ja biojäte haluttiin kerätä talteen. Tynnyrimalli tuli Helsinkiin Tukholmasta, missä vesivessan sai rakentaa vain kuninkaallisen käskynhaltijan luvalla. (Valve & Nuortie 2010, 29–30.) Voidaan todeta, että tynnyrijärjestelmä on historian esimerkki järjestäytyneestä huussipalvelusta ja kiertotalouskonseptista.

Helsinkiin rakennettiin viemärit 1800-luvun lopussa, mutta viemäreitä ei ollut tarkoitettu ulosteille, vaan harmaille vesille. Kiinteän ulosteen johtaminen viemäreihin oli kiellettyä. Helsingin viemärisuunnitelman laatinut rautatieinsinööri Teodor Tallqvist ei ollut innostunut vesivessoista. Hän kyseenalaisti sen, miksi kannattaisi haaskata arvokasta lannoitetta. Tallqvistin kerrotaan todenneen, että ”jätteellä voi olla suurta taloudellista merkitystä, eikä ole järkevää hävittää kevytmielisesti sellaista, mikä saattaisi koitua ihmisyyden hyväksi”. Kierrätys toimi noihin aikoihin. Yksinkertaistettuna maanviljelijät toivat kaupunkeihin ruokaa ja veivät mukanaan kaupunkilaisten ulosteet lannoitteeksi. Maanviljelijät olivat vesivessoja vastaan ja väittivät että niistä koituu kansantaloudellista tappiota ja maaseudun ja kaupungin välinen luonnollinen kierto häiriintyisi. Kaupungeissa tosin oli ulosteen ylitarjonta eikä sen kaiken kuljettaminen ollut yksinkertaista. (Valve & Nuortie 2010, 26–31.)

Vesivessat alkoivat yleistyä Helsingissä 1930-luvulla ja levisivät nopeasti myös keskiluokan keskuuteen. Ulosteet johdettiin suoraan mereen. Töölönlahti haisi ja kalat kuolivat. Vesi oli kellanruskeaa ja sameaa. Niinpä Helsingissä aloitettiin Pohjoismaiden laajin jätevedenpuhdistamojen

rakennusohjelma. Viranomaiset olivat kuitenkin huussien kannalla, koska ajattelivat kaupunkien vesistöjen suojelua. Yksityiset halusivat vesivessat mukavuussyistä. Vesivessat voittivat. (Valve & Nuortie 2010, 30–31.) Ero kaupunkien ja maaseudun välillä oli suuri mitä sanitaatioon tulee. Renellin mukaan joillakin harvaan asutuilla alueilla Suomen maaseudulla jopa huussi oli harvinainen näky vielä 1930-luvulla, ihmiset tekivät tarpeensa suoraan pelloille lannoitteeksi (Renell 2023, 44). Suomessakin oli siis vielä vajaat sata vuotta sitten ihmisiä, joilla ei ollut minkäänlaista käymälää.

Vaikka Euroopan suurissa kaupungeissa vesivessat dominoivat kaavoitusta ja kaupunkisuunnittelua, nousi silloin tällöin esiin vaihtoehtoisia sanitaatoratkaisuja. Yksi esimerkki oli 1860 englantilaisen papin Henri Moulen kehittämä ”earth closet”, jonka toimintaperiaatteet muistuttivat kompostikäymälää. Earth closet nousi marginaaliratkaisuksi vesivessojen rinnalla, ja sitä markkinoitiin nimenomaan tekniikkana, joka tuotti arvokasta ravinnetta ulosteesta. Tällä vaihtoehtoratkaisulla oli jonkin aikaa kannattajakuntansa ravinteiden tuottamisen ja vedensäästön vuoksi. Tosin todellinen motivaatio lienee ollut taloudelliset säästöt. Amerikkalainen George Edwin Waring Jr julkaisi 1870 pitkän tieteellisen ja teknologisen artikkelin kuivakäymälöistä ja niiden hyödyistä. Hän kirjoitti kantaa ottavasti muun muassa, että vesivessasta on tullut statussymboli, jota jokainen maalaisserkku halajaa. Myös Keski-Euroopassa yritettiin muutamaa otteeseen kuivakäymälöiden teollista läpimurtoa. Vuonna 1886 perustettiin Sveitsiin kuivakäymälätehdas, joka sai paljon huomiota ja arvostusta. Kuivakäymälät eivät kuitenkaan saavuttaneet laajemman yleisön suosiota. (Renell 2023, 26–27.)

Esimerkkejä vaihtoehtoisista kehityskuluista on muualta maailmasta. Monissa kehittyneissä kulttuureissa kuten Kiinassa ja erityisesti Japanissa ihmisulosteen hyödyntämisellä on pitkät perinteet. Suurin ero Japanin ja Euroopan kehityksen välillä on se, miten ulostetta on arvostettu. Japanissa ulosteella oli rahallinen arvo, kun taas Euroopassa sitä saatettiin helpommin pitää jätteenä. Ulosteen siirtäminen kaupungeista maaseudulle nähtiin pakollisena pahana ja kuluna. Japanissa taas maanviljelijät ostivat ulostetta lannoitteeksi ja ihmisiä kannustettiin kehittämään markkinoita ja järjestelmiä ulosteen ympärille. Vaikka Euroopassakin arvostettiin aikoinaan ulostetta maaperän ravinteena niin teollisten lannoitteiden kehittämisen myötä kysyntä ja arvostus romahtivat. Japanissa 1600- ja 1700-luvuilla ulosteen ympärille rakennettiin taloudellinen järjestelmä ja esimerkiksi Tokiossa kahdenkymmenen kotitalouden ulosteista saatu tulo riitti ruokkimaan yhden hengen. Ulostetta kutsuttiin ”yömullaksi”. Järjestelmä oli tuloksellinen ja toimi onnistuneesti 1980-luvulle

asti, jolloin Japanissa kerättiin ulosteet vakuumirekalla. Sittemmin Japanissakin on siirrytty länsimaiseen järjestelmään ja vesivessoihin. (Renell 2023, 28–29.)

Teollinen vallankumous, kemikaalisten lannoitteiden keksiminen ja leviäminen ja maailman sanitaatiomenetelmien kehitys liittyvät yhteen. Ihmisulosteiden kierrättäminen ja arvostaminen lannoitteena unohtui, kun teolliset lannoitteet tulivat markkinoille. Superfosfaatin keksiminen 1840 ja Haber-Bosch ammoniakkin valmistusmenetelmän keksiminen kulkivat käsikädessä vesivessojen ja viemäreiden voittokulun kanssa. Tehokkaiden teollisten lannoitteiden ansiosta ihmisulosteelle ei ollut enää tarvetta lannoitteena ja toimivat viemärijärjestelmät kuljettivat ulosteet kätevästi pois näkyvistä ja pois mielestä. (Renell 2023, 30–31.)

4 Biokiertotalous

4.1 Biotalous ja kiertotalous

Biotalous tarkoittaa taloutta, joka käyttää uusiutuvia luonnonvaroja energian, ravinnon, tuotteiden ja palvelujen tuottamiseen. Kestävästi luonnosta saatavia uusiutuvia materiaaleja kehitetään ja otetaan käyttöön innovaatioita ja teknologioita. Biotalous pyrkii vähentämään riippuvuutta fossiilisista raaka-aineista ja korvaamaan niitä ympäristöystävällisemmillä vaihtoehdoilla. Luonnonvarakeskuksen palvelussa biotalouden kehitystä seurataan toimialoittain tuotoksen arvonlisäyksen, investointien, työllisten määrän ja viennin mittareilla. (Biotalous.fi n.d.) Siirtymistä fossiilitaloudesta kohti bio- ja kiertotaloutta kutsutaan talouden kehityksen uudeksi aalloksi.

Suomen biotalousstrategia pyrkii ilmastoneutraaliuteen vuoteen 2035 mennessä. Tavoitteena on kaksinkertaistaa biotalouden arvolisä ekologisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestäväällä tavalla. Strategia painottaa resurssiviisasta kiertotaloutta ja tukee vihreää siirtymää. Strategia tukee Suomen ja EU-alueen vihreää siirtymää. (Biotalousstrategia 2022–2035 - kestävästi kohti korkeampaa arvonlisää 2022.)

Biotalous jaetaan eri väreihin, joiden alle eri tuotanto ja yritystoiminta kuuluu. Vihreän biotalouden alle kuuluu metsäbiotalous, joka kattaa useita teollisuuden ja tuotannon aloja ja toimintoja, jotka pohjautuvat metsiin ja puuhun. Keltaisen biotalouden alle kuuluvan maatalouden päätehtävä on kannattava ja kestävä ruoan tuottaminen. Tämä pitää sisällään myös maa- ja

elintarviketalouteen liittyvät biomassat ja niiden hyödyntämisen. Keltaiseen biotalouteen liittyvien kiertotalouden keinojen avulla tavoitellaan ravinteiden kierron ja käytön tehostamista. Luontomatkailu, luonnon virkistyspalvelut ja luonnontuotteet kuuluvat sekä keltaisen että vihreän biotalouden piiriin. Sinisen biotalouden alle kuuluvat uusiutuvien vesiluonnonvarojen kestävään käyttöön ja vesiosaamiseen perustuva liiketoiminta. Sinisen biotalouden perusta on vesien hyvä tila. (Maa- ja metsätalousministeriö n.d.)

Biotalous ja kiertotalous liittyvät toisiinsa ja puhutaan myös biokiertotaloudesta. Biotalous on osa kiertotaloutta. Kaikki biotalous ei kuitenkaan ole kiertotaloutta, vaan vain tietyt biotalouden osa-alueet. Kiertotaloutta ovat muun muassa metsäteollisuuden, maatalouden ja elintarviketeollisuuden sivuvirtojen hyödyntäminen esimerkiksi tuotteissa, ravinteina ja biokaasun tuotannossa. Kiertotalouteen kuuluu myös neitseellisten raaka-aineiden korvaaminen biotalouden raaka-aineilla kuten pitkäikäisissä hiiltä sitovissa puupohjaisissa tekstiileissä ja biomuoveissa. Ravinteiden kierrätys maaperään ja maaperän ravinteiden sitomista vahvistavat viljelytekniikat ja palvelut ovat myös biotalouden osa-alue, joka kuuluu kiertotalouteen. (Sjöstedt 2018.) Useimmissa maissa biotalous on osa kiertotaloutta ja saattaa Suomessakin sulautua osaksi kiertotaloutta vuonna 2030. Biokiertotalous on ekologisen kestävyuden näkökulmasta todennäköisesti kuluttajien mielestä biotaloutta parempi vaihtoehto.

Kiertotalous perustuu palveluiden käyttämiseen kuten vuokraamiseen, jakamiseen ja kierrättämiseen. Tarkoituksena on pitää materiaalit käytössä niin pitkään kuin mahdollista. Toimintamalleja ovat esimerkiksi liisaus ja vuokraus, uudelleenkäyttö ja kierrätys sekä jätteen ja hukkan minimointiin pyrkivä palvelusuunnittelu. (Sjöstedt 2014.) Kiertotalouden liiketoimintamalleilla tuotetaan asiakkaalle lisäarvoa ja palveluita omistamisen sijaan (Sitra 2014). Biotalous lisäksi kiertotalouteen liittyvät myös kestävä ruokatalous, jakamistalous, clean tech ja teolliset symbioosit. Kiertotalous tarjoaa keinoja pysyä maapallon kantokyvyn rajoissa. Kiertotalouteen siirtyminen vaatii toimintaympäristön kehittämistä. (Sjöstedt 2018.)

Suomi pyrkii kiertotalouden edelläkävijäksi. Suomen kiertotalousohjelman tavoitteena on hiili-neutraali kiertotalousyhteiskunta vuoteen 2035 mennessä. (Kiertotalouden strateginen ohjelma N.d.) Ohjelman kehittymistä seurataan kiertotalousindikaattoreilla. Kiertotalous edistyy Suomessa hitaasti verrattuna EU-keskiarvoon, kierrätysaste on matalampi ja materiaalien kiertotalousasteen

kehitys etenee hyvin hitaasti. Tämä selittyy osittain sillä, että Suomessa on paljon alkutuotantoa. Joka tapauksessa merkittävimmät askeleet kohti asetettuja tavoitteita on ottamatta. (Kaariaho & Pirtonen 2022.)

Kiertotaloudessa piilee valtava taloudellinen potentiaali. Kiertotalous on maailmalla ajankohtainen teema ja sen taloudelliset mahdollisuudet on arvioitu suuriksi. Ellen MacArthur Foundation arvioi globaalien kiertotalousmarkkinoiden arvoksi yli tuhat miljardia dollaria. Sitra arvioi Mackinseyn kanssa vuonna 2014, että kiertotalouden potentiaali Suomen kansantaloudelle olisi 1,5–2,5 miljardia euroa. (Sitra 2014.)

Kiertotalouden koulukuntia ovat myös luonnonvarakapitalismi ja luonnollinen kapitalismi. Urry kuvaa teoksessaan Ilmastonmuutos ja yhteiskunta luonnonvarakapitalismin olevan suunnilleen sama asia kuin ekologinen modernisaatio tai luonnollinen kapitalismi. Luontoa ei pidetä taloudesta erillään, joten luontoa ei käytetä lyhyen tavoitteen voittojen keräämiseksi. Luonnonvarakapitalismissa hallinnon ja valtioiden täytyy miettiä luonnonvaroja pitkälle tulevaisuuteen ja tulevat sukupolvet ovat yhtä merkittäviä kuin nykyiset. Luonnonvaroista energiaa tulisi pitää tärkeimpänä. Urryn mukaan ainoa keino kehittää kapitalistinen ratkaisu ilmastonmuutokseen ja energiaturvallisuuteen on turvautua luonnonvarakapitalismiin ja siirtyä laajasti vähähiiliseen talouteen ja yhteiskuntaan. (Urry 2013.)

4.2 Kestävä ruokajärjestelmä, ravinnekierto ja kierrätysravinteet

Sitran julkaisussa Miten Suomeen rakennetaan kestävä ruokajärjestelmä? (2023) asiantuntijat esittävät ehdotuksia luonnon ja ihmisen hyvinvoinnin vahvistamiseksi vuoteen 2040 mennessä. Ehdotukset luovat kokonaiskuvaa luonnon, ravitsemuksen ja ruuantuotannon näkökulmista tunnistuen myös keskinäisriippuvuudet. Asiantuntijat esittävät viisi tavoitetta ja periaatetta. Ensiksi kestävä maatalous sopeutuu luonnon kantokyvyn rajoihin. Toiseksi kannattava maatalous mahdollistaa kestävä ruokajärjestelmän. Kolmanneksi suomalaiset syövät kestävästi. Neljänneksi ruokajärjestelmä luo paikallista osallisuutta ja hyvinvointi. Nämä onnistuessaan luovat mahdollisuudet viidennelle periaatteelle: suomalaista ruokaa viedään maailmalle laadulla ja ekologisuudella. Ensimmäiseen kohtaan sisältyy energian ja ravinteiden kiertotalous sekä ruuankulutuksen ravinteiden käyttöönotto, mikä tarkoittaisi ihmisperäisen fosforin ja typen kiertoon ottamista turvallisina ravinnelähteinä. (Jalava, Pietola, Räsänen, Torniainen, Turkki & Valkeapää 2023, 1–10.)

Venäjän aloitettua hyökkäyssodan Ukrainaan heräsi Suomessa huoli Venäjältä tuotavista typpilannoitteista. Merkittävä osa Suomessa käytetyistä lannoitteista on ollut Venäjältä, ja riippuvuus on ollut suurin juuri typpilannoitteista. Ryhmä viiden organisaation johtavista ympäristö-, ruuantuotanto- ja maatalousasiantuntijoista ehdotti 2022 toimia, jotka turvaisivat Suomen ruuantuotantoa. Tavoitteena oli parantaa Suomen huoltovarmuutta ja omavaraisuutta sekä vähentää riippuvuutta fossiililla polttoaineilla tuotetuista mineraalilannoitteista. Asiantuntijaryhmä haki ratkaisuja ravinteiden kierrätyksestä. (Asiantuntijaryhmä: Jätevesien ravinteet turvaamaan ruuantuotantoa lannoitekriisissä 2022.)

Maaperä köyhtyy ja nykyisellä tahdilla 90 prosenttia on köyhtynyt vuoteen 2050 mennessä. Multava maa uhkaa loppua maailmasta 60 vuodessa. (Dufva & Rekola 2023.) Tällä hetkellä Suomessa häviää mineraalimaista neljä promillea vuodessa hiiltä (Mattila 2022). Ruokaturvaa voidaan lisätä ja ilmaston kuumenemistä hillitä sitomalla hiilidioksidia maaperään ja ehkäisemällä eroosiota. (Dufva & Rekola 2023.) Yksi keino hillitä tehokkaasti ilmastonmuutosta, luontokatoa ja vesistöjen rehevöitymistä on ruoantuotannossa olevan peltomaan hoitaminen uudistavan maatalouden menetelmin. Pariisin ilmastokokouksessa myös Suomi sitoutui kansainväliseen 4 per 1000-aloitteeseen. Tavoite on lisätä maatalousmaan hiilensidontaa globaalisti neljällä promililla vuosittain maaperää hoitavilla uudistavilla viljelymenetelmillä. (BSAG 2023.)

Baltic Sea Action Group:n mukaan uudistava viljely on ruoantuotantoa, jossa maan kasvukuntoa ja koko ympäristön hyvinvointia parannetaan olosuhteet huomioon ottaen. Tämä on sekä viljelijää että ympäristöä hyödyntävä tapa tuottaa ruokaa. Se lisää hiilensidontaa, tukee luonnon monimuotoisuutta ja parantaa maan kasvukuntoa. Hiiliviljely on osa uudistavaa viljelyä. Tämä on maanviljelijälle keino hillitä ilmastonmuutosta. Terve maaperä on uudistavan viljelyn ydin. Hyvinvoiva pelto-
maa tuottaa paremman ja varmemman sadon eikä ole niin riippuvainen ostopanoksista. Tämä parantaa koko yhteiskunnan huoltovarmuutta. Uudistava viljelytapa pyrkii parantamaan myös vesien suojelua ja maatalousekosysteemin tilaa jatkuvasti ja kokonaisvaltaisesti. Lähestymistapa hyödyntää vanhoja hyviä käytäntöjä. (BSAG n.d.)

Suomen biokierto & biokaasu ry:n uudistavan viljelyn malliin kuuluvat orgaanisen aineksen ja ravinteiden kierrätys. Yhdistyksen ravinnekierrätyksen asiantuntija Nelli Pitkäsen (2023) mukaan Orgaanisten kierrätysravinteiden ja maanparannusaineiden käyttö linkittyy ympäristöviisaaseen ja

kestävään ruoantuotantoon ja huoltovarmuuteen. Orgaanisten jakeiden kierrätys on myös maan etu. Sillä voidaan tuoda pitkän aikavälin kustannussäästöjä maanviljelijälle ja synergiaetuja maatalous-, energia- ja elintarvikesektoreille. Ravinteiden ja hiilen hallinta tuo systeemitason hyötyjä monelle eri sektorille. (Pitkänen 2023.)

Tukholman yliopisto (n.d.) on tunnistanut yhdeksän prosessia, jotka säätelevät maapallon vakautta ja resilienssiä. Näillä on määritetty planeetan rajat, jotka eivät saa ylittyä. Rajojen ylittäminen vaarantaisi tulevien sukupolvien elinmahdollisuudet. Biogeokemialliset virrat eli typen ja fosforin kierto ja ravinnekuorma (biogeochemical flows, P & N) on yksi yhdeksästä planetaarisesta rajasta. (Stockholm Resilience Centre n.d.) Typen ja fosforin ravinnekuorman turvallinen raja on ylitetty.

Ravinnekierrolla tarkoitetaan ravinteiden kulkua ekosysteemissä, yhdyskunnissa ja tuotteiden jalostusketjuissa palaten jälleen ekosysteemiin (Sitra 2015). Luonnossa ravinteet kiertävät ja ravinnekierto toimii luontevasti ekosysteemissä. Kasvit tarvitsevat suuria määriä hiiltä, vetyä ja happea. Näitä kasvit saavat ilmasta ja vedestä. Osaa ravinteista kasvit saavat maaperän mineraaleista ja orgaanisesta aineksesta. Kasvit tarvitsevat suhteellisen suuria määriä makroravinteita kuten typpeä, fosforia, kaliumia, magnesiumia, rikkiä ja kaliumia. (Helenius 2023, 56.)

Ravinteet ovat välttämätön resurssi yhteiskunnalle (Sitra 2015). Fosfori ja typpi ovat pääravinteita (Helenius 2023, 58). Typpi on kriittinen ravinne ruoantuotannossa ja ravinteena aivan omaa luokkaansa. Sitä on ilmakehässä kaasumuodossa saatavilla, mutta suurin osa kasveista ei pysty käyttämään sitä ilmasta, joten haasteena on typen saatavuus maaperästä reaktiivisessa muodossa. Jollei typpeä kierrätetä, joudutaan käyttämään energiaa typen muuttamiseen ilmakehästä kasveille sopivaan muotoon. Fossiiliaikakaudella teolliset typpilannoitteita oli halpaa tuottaa. Ne kuitenkin aiheuttivat ympäristöongelmia. (Helenius 2023, 60.) Typen valmistaminen teollisesti vaatii paljon energiaa, jopa kaksi prosenttia kaikesta maailmassa tuotetusta energiasta. Typen teollinen tuotanto on riippuvainen fossiilisista polttoaineista. (Simha, Senecal & Vinnerås 2020.) Kierrätettävän typen kokonaispotentiaali ei riittäisi kattamaan ruoantuotantomme typpilannoitustarvetta. Typen kierrätystä tehostamalla voitaisiin kuitenkin vähentää riippuvuutta fossiilisella energialla sidotusta mineraalitypestä. (Sitra 2022.)

Ihmisten käsissä ravinteet eivät kierrä takaisin ekosysteemin ilman kierrätyksen järjestämistä. Globaali ruokajärjestelmä vaikuttaa eniten planeetan typen ja fosforin kiertoon. Moderneissa ruokajärjestelmissä ruoka ravinteineen matkustaa pitkiä matkoja jopa maanosista toiseen. Ruokajärjestelmän mukana virtaa valtavat määrät typpeä ja fosforia. Jätevedenpuhdistuslaitokset eivät ole kierrätyskeskuksia vaan suunniteltu vain puhdistamaan vedet ennen johdattamista vesistöihin. (Helenius 2023, 56–61.) Vaikka jätevedenpuhdistamoilla tehdään hyvää työtä vesistöjen kuormituksen vähentämiseksi ja jätevesien puhdistamiseksi, prosessia ei ole suunniteltu kierrätyksen ja ravinteiden talteenoton näkökulmasta (Sitra 2022). Kierrätyksen puutteesta seuraa vesien rehevöityminen, teollisten typpilannoitteiden tuotannon valtava hiilijalanjälki ja fosforin hupeneminen (Renell 2023, 16–17).

Ravinteet ovat välttämätön resurssi yhteiskunnalle (Sitra 2015). Mitä ruokaturvaan tulee, Suomi on viljelyn suhteen omavarainen, mutta ei ravinteiden suhteen. (Mattila 2022.) Ongelmia seuraa, ellei ravinteita kierrätetä. Ilmeisin ongelma on se, että ravinteita täytyy järjestää muista lähteistä ja nämä lähteet ovat globaalisti rajallisia. Toinen ongelma on ympäristöongelma. Kun ravinteita ei kierrätetä, ne kertyvät väärin paikkoihin. Kaikista rehevöityneimmät vesistöt sijaitsevat maataloustuotantoalueiden vieressä. Helenius esittää, että typen ja fosforin ravinnekuorman vähentäminen kestäväälle tasolle olisi mahdollista vain kierrättämällä ruokajärjestelmän ravinteet. (Helenius 2023, 58.) Moderni ruokajärjestelmä kaupungeissa ei tuota omaa ruokaansa vaan ruokaa tuodaan kaupunkiin kaukaakin. Helenius maalailee artikkelissaan (2023) esimerkin miljoonan asukkaan kaupunkialueesta ja esittää laskelmansa ravinnevirroista. Ruokajärjestelmän mukana virtaa kaupunkiin 5–6 miljoonaa kiloa typpeä, 0,7–0,8 miljoonaa kiloa fosforia ja 2 miljoonaa kiloa kaliumia. Kaupungin asukkaat tuottavat ulosteissaan 4,5 kiloa typpeä, 0,6 kiloa fosforia ja 1,3 kiloa kaliumia. (Helenius 2023, 58–61.)

Suomen Biokierto ja Biokaasu ry, SBB, on ravinteiden kierrätyksestä ja biokaasun edistämisestä kiinnostuneiden yhteisöjen ja yritysten perustama valtakunnallinen yhdistys. SBB:n mukaan ravinteiden kierrätyksellä tarkoitetaan tuotannon ja kulutuksen yhteydessä syntyvien ravinnerikkaiden materiaalien sisältämien ravinteiden hyödyntämistä uudelleen kestävästi ja turvallisesti kierrätysravinteina. (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry n.d.)

Ravinnerikkaiden materiaalien kierto ei ole vielä Suomessa kestävällä tasolla. Ravinnerikkaita materiaaleja jää hyödyntämättä eivätkä ravinteet ole jakautuneet maan eri osiin. SBB ja seitsemän muuta suomalaista säätiötä ja yhdistystä laativat julkilausuman ravinteiden ja hiilen tehokkaasta kierrosta vuoteen 2030 mennessä. Yhteinen visio on ravinnerikkaiden materiaalivirtojen sulkeminen, tavoitteiden määrittely ja toimenpide-ehdotus. (Ravinnekierto 2030.)

EU:n tasolla on mitattu ravinnetasetta ja yhteenlaskettua ympäristökuormitusta ja pussilannoitteiden määrä on yksi yhteen sama kuin mitä ympäristökuormitusta syntyy. Suomeen tulee enemmän kasviravinteita kuin mitä Suomesta lähtee vientituotteina. Suomeen tuodaan koko ajan enemmän ravinteita kuin viedään pois. Ihanteellisinta olisi, jos voitaisiin toteuttaa kierrätyslannoitusta ja yhdistää tähän energiantuotanto. (Mattila 2022.)

Erilliskerätyn virtsan ominaisuuksista ja lannoitetehosta on tehty tutkimuksia. Erilliskerätty virtsa on oikein käytettynä turvallinen ja tehokas lannoite. Haasteena on keräys- ja kuljetusjärjestelmät. Levitys sen sijaan toimii kuten lietteilläkin. (Viskari 2020.) Suomalainen BIOUREA-hanke osoitti erilliskerätyn virtsan ja lannoitekäytön hyödyt. BIOUREA-Innovatiivinen lannoitevalmiste suljetun ravinnekierroksen toteuttamisessa on vuosina 2015–2016 toteutettu hanke, jossa testattiin ihmisperäisen virtsan hyödyntämistä lannoitteena. Hankkeessa suoritettiin konkreettiset viljelykokeet, jossa ohraa lannoitettiin virtsalla. Sato oli yhtä hyvä virtsalla lannoitetulla alueella kuin kaupallisella lannoitevalmisteella lannoitetulla alueella. (Lehtoranta, Malila, Pakula & Viskari 2017.)

Kierrätyslannoitteet ovat kierrätysaineista laitosmaisesti valmistettuja maanparannusaineita, lannoitevalmisteita ja multatuotteita. Kierrätyslannoitteiden käyttö on lisääntynyt, mutta suurta läpimurtoa odotetaan vielä. Kierrätyslannoitemarkkinat ovat kehityksensä alkuvaiheessa. Kierrätyslannoitteiden tuotannon kannattavuus on vielä huono ja valmistusteknologia sekä tuotteiden optimointi käyttäjän tarpeisiin sopiviksi vaativat vielä kehitystä. Kierrätyslannoitteet luovat mahdollisuuksia kehittää maa- ja metsätaloutta omavaraisemmaksi ja kestävämmäksi. (Ravinteet ja hiili tehokkaaseen kiertoon vuoteen 2030 mennessä n.d.)

SBB on antanut suositukset orgaanisille kierrätyslannoitevalmisteille osana uudistavaa viljelyä. Ensiksi on tärkeää tunnistaa orgaanisten kierrätyslannoitevalmisteiden hyödyt maan kasvukunnolle ja rooli luontokadon torjunnassa. Toiseksi ravinteiden ja hiilen kierrätystä tehostavia ratkaisuja

kannustava lainsäädäntökehys pitää pyrkiä varmistamaan. Kolmanneksi on varmistettava myös kierrätyslannoitteiden tuotteistaminen, kilpailukyky ja kiinnostavuus. Neljänneksi hiilen ja ravinteiden kierrätyksen hyödyt viljelijälle on hyvä tunnistaa ja tarjota tukea viljelijöille, jotka ottavat käyttöön ravinteiden kierrätyksen ratkaisuja. Kierrätysravinteisiin liittyviä tutkimuksia ja pilottiprojekteja ovat esimerkiksi Biogasdoneright ja Nutri2Cycle. (Pitkänen 2023.)

Myös Mattila ja Rajala (2019) näkevät kierrätyslannoitteet tehokkaana keinona kehittää maatalouden kannattavuutta ja kasvukuntoa. Lannoittaminen on murroksessa ja markkinoille tulee kierrätyslannoitteita ja maanparannusaineita. Näiden käyttöön liittyy kuitenkin myös riskejä ja vaatii uusien menetelmien opettelua. Kierrätyslannoitteissa on erilainen ravinnekoostumus kuin yleisissä lannoitteissa. Riskit liittyvät muun muassa ravinne-epäsuhtiin ja maan tiivistymiseen. Toisaalta eloperäisten lannoitteiden ja maanparannusaineiden käyttö voi lisätä maan tiivistymisenkestävyyttä. Riskejä voidaan hallita hyvällä lannoitus suunnittelulla. (Mattila & Rajala 2019, 3–9.)

Kierrätyslannoitteiden turvallisuus tulee varmistaa. Jätevesilietteessä on kotitalouksista ja teollisuudesta peräisin olevia haitta-aineita. Haitta-aineista aiheutuva riski on tutkimusten mukaan ihmiselle vähäinen, mutta niiden vaikutuksia muihin asioihin kuten peltoekosysteemiin ei vielä ole tutkittu tarpeeksi. (Sitra 2022) Lannoitevalmisteiden sisältämät haitta-aineiden pitkäaikaiset ympäristövaikutukset maaperässä tulee selvittää. Myös kierrätyslannoitevalmisteiden käyttöä edistävä lainsäädäntö on varmistettava. (Lindell, Luostarinen, Pantsar, Pietola, & Seppälä 2022, 1.)

4.3 Biokaasu

Biokierto ja biokaasu ry:n mukaan biokaasu on kaasuseos, joka sisältää 40–70 % metaania, 30–60 % hiilidioksidia ja pieninä pitoisuuksina muita yhdisteitä kuten rikkiä. Biokaasun ympäristöedut ovat merkittävät ja se on arvokas uusiutuva energianlähde. (Biokaasu n.d.) Biokaasua voidaan käyttää uusiutuvana biopolttoaineena sähkön ja lämmön tuotannossa. Jalostettuna biokaasua voi käyttää liikennekaasuna, jolloin siitä saadaan suurin jalostusarvo. (Sjöstedt 2018.) SBB pitää tärkeänä tunnistaa biokaasuntuotannon ympäristö- ja ilmastoedut ja roolin kiertotalouden solmukohdaksi (Pitkänen 2023). Mattila pitää isona kestävyysmuutoksena biomassojen siirtämistä bioenergialle (Mattila 2022). Biokaasun tuotantoon soveltuu bioperäiset raaka-aineet kuten lietteet, lanta ja biojätteet. (Sjöstedt 2018.) Joissakin biokaasulaitoksissa on eri linjat biojätteille ja lietteille, kuten kuvio 1.



Kuvio 1 Biokaasulaitos, jossa erikseen linjat biojätteille ja lietteille (Saara Lavonen).

Biokaasua muodostuu, kun mikrobit hajottavat orgaanista ainesta hapettomissa olosuhteissa. Tätä kutsutaan anaerobiseksi käsittelyksi, mädätykseksi tai biokaasutukseksi. Biokaasu sisältää metaania. Hajotuksessa syntyy runsaasti metaania ja orgaanista mädätysjäännöstä sekä ravinteita, jotka soveltuvat lannoitekäyttöön. (Sjöstedt 2018.)

Gasum on pohjoismainen kaasualan ja energiamarkkinoiden asiantuntija. Gasumin mukaan biokaasun käyttö verrattuna fossiilisten polttoaineiden käyttöön voi auttaa vähentämään kasvihuonepäästöjä jopa 90 % koko elinkaaren ajalta. (Biokaasu ja nesteytetty biokaasu (LBG) n.d.) Metaani on 20–70 kertaa voimakkaampi kasvihuonekaasu kuin hiilidioksidi, jos se pääsee vapaasti ilmakehään. Kasvihuonepäästöjä voidaan vähentää huomattavasti ottamalla talteen muodostuva biokaasu. (Biokaasu n.d.)

Mädätyksessä eli biokaasuprosessissa muodostuu biokaasun lisäksi mädätysjäännöstä. Suomen yleisin biokaasuntuotto prosessi on märkäprosessointi ja siinä kokonaisuudessa on vettä ainakin 85 %. Kokonaisuudessa ei vähene juurikaan siitä huolimatta, että kuiva-ainetta muuntuu biokaasuksi. Huomioitava hyvä puoli on se, että ravinteet säilyvät mädätysjäännöksessä. Siitä voidaan valmistaa lannoitevalmisteita tai kierrätysravinnetuotteita. Mädätysjäännös koostuu niistä raaka-aineista, joita syötetään biokaasulaitokseen. Ravinteiden kokonaispitoisuus ei muutu prosessissa. Mädätysjäännöksessä on siis kaikki samat pää- ja hivenravinteet kuten typpi ja fosfori. Anaerobisen hajoamisen yhteydessä tosin tapahtuu ammonifikaatiota eli typen liukoistumista eli mineralisaatiota. Tämä tarkoittaa sitä, että osa orgaanisesta tuestä hajoaa ammoniumtypeksi. Ammoniumtyppi voi sitoutua maahan eikä siksi huuhtoudu niin helposti. Näin ollen biokaasuprosessi jopa parantaa mädätysjäännöksen arvoa kasvinravinnepäkäytössä verrattuna biokaasuprosessiin syötettyyn raaka-aineeseen. Prosessissa on huomioitava typen haihtumisriski, ettei hyötyjä menetä toimimattomien käytäntöjen takia. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 94–95.)

5 Kehittämistyön menetelmät ja toteutus

5.1 Kehittämismenetelmät

Kun puhutaan kehittämistoiminnan menetelmistä, viitataan usein tutkimusmenetelmiin. Tutkimusmenetelmien ja kehittämismenetelmien välillä voidaan kuitenkin nähdä selvä ero. Tutkimusmenetelmien valinta perustuu tutkimusongelmaan. Millaiseen kysymykseen etsitään ratkaisuja? Tutkimusmenetelmien luotettavuutta arvioidaan tieteellisten periaatteiden mukaisesti. Kehittämistoiminnassa painotus on käytännönläheisempi kuin tutkimusongelmien ratkaisussa. Tyypillisesti kehittämismenetelmät perustuvat siihen oletukseen, että kyseisellä menetelmällä saavutetaan halutut tulokset. Jotkut kehittämismenetelmät keskittyvät uusien ideoiden synnyttämiseen, kun taas toiset keskittyvät olemassa olevien ideoiden jalostamiseen. (Toikka & Rantanen 2009, 80.) Tämä opinnäytetyö keskittyy uusien ideoiden synnyttämiseen ja kehittämiseen, tavoitteena on toimenpide-ehdotuksen luominen huussikonseptien biokiertoalouden kehittämiseksi.

Salonen painottaa, miten kehittämishankkeen suunnitteluvaiheessa toimijat eivät pysty suunnittelemaan tarkasti työskentelyn kaikkia vaiheita. On vaikeaa tietää etukäteen, mikä onnistuu tai toimii. Osatekijät tarkentuvat vasta työskentelyn aikana. (Salonen 2012, 17.) Tämän opinnäytetyön toiminnallisen osan toteuttamiseen suhtauduttiin sallivasti, tarkkailtiin mitä vaihe vaiheelta nousi

esiin ja tehtiin hyvin perusteltuja ratkaisuja. Kehittämisaihetta haluttiin lähestyä laaja-alaisesti, monialaisesti ja poikkitieteellisesti. Tarkoituksena oli saada kokonaiskuva nykytilanteesta ja kerätä aineistoa kehittämistyön eli toimenpide-ehdotuksen laatimisen tueksi.

Toimenpide-ehdotuksen kehittämismenetelmäksi valikoitui palvelumuotoilun tuplatimantti. Tuplatimantti on tunnetuin palvelumuotoilun prosessimalli, josta on johdettu prosessimalleja kuten Palvelumuotoilu Palon palvelumuotoiluprosessin vaiheet (2018). Ensin pyrittiin kartoittamaan ja kuvaamaan huussikonseptien nykytilannetta, jotta tunnistettiin haasteet ja mahdollisuudet. Pyrittiin muodostamaan kokonaisvaltainen kuva. Opittiin jo olemassa olevista ratkaisuista ja pullonkauloista. Seuraavassa vaiheessa tutkittiin ja kiteytettiin. Pyrittiin löytämään tutkimusongelman ratkaisemiseen vaikuttavat seikat. Valikoitiin tärkeät näkökulmat. Kolmannessa vaiheessa ideoitiin vaihtoehtoisia ratkaisuvaihtoehtoja, eli mitkä toimenpiteet voisivat parhaiten kehittää huussikonseptien biokiertoalouden kehittämistä. Testaamis- ja toteuttamisvaihe jätettiin tulevaisuuteen, sillä tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää toimenpide-ehdotus. (Palvelumuotoiluprosessin vaiheet 2018.)

5.2 Aineistonkeruu

Tutkimuksellinen kehittäminen perustuu siihen ajatukseen, että kehittämisen keskiössä on kehittäminen. Tutkimuksen tarkoitus on palvella kehittämistoimintaa. Tiedon avulla ohjataan ja suunnataan kehittämistoimintaa. Kehittämistoiminnassa tutkimukselliset asetelmat ovat käytännön kehittämiselle alisteisia. Tutkimus palvelee kehittämistoimintaa eikä päinvastoin. (Toikko & Rantanen 2009, 116.) Tämän opinnäytetyön aineistonkeruu- ja aineistonanalyysimenetelmät valittiin sen perusteella, mikä parhaiten palvelee kehittämistyötä. Laadullisessa tutkimuksessa ei ole sääntöä siitä, mikä aineiston määrä on riittävä, vaan aineistoa kerätään tarvittava määrä tutkimusongelman ratkaisemiseen (Kananen 2014, 159).

Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara (2018, 191–192) esittävät aineistonkeruun perusmenetelmiksi kyselyn, haastattelun, havainnoinnin ja dokumenttien käytön. Tämän opinnäytetyön aineistonkeruumenetelmiksi valittiin haastattelu, havainnointi ja dokumentit. Myös Kananen (2019, 28) mukaan laadullisen tutkimuksen aineistoksi sopivat erilaiset dokumentit. Opinnäytetyössä dokumenttien rooli on erilainen teoreettisessa osassa ja empiirisessä osassa, joka tarkoittaa tutkimusaineistoa. Teoreettisessa osassa esitetään tutkimusongelmaan liittyvät aikaisemmat tutkimukset.

Empiirisessä osassa dokumentit toimivat tutkimusaineistona ja auttavat ratkaisemaan tutkimusongelman. (Kananen 2015, 157).

Tässä opinnäytetyössä hyödynnettiin sekundäärisiä tiedonkeruumenetelmiä. Aineistoa kerättiin kirjallisista lähteistä. Kananen (2015, 90–94) mukaan laadullisen tutkimuksen tiedonkeruulähteinä voidaan käyttää kaikkia kirjallisen aineiston muotoja. Kirjalliset aineistot ovat usein luotettavampia kuin haastattelut. (Kananen 2015, 90–94.) Tässä opinnäytetyössä hyödynnetyt dokumentteja olivat esimerkiksi verkkosivut, tutkimukset, raportit, tilastot, kirjat ja videot.

Haastattelu on käytetyin laadullisen tutkimuksen tiedonkeruumenetelmä ja edelleen teemahaastattelu on käytetyin haastattelun muoto. Teemahaastattelussa tutkija ammentaa haastateltavasta tietoa teemojen avulla. Kysymykset ja vastaukset muodostavat kokonaisuuden, josta tutkija rakentaa analysoinnin avulla kuvan tutkimuskohteesta. Teemahaastattelulle tyypillisiä asioita ovat keskusteltavat aiheet ja keskustelun etenemien vastaajan ehdoilla. Teemahaastattelua varten laaditaan teemahaastattelurunko. (Kananen 2014, 70–78.)

Tämän opinnäytetyön asiantuntijahaastattelut toteutettiin teemahaastatteluina. Asiantuntijoiden haastattelut olivat keskeisessä roolissa aineiston keräämisessä kehittämistyötä varten. Haastattelujen avulla pyrittiin saamaan kehittämistyön kannalta merkityksellisiä vastauksia. Teemahaastattelua varten laadittiin teemahaastattelurunko, joka lisättiin opinnäytetyön liitteisiin. Haastattelussa noudatettiin joustavasti teemahaastattelurunkoa. Haastattelutilanteet etenivät kunkin haastateltavan erityisosaamisaluetta painottaen. Kysymyksiä tarkennettiin ja syvennettiin haastattelujen aikana riippuen haastateltavien vastauksista ja esille nousseista aiheista.

Asiantuntijat valikoituivat teoria-aineiston lähdeaineistojen ja verkostojen perusteella. Haastateltaviksi valittiin henkilöt, joilla on erityisosaamista omalla huussien biokierotalouteen liittyvällä sektorillaan. Tavoitteena oli saada poikkitieteellistä tietoa ja lähestyä tutkimuskysymystä eri näkökulmista laaja-alaisesti. Haastateltavat myös suosittelivat tuntemiaan alan asiantuntijoita haastateltaviksi kehittämistyötä varten

Haastatteluja toteutettiin yhteensä 22. Haastattelut toteutettiin 4.3.2024–21.4.2024. Haastattelut toteutettiin pääosin Teams-videopuheluohjelmalla. Etäyhteyden ansiosta maantieteelliset

etäisyydet eivät vaikuttaneet haastateltavien valintaan ja haastatteluaika oli joustavasti sovittavissa. Muutama haastattelu toteutettiin puhelinhaastatteluna ja muutama henkilökohtaisena tapaamisena. Haastattelut tallennettiin äänitallenteina. Kaikilta haastateltavilta kysyttiin lupa haastattelun nauhoittamiseen.

5.3 Aineistonanalyysi

Analyysimenetelmillä halutaan saada tutkimusaineistosta ratkaisu tutkimusongelmaan ja vastaukset tutkimuskysymyksiin. Tekstejä käsitellään sisältöanalyysin keinoin. (Kananen 2014, 42.) Laadullisen tutkimuksen pyrkimyksenä on tiheä analyysi, mutta kehittämistoiminnassa riittää karkeampi jäsennostapa. Laadullisia aineistoja lähestytään kehittämistoiminnan näkökulmasta. Kaikkea mahdollista informaatiota aineistoista ei analysoida. Kehittämisaineistojen analyysit ovat siten rajallisia ja pintapuolisempia verrattuna perinteisiin tutkimusanalyysiin. (Toikka & Rantanen 2009, 140–141.)

Aineistonkeruuvaiheessa toteutettujen asiantuntijahaastattelujen äänitallenteet litteroitiin tekstimuotoon. Aineisto ryhmiteltiin ja koodattiin. Ryhmiä syntyi paljon ja esille nousseita aiheista oli paikoitellen haastavaa löytää yhteneväisyyksiä ja jakaa aineistoa yhteisten nimittäjien alle. Tämä oli seurausta siitä, että tavoitteena oli lähestyä kehitettävää aihetta monialaisesti, joten valitut haastateltavat olivat heterogeeninen ja poikkitieteellinen joukko eri alojen asiantuntijoita.

Tämän opinnäytetyön kerätyn aineiston analysoinnissa keskityttiin laadullisen aineiston luokitteluun ja karkeaan tulkintaan. Aineistonanalyysissä pidettiin mielessä kehittämiskysymykset ja tiedon käyttökelpoisuus. Aineistosta ei analysoitu kaikkea mahdollista informaatiota vaan valittiin tarkempaan analyysiin ne osat, jotka parhaiten palvelivat kehittämistyötä.

5.4 Luotettavuus ja eettisyys

Tieteellisen tiedon olennainen piirre on sen luotettavuus. Luotettavuus liittyy tutkimusmenetelmiin, -prosessiin ja -tuloksiin. Määrällisissä tutkimuksissa luotettavuutta on perinteisesti tarkasteltu reliabiliteetin ja validiteetin käsitteiden avulla. Laadullisessa tutkimuksessa keskitytään usein vakuuttavuuteen. Kehittämistoiminnassa luotettavuus korostaa kuitenkin erityisesti tiedon käyttökelpoisuutta. Tässä opinnäytetyössä pyritään tuottamaan ennen kaikkea käyttökelpoista ja

hyödyllistä tietoa, kuten jo todettiin luvussa 2.2. Kaikki kolme luotettavuuden näkökulmaa voidaan kuitenkin soveltaa kehittämistoimintaan ja sovelletaan tähän opinnäytetyöhön. (Toikko & Rantanen 2009, 122–124.)

Opinnäytetyön luotettavuuden tarkastelemiseen valittiin myös reliabiliteetti ja validiteetti, vaikka tutkimus onkin laadullista eivätkä reliabiliteetti ja validiteetti sovellu kaikilta osin kehittämistyön luotettavuuden tarkasteluun. Saaranen-Kauppinen ja Puusniekan (2006) mukaan reliabiliteetti tarkoittaa sitä, että tutkimustulokset ovat pysyviä ja jos tutkimus toistettaisiin, saataisiin silti samat tulokset. Lisäksi reliabiliteetin arvioimiseen kuuluu johdonmukaisuus tuloksissa ja metodin luotettavuus ja johdonmukaisuus. Validiteetti taas viittaa siihen onko tutkimus pätevä ja siihen onko tutkittu oikeita asioita ja saatu oikeita tuloksia. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Vakuuttavuus nousee esiin laadullisessa tutkimuksessa korvaamaan reliabiliteetin ja validiteetin käsitteitä. Tutkijan tehtävänä on vakuuttaa tiedeyhteisö tekemiensä valintojen ja tulkintojen avoimuudella. (Toikko & Rantanen 2009, 122–124.) Tässä opinnäytetyössä vakuuttavuus toimi keskeisenä luotettavuuden kriteerinä ja siksi pyrittiin mahdollisuuksien mukaan tuomaan esiin aineisto ja siihen perustuva argumentaatio. Vakuuttavuus perustuu tutkimuksen uskottavuuteen ja johdonmukaisuuteen. Johdonmukaisuuden saavuttamiseksi tässä opinnäytetyössä pyrittiin kuvaamaan tutkimusaineiston kerääminen ja analysointi.

Objektiivisena kehittäjä pysyttelemine oli haastavaa. Oma mielipide, ennakoasenne, arvomaailma tai käsitykset eivät saa näkyä. Taustatietoa ja ennakoasenteita huussikonsepteista oli jo ennen opinnäytetyöprosessiin lähtemistä ja aihe valikoitui ennen kaikkea henkilökohtaisen kiinnostuksen vuoksi.

Kannattelevaksi ohjenuoraksi muodostui pragmaattinen käsitys totuudesta ja se, että kehittämistoiminnassa luotettavuus korostaa tiedon käyttökelpoisuutta. John Deweyn ja Charles Peircen näkemysten mukaan olennaista ei ole niinkään tiedon suhde todellisuuteen tai sen sisäinen johdonmukaisuus vaan tiedon käytännön arvo. Tärkein kriteeri tiedolle on sen käytännön hyödyllisyys.

Tässä opinnäytetyössä huomioitiin työn eettisyys suunnitteluvaiheesta lähtien ja noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä sekä JAMK:n raportointiohjeiden ohjeistusta lähdeviitteiden

merkitsemisestä. Aineistonhallintaa varten tehtiin aineistonhallintasuunnitelma DMP Tuuli-työkälulla. Haastateltavien tietosuojaa huomioitiin. Tähän opinnäytetyöhön ei liity rahoitusta eikä työllä ole toimeksiantajaa.

6 Tulokset

6.1 Taustaa

6.1.1 Huussien biokiertoalouden mahdollisuudet

Huussikonsepteihin liittyy monipuolisesti biotalouden mahdollisuuksia. Keltaisen biotalouden eli maatalouden alle sijoittuu muun muassa huusseihin liittyvä ravinnepotentiaali ja ravinteiden kierrätys. Huussien mahdollistama veden säästö ja vesien suojelu taas ovat osa sinistä biotaloutta eli liittyvät vesiluonnonvarojen kestävään käyttöön ja vesiosaamiseen. Huussirakennukset sijoittuvat vihreän eli metsäbiotalouden alle. Useimmat huusseihin liittyvät biotalouden osa-alueet ovat niitä osa-alueita, jotka kuuluvat myös kiertoalouden alle. Huussien yhteydessä voidaan siis puhua biokiertoaloudesta. Asiantuntijahaastatteluissa huussikonseptien biokiertoalouden nähtiin palvelevan monia asioita, ja todettiin että sitä kannattaa tarkastella kokonaisuutena eikä vain yhdestä näkökulmasta. Ravinne- ja energiapotentiaalin hyödyntäminen on ilmeisin biokiertoalouden mahdollisuus huussikonseptien ympärillä.

Huussien ulosteen hävittämiseen on kaksi vaihtoehtoa. Käsitellä se paikan päällä tai kuljettaa muualle. Paikan päällä käsittely voi tarkoittaa esimerkiksi kompostointia. Tämä mahdollistaisi biomassan ainakin osittaisen uudelleenkäytön esimerkiksi maaperän parannusaineena. (Roach ym 2015.) Julkisten huussien jätteet on paikan päällä käsittelyn lisäksi viety jätevedenpuhdistamoille tai sekajätteisiin. Haastatteluissa kävi ilmi, että julkisten huussien jätteitä ei hyödynnetä. Huussijätteet päätyvät useimmiten jätevedenpuhdistuslaitokselle tai sekajätteisiin. Niille ei ole kysyntää vaan päinvastoin ne nähdään ongelmajätteenä, jota kukaan ei halua. Pohjoisessa huussijätteet matkustavat satoja kilometrejä. Jopa virkistysalueilta kerätty paikan päällä kompostoitu multa on vaikea sijoittaa, kukaan ei halua sitä ja se saattaa päätyä kompostoinnin jälkeen lopulta sekajätteeseen. Haastatellut asiantuntijat pitivät ideasta hyödyntää ravinne- ja energiapotentiaali, mutta useassa haastattelussa painotettiin, että ratkaisuihin ei saisi kuitenkaan aiheutua merkittäviä lisäkustannuksia tai työtä.

Haastatteluissa ilmeni, että ravinne- ja energiapotentialin hyödyntäminen on merkittävin biokierron mahdollisuus huussikonseptien ympärillä. Huussikonseptien ravinne- ja energiapotentialin ja ympäristöhyötyjen saavuttaminen edellyttää huolellista suunnittelua huomioiden koko elinkaari. Ravinnepotentialin hyödyntäminen huussijätteistä on monella tapaa yksinkertaisempaa kuin puhdistamoiden jätevesilietteistä. Erottelevan sanitaation etuja on tutkittu paljon, ja ne nousivat esiin myös haastatteluissa. Ravinteisiin päätyviä haitta-aineita voidaan vähentää, kun ulosteiden joukkoon ei sekoiteta muita jätevesiä. Sekä patogeenien että raskasmetallien määrä on matala. Virtsa kuitenkin sisältää suurimman osan lääkeaineista ja hormoneista. Ravinteiden talteenotto on myös teknisesti helpompaa, kun ravinteet ovat suurempina pitoisuuksina. Myös jakkeen tutkiminen on helpompaa, kun siihen ei ole sekoitettu kaikkea muiden jätevesien mukana tulevaa. Ihminen tuottaa vuodessa noin 500 litraa virtsaa ja 50 kiloa ulostetta. Yhden ihmisen vuodessa tuottamat virtsa ja uloste sisältävät noin 4,6 kg typpeä, 0,5 kg fosforia ja 1,4 kg kaliumia, kuten kuvio 6 esittää. (Pellikka 2013,5).

Ravinteiden kierrätys nähtiin todella ajankohtaisena asiana etenkin typen kohdalla. Suomessa ollaan riippuvaisia Venäjältä tuodusta typestä, lannoitteiden suhteen ei olla omavaraisia ja typen loppuminen huoletti alan asiantuntijoita. Viesti tuntui olevan, että jos halutaan ravinteet kiertämään se ei tapahdu itsestään. Muutamia asiantuntijaa pohtivat, mikä taho tästä voisi ottaa koppia ja totesivat että tällä hetkellä asiat eivät etene. Olisi tarpeen luoda systeemi ja arvoketju, jotka mahdollistaisivat biokierron. Suomesta puuttuu palveluntarjoajia, jotka keräisivät ravinteita ihmisperäisistä jätteistä. Olennaisena nähtiin se, miten tyyppi saataisiin kiertoonsa ja typen suuri tarve ravinnenäkökulmasta korostui.

Haastatteluissa nousi esiin, että Suomessa fosforia on enemmän kuin typpeä, mutta se ei jakaudu tasaisesti, ravinnetarpeet eri alueilla vaihtelevat. Paikallisesti tilannetta voitaisiin merkittävästi parantaa, jos ravinteet hyödynnettäisiin paremmin. Haastatellut alan asiantuntijat näkivät tässä paljon potentiaalia ja asioita, jotka voitaisiin tehdä niin paljon paremmin. Jätevesipuoli ei ole kierron mukaista tällä hetkellä. Erään asiantuntijan mukaan ilmastonäkökulmasta haja-asutusalue ei ole merkittävä päästölähde, mutta on jotain sellaista, mitä voitaisiin tehdä fiksummin. Useamman asiantuntijan viesti oli, että kannattaa ottaa sieltä mistä pystyy. Muualla hyviä ratkaisuja ei ole juurikaan tällä hetkellä saatavilla.

Lehtoranta arvioi väitöskirjassaan (2022) jätevesien ravinteiden talteenoton tehostamista jätevesiä erottelemalla, sen elinkaarisia ympäristövaikutuksia, etuja ja haittoja kaupunki- ja haja-asutusalueilla. Väitöskirjan tuloksista ilmenee jätevesien erottelun mahdollistavan fosforin ja typen kierron huomattavan tehostamisen sekä haja-asutusalueella että kaupunkialueilla tavanomaiseen käsittelyyn verrattuna. Kaupunkiympäristössä jätevesien erottelu mahdollistaisi jopa yli kymmenen kertaa suuremman typen talteenoton. Haja-asutusalueella jätevesien erottelulla saavutettaisiin vielä suurempi hyöty verrattuna perinteiseen käsittelyyn. Fosforin talteenotto voisi tehostua 3–5 kertaa suuremmaksi ja typen yli 30 kertaa suuremmaksi. Lisäksi Lehtorannan väitöskirjan tulokset osoittavat erottelevan sanitaation elinkaarivaikutuksia. Näitä ovat ilmastovaikutukset, rehevöitymisvaikutukset, happamoitumisvaikutukset ja paikalliset vaikutukset. Ravinteiden tehokkaampi talteenotto ja kierrättäminen jätevesiä erottelemalla vähentäisi kaupunkialueilla jätevedenkäsittelyn ilmastovaikutuksia jopa puoleen. Haja-asutusalueella vaikutukset pysyisivät kuitenkin samalla tasolla. Jätevesien erottelu vähentäisi erityisesti haja-asutusalueella vesistöjä rehevöittäviä vaikutuksia. Happamoittavat päästöt voivat kuitenkin kasvaa. (Lehtoranta 2022.)

Pullonkaulana asiantuntijahaastatteluissa nähtiin se, että kierrätysravinteille ei ole markkinoita. Ravinteet eivät pääse kiertämään niin kauan kuin toimivaa markkinaa ei ole. Lisäksi haastatellut aiheen asiantuntijat olivat huolissaan kierrätysravinteiden turvallisuudesta ja mahdollisista lääkejäämistä ja haitta-aineista. Lannoitevalmisteiden sisältämät haitta-aineiden pitkäaikaiset ympäristövaikutukset maaperässä tulee selvittää. Toisaalta monet näkivät hyvänä asiana sen, että huussijätteen mukana ei ole muiden jätevesien mukana kulkevat mikromuovit ja haitta-aineet. Vielä parempana nähtiin se, jos ulosteita ei tarvitsisi sekoittaa veteen ollenkaan. Kierrätyslannoitevalmisteiden käyttöä edistävä lainsäädäntö on varmistettava.

SBB toteuttaa Laatulannoite2.0 hanketta yhteistyönä kierrätyslannoitteiden valmistajien ja käyttäjien kesken. Hankkeen tavoitteena on lisätä laadukkaiden kierrätyslannoitteiden maatalouskäyttöä Suomessa ja kehittää kierrätyslannoitevalmisteiden laatua. Hankkeessa laaditaan suositukset kierrätyslannoitteiden käyttöön maataloudessa sekä lisätään tietoisuutta kierrätyslannoitevalmisteista ja niiden hyvistä ominaisuuksista. (Virolainen-Hynnä 2023.)

Pellikka tutki kandidaatintutkielmassaan käymäläjätteen lannoitekäyttöä. Huussijätteen laajamittainen käyttöönotto teollisuusmaissa vaatisi investointeja tutkimukseen, kehitykseen ja

infrastruktuuriin. Maanviljelijät vaativat kierrätyslannoitteilta turvallisuutta, helppokäyttöisyyttä ja tehokkuutta. Huussijätteen lannoitekäyttöä hidastavat ihmisten asenteet ja ennakkoluulot sekä lainsäädännölliset esteet. Asenteisiin voitaisiin vaikuttaa tiedottamalla. (Pellikka 2013, 22.)

Kiertoravinnetoimijoita Suomessa ovat muun muassa Kiertoravinne Oy ja Soilfood Oy, mutta ainakin Soilfood on lopettanut ihmisperäisten ravinteiden hyödyntämisen. Haastateltavien asiantuntijoiden tietojen mukaan ja verkossa tehdyn haun perusteella Suomessa ei ole toimijoita, jotka tuottaisivat lannoitteita erilliskerätystä virtsasta. Vaikka vedettämiä pisuaareja on Suomessakin käytössä, niin niillä kerättyä virtsaa ei tiettävästi tällä hetkellä hyödynnetä. Maailmalla löytyy innovatiivisia toimijoita. Yksi haastateltavista oli ruotsalaisen yrityksen Sanitation360 palveluksessa. Sanitation360 on kehittänyt ainutlaatuisen ratkaisun, joka tuottaa virtsasta kuivaa lannoitetta. P2GreeN on EU rahoitteinen neljän vuoden hanke, jonka tavoitteena on kehittää, testata ja toteuttaa sanitaatiojätteestä turvallista orgaanista lannoitetta maatalouden käyttöön (P2GreeN n.d.). Aurin on maailman ensimmäinen virtsaan perustuva lannoite, joka on hyväksytty Sveitsissä, Liechtensteinissa ja Itävallassa (Aurin n.d.) Toopi Organics on ranskalainen bioteknologia startup, joka kehittää fermentoimalla virtsasta biostimulanttia maatalouden käyttöön. Yritykselle myönnettiin vuonna 2023 mittava 8,4 miljoonan euron EU-rahoitus. Yritys asentaa vedettämiä pisuaareja moottoriteiden levähdysalueille, puistoihin ja tekee yhteistyötä tapahtumajärjestäjien kanssa. Toopin tuote Lactopi Start on hyväksytty luomuviljelykseen viidessä EU maassa. (Marzo 2023.)

Erilliskeräyksen, lannoitetehton ja ravinteiden talteenoton tutkimukseen on jonkin verran panostettu. Tutkimusta suunnataan näiden lisäksi tilavuuden pienentämiseen, ravinteiden talteenottoon ja jalostukseen lannoitetuotteiksi ja maanparannusaineiksi. Esimerkiksi Biokymppi Oy kehittää virsan ultrasuodatusta ja käänteisosmoosia. Ruokavirasto hyväksyi 2019 ensimmäisen huussien kiinteästä jätteestä valmistetun maanparannusaineen. Tamperelaisen ITOA – Digitoilet Systems Oy:n kehittämä DTS- menetelmällä tuotettu maanparannusaine Hietsun Musta on tiettävästi ainut vastaava hyväksyntä maailmassa. (Viskari 2020.)

Huussijätteiden hyödyntäminen biokaasulaitoksilla nähtiin potentiaalisena biokiertotalouden ratkaisuna, joka kannattaisi tutkia ja koeponnistaa. Tämä mahdollistaisi sekä energia- että ravinnepotentiaalin hyödyntämisen. Kun huussijätteisiin ei sekoiteta vettä, voitaisiin mahdollisesti välttyä jätevedenpuhdistamo- vaiheelta ja siirtyä suoraan biokaasulaitokselle. Tässä on kuitenkin

huomioitava monta asiaa mukaan lukien logistiikka ja etäisyydet. Asiantuntijahaastattelussa nousi esille huoli siitä, että biokaasulaitokset eivät välttämättä halua ottaa vastaan huussijätteitä. Joissakin haastattelussa nostettiin esille, että huussijäte on jae, jota kukaan ei halua. Haastatteluiden perusteella voidaan todeta, että olennaista olisi selvittää miten huussijätteitä saa hyödyntää biokaasulaitoksilla ja saako niitä hyödyntää esimerkiksi samassa biojätteiden kanssa, jolloin myös ravinteet saisi mahdollisesti paremmin hyödynnettyä kuin jätevesilietteiden kanssa sekoitettuna. Tätä lähdettiin selvittämään, mutta todettiin pian asian olevan niin uusi, ettei selviä suosituksia ole ja eri biokaasulaitoksilla on erilaisia toimintatapoja. Asian selvittäminen vaatisi syvempää paneutumista ja resursseja, jotka laajuudeltaan eivät mahdu tämän opinnäytetyön piiriin. Tutkiminen rajattiin tämän opinnäytetyön ulkopuolelle jatkotutkimusaiheeksi. Yhdessä haastattelussa pohdittiin, että ravinne- ja energiapotentiaalin hyödyntäminen biokaasulaitoksella helpottuisi, jos haja-asutusalueelle tulisi enemmän biokaasulaitoksia, vaikka pieniäkin. Esimerkiksi maatilakokoluokan biokaasuinvestointeihin huussijäte voisi olla soveltuva syöte. Haastattelussa peräänkuulutettiin ratkaisumalleja.

Esimerkiksi Porvoossa 2023 järjestetyn ison tapahtuman, Jukolan viestin, sanitaattoratkaisu oli bajamajat. Bajamajojen jätteet tyhjennettiin paikalliselle jätevedenpuhdistuslaitokselle. Olisiko ollut mahdollista tai kokonaiskestävä vaihtoehto viedä tapahtuman jätteet suoraan biokaasulaitokselle hyödynnettäväksi ja ohittaa energia- ja kemikaali-intensiivinen vaihe jätevedenpuhdistuslaitoksella?

Huussien mahdollistama veden säästö ja vesien suojelu ovat osa sinistä biotaloutta. Yhdessä haastattelussa nousi esiin miten ensiarvoisen tärkeää olisi resursoida palveluihin, jotka ehkäisevät vesistöjen rehevöitymistä. Vesistöjä rehevöittävien vaikutusten väheneminen on yksi merkittävistä huussikonseptien tarjoamista mahdollisuuksista.

Halonen (n.d.) Maa- ja metsätalousministeriöstä kokoaa esityksessään sinisen biotalouden mahdollisuuksia Saaristo- ja Selkämerellä ja tarkastelee YK:n kestävän kehityksen tavoitteita veteen ja vesiluonnonvaroihin perustuvan liiketoiminnan mahdollisuuksien näkökulmasta. SDG 6 tavoitteena on veden saanti ja kestävä käyttö sekä sanitaatio kaikille. Makean veden tarve lisääntyy 30 % vuoteen 2030 mennessä ja veden käytön tehokkuus sekä vesivarojen hallinta korostuvat. Digitalisaation rooli nähdään kasvavana. Halonen esittää lyhyen ja pitkän aikavälin tutkimuksen

painopisteet. (Halonen n.d.) Näistä huussien biokiertotalouteen liittyvät vettä säästävät ja kierrättävät teknologiat, vesihuollon kokonaisratkaisut ja vettä säästävät sanitaatoratkaisut.

SDG 14 tavoitteena on säilyttää meret ja merten tarjoamat luonnonvarat ja edistää niiden kestävä käyttöä. Ongelmana ovat Suomessa vesien rehevöityminen ja vaikutukset vesiluontoon. Halonen esittää lyhyen ja pitkän aikaväline tutkimuksen painopisteet. (Halonen n.d.) Näistä huussien biokiertotalouteen liittyvät hajakuormituksen kustannustehokas vähentäminen, uudet teknologiat pistemäisessä kuormituksessa ja systeemitason ratkaisumallit liittyen ravinteisiin ja kemikaaleihin. Hyvin toimivat huussit voisivat mahdollistaa ravinteiden talteenoton tehostamisen.

Biokierrätyksellä voitaisiin ratkaista kestävyiden haasteita. Biokierrätyksen vastauksia kestävyiden haasteisiin ovat esimerkiksi uusiutuvan energian tuotanto, ravinnekierrätys, aineiden tuonnin vähentäminen ja työpaikkojen tuottaminen Suomeen. Hiilen palauttamisella luontoon orgaanisten kierrätyslannoitteiden kautta voitaisiin myös parantaa maaperän vesi- ja ravinnetaloutta ja elävöittää maaperää. Aineiden tuonnin vähentäminen voisi säästää kuljetuksia ja nostaa omavaraisuutta. (Gareis 2023.)

Huussien biokiertotalouden markkinoille mahtuisi toimijoita. Huussi ry:n juhlaseminaarissa 2022 pääviesti tuntui olevan, että huussien edut ovat selvillä ja tutkittuja ja nyt tarvitaan isoja avauksia. Myös useammassa haastattelussa nousi esille se, että edut ovat selvät mutta huussien ympärillä ei ole tapahtunut mitään merkittävää moneen vuoteen ja nyt tarvitaan rohkeita avauksia.

6.1.2 Huussiratkaisut ja sovelluskohteet

Haja-asutusalueiden ja viemäriverkoston ulkopuolinen sanitaatio muodostuu erilaisista kokonaisuuksista, joilla on hyvin erilaiset ominaispiirteet ja kuten eräs asiantuntija haastattelussa totesi, toimintaympäristö on pirstaloitunutta. Asiantuntijan mukaan huussien sovelluskohteet erityispiirteineen olisi hyvä kartoittaa. Huussien eri sovelluskohteita listattiin asiantuntijahaastatteluisissa ja lisäksi tietoa etsittiin verkosta. Tämä asia vaatisi lisää selvitystä ja kartoitusta. Se, mikä on optimaalinen paikan päällä tapahtuva ratkaisu tietyille kiinteistölle, riippuu vahvasti paikallisista olosuhteista ja asianmukainen ohjaus on tarpeen (Lehtoranta, Mattila & Vilpas 2014, 439–446).

Yksikään haastatelluista ei nähnyt huusseja vaihtoehtona kaupunkiympäristön sanitaatoratkaisuksi Suomessa. Osa asiantuntijoista näki erottelevan sanitaation tulevaisuuden ratkaisuna kaupunkiympäristössä. Aihealueen asiantuntijoiden ajatukset olivat haastatteluissa samansuuntaisia siitä, että haja-asutusalueiden viemäriverkoston ulkopuolinen sanitaatio kannattaa käsitellä omana kokonaisuutenaan. Huussit sanitaatoratkaisuna olisi helpompaa viedä läpi haja-asutusalueilla. Huussikonsepteissa ei ole suurimmat volyymit, mutta toisaalta useampi asiantuntija totesi, että kannattaa ottaa sieltä mistä saa. Jälleen kerran nousi esiin se, että hyviä ratkaisuja ei ole paljoa tarjolla ja tämä voisi olla yksi hyvistä.

Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että ei ole yhtä oikeaa ratkaisua mitä sanitaatioon tulee. Vesivessakaan ei ole. On tärkeää tarkastella vaihtoehtoja ja tarjolla tulee olla hyviä vaihtoehtoja. Sellaisia vaihtoehtoja, jotka palvelevat tämän päivän maailmaa. On oltava helpot työkalut vaihtoehtojen arvioimiseen ja päätöksentekoon. On huomioitava muun muassa ympäristöpuoli, talouspuoli, kulttuurinen ja sosiaalinen puoli. Lisäksi oikean sanitaatio- ja huussiratkaisun valintaan vaikuttavat muun muassa käyttäjämäärä, maasto, jätteiden hyödyntämismahdollisuudet, etäisyydet ja paikalliset palveluntarjoajat.

Suomessa on huusseja sekä julkisella että yksityisellä sektorilla. Erilaisille huussikonsepteille sopivimpia ovat sellaiset sovelluskohteet, joissa ei ole vesi- ja viemäriverkostoa. Yksityisellä sektorilla huusseja on käytössä lähinnä haja-asutusalueilla vakituisissa ja vapaa-ajan asunnoissa. Erään haastateltavan mukaan Suomessa on yli puoli miljoonaa vapaa-ajanasuntoa ja näistä valtaosassa on käytössä huussit, tosin käyttö saattaa olla enemmän tai vähemmän aktiivista ja huussit saattavat olla paremmin tai huonommin toimivia. Esimerkkejä huussien sovelluskohteista vapaa-ajan ja vakituisten asuntojen lisäksi ovat uimarannat, golfkentät, luontoreitit, leirintäalueet, kesäkahvilat, puolustusvoimien kohteet, kansallispuistot, retkeilykohteet, tapahtumat, julkiset alueet, markkinat, asuntoautot, vierasvenesatamat, veneet ja työmaat. Kunnilla on käytössä huusseja erilaisissa kohteissa, mutta tästä ei löytynyt tietoa, kuinka paljon. Muutaman kunnan liikuntapaikkamestareita haastateltiin tätä opinnäytetyötä varten ja esimerkiksi 50 000 asukkaan kunnassa oli noin 25 kunnan ylläpitämää huussia.

Matkailu voisi olla potentiaalinen huussien sovelluskohde. Esimerkiksi Nolla on suomalainen kestävä matkailun yritys, jolla on ekologisia mökkejä eri puolilla Suomea. Nollan ideologiana on

hiilineutraaliuteen tähtäävän luonto- ja lähimatkailun edistäminen. Heidän mökeissään on käytössä huussit. (Tervetuloa Nollaan N.d.) Myös Inkoossa sijaitseva Hilltop Forest on varustettu huusseilla, mistä Yle uutisoi ”Också ett utedass kan vara lyx” eli myös ulkokuusi voi olla luksusta (Von Alfthan, 2022). Huussien kysyntä voisi nousta kestävä matkailun kasvun myötä. Huussi sopii erityisen hyvin luontomatkailuun. Luontomatkailu on biotaloutta.

Tapahtumat tarjoavat hienon mahdollisuuden ja väylän kuivakäymälöille. Kysyntä on ilmeinen. Sanitaatio tapahtumissa on huonomaineista ja käymälät nähdään pakollisena kuluna tapahtumien järjestäjän näkökulmasta. Huussit voisivat muuttaa tilanteen hyödylliseksi resurssiksi. Tapahtumien järjestävät voisivat osoittaa sitoutumisensa kestävään kehitykseen ja konkreettisesti osoittaa tämän tarjoamalla ekokäymälöitä vierailijoilleen. (Roach ym 2015.) Tapahtumat olisivat hieno sovelluskohde huussikonseptien kehittämiseksi. Yksi haastateltavista asiantuntijoista työskentelee tapahtumatuottajana. Suomessa markkinoilla ei ole tarjolla juurikaan vaihtoehtoja tapahtumiin sopivista käymäläratkaisuista, vaan tapahtumanjärjestäjät valitsevat bajamajat ja kemikaalikäymälät muutamilta toimijoilta, jotka niitä tarjoavat. Pohdittiin, olisivatko tapahtumanjärjestäjät valmiita maksamaan enemmän tutkitusti vihreämmästä vaihtoehdosta. Tämä nähtiin mahdollisena etenkin sellaisten toimijoiden kohdalla, joilla on muutenkin vihreät arvot ja jotka panostavat tapahtumien ekologisuuteen. Kuitenkin, jos volyymit ovat suuria ja ero olisi suuri niin budjetti voisi tulla vastaan. Liete nähtiin kalliina, ja siitä maksettava summa tuntui paljolta. Jos huussi olisi kalliimpi, mutta jätehuoltomaksu toisaalta pienenis, tämä voisi mahdollistaa huussin valinnan. Asiantuntija mietti myös, vierastaisivatko ihmiset huussityyppistä ratkaisua kaupunkitilassa. Huomattiin, että ajatukset siitä, miltä huussi voisi näyttää rajoittuvat hyvin perinteisiin mielikuviin huusseista. Siinä, mitä kaikkea huussirakennus voi olla, onkin valtavat mahdollisuudet. Käymälöiden lukumäärän valinta eri tapahtumiin on taiteilua, riippuen muun muassa siitä, onko alueella ruokailua ja aniskelua.

Huusseja näkyy massatapahtumissa ympäri Euroopan. Joissain maissa huussien käyttö massatapahtumissa on yleisempää, esimerkiksi Englannissa. Yksi suurimmista huussialan toimijoista on Natural Event, maailmanlaajuisesti toimiva australialainen yritys. Glastonbury Festival on maailman suurin festivaali 200 000 vierailijoineen. Glastonburyssä on erilaisia käymäläratkaisuja käytössä, joista yksi on Natural Eventin kompostoitavat kuivakäymälät. Saksassa massatapahtumissa käymälöiden siisteysongelmat sekä kasvava ympäristötietoisuus ovat luoneet kysyntää vaihtoehtoisten

sanitaatoratkaisujen kehittämiseksi. Huussit yhdistettynä viisaasti kehitettyyn ylläpitokonseptiin voivat ratkaista monia ongelmia. Huussit eivät ole ainoastaan ympäristöystävällisiä vaan myös käyttäjäystävällisiä. Massatapahtumiin liittyy valtava potentiaali kasvattaa tietoisuutta ekologisesta vaihtoehdosta ja avata ovia huussien käyttöön myös muualla. (Roach ym 2015.)

Ekologista sanitaatiota kohtaan on maailmalla kiinnostusta, esimerkiksi Portugalissa järjestettävää BOOM festivaalia pidetään maailman ympäristöystävällisimpänä festivaalina. Festivaali on massatapahtuma ja houkuttelee kymmeniä tuhansia kävijöitä. BOOM pyrkii minimoimaan massatapahtuman ympäristövaikutukset kierrättämällä, pienellä veden käytöllä ja ympäristöystävällisillä materiaaleilla. Erityistä on, että sanitaatio on kokonaan järjestetty huusseilla ja 100 % vedettömällä ravinteet kierrättävällä sanitaatiojärjestelmällä. Tapahtuman järjestäjä omistaa tapahtuma-alueen ja siksi heillä on mahdollisuus pitää kiinteitä kompostikäymälöitä ja kompostoida syntyvät jätteet paikan päällä. (Roach ym 2015.) Eräs paljon maailman festivaaleja kiertänyt henkilö totesi BOOM festivaalien vessojen olevan parhaat festivaalivessat mitä hän on koskaan nähnyt.

Tätä opinnäytetyötä varten haastateltiin useita asiantuntijoita, joilla oli käytännön kokemusta ja näkemystä kentältä julkisista huusseista luonnon virkistysalueilta kuntien uimarannoille. Tämän aihealueiden asiantuntijoita olivat metsähallituksen luontopalvelujen rakentamisen erityisasiantuntijat, kahden eri kunnan liikuntapaikkamestarit ja kenttämestarit, jotka vastaavat kunnan ylläpitämistä huusseista sekä maastomestari ja rakennusinsinööri, joka vastaa virkistysalueiden huolto-, ylläpito-, rakennus- ja maastotöistä sisältäen huussit sekä luonnon virkistysalueiden yleisökuivakäymälöiden jätehuollon kehittämistä tutkinut metsätalousinsinööri.

Yleisöhuussit ovat yksi luonnon virkistysalueilla olevista peruspalveluista. Haastatteluiden perusteella huussitekniikan valintaan yleisökohteilla vaikuttavat useat tekijät. Ei ole yhtä oikeaa kaikille sopivaa ratkaisua. Valintapäätöksessä huomioidaan kohdealueen sosiaaliset, yhteiskunnalliset ja fyysiset olosuhteet. Näihin kuuluu esimerkiksi käyttäjämäärät ja niissä tapahtuvat muutokset, tekniikan elinkaarikustannukset ja rahoitusvaihtoehdot, ympäristönsuojelu ja resurssit. Lisäksi toimintaympäristön asettamat puitteet huussijätteen käsittelylle, ylläpidolle ja huussien määrälle vaikuttavat.

Haastatteluissa nousi esiin hyvin erilaisia huussiratkaisuja. Osa huusseista on vielä maakuopalla, etenkin jos huussi sijaitsee sellaisessa kohteessa, minne kaivurilla ajamiseen sisältyisi riski luonnon tuhoutumisesta. Joissain kohteissa on käytössä maanpäälliset ponttoonisäiliöt. Pohjois-Suomessa moniin uusiin huussimalleihin on valittu vaihtosäiliösystemi ja Biolanin Populet oli selvästi suosittu huussimalli. Vaihtosäiliötä pidettiin käteväenä. Suotonestettä kerätään umpisäiliöön, haihdutetaan, imeytetään tai suodatetaan. Suotonesteille on myös rakennettu erilaisia keräysrännnejä. Paljon on käytössä vielä perinteisiä saavihuusseja. Istuinosat ovat muovia, styroksia tai puuta. Osaan huusseista on asennettu rutilälattia huollon helpottamiseksi. Huussirakennukset olivat suurelta osin itse suunniteltuja ja puisia, joko lautarakenteisia tai massiivihirttä. Haastatelluilla kunnilla on käytössään huussitehtaiden valmiita malleja.

Julkisiin huusseihin liittyvissä haastatteluissa nousi esiin umpisäiliöiden voittokulku. Umpisäiliön ehdoton etu on helppous. Umpisäiliöt koetaan parhaana ratkaisuna. Huusseja pyritään vaihtamaan mahdollisuuksien mukaan umpisäiliöratkaisuun. Kaikkialle umpisäiliöitä ei saa asennettua, mutta suunta on se, että kaikkiin kohteisiin mihin sellaisen voi asentaa, se asennetaan heti kun mahdollista. Imuauto käy tyhjentämässä säiliöt ja vie jätteet jätevedenpuhdistuslaitokselle. Tyhjennyskustannuksia pidettiin hyvin kohtuullisina. Huussijätteistä huolehtiminen jää kokonaan pois ja tämä on koettu kentällä ylivoimaisesti parhaaksi ratkaisuksi. Näin toimien pystytään myös parhaiten vastaamaan jätehuollon määräyksiin ja säädöksiin. Umpisäiliöön ei myöskään tarvitse lisätä kuiviketta, tämä esitettiin muutamassa haastattelussa hyvänä asiana myös taloudellisesti.

6.1.3 Huussien haasteet ja uhat

Ihmisulosteet ovat tabu. Huusseissa on kyse ulosteista. Ulostaminen on toisaalta maailman universaalein asia. Ihmiset ympäri maailman pissaavat ja kakkaavat, joka päivä. Toisaalta se on asia, jonka nykypäivän ihmiset tekevät usein mieluiten suljettujen ovien takana. Haastateltavien joukossa oli kaksi taiteen maisteria, jotka tekevät taiteellista tutkimusta mm sanitaatiosta, ihmisten suhtautumisesta ulosteeseen ja jätteen käsitteestä. Ennen vanhaan ulostaminen oli luonnollinen asia. Renellin (2023) mukaan vielä 1700-luvulla eurooppalaisten ja amerikkalaisten suhtautuminen ulosteisiin oli rentoa ja maaseudulla tämä jatkui vielä 1800- ja 1900-luvuilla. Vesivessan läpimurto muutti suhtautumisen ulosteisiin. Mitä nopeammin ulosteista ja hajuista päästiin eroon, sen parempi. Tänä päivänä kiiltävän valkoinen posliini on hyvän hygienian ja elintason ideaali. (Renell 2023, 31.)

Useammassa haastattelussa nousi esiin se, että huussikonseptien kehittyminen vaatisi paradigman muutosta. Roach, Roeder, Schröder ja Panesar (2015) käsittelevät artikkelissaan sanitaation paradigman muutosta huussiratkaisuilla festivaaleilla Saksassa. Renell (2023) taas vertaa artikkelissaan vaihtoehtoisen sanitaation kehittämistä ja leviämistä muihin asioihin, joissa paradigman muutos on jo tapahtunut. Hän esittää, että esimerkiksi sähköautot ja kasvissyönnöti olivat pitkään marginaalisia, mutta lopulta poliittinen diskurssi ja arvot alkoivat muuttua. Sanitaatio ja veden ja ravinteiden käsittely liittyvät yhteiskunnallisesti ajankohtaisiin aiheisiin, kuten ympäristöön ja kansalliseen omavaraisuuteen. (Renell 2023, 29–30.)

Huussit eivät ole saavuttaneet laajemman yleisön suosiota. Miksi näin on? Banamwana tutkimusryhmineen (2022) tutki ekologisen sanitaation leviämisen esteitä etenkin kehittyvissä maissa. He esittävät syiksi muun muassa tiedon puutteen, teknisen tuen puutteen, turvallisuuskysymykset, inhon ihmisulosteita kohtaan sekä kulttuuriset ja uskonnolliset rajoitteet (Banamwana, Musoke, Ntakirutimana, Buregyeya, Ssempebwa, Maina & Tumwesiguye 2022.) Munck puolestaan tutki Käymäläseura Huussi ry:lle toteutetussa opinnäytetyössään tekijöitä, jotka vaikuttavat ekologisen sanitaatio leviämisen epäonnistumiseen Suomessa. Kokeiltavuuden ja näkyvyyden puute osoittautuivat ensisijaisiksi esteiksi. Munck esittää, että huussien edistämässä tulisi keskittyä potentiaalisten käyttäjien näkökulmaan. Huussien leviämisen edistämiseen tarvittaisiin innovaattoreita, jotka ajaisivat asiaa sisältä päin. (Munck 2023.) Myös Haikonen tutki opinnäytetyössään asenteita vaihtoehtoista käymälätekniikkaa ja ihmisperäisiä ravinteita kohtaan. Ihmiset suhtautuvat aiheeseen ennakkoluuloisesti mutta positiivisesti. Terveysten ja hygieniaan liittyvät asiat aiheuttavat huolta. Ihmiset olisivat kuitenkin valmiita hyväksymään erotteluvan käymäläteknologian ja ihmisperäisten ravinteiden käytön ruoantuotannossa. (Haikonen 2019.)

Ennen vanhaan huussin tyhjennys oli pelätty tehtävä hajujen vuoksi. Teknologia on onneksi kehittynyt ja helpottanut huussin ylläpitoa. (Renell 2023, 42–44.) Haastatteluissa nousi esiin erilaisia yleisten huussien ylläpitoon liittyviä haasteita. Haasteet olivat erilaisia eri puolilla Suomea eri maasto-olosuhteissa, esimerkiksi pohjoisessa tunturissa ja etelässä saaristossa. Pohjois-Suomen toimintaympäristön erityispiirteitä ovat vaikeakulkuinen maasto, pitkät huoltoetäisyydet ja vaihteleva ilmasto. Monissa haastavissa kohteissa kuten saaristossa huusseja hoidetaan hyvinkin perinteisin menetelmin esimerkiksi saavein, koska muita toimivia ratkaisuja ei ole tarjolla. Kuviossa 2 näkyy kunnan ulkokuusi, jossa saavi tyhjennetään takana sijaitsevaan kompostoriin.

Saavihuussien ylläpitoa kuvattiin haastatteluissa ajoittain työteliääksi eikä välttämättä suosikki työtehtäväksi. Esimerkiksi eräässä saaristokohteessa työntekijät menevät veneellä paikan päälle pari kertaa viikossa ja yhdessä nostavat täyttyneet saavit ja kantavat ja tyhjentävät ne kompostisäiliöön. Jätteet kompostoituvat säiliössä noin vuoden päivät, jonka jälkeen komposti levitetään lähiympäristöön. Toimintatapa vaatii matkoineen paljon työtunteja eikä ulostesaavien kantaminen ole aina mieluista. Kaikesta huolimatta tämä on nähty parhaana ratkaisuna koska parempaa ei ole löydetty ja huussipalvelu on kohteessa välttämätön. Tähän liittyen muutamassa haastattelussa nousi esille myös huoli ympäristövaikutuksista, saaristoluonto on usein kallioista ja sinne levitetävä komposti muuttaa luontoa.



Kuvio 2 Kunnan ulkoahuussi virkistysalueella (Saara Lavonen).

Suurimmat haasteet haastateltavien mukaan liittyivät lainsäädännön ja jätevesimääräyksiin liittyvien ohjeiden huomiointiin. Huusseja ja huussijätteen käsittelyä koskee useat eri lait, säädökset ja asetukset. Ympäristönsuojelulaki, terveydensuojelulaki ja valtioneuvoston asetukset säätävät perusvaatimukset toiminnalle hajajätevesiasetuksessa. Hajajätevesiasetus määrää talousjätevesien

käsittelystä viemäriverkoston ulkopuolisilla alueilla. (Värri 2020, 17.) Huusseihin liittyvät myös vesihuoltolain, maankäyttö- ja rakennuslain sekä jätelain säädökset. Kunnat voivat antaa omia kunnallisia paikallisiin olosuhteisiin perustuvia määräyksiä. (Käymäläseura Huussi ry, 2018.) Yleisten huussien osalta noudatetaan samoja säädöksiä kuin yksityisissä huusseissa (Värri 2020, 17–18). Yleisten huussien huoltoa säätelevät lisäksi työturvallisuussäädökset. Työnantajan vastuulla on selvittää työolosuhteiden mahdolliset haitta- ja vaaratekijät ja antaa työntekijälle riittävät tiedot sekä perehdytys. Työturvallisuuslain lisäksi biologisia riskejä sisältävään työhön sovelletaan valtioneuvoston asetusta työntekijän suojelemiseksi biologisista tekijöistä aiheutuvilta vaaroilta. (Värri 2020, 18.) Haastatteluiden perusteella lainsäädännön ja määräysten noudattaminen on osoittautunut käytännössä haasteelliseksi ja joissain erityisen haastavissa kohteissa jopa mahdottomaksi. Haastateltavien toiveena oli, että ohjeistuksissa asiaa tarkasteltaisiin kokonaisuutena eri kohteiden erityispiirteet huomioiden ja koko elinkaaren kannalta. Myös huoli henkilöstön työturvallisuudesta nousi esille muutamassa haastattelussa.

Logistiikka nousi esille haasteellisena ja työvoimaa ja kustannuksia vaativana etenkin, kun etäisyydet ovat pitkiä ja maasto haastavaa. Suotonestettä kertyy paljon. Tähän kaivattiin kipeästi ratkaisua. Ympäristön kannalta parhaaseen ratkaisuun vaikuttavat merkittävästi esimerkiksi pohjoisen huomattavan pitkät etäisyydet.

Huussien umpisäiliöihin liittyy haastateltavien mukaan omat haasteensa ja ongelmansa, mutta ne nähtiin pienempinä kuin muissa huussiratkaisuissa. Joissain kohteissa umpisäiliöihin liittyi hajuhaittoja. Hajuhaittoista oli tullut valituksia käyttäjiltä. Hajuhaittoja pyrittiin ehkäisemään huolehtimalla tuuletuksesta ja lisäämällä maitohappobakteereja sisältävää nestettä säiliön pohjalle. Lisäksi umpisäiliöissä ongelmana on ollut huussien käyttäjien huusseihin heittämät sinne kuulumattomat asiat. Huusseihin heitetään mitä ihmeellisimpiä sinne selkeästi kuulumattomia asioita kuten saateenvarjoja. Näistä on tullut valituksia jätevedenpuhdistuslaitoksilta ja yhdessä haastattelussa kerrottiin, miten eräs laitos oli kokonaan kieltäytynyt vastaanottamasta huussijätteitä. Suoraan huussikäyttöön suunniteltuja umpisäiliömalleja ei haastateltavien mukaan ole, yksi suomalainen palveluntarjoaja mainittiin. Haastateltavien organisaatiot ovat soveltaneet olemassa olevista kotitalouksien jätevesille suunnitelluista malleista luovasti eri olosuhteisiin toimivia ratkaisuja.

Haastatteluissa nousi esille se, että kiinteistökohtaiselle neuvonnalle on tarvetta. Eräs asiantuntija totesi, että mikäli haluttaisiin optimoida kestävä toiminta niin kaikki pitäisi tehdä case by case. Kiinteistökohtaisesti parhaaseen ratkaisuun vaikuttavia tekijöitä on monta, ja nämä pitäisi kaikki arvioida. Olisi hienoa, jos pystyttäisiin arvioida jokaiselle kiinteistölle kestävin ratkaisu. Haastatteluissa nousi esille tapaus, jossa eräs haastateltava itse olisi halunnut kotiinsa huussin. Kuitenkin asia osoittautui niin hankalaksi, kun mistään ei saanut apua ja tietoa, että haastateltava päätyi lopulta liittämään kiinteistönsä viemäriverkostoon ja asentamaan vesivessan. Haastateltava totesi asian harmittavan häntä yhä.

Kaikki eri haastatellut yleisöhuussipalveluja tarjoavat organisaatiot olivat kehittäneet ratkaisunsa itse. Haastattelujen ja muun aineiston perusteella vaikuttaa siltä, että huusseja kehitellään ja kehitetään ympäri Suomen. Parhaiden ratkaisujen jakamiseen ei ole alustaa eikä yleisesti avustavaa asiantuntijatahoa. Käymäläseura Huussi ry oli maailmallakin tunnettu ja arvostettu toimija, mutta yhdistys lakkautettiin 2023. Selkeälle tietolähteelle ilmeni tarve.

Huussien sovelluskohteet ja haja-asutusalue pirstoutuu erilaisiksi kokonaisuuksiksi. Toimivan konseptin luomista haastaa se, että toimintaympäristö on niin vaihtelevaa ja erilaista. Toisaalla on pitkät etäisyydet, toisaalla huussijäte olisi helposti hyödynnettävissä lähialueilla tai omilla tiluksilla. Kaikki vaihtoehdot tulisi selvittää ja huomioida arvioinnissa erilaisten ratkaisujen koko elinkaari.

6.1.4 Huussien kehittäminen ja tulevaisuudennäkymät

Haastateltavien kanssa palloiteltiin huussien ja erityisesti julkisten huussien tarpeellisuutta. Kautta linjan haastateltavien näkemys oli, että huussit ovat todella tarpeellisia ja jopa tärkein tarjottava palvelu virkistysalueilla. Eräs asiantuntija totesi, että virkistysalueet olisivat näillä kävijämäärillä miinakenttiä, jos huusseja ei olisi ja puuttomilla alueilla saisi hyviä valokuvia, kun ihmiset yrittäisivät tehdä tarpeensa. Toinen tarina kertoi Pohjois-Suomessa sijaitsevasta taukopaikasta, jossa rinne oli hurjan näköinen ja pissapaperia täynnä syksyisin. Kohteeseen rakennettiin hiljattain huussi ja tilanne siistiytyi heti.

Tarinoita julkisten huussien tarpeellisuudesta löytyi myös saaristosta. Veneilijät käyttävät saaristo-kohteiden huusseja, vaikka veneissä olisikin vessat. Jos kohteessa ei ole huussia, paikka muuttuu epäsiistiksi ja haisevaksi nopeasti. Isoilla suosituilla saarilla lähellä pääkaupunkiseutua minne

pääsee autolla, on valtavasti kävijöitä. Suositut reitit muuttuvat kesän aikana kamalan näköisiksi ja papereita on joka paikassa. Paikalliset yhdistykset ovat pyrkineet ratkaisemaan ongelmaa rakentamalla huusseja. Eri haastateltavat kertoivat havaintoja virtsan aiheuttaman ravinnekuorman vaikutuksista suosituilla alueilla.

Virkistysalueiden huussien kohdalla todettiin umpisäiliöiden voittokulku johtuen ylläpidon helpoudesta nimenomaan työläänä ja jopa inhottavana pidetyn huussijätteiden käsittelyvaiheen osalta. Helppous ja ulosteiden huomaamaton poistuminen paikalta vievät voiton. Johansson ja muut (2023, 64–70) toteavat suurimmaksi esteeksi huussien leviämislle sen, että huussit vaativat ylläpitoa ja Pellikka tutkimuksessaan (2013, 22) esittää ihmisten vaativan huusseilta samaa mukavuutta kuin vesivessoilta. Samansuuntaisia ajatuksia nousi asiantuntijahaastatteluissa.

Miten laajempi yleisö valitsisi viemäriverkoston liitetyn vesivessan sijaan huussin? Tämä näyttää asiantuntijoiden mielestä epätodennäköiseltä urbaaniolosuhteissa, mutta mahdolliselta haja-asutusalueella. Kuitenkin vesivessat uhkaavat huusseja kesämökeilläkin. Aktiiviset mökkeilijät haluavat nostaa elintasoaan mökeillään ja varustaa mökkinsä vesivessoilla. Vaikka tämä tarkoittaisikin kallista remonttia. Renell herättelee artikkelissaan (2023) keskustelua siitä, mitkä asiat todella nostavat elämänlaatua. Mikä tarkoittaa laatua ja onko veden ja ravinteiden tuhlaaminen välttämätön osa elämänlaadun tavoittelua? (Renell 2023, 42–44.)

Vaihtoehtoisten ratkaisujen on oltava vähintään yhtä helppoja kuin vesivessa, ylläpidosta ei saa aiheutua yhtään ylimääräistä vaivaa eikä ulosteita tarvitse kohdata ja nähdä sen enempää kuin vesivessan käytössä. Erään asiantuntijan mukaan ratkaisun olisi oltava yhtä helppo, hajuton ja seksikäs kuin vesivessa. Tai jopa parempi. Voidaan todeta, että huussikonseptien helppouden kehittymisen voisi mahdollistaa ja vahvistaa huussikonseptien asemaa ja leviämistä.

Helppouden lisäksi kokemuksellisuutta pidettiin tärkeänä. Tarjolla tulee olla kauniita, hyvin toimivia vaihtoehtoja. Eräs asiantuntija peräänkuulutti niin upeita huusseja, että ne aiheuttaisivat vauheefektin. Huussista pitää tehdä niin ihana, että se houkuttelee kokeilemaan ja saa murrettua ällötys ennakkoluuloa, kun pääsee huomaamaan, että ei tämä ollutkaan kamalaa. Tavallisesti huusseihin ei juurikaan ole panostettu arkkitehtuurin tai suunnittelun osalta. Tällä hetkellä käyttömukavuus ja toiminnallisuus ovat tärkeimmät argumentit huussituotteissa (Sitra 2015, 28–29). Tyypillinen

suomalainen huussirakennus edustaa rakennuksen arkkityyppiä neliskulmaisine pohjineen ja pulpettikattoineen. Huussit ovat yleensä yksinkertaisia ja lautarakenteisia. Toisaalta kartanoilla tai huviloilla saattaa olla jopa temppelimäisiä huussirakennuksia. Suomen kuuluisimmat huussirakennukset on suunnitellut arkkitehti C.L. Engel. (Renell 2023, 42–44.) Suomessa markkinoilla tarjolla olevat huussit ovat pääosin hyvin perinteisiä. Muutamat yritykset tarjoavat innovatiivisempia ratkaisuja, joissa on panostettu muotoiluun ja arkkitehtuuriin.

Vaihtoehtoisia sanitaatoratkaisuja tulisi lähteä kehittämään rohkeasti, innovatiivisesti ja käyttäjälähtöisesti huomioiden koko elinkaari. Yksityisellä puolella huussien käyttäjät ovat yleensä tiedostavia kuluttajia, joille ympäristöarvot ovat tärkeitä. Huussien käyttäjät ovat yleensä tyytyväisiä ja ylpeitä huusseistaan. Tämä ihmisryhmä on kuitenkin marginaalinen. Vaikka ympäristöarvot ovat koko ajan tärkeämmät suurellekin yleisölle, eivät ne kuitenkaan ole tähän päivään mennessä riittäneet saavuttamaan ylläpidoltaan työläämmän ratkaisun laajaa suosiota.

Helsingin kaupunki lanseerasi 2021 ympäristöystävällisen Helsinki-huussin. Tällä hetkellä Helsinki-huusseja on kaksi käytössä ja tavoitteena on huussien rakentaminen tulevaisuudessa kaikkiin suosituihin retkeilykohteisiin. Helsingin designjohtaja kertoo Helsinki-huussin edustavan helsinkiläisyyttä: luonnonläheisyyttä, kekseliäisyyttä ja vastuun kantoa maapallon tulevaisuudesta. Helsinki-huussi on niittänyt kansainvälistä mainetta. (Joko testasit? Helsinkiläinen vessa herättää huomiota nyt maailmalla 2023.)

Optimaalisen huussirakennuksen tuottamiseen liittyy haasteita. Esimerkiksi erilaisiin tapahtumiin siirrettävän huussikopin on oltava kevyt, helposti asennettava ja helposti siivottava sekä kestää niin mekaanista kuin kemikaalista kulutusta ja täyttää ekologisuuden kriteerit. Tämä prosessi vaatii jatkuvaa innovaatiota. (Roach ym 2015.)

Yhdessä haastattelussa nousi esiin myös se, että kysyntä vaihtoehtoisille sanitaatoratkaisuille voisi tulevaisuudessa olla kasvamassa myös viemäriverkostosta johtuvista syistä. Viemäriverkosta ajatellaan yleisesti, että se on helpompi ja vaivattomampi. Viemäriverkostossa on kuitenkin suuri korjausvelka ja viemärimaksuissa on nyt jo suuret korotuspaineet. Haasteena on, miten saadaan kustannukset pidettyä edes jotenkin maltillisena.

Ympäristöministeriöllä on avustushaku ravinnekierrätyksen hankkeille. Rahoitusta on tarjolla yhdyskuntien jäte- ja sivuvirtojen ravinne- ja energiapotentiaalin hyödyntämiseksi. Tavoitteena on parantaa ravinne- ja energiahuoltovarmuutta, edistää lannoitevalmisteiden valmistamista, mahdollistaa kierrätyslannoitemarkkinan syntymistä sekä vauhdittaa vihreää siirtymää. (Ympäristöministeriö 2022.) Huussikonseptien ravinne- ja energiapotentiaalin hyödyntäminen voisi olla soveltuva hanke.

Suomesta löytyy vahvaa huussiosaamista ja Suomella voisi olla paljon tarjottavaa huussiteknologian saralla. Huussikonseptiviennin arvo Suomelle on noin 2,5 miljoonaa euroa. Suurin osa tästä on Kekkilän ja Biolanin vientiä Baltiaan, Venäjälle ja Pohjoismaihin. Huussien vientipotentiaali Suomelle on suurin maissa, joissa on puutetta sanitaatiosta ja ravinteista ja viljelijöiden tuottavuus kärsii ravinteiden niukkuuden tai kalliin hinnan takia. (Sitra 2015, 28–30.)

Asenteet huusseja kohtaan vaihtelevat eri puolilla maailmaa. Pennanen-Rabeiro-Hargraven mukaan monissa matalan tulotason maissa huussit ovat jokapäiväisessä käytössä ja niitä pidetään parannuksena aiempiin käytäntöihin. (Pennanen-Rebeiro-Hargrave 2023, 80–81.) Ravinnekriisi iskee ensiksi Afrikkaan. YK:n Global Crisis Response Group:n arvioiden mukaan ruuan ravinnekriisin vaikutukset ruuan saatavuuteen tulevat olemaan hälyttäviä matalan tulotason maissa Afrikassa. Kehittynyt huussiteknologia voisi mahdollistaa ruoantuotannon omavaraisuuden ja vesivarojen suojelemisen. Lisäksi huussien tuotosten kerääminen, prosessointi ja kierrätys voivat luoda ansaintamahdollisuuksia paikallisille. (Pennanen-Rebeiro-Hargrave 2023, 80–81.) Biolan markkinoi joihinkin maihin kuten Kiinaan huussejaan nimenomaan kompostoinnin ja ravinteiden tuottamisen mahdollistajana (Sitra 2015, 30).

Luonnonkatastrofit ja konfliktit voisivat olla myös huussien soveltamiskohteita maailmalla. Kriisitilanteissa tuhoutunut infrastruktuuri pitää korvata nopeasti. Viemäriverkosto ei usein ole vaihtoehto hinnan ja teknisten haasteiden takia. Hajautetut ravinnekiertoa tehostavat ratkaisut voisivat olla hyvä ja pysyväkin ratkaisu vanhan tuhoutuneen sanitaatioinfrastruktuurin jälleenrakennukseen. Suomalainen huussiosaaminen voisi olla hyödyllistä kriisiliiketoiminnassa, kun edullisuus, tekninen yksinkertaisuus ja hygieenisuus ovat tärkeitä. (Sitra 2015, 30.) Tähän on herätty Suomessa ainakin LAB-ammattikorkeakoulussa, missä oppilaat suunnittelivat REHOME-projektissa huussin yhdeksi ratkaisuksi pakolaiskriisien haasteisiin (Mäenpää 2023, 86).

Suomalaiset yritykset ja yhdistykset tekevät tutkimus- ja kehitystyötä kehittämällä paikallisia huussikonsepteja kehittyviin maihin. Yhteistyötä tehdään muun muassa Unicefin UNIWASH-hankkeessa. (Sitra 2015, 30). Käymäläseura huussilla on ollut useita kehitysyhteistyöhankkeita Afrikassa, muun muassa Ghanassa ja Sambiassa (Käymäläseura Huussi ry n.d.). Eräs asiantuntija haastattelussa nosti esiin potentiaalisen hurjan säästön maailmanmittakaavassa, mikä huusseilla voitaisiin saada aikaan, jos saataisiin ulosteen aiheuttamia tauteja eliminoitua.

Suomea ei haastatteluissa nähty potentiaalisimpana huussikonseptien luvattuna maana. Huussi-osaamisen ja -teknologian suhteen kyllä, mutta ei huussien kysynnän suhteen. Merkittävimäksi syyksi mainittiin se, että Suomessa on niin suuret vesivarat. Potentiaalinen kysyntä huusseille nähtiin maissa, joissa kärsitään vedenpuutteesta. Yksi asiantuntijoista maalaili kuvitellun tilanteen, jossa ihminen on valinnan edessä: käytössä on vain tietty määrä vettä ja on valittava käydäkö kylvyssä vai vetääkö vessa? Tarve voi luoda muutosta. Suomi ei ole ensimmäinen maa, joka joutuu etsimään vaihtoehtoja vesivessalle koska Suomi on viimeisten maiden joukossa, joista loppuu vesi.

Eräs haastateltu asiantuntija kertoi havainneensa kansainvälistä liikehdintää huussiaiheen ympärillä. Siellä täällä ihmiset heräävät aiheeseen, etenkin nuoret. Sellaisissa kulttuureissa lähdetään kehittämään huusseja, joissa huussi ei ole tuttua ja oppimiskäyrä on hurja. Asiantuntija näki, että Suomella voisi olla paljon annettavaa huussiosaamisessa. Huussit aiheena on tässä hetkessä ajan-kohtainen ja inspiroiva. Haastateltava arveli, että syy aiheen suurelle suosiolle voisi olla siinä, että tämä on konkreettinen asia mitä voidaan tehdä. Ilmastonmuutokseen liittyy paljon abstrakteja asioita ja toivottomuutta. Tämä ratkaisee monta ongelmaa ja inspiroi ihmisiä tässä ajassa. Huussit luovat toivoa.

6.2 Toimenpide-ehdotus huussien biokiertoalouden kehittämiseksi

6.2.1 Huussien biokiertoalouden liiketoimintaekosysteemi

Ensimmäinen toimenpide, jolla huussikonseptien biokiertoaloutta voitaisiin kehittää, on liiketoimintaekosysteemien kehittäminen. Liiketoimintaekosysteemi tarkoittaa verkostoa, jossa toimijat tekevät yhteistyötä yli toimialarajojen. Tarkoituksena voi olla esimerkiksi uudenlaisen osaamisen ja tuotantoresurssien kehittäminen tai toisiaan täydentävien tuotteiden ja palvelujen luominen. Toimijoita voivat olla yritykset, tutkimus-, koulutus- ja innovaatiosektori sekä julkiset toimijat.

Tavoitteena on liiketoiminnan suorituskyvyn ja asiakkaan kokeman lisäarvon kasvattaminen. (Sjöstedt 2018.)

Liiketoimintaekosysteemin piirteitä ovat asiakas lopullisen arvolupauksen integroijana ja ydintuotetta täydentävät modulaarisen palvelun osat. Ekosysteemiä hallinnoidaan esimerkiksi säännöillä, hinnoittelulla, standardeilla ja protokollilla. (Ovaska n.d.) Liiketoimintaekosysteemit ovat oleellisia kiertotaloudelle. Kiertotalouden liiketoimintaekosysteemit ovat heterogeeninen joukko itsenäisiä, mutta toisistaan riippuvaisia toimijoita. Toimijat tuottavat yhdessä suljettuja materiaalien ja energian kiertoja yhteisen innovoinnin ja kollektiivisen arvolupauksen kautta. Kiertotalousekosysteemi auttaa maksimoimaan positiivisia ulkoisvaikutuksia ja minimoimaan negatiivisia. (Ovaska n.d.) Huussikonseptien biokiertoisuuden edistäminen vaatii yhteistyötä arvoketjun toimijoiden välillä ja yli arvoketjujen. Ravinnekiertojen ja biokaasun ympärille on jo muodostunut liiketoimintaekosysteemejä Suomessa (Sjöstedt 2018). Huussikonseptit voisi integroida olemassa oleviin ja luoda uusia paikallisia liiketoimintaekosysteemejä.

Huussikonseptien biokiertoisuuden liiketoimintaekosysteemin muodostaminen edellyttää selvitystyötä. Olennaista olisi selvittää huussikonseptien sovelluskohteet ja niiden erityispiirteet, soveltuvat kestävimmat huussiratkaisut ja niiden elinkaariarviointi sekä biokiertoisuuden ja ravinne- ja energiapotentiaalin hyödyntämismahdollisuudet. Huussikonseptien biokiertoisuus ja ravinne- ja energiapotentiaalin hyödyntäminen vaatii koko ketjun onnistunutta hallintaa ja suunnittelua elinkaari huomioiden.

Teollinen symbioosi on toimintamalli, joka perustuu yhteistyöhön. Yritykset hyödyntävät toistensa teknologiaa, osaamista, palveluja tai sivuvirtoja ja luovat näin lisäarvoa toisilleen. Sivuvirrat ja jätteet muuttuvat tuottaviksi resursseiksi ja parhaimmassa tapauksessa säästävät kustannuksia ja haitallisia ympäristövaikutuksia. Symbiooseissa voi syntyä kaupallisesti menestyviä korkean jalostusasteen tuotteita. Teolliset symbioosit ja symbiooseihin liittyvä teollinen ekologia kuuluvat kiertotalouteen. (Sjöstedt 2018.)

Mahdollisia huussien biokiertoisuuden teollisen symbioosin toimijoita voisivat olla huussikonseptien sovelluskohteet, huusseja ja huussiteknologiaa tarjoavat toimijat, huussien vuokrausta tarjoavat toimijat, huussien ylläpitoa tarjoavat toimijat, logistiikka-alan toimijat, jätehuollon toimijat,

energia-ala kuten biokaasulaitokset ja kiertoravinteisiin liittyvät toimijat. Olisi hyvä kartoittaa huussijätteen paikalliset hyödyntämismahdollisuudet ja tähän liittyvät toimijat. Toimijoiden määrittely voitaisiin aloittaa yksinkertaisella toimijamatriisilla. Matriisi auttaa hahmottamaan kaikkien olennaisten toimijoiden ja heidän rooliensa suhteen. Matriisiin kirjataan jokaisen toimijan tehtävät. Matriisiin kirjataan myös jokaisen toimijan intressit. Matriisia voidaan käyttää heijastusvälineenä. Se mahdollistaa monipuolisen keskustelun toimijoiden osallistumisesta. (Toikko & Rantanen 2009, 80.)

Huussikonseptien ympärille muodostuvien teollisten symbioosien kohdalla voidaan puhua myös agroekologisista symbiooseista. Agroekologinen symbioosi ja teollinen symbioosi ovat rinnakkaiskäsitteitä. Agroekologisella symbioosilla tarkoitetaan usean elintarviketuotannon ja –jalostuksen yhteistyömotoa, jossa energiantuottajat, elintarvikejalostajat ja maatilat toimivat yhdessä. Toiminnot sijaitsevat maantieteellisesti toisiaan lähellä, jotta energiantuotanto sivuvirroista ja ravinteiden kierrätys on tehokasta. (Jalava ja muut 2023, 10.) Tavoitteena on energia- ja ravinneomavarainen tuotantomalli, jossa ravinteiden kierrätys säästää luonnonvaroja ja vähentää ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin (Sjöstedt 2018). Agroekologinen symbioosi vahvistaa ja synnyttää paikallista aluetaloutta ja ruokakulttuuria (Jalava ja muut 2023, 10).

Eri ekosysteemeihin liittyy omat ekosysteemituotoksensa. Liiketoiminta- / innovaatioekosysteemin tuotos on kollektiivinen arvolupaus. Yrittäjä- / startupekosysteemin ekosysteemituotos ovat uudet startupit. Tietoekosysteemin tuotos on tutkimustiedon hyödyntäminen uusissa tuotteissa ja palveluissa. Teollisen ekosysteemin tuotos on suljetut materiaalin ja energian kierrot. (Ovaska n.d.) Huussikonseptien biokiertotalouden ympärillä olisi mahdollisuuksia eri ekosysteemien muodostumiselle ja eri ekosysteemituotoksille.

6.2.2 Huussien biokiertotalouden digitaalinen alusta ja alustaekosysteemi

Toinen toimenpide, jolla voitaisiin edistää huussikonseptien biokiertotalouden kehittymistä, on digitaalinen alusta ja alustaekosysteemi. Alusta mahdollistaisi huussikonseptien biokiertotalouden toimintaympäristön kehittymisen ja edellä ehdotetun liiketoimintaekosysteemin muodostumisen. Digitaalinen alustaekosysteemi tarkoittaa digitaalista ympäristöä, joka koostuu erilaisista teknologioista, palveluista, organisaatioista ja käyttäjistä. Valdez-de-Leonin (2019) mukaan alusta on ekosysteemin muodostumisen tärkein elementti. Ilman alustaa ei ole ekosysteemiä. Alustan

avoimuus tarkoittaa sitä, että alusta sallii sen, että ekosysteemin käyttäjät hyödyntävät alustan resursseja. Toinen tärkeä elementti on verkosto efekti. Mitä enemmän toimijoita ja tuotteita alustalla on, sitä enemmän toimijoita se houkuttelee. Ekosysteemin johtajien pitää luoda oikeanlaiset houkuttimet ja systeemit, jotka houkuttelevat toimijoita sekä keskittyttävä arvon luomiseen ja jakamiseen koko ekosysteemissä. Kolmas elementti on markkina odotukset, eli se miten mahdolliset käyttäjät näkevät ekosysteemin tulevaisuuden potentiaalin. (Valdez-de-Leon 2019.)

Kuusialmi (2019) taas korostaa, että yksi ekosysteemin muodostumisen ehdottomista edellytyksistä on modulaarisuus. Alustaekosysteemille luodaan modulaarisuutta tukeva arkkitehtuuri. Moduulien toiminta on toisistaan riippumattonta. Modulaarisuus myös jakaa suuren järjestelmän pienempiin hallittavissa oleviin osiin, jotka toimivat itsenäisesti ilman suurempaa koordinaointia. Tämä luo vapautta moduulien toimintaan. (Kuusialmi 2019, 51.) Modulaarinen arkkitehtuuri mahdollistaa komplementorien liittymisen alustalle. Komplementorit tuottavat täydentävää tarjoamaa ja täydentävä tarjoama mahdollistaa käyttäjämäärän kasvun, mikä taas houkuttelee lisää komplementoreita ekosysteemiin. Ekosysteemeistä puhuttaessa täydentävän tarjoaman valmistuksessa on mukana kolmansia osapuolia eli komplementoreita. Komplementorit tuovat ekosysteemiin osaamista, resursseja ja asiakastuntemusta. (Kuusialmi 2019, 52.)

Onnistuneen ekosysteemin muodostumiseen vaikuttaa ansaintamalli. Muita digitaalisten alustaekosysteemien rakennuspalikkoja ovat alustan omistajuus, arvonluonti mekanismi ja komplementorien itsenäisyys. Näiden elementtien rakentamisen ja kehittämisen mahdollistaa muun muassa kärkituotteet ja palvelut ja toimijoiden tukitoimet. (Hein, Schreieck, Riasanow 2020.)

Kasvaakseen ja toimiakseen ekosysteemi tarvitsee myös selkeät säännöt. (Valdez-de-Leon 2019.)

Huussikonseptien biokiertoisuus on kompleksinen asia, joka palvelee onnistuessaan monia asioita. Huussikonseptien biokiertoisuuden ekosysteemien muodostumista voidaan hahmottaa ja kehittää esimerkiksi Viitasen, Paajasen, Loikkasen ja Koivistoinen (2018) kehittämän viitekehysten avulla. Viitekehys mahdollistaa ekosysteemin kehittämisen kokonaisuutena. Alustaekosysteemien suunnittelu ja potentiaalinen arviointi alkaa teema-alueen kokonaisarviointista sisältäen esimerkiksi nykytilan, trendit muutosnopeuden, uhkat, mahdollisuudet ja arvonluonnin mekanismit (Viitanen, Paajanen, Loikkanen & Koivistoinen 2018, 76–78).

Sitten tarkastellaan asiakasarvon luomismalleja ja kysynnän luonnetta. Tunnistettuja asiakasluokkia on viisi: loppukäyttäjät, avainasiantuntijaryhmät, yritykset/palveluntarjoajat/teknologiatoimittajat, kehitysyhtiöt/tutkijat/laitokset ja julkisen sektorin toimijat. Perehdytään kaikkien ryhmien odotuksiin ja visioihin tulevista palvelutarpeista. Seuraavaksi haetaan vaihtoehtoisia malleja alustaekosysteemin kehittämiseen. Tähän liittyvät kumppanuusmallit, ekosysteemin ydintehtävä, organisoituminen ja liiketoimintamallin soveltuvuus tulevaisuudessa. Lopuksi pohditaan, millaisiin osaamis- ja tuotannontekijäyhdistelmin malli saadaan tehokkaimmin ja tuottavimmin toteutumaan. Näihin kuuluvat avainteknologiat ja tekniset mahdollistajat, data-aineistot, -virrat ja -varannot sekä reaali maailman ja digivarantojen yhdistelmät. (Viitanen ja muut 2018, 76–78.) Alustalla voitaisiin hyödyntää myös paikkatietojärjestelmää, jotta huussit ja ekosysteemin eri toimijat kuten biokaasulaitokset saataisiin kartalle. Voitaisiin myös tutkia alustalle rakennettavan digitaalisen ohjaustyökalun mahdollisuutta.

7 Johtopäätökset ja pohdinta

Tämä opinnäytetyö toteutettiin osana Jyväskylän ammattikorkeakoulun biotalouden kehittämisen ylempää ammattikorkeakoulututkintoa. Opinnäytetyössä tarkasteltiin huussikonseptien biokierto-
talouden kehittämistä biotalouden ekologisesta, teknologisesta, yhteiskunnallisesta ja taloudellisesta näkökulmasta. Huussien biotalouden ja kierto-
talouden mahdollisuudet ovat moninaiset ja edut selvät. Mahdollisuudet liittyvät ennen kaikkea huussijätteen ravinne- ja energiapotentiaaliin. Niitä hyödynnetään tällä hetkellä hyvin vähän.

Suomen biotalouden, kierto-
talouden ja ravinnekierroksen tavoitteet ovat kunnianhimoiset. Tavoitteena on muun muassa pienentää ympäristöpäästöjä kierrättämällä ravinteet. Lisäksi riippuvuutta tuontiravinteista halutaan vähentää ja ravinteiden kierrätykseen liittyvää liiketoimintaa lisätä. Kaikki ravinnevirrat olisi syytä huomioida. Huussijätteet ovat marginaalinen virta, mutta niiden ravinne- ja energiapotentiaalin hyödyntäminen voisi olla yksinkertaisempaa verrattuna tavanomaiseen jätevedenkäsittelyyn. Kannattaa ottaa sieltä mistä saa. Hyviä ratkaisuja on vähän tarjolla ja tämä on yksi niistä.

Tässä opinnäytetyössä ehdotettiin ratkaisuksi toimenpiteitä, jotka mahdollistaisivat huussikonseptien ja niiden biokierto-
talouden sekä toimintaympäristön monipuolisen kehittymisen. Ehdotetut toimenpiteet ovat huussien biokierto-
talouden ympärille rakennettava digitaalinen alusta,

alustaekosysteemi ja liiketoimintaekosysteemi. Onnistuessaan toimenpiteet voisivat tukea kaivattuja rohkeita avauksia ja konkreettisten ratkaisujen kehittymistä. Huussikonseptien biokiertoalouden kehittämisen tavoiteltavia ympäristövaikutuksia ravinne- ja energiapotentiaalin hyödyntämisen lisäksi ovat vesiensuojelun edistäminen, veden käytön vähentäminen, vesistökuormituksen ja rehevöitymisen väheneminen ja ilmastovaikutukset. Ravinteiden talteenoton ja kierrätyksen tehostaminen edistää kiertoaloutta. Huoltovarmuus paranee, kun ravinteet otetaan tehokkaammin talteen. Niin ravinne- ja energiapotentiaalin kuin ympäristöhyötyjenkin saavuttaminen edellyttää huolellista suunnittelua.

Teemahaastatteluista saatu aineisto oli laadullisesti arvokasta. Haastatteluja toteutettiin 22 kappaletta ja aineistoa kertyi paljon. Haasteelliseksi osoittautui aineiston luokittelu. Asiantuntijat olivat eri aloilta ja tarkastelivat huussikonsepteja ja biokiertoaloutta eri näkökulmista ja eri sektoreihin keskittyen. Tämä oli kuitenkin hyödyllistä kokonaiskuvan luomiseksi mikä oli kehittämistyön kannalta olennaista. Saatiin käsitys nykytilasta, haasteista ja mahdollisuuksista sekä siitä millaiset toimenpiteet voisivat palvella huussikonseptien biokiertoalouden kehittymistä. Joidenkin osa-alueiden tiedot jäivät vain yhden asiantuntijan varaan ja kaipaisivat syvempää tutkimusta, mikä ei tämän opinnäytetyön puitteissa ollut mahdollista. Opinnäytetyön tutkimus oli huussikonseptien biokiertoalouden kehittämiseksi alisteista. Jatkotutkimuksessa voisi olla hedelmällistä keskittyä huussikonseptien biokiertoalouden yleisen kehittämisen sijaan yhteen sektoriin kerrallaan ja lähteä tutkimaan ja kehittämään sen mahdollisuuksia. Tämä mahdollistaisi jokaisen sektorin ekologisen, sosiaalisen ja taloudellisen kestävyuden ja ympäristö- ja taloudellisten vaikutusten tutkimisen koko elinkaari huomioiden. Jatkotutkimus ja -kehitys eri sektoreilla palvelisi myös tässä opinnäytetyössä esitettyä huussikonseptien biokiertoalouden digitaalista alustaekosysteemiä.

Huussien ravinne- ja energiapotentiaalin hyödyntämisen kannalta olennaista olisi selvittää miten huussijätteitä saa hyödyntää biokaasulaitoksilla ja saako niitä hyödyntää esimerkiksi samassa biotähteiden kanssa, jolloin mahdollisesti myös ravinteet saisi paremmin hyödynnettyä kuin jätevesilietteiden kanssa sekoitettuna. Asia on uusi ja selviä suosituksia ei ole ja eri biokaasulaitoksilla on erilaisia toimintatapoja. Tämän opinnäytetyöprosessin aikana todettiin, että asian selvittäminen vaatisi jatkotutkimusta. Ravinne- ja energiapotentiaalin hyödyntäminen biokaasulaitoksella helpottuisi, jos haja-asutusalueelle tulisi enemmän biokaasulaitoksia, vaikka pieniäkin. Esimerkiksi maatilakokoluokan biokaasuinvestointeihin huussijäte voisi olla soveltuva syöte. Pieniä biokaasulaitoksia ratkaisumalleina olisi hyvä tutkia.

Työn suunnitteluvaiheessa todettiin, että kehittämistyölle ominaista on eri työvaiheiden vaikea ennustettavuus ja päätettiin sallia kehittämistyötä ja tutkimuskysymyksen ratkaisemista palveleva luova rönsyily. Huussikonseptien biokiertoaloutta käsiteltiin laaja-alaisesti ja poikkitieteellisesti eri näkökulmista. Huussikonseptien biokiertoalouteen vaikuttaa monet tekijät ja niiden muodostama kokonaisuus on monimutkainen. Tämä työ painottui huusseihin, mutta työn edetessä huomattiin, että ehdotetut toimenpiteet voisivat palvella myös yleisemmin erottelevaa sanitaatiota ja viemäri-verkoston ulkopuolista sanitaatiota.

Ihmiskeskeiseen ekologiseen kestävyysvaikutusta monet muuttuvat tekijät ja niiden muodostama kokonaisuus on monimutkainen. Ihmiskeskeinen ekologinen kestävyys pitää sisällään muun muassa väestön, makeanveden varat, energian lähteet, talouden, uusien tautien ilmaantumisen ja saasteet. Lisäksi näihin liittyy ja nämä muodostuvat monista tekijöistä. Suurin osa näistä tekijöistä on riippuvaisia ympäröivistä ekosysteemeistä ja ne vaikuttavat ympäröiviin ekosysteemeihin. Eri ihmisryhmillä on erilaiset elämäntavat ja ilmasto-olosuhteet ja erilaiset tarpeet esimerkiksi energian, ruoan, veden, suojan, talouden ja liikenteen suhteen. Eri ihmisryhmillä eripuolilla maapalloa on erilaisia vaikutuksia paikallisiin ekosysteemeihin. Mikä on kestävä elämäntapa yhdelle väestöryhmälle ei välttämättä ole sitä toiselle. Kestävyyskysymyksiä ei voi yleistää koko maapallolle. Ilmastonmuutoksen vaikutukset ovat erilaiset eri puolilla maapalloa. Toisaalla kärsitään kuivuudesta, toisaalla jäätiköt sulavat ja merenpinta nousee. Kokonaisuuden monimutkaisuuteen liittyy myös ihmisten reaktiot monimutkaisuuteen sekä ihmiskeskeiseen ekologiseen kestävyysvaikutusta liittyvien asioiden modulaarisuus. Ihmiskeskeisen ekologisen kestävyysvaikutusta ennustaminen on vaikeaa, koska kokonaisuus on niin monimutkainen, muuttujia on paljon ja ne liittyvät toisiinsa monimutkaisesti, ei-lineaarisesti ja epävakaasti. (Northrop & Connor 2013.)

Huussien historian tutkiskelu innoitti kuvittelemaan mitä, jos historia olisikin kulkenut toisin. Teolliset lannoitteet mahdollistivat vesivessan voittokulun globaaliksi standardiksi. Jos historia olisikin kulkenut toisin, olisiko jostain muusta sanitaatoratkaisusta voinut tulla maailmanlaajuisesti yleisin? Esimerkiksi Helsingin 1900-luvun kansallinen tynnyrijärjestelmää. Ulosteet kerättiin tynnyreihin ja vietiin maaseudulle hyödynnettäväksi pelloilla arvokkaana lannoitteena. Loistava esimerkki sen ajan kiertoalousekosysteemistä ja agroekologisesta symbioosista. Entä jos vesivessojen sijaan olisikin kehitetty 1900-luvun kansallista tynnyrijärjestelmää ja tynnyreiden teknologiaa? Millaisia huippuunsa kehitettyjä umpisäiliöitä ja niiden ympärille rakennettuja kiertoalouden

liiketoimintaekosysteemejä voisikaan tänä päivänä olla? Mitä jos ulosteiden arvostus arvokkaana luonnonvarana ja lannoitteena olisi säilynyt ennallaan kautta historian? Menneisyyteen ei ole paluuta, mutta olisikohan tämän päivän ajatusmalliamme mahdollista muuttaa siten, ettei ulostetta nähtäisikään jätteenä vaan arvokkaana luonnonvarana? Kehittämistyön aikana todettiin, että huussikonseptien biokiertotalouden kehittyminen vaatii paradigman muutoksen. Miten nykypäivän teknologia ja digitalisaatio mahdollistaisivat tämän jätteenä pidetyn ehtymättömän luonnonvaran hyödyntämisen? Voisiko se tarjota ihmiskunnalle energiaa, ravinteita ja työpaikkoja? Kehittynyt huussiteknologia voisi mahdollistaa ruoantuotannon omavaraisuuden ja vesien suojelun kehittymisen. Toistaako historia itseään ja alamme keksiä uudelleen vaihtoehtoisia sanitaatoratkaisuja tilanteessa jossa, kuten tutkijat Johansson, Lehtoranta ja Viskari (2023) esittävät, nykyjärjestelmä on todettu aikansa eläneeksi (Johansson ym. 2014, 439–446). Väestö jatkaa kasvamistaan ja niin tekee myös ruoan, veden ja energian tarve sekä toisaalta ulosteen määrä.

Millaiset ratkaisut palvelisivat parhaiten sitä maailmaa, jossa nyt elämme? Voisivatko huussit olla yksi ratkaisu ihmiskeskeisen ekologisen kestävyuden haasteisiin? Huussit ovat sympaattisia ja osa Suomen kansallisperinnettä. Huussit ovat matalan kynnyksen konkreettinen tapa tuoda esille sanitaatioon, vedenkäyttöön, vesiensuojeluun, ravinnekiertoon ja ruokajärjestelmään liittyviä aiheita. Huussi on kuitenkin länsimaissa harvassa tilanteessa ja harvoille varteenotettava vaihtoehto tai valinta sanitaatoratkaisuksi. Erottelevan sanitaation edut ovat selvät. Kaupunkiympäristössä nykyisen järjestelmän muuttaminen on pitkä tie. Nyt on aika tuoda asia esille ja tutkia vaihtoehtoja niin haja-asutusalueella kuin kaupunkiympäristössäkin. Maailmanlaajuisesti vesivessa on mahdollisuus. SDG 6 eli puhtaan veden ja sanitaation mahdollistaminen kaikille vuoteen 2030 mennessä laahaa pahasti perässä. Suomessa julkiset huussit ja huussit tapahtumissa voisivat olla hyvä väylä aloittaa ja siinä rinnalla herättää keskustelua ja nostaa esiin ravinnekierron tärkeyttä ja vaihtoehtoisia polkuja ensin viemäriverkoston ulkopuolisissa kohteissa ja pikkuhiljaa ehkä kaupunkiympäristössä kohti kiertotalouden mukaisia ratkaisuja.

Ehdotetusta huussikonseptien biokiertotalouden liiketoimintaekosysteemistä voisi toteuttaa pilot-tikohteen. Tavoitteena olisi luoda käytännössä toimiva huussien biokiertotalouden liiketoiminta-ekosysteemi, jonka toiminnan digitaalinen alusta mahdollistaa ja jossa eri palveluntarjoajat toimivat yhdessä ja mahdollistavat ravinteiden ja energian kierron. Pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelmassa (2023, 156) todetaan, että ”hallitus selvittää harvaanasuttujen alueiden

jätevesien keskitettyä ja tehokasta käsittelyä erityisesti Saaristomerellä ja rannikkoalueilla”. Sopiva pilottikohde voisi olla Saaristomerellä tai rannikkoalueella. Haastattelujen perusteella saaristokohteet ovat olleet yleisten huussien ylläpidon kannalta haastavimmat ja sinne kaivataan kehitystä ja uusia ratkaisuja. Näillä alueilla sijaitsee myös usein viemäröimättömiä kohteita ja kysyntää ja tarvetta vaihtoehtoisille sanitaatoratkaisuille voisi olla. Kohteet sijaitsevat vesistöjen äärellä, minkä takia rehevöitymisriskeihin vaikuttaminen on merkittävää. Saaristossa pyritään omavaraisuuteen, mitä huussikonseptien ravinne- ja energiapotentiaalin paikallinen hyödyntäminen tukisi.

Huussikonseptien biokiertoalouden ja ravinne- ja energiapotentiaalin hyödyntäminen vaatii koko ketjun onnistunutta hallintaa ja suunnittelua. Huussiteknologia ja huussijätteen keräys, kuljetus, säilytys, prosessointi ja käyttö tulee olla ekologisesti, taloudellisesti ja sosiaalisesti kestävä ja noudattaa säädöksiä. Huussien biokiertoalouden mahdollisuuksien hyödyntäminen ja huussien käytössä pysyminen ja leviäminen vaatii paradigman muutosta ja huussien ja huussiteknologian kehittymistä. Huussikonseptien tulee olla helppoja, hajuttomia, vaivattomia ja turvallisia niin ylläpidon kuin käytön kannalta. Huussien kokemuksellisuutta tulisi kehittää. Positiivisia huussikokemuksia tulisi mahdollistaa eli huussikonseptien kokeiltavuuteen tulisi panostaa.

Puolakka (2021) tarkastelee Deweyn kokemusfilosofiaa ja käsityksiä estetiikasta teoksessaan John Deweyn estetiikka, kokemus, luonto ja kulttuuri. Deweyn esteettinen kokemus on ”kokemusten kokemus, jossa mielikuvitus, tunteet ja havaitseminen yhdistyvät ainutlaatuisiksi kokonaisuuksiksi”. Tällaisen kokemuksen siemenet ovat luonnossa ja siinä rytmisessä vuorovaikutuksessa, joka kuvastaa eliöiden suhdetta ympäristöönsä. (Puolakka 2021.) Voisiko huussikokemus olla kokemusten kokemus? Esteettinen tila tai rakennus, joka tarjoaisi tyyssijan ja hetken, jolloin voi tuntea yhteyttä itseensä ja luontoon - luonnollista toimitusta tehdessä. Toimitusta, joka mahdollistaa syötyjen ravinteiden kierron.

Huussiaiheen ympärillä on selittämätöntä taikaa ja hienoja ihmisiä. Ymmärrys biokiertoaloudesta, ravinnekierrosta ja ekologisesta sanitaatiosta syveni eksponentiaalisesti opinnäytetyöprosessin aikana. Aihe on merkityksellinen monelle ihmiselle ja monella tapaa. Keskustelut eri alojen asiantuntijoiden kanssa olivat kiehtovia. Oli erityisen mielekästä ja avartavaa käsitellä omaa aihetta monesta eri näkökulmasta ja päästä keskustelemaan eri alojen ammattilaisten kanssa. Aina uudelleen sai huomata, että ”kappas, asian voi ajatella vielä noinkin”. Yksikään haastateltava ei kieltäytynyt

haastattelusta vaan järjesti omaan aikatauluunsa aikaa haastattelulle. Arvostan jokaisen haastattelun asiantuntijan antamaa aikaa. Olen kiitollinen, että sain sukeltaa tähän aiheeseen viisaiden ihmisten kanssa. Aihe ei ole yksinkertainen vaan päinvastoin hyvin monimutkainen ja liittyy isoihin kysymyksiin ja aikamme haasteisiin. Huussikonseptit aiheena on tässä hetkessä ajankohtainen ja inspiroiva. Eräs haastateltavista totesi, että huussit tuovat toivoa. Toivo on aistittavissa ja toimii kantavana voimana tässä opinnäytetyössä ja toiminee työssäni aiheen parissa tästä eteenpäin.

Lähteet

Asiantuntijaryhmä: Jätevesien ravinteet turvaamaan ruuantuotantoa lannoitekriisissä. 2022. Sitran verkkosivut. Viitattu 10.4.2024. <https://www.sitra.fi/uutiset/asiantuntijaryhma-jatevesien-ravinteet-turvaamaan-ruuantuotantoa-lannoitekriisissa/>

Astbury, J. 2023. Finnish Pavilion at the Venice Architecture Biennale "declares the death of the flushing toilet". Viitattu 15.10.2023. <https://www.dezeen.com/2023/05/17/finnish-pavilion-venice-architecture-biennale-toilet/>

Aurin. N.d. Viitattu 24.4.2024. https://www.vunanexus.com/de_CH/aurin

Banamwana, C., Musoke, D., Ntakirutimana, T., Buregyeya, E., Ssempebwa, J., Maina, G.W., & Tumwesiguye, N.M. 2022. Complexity of adoption and diffusion of ecological sanitation technology: A review of literature. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for development, 755-769. <https://iwaponline.com/washdev/article/12/11/755/91517/Complexity-of-adoption-and-diffusion-of-ecological>

Biokaasu. N.d. Suomen biokierto & biokaasu ry:n verkkosivut. Viitattu 21.4.2024. <https://biokierto.fi/biokaasu/>

Biokaasu ja nesteytetty biokaasu (LBG) N.d. Gasum. Viitattu 28.2.2024. <https://www.gasum.com/fi/gasum/tuotteet-ja-palvelut/biokaasu-ja-nesteytetty-biokaasu-lbg/>

Biotalous.fi N.d. Viitattu 11.2.2024. <https://www.biotalous.fi>

Biotalousstrategia 2022-2035 - kestävästi kohti korkeampaa arvonlisää. 2022. Viitattu 18.12.2023. <https://www.biotalous.fi/biotalousstrategia-2022-2035-kestavasti-kohti-korkeampaa-arvonlisaa/>

BSAG. 2023. Maaperän kasvukunnon ja hiilensidonnan kysymyksiä ratkotaan kansainvälisessä 4/1000-konferenssissa. Viitattu 9.2.2024. <https://www.bsag.fi/ajankohtaista/maaperan-kasvukunto-ja-hiilensidonta-4p1000-konferenssi/>

BSAG. N.d. Uudistava viljely on enemmän kuin hiiliviljely. Viitattu 12.2.2024.

<https://www.bsag.fi/uudistava-viljely/>

Dufva, M. & Rekola S. Megatrendit 2023, ymmärrystä yllätysten aikaan. Sitra. Viitattu 11.10.2023.

https://www.sitra.fi/app/uploads/2023/01/sitra_megatrendit-2023_ymmarrysta-yllatysten-ai-kaan.pdf

Eerola, T.-M. 2023. Kierrätysravinteiden käyttö ja käytönesteet peltoviljelyssä. Opinnäytetyö, AMK.

Hämeen ammattikorkeakoulu, maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma. Viitattu 11.2.2024.

<https://www.theseus.fi/handle/10024/792984>

Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all. N.d. UN verkkosivut. Viitattu 10.5.2024.

Gareis, C. 2023. Biokierrätys ratkaisee kestävyysaasteita. Puheenvuoro Biotalouspäivillä 2023.

Halonen, T. N.d. Sinisen biotalouden mahdollisuudet Saaristo- ja Selkämerellä. Maa- ja metsätalousministeriö. Viitattu 20.4.2024. <https://sdgs.un.org/goals/goal6>

Haikonen, J. 2019. Asenteet vaihtoehtoista käymälätekniikkaa ja ihmisperäisiä ravinteita kohtaan: case: Hiedanranta. Opinnäytetyö, AMK. Tampereen ammattikorkeakoulu, energia- ja ympäristösuunnittelun tutkinto-ohjelma. Viitattu 2.2.2024. <https://www.theseus.fi/handle/10024/265311>

Hein, A., Schrieck, M., Riasanow, T., Setzke D., Wiesche M., Böhm M. & Krcmar H. 2020. Digital platform ecosystems. Electron market30, 87–98 (2020). Viitattu 18.6.2023.

<https://doi.org/10.1007/s12525-019-00377-4>

Helenius, J. 2023. Recycling plant nutrients is in our nature. Julkaisussa Death to the flushing toilet. Toimi. Renell, A. Arvinus + Orfeus Publishing AB.

Helsinki-huussi tuo helpotuksen luontoretkeilijöille. 2021. Helsingin kaupungin verkkosivut. Viitattu 2.5.2024. <https://www.hel.fi/fi/uutiset/helsinki-huussi-tuo-helpotuksen-luontoretkeilijoille>

Hirsjärvi, S. Remes, P. & Sajavaara, P. 2018 Tutki ja kirjoita. 22. painos. Helsinki: Tammi.

Jalava, E., Pietola, L., Räsänen, I.m Torniainen, T., Turkki, V. & Valkeapää, A. 2023. Miten Suomeen rakennetaan kestävä ruokajärjestelmä? Helsinki: Sitra. https://media.sitra.fi/app/uploads/2023/11/sitran-tyopaperi-miten-suomeen-rakennetaan-kestava-ruokajarjestelma_v2.pdf

Johansson, A., Lehtoranta, S. & Viskari, E.-L. 2023. Julkaisussa Death to the flushing toilet. Toimi. Renell, A. Arvinius + Orfeus Publishing AB.

Joko testasit? Helsinkiläinen vessa herättää huomiota nyt maailmalla. 2023. Helsingin Uutiset. Viitattu 14.10.2023. <https://www.helsinginuutiset.fi/paikalliset/5945293>

Kaariaho, T. & Pirtonen, H. 2022. Kiertotalous edistyy Suomessa hitaasti – merkittävimmät askeleet kohti asetettuja tavoitteita on vielä ottamatta. Viitattu 13.2.2024. <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2022/kiertotalous-edistyy-suomessa-hitaasti-merkittavimmat-askleet-kohti-asetettuja-tavoitteita-ovat-viela-ottamatta/>

Kananen, J. 2014. Laadullinen tutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kananen, J. 2019. Opinnäytetyön ja pro gradun pikaopas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kiertotalouden strateginen ohjelma. N.D. Ympäristöministeriön verkkosivut. Viitattu 18.12.2023. <https://ym.fi/kiertotalousohjelma>

Kuusisalmi, M. 2019. Alustaekosysteemin muodostumista ja toimintaa tukevien olosuhteiden rakentaminen. Diplomityö. Tampereen yliopisto, Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta. Viitattu

18.6.2023. https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/27419/Marko_Kuusisalmi_diplomityö.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015. Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja loppu-
tuotteiden hyödyntäminen. Hämeen ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/104180/HAMK_Biokaasun_tuotanto_2015_ekirja.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Käymäläseura Huussi ry. N.d. Kuivakäymälän hoito ja käymäläjätteen käsittely. Viitattu 10.1.2024.
<https://huussi.net/wp-content/uploads/2013/06/kaymalajateopas.pdf>

Käymäläseura Huussi Ry. N.d. Miksi kuivakäymälä? Viitattu 11.2.2024. <https://huussi.net/wp-content/uploads/2013/05/huussi.pdf>

Lehtoranta, S. 2022. Towards circular economy in wastewater management: Environmental impacts, benefits and drawbacks of improved nutrient recovery and recycling by source separation. Väitöskirja. Helsingin yliopisto.

Lehtoranta S., Malila R., Pakula, S. & Viskari, E.2017. BIOUREA - Erilliskerätyn virtsan lannoitepotentiaali, kokeelliset tutkimukset ja elinkaaritarkastelu. Loppuraportti. https://www.researchgate.net/publication/317593362_BIOUREA_-_Erilliskeratyn_virtsan_lannoitepotentiaali_kokeelliset_tutkimukset_ja_elinkaaritarkastelu_Loppuraportti

Lehtoranta, S., Mattila, T.J. & Vilpas, R. 2014. Comparison of carbon footprints and eutrophication impacts of rural on-site wastewater treatment plants in Finland. Journal of Cleaner Production, Volume 65, sivut 439-446.

Lepik, A. 2023. Foreword: Stop Flushing. Julkaisussa Death to the flushing toilet. Toimi. Renell, A. Arvinus + Orfeus Publishing AB.

Lindell, P., Luostarinen, S., Pantsar, M., Pietola, L. & Seppälä, T. 2022. Venäjän sodan seuraukset – ratkaisuja maatalouden ravinteiden riittävyyden turvaamiseksi. Sitra & MTK. Viitattu 13.4.2024.
<https://www.sitra.fi/app/uploads/2022/05/asiantuntijaryhma-tyopaperi-27-05-2022.pdf>

Lähdemäki-Pekkinen, J. & Solovjew-Wartiovaara, A. 2023. 25 ratkaisua ja kokeilua megatrendien kuvaamiin ongelmiin. Sitra. Viitattu 13.10.2023. <https://www.sitra.fi/artikkelit/25-ratkaisua-ja-kokeilua-megatrendien-kuvaamiin-ongelmiin/>

Maa- ja metsätalousministeriö. N.d. Maa- ja metsätalousministeriön verkkosivut. viitattu 10.2.2024. <https://mmm.fi/biotalous>

Malila R., Lehtoranta S., Pakula, S. & Viskari, E. 2017. BIOUREA - Erilliskerätyn virtsan lannoitepotentiaali, kokeelliset tutkimukset ja elinkaaritarkastelu. Loppuraportti. [https://www.researchgate.net/publication/317593362_BIOUREA - Erilliskeratyn virtsan lannoitepotentiaali kokeelliset tutkimukset ja elinkaaritarkastelu Loppuraportti](https://www.researchgate.net/publication/317593362_BIOUREA_-_Erilliskeratyn_virtsan_lannoitepotentiaali_kokeelliset_tutkimukset_ja_elinkaaritarkastelu_Loppuraportti)

Marzo, S. 2023. French biotech Toopi Organics snaps €8,4 million to spread urine upcycling for agriculture across the EU. Viitattu 13.2.2024. <https://www.eu-startups.com/2023/11/french-biotech-toopi-organics-snaps-e8-4-million-to-spread-urine-upcycling-for-agriculture-across-the-eu/>

Mattila, L. 2022. Tulevaisuudessa jätevesilietteet kierrätetään viljapellon lannoitteeksi. YLE. Viitattu 12.2.2024. <https://areena.yle.fi/podcastit/1-62465994>

Mattila, T. & Rajala, J. 2019. Hyöty irti kierrätyslannoitteista – hyviä käytäntöjä. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 34.

Munck, H. 2023. Ekologinen sanitaatio innovaatioiden diffuusioteorian näkökulmasta. Opinnäytetyö, AMK. Hämeen ammattikorkeakoulu, kestävän kehityksen tutkinto-ohjelma. Viitattu 2.2.2024. <https://www.theseus.fi/handle/10024/805500>

Mäenpää, K. 2023. Rehome solves refugee challenges. Julkaisussa Death to the flushing toilet. Toimi. Renell, A. Arvinus + Orfeus Publishing AB.

Northrop, R. & Connor, A. 2013. Ecological Sustainability: Understanding Complex Issues. CRC Press, e-book.

Nummi, E. & Kuusi, V. 2023. Helsinki Huussi brings relief to rumblers. Julkaisussa Death to the flushing toilet. Toimi. Renell, A. Arvinius + Orfeus Publishing AB.

Ovaska, J.-P. N.d. Kiertotalouden ekosysteemit. Aaltoyliopiston kurssimateriaali. Viitattu 12.2.2024.

P2Green. N.d: Viitattu 24.4.2024. <https://p2green.eu>

Palvelumuotoiluprosessin vaiheet. 2018. Viitattu 12.12.2023. <https://www.palvelumuotoilupallo.fi/blogi/palvelumuotoilun-prosessin-vaiheet/>

Pellikka, H. 2013. Pöntöstä peltoon – käymäläjätteen lannoitekäyttö. Kandidaattitutkielma. Helsingin yliopisto, ympäristösuojelutiede. Viitattu 22.1.2024. https://huussi.net/wp-content/uploads/2013/06/Pontosta_peltoon_Hilkka_Pellikka.pdf

Pennanen-Rebeiro-Hargrave, P. 2023. Sustainable transition in sanitation is critical to the future of cities. Julkaisussa Death to the flushing toilet. Toimi. Renell, A. Arvinius + Orfeus Publishing AB.

Pitkänen, N. 2023. Kierrätyslannoitteet uudistavassa viljelyssä. Puheenvuoro Biotalouspäivillä 2023.

Puolakka, K. 2021. John Deweyn estetiikka - kokemus, luonto ja kulttuuri. Tallinna: Printon Trukikoda.

Rahoitusta tarjolla investoinneille sekä tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiohankkeille yhdyskuntien jäte- ja sivuvirtojen ravinne- ja energiapotentiaalin hyödyntämiseksi. 2022. Ympäristöministeriön verkkosivut. Viitattu 12.1.2024. <https://ym.fi/-/rahoitusta-tarjolla-investoinneille-seka-tutkimus-kehittamis-ja-innovaatiohankkeille-yhdyskuntien-jate-ja-sivuvirtojen-ravinne-ja-energiapotentiaalin-hyodyntamiseksi>

Raki-ohjelma. Ympäristöministeriö. <https://ym.fi/hankesivu?tunnus=YM032:00/2023>

Ravinnekierto 2030. N.d. Viitattu 9.2.2024. <http://ravinnekierto2030.fi>

Ravinteet ja hiili tehokkaaseen kiertoon vuoteen 2030 mennessä. N.d. Julkilausuma. Viitattu 9.2.2024. https://ravinnekierto2030.fi/wp-content/uploads/2023/03/Julkilausuma_ravinnekierto2030-visio.pdf

Ravinteiden kierrätyksen hankehaut. N.d. Ympäristöministeriön verkkosivut. Viitattu 15.10.2023. <https://ym.fi/hankehaut>

Ravinteiden kierrätysohjelma. N.D. Ympäristöministeriön sivut. Viitattu 19.12.2023. <https://ym.fi/ravinteidenkierratys/>

Renell, A. & Motta, B. 2023. Local is global. Julkaisussa Death to the flushing toilet. Toimi. Renell, A. Arvinus + Orfeus Publishing AB.

Renell, A. 2023. Introduction: Huussi-Imagining the future history of sanitation. Julkaisussa Death to the flushing toilet. Toimi. Renell, A. Arvinus + Orfeus Publishing AB.

Renell, E. 2023. History of sanitation. Julkaisussa Death to the flushing toilet. Toimi. Renell, A. Arvinus + Orfeus Publishing AB.

Renell, E. 2023. Huussi as Finnish cultural heritage. Julkaisussa Death to the flushing toilet. Toimi. Renell, A. Arvinus + Orfeus Publishing AB.

Roach, E., Roder, L., Schröder, E. & Panesar, A. 2015. Sanitation paradigm shift with dry toilet solution at music festivals in Germany. Dry toilet 2015 5th International Dry Toilet Conference.

Rodrigues, C., Almeida, J., Santos, M.I., Costa, A., Além, S., Rufo, E., Tadeu, A. & Freire, F. 2021. Environmental Life-Cycle Assessment of an Innovative Multifunctional Toilet. Energies.

Ruotsalainen, R. 2023. Circular wastewater industry requires innovative technology companies. Julkaisussa Death to the flushing toilet. Toimi. Renell, A. Arvinus + Orfeus Publishing AB.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - menetelmä- opetuksen tietovaranto[pdf-verkkajulkaisu]. Tampere : Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja]. Viitattu 19.12.2023. <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>

Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Siltavuori, K. 2023. Preface: Welcome to Huussi. Julkaisussa Death to the flushing toilet. Toimi. Renell, A. Arvinius + Orfeus Publishing AB.

Simha, P., Senecal, J. & Vinnerås, B. 2020. We found a way to turn urine into solid fertilizer – it could make farming more sustainable. Viitattu 29.1.2024. [Sitra. 2014. Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä 84. Helsinki: Libris. <https://www.sitra.fi/app/uploads/2017/02/Selvityksia84-2.pdf>](https://www.researchgate.net/publication/345389257>We found a way to turn urine into solid fertiliser - it could make farming more sustainable?channel=doi&linkId=5fa57364299bf10f732922be&showFulltext=true</p></div><div data-bbox=)

Sitra. 2015. Työryhmä: Aho, M., Pursula, T., Saario, M., Miller, T., Kumpulainen, A., Päällysaho, M., Kontiokari, V., Autio, M., Hillgren, A., Descombes, L., Gaia Consulting. Ravinteiden kierron taloudellinen arvo ja mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä. Helsinki: Multiprint. <https://www.sitra.fi/app/uploads/2017/02/Selvityksia99.pdf>

Sjöstedt, T. 2018. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? Sitran verkkosivut. Viitattu 23.1.2023. <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarchoittavat/>

Stockholm Resilience Centre. N.d. Planetary boundaries. Viitattu 10.12.2023. <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>

Suojele Itämerta arjessa. N.d. Baltic Sea Action Group verkkosivut. Viitattu 16.4.2024. <https://www.bsag.fi/itameri-tekoja/>

Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. N.d. Viitattu 8.2.2024. <https://biokierto.fi>

Suomen biotalousstrategia – Kestävästi kohti korkeampaa arvonlisää. 2022. Valtioneuvoston julkaisuja. Viitattu 10.12.2023. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163967>

Tervetuloa Nollaan. N.d. Viitattu 14.10.2023. <https://nollacabins.com/wp-content/uploads/2023/03/Nolla-Cabins-Tvijalp-kayttoohjeet-2023.pdf>

Toikko, T., Rantanen, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Näkökulmia kehittämisprosessiin, osallistamiseen ja tiedontuotantoon. Tampereen yliopistopaino. Tampere.

Valdez-de-Leon, O. 2019. How to Develop a Digital Ecosystem: a Practical Framework. Technology Innovation Management Review. Viitattu 17.6.2023. <file:///Users/saaralavonen/Documents/digitaalinen%20alustatalous/How%20to%20Develop%20a%20Digital%20Ecosystem:%20a%20Practical%20Framework%20%7C%20TIM%20Review.html>

Valve, A. 2010. Paska juttu, kymmenen oivallusta sonnasta. Keuruu: Otava.

Violainen-Hynnä, A. 2023. Laatulannoite2.0-hanke. Puheenvuoro Biotalouspäivillä 2023.

Viskari, E.-L., Vilpas, R., Lehtoranta, S., Pakula, S. & Tuukkanen, K. 2017. BIOUREA - Erilliskerätyn virtsan erilliskeräyksen ja lannoitekäytön hyödyt. Kuivike. Käymäläseura Huussi RY.

Viskari, E.-L. 2020. Marginaalista mainstreamiin – kierrätysravinteita ja maanparannusaineita ihmisperäisistä jätöksistä. BioRaEE- ja BioRaKi 2 seminaari2020. Viitattu 12.2.2024.

https://www.syke.fi/download/EevaLiisa_Viskari_TUNI_Marginaalista_mainstreamiin/07ef043e-906f-4690-90bb-3c74c6dbc372/154457

Von Alfthan, H. 2022. Också ett utedass kan vara lyx – ny stugby i Ingå locker huvudstadsbor som vill koppla av. Ylen verkkosivut. Viitattu 23.4.2024. <https://svenska.yle.fi/a/7-10019818>

Värri, L. 2020. Yleisökuivakäymälöiden jätehuollon kehittäminen luonnon virkistyskäyttöalueilla. Opinnäytetyö, YAMK. Hämeen ammattikorkeakoulu, biotalouden liiketoiminnan kehittämisen koulutusohjelma. Viitattu 10.2.2024. <https://www.theseus.fi/handle/10024/338393>

Liitteet

Liite 1. Teemahaastattelun runko

Haastatteluihin valikoituneet asiantuntijat ovat heterogeeninen joukko eri alojen asiantuntijoita. Valikoidaan teemoja haastateltavan asiantuntijan alan ja erityisosaamisen mukaan sekä haastattelussa esiin nousevia aiheita seuraillen. Kehittämistyössä tutkimus ja tieto ovat kehittämiselle alisteisia, pidetään mielessä kehittämiskysymykset. Pyritään muodostamaan kokonaiskuva toimintaympäristöstä ja sen haasteista ja mahdollisuuksista.

Teema 1: Huussien biokiertoalouden mahdollisuudet ja kehittäminen

Kysymys 1: Nykytila?

Kysymys 2: Kehitys? Vahvuudet? Mahdollisuudet?

Kysymys 3: Haasteet, uhat?

Kysymys 4: Tulevaisuudennäkymät?

Kysymys 5: Tavoiteltavat vaikutukset? Ympäristö & talous?

Kysymys 6: Mitkä toimenpiteet voisivat edistää?

Kysymys 7: Biokaasulaitokset & ravinne- ja energiapotentiaali

(Näkökulmia: ekologinen, taloudellinen, sosiaalinen, kulttuurinen, yhteiskunnallinen, teknologia)

Teema 2: Huussien ravinnepotentiaali

Kysymys 1: Nykytila?

Kysymys 2: Kehitys? Vahvuudet? Mahdollisuudet?

Kysymys 3: Haasteet, uhat?

Kysymys 4: Tulevaisuudennäkymät?

Kysymys 5: Tavoiteltavat vaikutukset? Ympäristö & talous?

Kysymys 6: Mitkä toimenpiteet voisivat edistää?

Kysymys 7: Biokaasulaitokset & ravinne- ja energiapotentiaali

(Näkökulmia: ekologinen, taloudellinen, sosiaalinen, yhteiskunnallinen, teknologia)

Teema 3: Huussien energiapotentiaali

Kysymys 1: Nykytila?

Kysymys 2: Kehitys? Vahvuudet? Mahdollisuudet?

Kysymys 3: Haasteet, uhat?

Kysymys 4: Tulevaisuudennäkymät?

Kysymys 5: Tavoiteltavat vaikutukset? Ympäristö & talous?

Kysymys 6: Mitkä toimenpiteet voisivat edistää?

Kysymys 7: Biokaasulaitokset & ravinne- ja energiapotentiaali

(Näkökulmia: ekologinen, taloudellinen, sosiaalinen, kulttuurinen, yhteiskunnallinen, teknologia)

Teema 4: Huussien toimintaympäristön nykytila, julkiset huussit

Kysymys 1: Huussit: määrät, käyttäjämäärät, millaiset kohteet

Kysymys 2: Teknologia: mitä käytössä, valintaperusteet, mikä toimii/ei toimi, haasteita, tarpeita?

Kysymys 3: Huolto ja ylläpito: nykytila, kehitys,

Kysymys 4: Sosiaalinen: käyttäjien kokemukset, palaute, henkilökunnan

Kysymys 5: Jätteiden käsittely: miten? minne? hyödyntämismahdollisuudet?

Kysymys 6: Ekologinen: ympäristön huomiointi,

Kysymys 6: Talous: hankinta, ylläpito

Kysymys 7: Kehittämistoiveet, mahdollisuudet, toimenpiteet,

(Näkökulmia: ekologinen, taloudellinen, sosiaalinen, kulttuurinen, yhteiskunnallinen, teknologia)