

Tanja Pirttimäki

AURINKOENERGIAN HYÖDYNTÄMINEN JÄTEHUOLLOSSA

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2017

AURINKOENERGIAN HYÖDYNTÄMINEN JÄTEHUOLLOSSA

Pirttimäki, Tanja
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2017
Sivumäärä: 50
Liitteitä: 1

Asiasanat: aurinkoenergia, aurinkopaneelit, jätteiden lajittelu, kiertotalous, kestävä kehitys

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia miten aurinkoenergiaa hyödynnetään tällä hetkellä jätehuollossa Suomessa sekä ulkomailla. Lisäksi tavoitteena oli suunnitella aurinkoenergialla toimiva puristimellinen jätesäiliö, jota voitaisiin käyttää esimerkiksi Porin Tikkulan yleisessä jätekierrätyspisteessä kotitalouksissa syntyvän muovijätteen keräämiseen. Tutkimuksen osaongelmia olivat selvittää 1) miten olemassa olevia ratkaisuja voisi hyödyntää Suomen olosuhteissa talviolosuhteet huomioiden ja 2) miten estetiikan voisi ottaa huomioon jätehuoltoratkaisuissa.

Tutkielman teoreettisessa osuudessa käytiin läpi muutamia energiatalouteen liittyviä käsitteitä, aurinkoenergian talteenottomenetelmiä, sekä Suomessa että ulkomailla jo käytössä olevia aurinkoenergiaa hyödyntäviä jätehuoltoratkaisuja sekä niiden käyttöä ja niissä ilmenneitä ongelmakohtia. Teoriaosuus perustuu kirjallisuuteen.

Empiirisessä osiossa sovellettiin Suomessa ja ulkomailla käytössä olevia aurinkoenergialla toimivia jätehuolto-ovelluksia sopivaksi case-kohteeseen Porin Tikkulan yleiseen jätehuoltopisteeseen. Kohteessa huomioitiin siellä jo olemassa oleva Europress-laite sekä ympäristö, estetiikka ja ilmasto-olosuhteet.

Tutkimuksen tuloksena syntyi suunnitelma aurinkopaneeleja ja verkkovirtaa käyttävästä, maahan upotettavasta jätesäiliöstä, joka puristaa jätteet pieneen tilaan. Laitteen mahdollisia käyttökohteita voisivat olla muun muassa kotitalousmuovit sekä paperi- ja pahvijakeet.

Aurinkopaneeleilla toimiva jätesäiliö käyttää kuitenkin paljon energiaa ja varsinkin talvikuukausina auringosta saatava energia on hyvin vähäistä. Siitä syystä järjestelmään tulisi liittää akut, mutta niitä tarvittaisiin useita ja hyötyyn nähden niiden käyttö tulisi kalliiksi. Tästä syystä aurinkopaneeleilla toimiva jätepuristin kannattaa liittää suoraan verkkoon.

SOLAR POWER UTILIZATION IN WASTE MANAGEMENT

Pirttimäki, Tanja

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical Engineering

May 2017

Number of pages: 50

Appendices: 1

Keywords: Solar powered compactor, solar power, solar panels, sustainable development

The subject of the thesis was to study how solar energy is currently used in waste management in Finland and abroad. In addition, the aim was to design a solar-powered waste container that could be used, for example, to compresses the collected plastic waste from households at Pori's Tikkula general waste recycling point. The main research questions of the study were 1) how the existing solutions could be utilized in Finnish conditions and 2) how aesthetics could be taken into account in waste management solutions.

The theoretical part, i.e. the literature part of the thesis covered several concepts related to energy economy, solar energy recovery methods, waste management solutions utilizing solar energy in Finland and abroad, and challenges in the utilization of solar energy in waste collection.

In the empirical part, waste management applications in Finland and abroad were applied to the appropriate waste-to-energy facility at Pori Tikkula. The existing Europress equipment and local environment, aesthetics aspects and climatic conditions were taken into consideration in the planning of the waste container system.

The final outcome of the development work will be plans for a device which uses solar panels and mains electricity from the mains and presses waste to small space. The device could be used with household plastic, paper and cardboard waste.

However, a waste container running on solar panels uses a lot of energy, and especially in the winter months, solar energy is very small. Therefore, batteries should be connected to the system, but many would be needed and their use would be expensive. For this reason, it is advisable to connect a waste compressor with solar panels directly to the grid.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	KÄSITTEITÄ.....	6
2.1	Kiertotalous.....	6
2.1.1	Valtakunnallinen jätesuunnitelma	8
2.2	Kestävä kehitys	9
2.3	Resurssitehokkuus.....	10
2.4	Resurssiviisuus	10
2.4.1	Kohti resurssiviisautta -hanke	11
2.5	Ekologinen jalanjälki	13
2.6	Hiilijalanjälki	13
3	TUTKIMUSTYÖN MENETELMISTÄ	15
4	AURINKOENERGIA KIERTOTALOUDESSA	17
4.1	Aurinkokennot ja -paneelit	21
4.2	Aurinkokeräimet	23
4.3	Aurinkosähköjärjestelmä	24
5	AURINKOENERGIAN HYÖDYNTÄMISTÄ JÄTEHUOLLOSSA	25
5.1	Pieniä jäteratkaisuja	25
5.1.1	Bigbelly	25
5.1.2	Clean Cube	29
5.1.3	SolarSmart 2020	31
5.1.4	Arabian Palm	31
5.2	Isompia jäteratkaisuja	33
5.2.1	SolarPress	33
5.3	Patentteja aurinkopaneeleilla toimivista jätelaitteista.....	35
5.4	UG Swing maanalainen jätejärjestelmä.....	36
6	CASE PORIN TIKKULAN KOTITALOUSMUOVIN KERÄYSSÄILIÖ	37
7	SUUNNITELMA UUDENTYYPPISELLE AURINKOENERGIAA HYÖDYNTÄVÄLLE JÄTESÄILIÖLLE	41
7.1	Aurinkopaneeleilla toimiva puristimellinen jätensäiliö.....	41
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	46
	LÄHTEET.....	47
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Maailmassa syntyy joka hetki jätettä. Sitä synnyttävät niin yritykset, kotitaloudet, teollisuus kuin liikennekin. Jätteiden määrä kasvaa ja kaatopaikat ovat täynnä erilaisista ympäristöä kuormittavaa jätettä. Osa kaikesta syntyvästä jätteestä pystytään jo hyödyntämään raaka-aineiksi, mutta osa on edelleen vaarallista jätettä. Muutamia mainitakseni, biojätteistä voidaan tehdä esimerkiksi biokaasua liikenteen käyttöön tai kotitalouksissa lajiteltuna ja kompostoituna vaikkapa multaa. Muovit puolestaan sisältävät paljon energiaa (mm. öljyä) ja sitä jatkojalostetaan teollisuuden käyttöön Pohjoismaiden ensimmäisessä muovijalostamossa Riihimäen Ekokemissä. Kierrätysmuoveista tehdään muun muassa erilaisia pakkauksia ja muovipusseja.

Kestävän kehityksen ja kiertotalouden tarkoituksena on pyrkiä siihen, että luonto kestää ihmisen toiminnan aiheuttamat vaikutukset. Tähän pyritään kierrättämisen hallitsemisella ja sillä, että käyttäisimme luonnonvaroja mahdollisimman järkevästi. Roskaa ja käyttökeltontonta materiaalia tulisi syntyä mahdollisimman vähän.

Aurinkoenergia on puhdas tapa tuottaa energiaa. Toki paneelien valmistus vaatii alkuinvestointeja ja energiaa, mutta kun laitteisto on jo olemassa, sen käyttö on edullista. Aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää jätehuollossa tuottamaan energiaa jätepuristimelle. Samalla jätettä mahtuu säiliöihin enemmän, huoltovälit pitenevät ja ylläpito-kustannukset laskevat. Nykyisin tehokkaimmat aurinkopaneelit kykenevät tuottamaan energiaa myös pilvisellä säällä.

Tässä opinnäytetyössäni olen selvittänyt kierrätyksen ja lajittelun merkitystä sekä taustoja. Olen avannut kestävän kehityksen sekä kiertotalouden käsitteitä ja tutkinut minkälaisia aurinkoenergian hyödyntämiseen soveltuvia mahdollisuuksia sekä Suomesta että ulkomailta tällä hetkellä jo löytyy. Lisäksi vuoden 2016 alussa astui voimaan laki, joka määrittelee sen, ettei kaatopaikoille Suomessa enää saa viedä orgaanista tai biohajoavaa jätettä, vaan ne on kierrätettävä ja jatkojalostettava asianmukaisella tavalla. Tästä syntyi idea kehittää aurinkopaneeleilla toimiva jätepuristin.

2 KÄSITTEITÄ

2.1 Kiertotalous

Kiertotaloudella tarkoitetaan järkevämpää tapaa tuottaa ja kuluttaa, jolloin myös säästetään luonnonvaroja sekä pystytään olemaan taloudellisempia ja mahdollisesti pystytään luomaan samalla uusia työpaikkoja. (Rahkonen 2015.)

"Kiertotaloudessa ei ole kyse vain kierrätyksen lisäämisestä vaan visiosta luoda uusi kestävämpi talousjärjestelmä. Uusilla rakenteilla ja liiketoimintamalleilla sekä käyttäjäkeskeisten palveluiden ja tuotteiden suunnittelulla kasvatetaan omavaraisuutta, luodaan uusia työpaikkoja ja lisätään hyvinvointia." (Hartikainen 2015.)

Kiertotaloudessa tavaroiden tai tuotteiden valmistamisessa pyritään mahdollisimman pieneen jätteiden määrään. Yritykset ja teollisuus hyödyntävät toinen toistaan siten, että yhden jäte on toiselle raaka-ainetta. Valmistettuja tuotteita ja tavaroita hyödynnetään mahdollisimman pitkään ja niitä otetaan yhteiskäyttöön. Kiertotalouteen kuuluu tuotteiden huoltaminen, rikkimenneiden korjaaminen sekä uudelleenvalmistus. Lisäksi itselle tarpeettomaksi käynyt voidaan myydä edelleen. Kiertotalouden luomat työpaikat sijoittuvatkin juuri kierrätyksen, korjauksen, huollon, materiaalien keräyksen ja uudelleenvalmistuksen saroille. (Sitran www-sivut 2015)

Euroopassa jätteitään parhaiten hyödyntävät maat ovat Saksa, Itävalta, Hollanti ja Ruotsi. Näissä maissa kaatopaikoille viedään vain noin yksi prosentti kaikesta yhdyskuntajätteestä. Vuonna 2012 Suomessa jätteistä vietiin kaatopaikoille 40 %, mutta vuonna 2015 enää noin 11,5 % kaikesta jätteestä (taulukko 1). Euroopan komissio on esittänyt, että vuonna 2030 yhdyskuntajätteestä olisi kierrätettävä 70 % ja pakkausjätteestä 80 %. Sitra on arvioinut, että kiertotaloudesta Suomelle aiheutuvat taloudelliset hyödyt vuodessa voisivat nousta vähintään 2-3 miljardiin euroon vuoteen 2030 mennessä. Vertailun vuoksi Ruotsissa on arvioitu kiertotalouden luovan 100 000 uutta työpaikkaa sekä parantavan vaihtotasetta vuosittain yli 3 % BKT:sta. (Sitran www-sivut 2015; Tilastokeskuksen www-sivut 2016)

Taulukko 1. Yhdyskuntajätteet 2015, tonnia (Tilastokeskus 2016)

Jätelaji	Jättemäärä	Kierrätys materiaalina	Energiakäyttö	Sijoitus kaatopaikalle
Sekajäte yhteensä	1 268 259	553	975 358	292 348
Erilliskerätyt yhteensä, josta	1 391 044	1 092 036	290 267	8 741
Paperi ja kartonkijäte	516 491	479 302	37 180	9
Biojäte	364 602	341 247	20 639	2 716
Lasijäte	84 815	76 975	7 672	168
Metallijäte	114 382	114 382	0	0
Puujäte	36 917	3 262	33 655	0
Muovijäte	41 791	4 778	36 845	168
Sähkö- ja elektroniikkaromu	63 603	63 603	0	0
Muut erilliskerätyt	168 444	8 487	154 277	5 680
Muut ja erittelemättömät	78 976	18 749	46 554	13 673
Kaikki yhteensä	2 738 280	1 111 338	1 312 180	314 762

Euroopan komissio julkaisi joulukuussa 2015 edistämishjelman, joka sisältää tärkeitä linjauksia työllisyyden, yritysten kilpailukyvyn ja luonnonvarojen kestävä käytön parantamiseksi. Uusi ohjelma on edellistä monipuolisempi, mutta kannusteita tarvitaan silti edelleen lisää. Esimerkiksi verotus ja investointien rahoitus nopeuttaisivat kiertotalouteen siirtymistä. (Sitran www-sivut 2015)

Esimerkkejä kiertotaloudesta löytyy niin Suomesta kuin muualtakin maailmasta. Sybimar kierrättää Uudessakaupungissa kalankasvattamossaan ja kasvihuoneessaan ravinteet, veden, hukkalämmön ja hiilidioksidin. RePack valmistaa verkkokaupalle uudelleenkäytettäviä pakkauksia. Catepillar käyttää vanhojen laitteidensa toimivia osia uusissa laitteissa. Mud Jeans ottaa takaisin valmistamansa farkut ja käyttää niitä uudelleen raaka-aineiksi. (Tynkkynen 2014.)

2.1.1 Valtakunnallinen jätesuunnitelma

Valtakunnallinen jätesuunnitelma on Valtioneuvoston hyväksymä suunnitelma Suomen jätehuollon kehittämisen tavoitteista. Sen päämääriä ovat jätteen syntymisen ehkäiseminen, jätteiden materiaalikierrätyksen ja biologisen hyödyntämisen lisääminen, sellaisten jätteiden polton lisääminen, joita ei voida kierrättää, loppusijoituksen ja jätteiden haitattoman käsittelyn turvaaminen sekä aiheutuvien kasvihuonepäästöjen pienentäminen vähentämällä biohajoavan jätteen sijoittamista kaatopaikoille ja talteen ottamalla enemmän kaatopaikoilla syntyvää metaania. (Ympäristöministeriön [www-sivut 2017](#))

Uusi valtakunnallinen jätesuunnitelma (VALTSU) astuu voimaan vuoden 2017 aikana. Siihen on luotu tavoitteet, joita kohti jätehuolto kehittyy vuoteen 2030 mennessä. Jätesuunnitelmaan on valittu painopisteitä, joiden kautta suunnitellut tavoitteet ja toimenpiteet tullaan toteuttamaan. Kyseiset painopisteet ovat:

- Rakennus- ja purkujätteet
- Biohajoavat jätteet ja ravinteiden kierto
- Sähkö- ja elektroniikkalaiteromut
- Yhdyskuntajätteet.

(Ympäristöhallinnon [www-sivut 2017](#))

Uuden jätesuunnitelman rakennetta muutettiin laatimalla yksi yhteinen jätesuunnitelman tavoitetilä. Se kuvaa tavoitetta, johon jätehuollon ja jätteen synnyn ehkäisyn pitää pyrkiä vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteet ovat:

- Jätehuolto kuuluu suomalaiseen kiertotalouteen
- Luonnonvaroja säästyy ja syntyy työpaikkoja, kun tuotanto ja kulutus ovat materiaalitehokkaita
- Jätteen määrä on vähentynyt
- Kierrätys on toimivaa ja tehokasta
- Kierrätettävistä materiaaleista saadaan pieniäkin määriä arvokkaita raaka-aineita talteen

- Vaarallisten aineiden käyttö on vähentynyt ja jo kierrossa olevat vaaralliset aineet saadaan turvallisesti sieltä pois
- Kansalaisten sekä yritysten kierrätysosaaminen on korkeaa tasoa
- Tutkimustyö on jätealalla laadukasta.
(Ympäristöhallinnon www-sivut 2017)

2.2 Kestävä kehitys

"Kestävä kehitys on maailmanlaajuisesti, alueellisesti ja paikallisesti tapahtuvaa jatkuvaa ja ohjattua yhteiskunnallista muutosta, jonka päämääränä on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet. Tämä tarkoittaa myös, että ympäristö, ihminen ja talous otetaan tasavertaisesti huomioon päätöksenteossa ja toiminnassa." (Ympäristöministeriön www-sivut 2015.)

Lähtökohta on sopeuttaa ihmisen toiminta siten, että luonnonvarat ja luonto kestävät sen. Luonnon kestävyys rasittuu, kun ihminen käyttää maapallon luonnonvaroja, kuluttaa energiaa ja saastuttaa. On tärkeää turvata maapallon biologinen monimuotoisuus sekä ekosysteemien toimivuus. Luontoon kohdistuva rasitus onkin kolminkertaistunut viimeisen 50 vuoden aikana. (Suomen Yk-liiton www-sivut 2015)

Haastetta kestäväälle kehitykselle tuovat kulutuksen hallitseminen ja kestävälle tasolle tuominen, koska väestö kasvaa ja kulutusmieltymykset lisääntyvät. Myös elintason jatkuva nouseminen on haaste kestäväälle kehitykselle. Tästä syystä tarvitaan koko maailman laajuista yhteistyötä, jotta maapallo voidaan säilyttää elinkelpoisena. (Suomen Yk-liiton www-sivut 2015)

Jätehuollon näkökulmasta kestävä kehityksen haasteita ovat muun muassa terveydenhuollossa tapahtuvat tiedon puutteen takia virheellisesti käsiteltyjen erityisjätteiden aiheuttamat terveysriskit, hygieniavaatimusten muuttumisesta aiheutuva kertakäyttötuotejätteiden lisääntyminen sekä jätteiden riittävä lajittelu. (Ympäristöosaavan ammattilaisen www-sivut 2013)

2.3 Resurssitehokkuus

Länsimainen elämäntapa ja talous tuhlaavat luonnonvaroja yli maapallon kantokyvyn. Sen vaikutus näkyy ilmastonmuutoksena ja luontoympäristön köyhtymisenä. Resurssitehokkuuden tavoitteena on käyttää luonnonvaroja kestäväällä tavalla ja vähentää niiden ympäristövaikutuksia. Tavoitteena on myös siirtyä vähähiiliseen ja niukkaresurssiseen talouteen eli niin sanottuun vihreään talouteen. Resurssitehokkuus on yksi tärkeimmistä keinoista siihen pyrittäessä. Resurssitehokkuudessa materiaalien ja energian käyttöä sekä jätteiden ja tuotteiden kierrätystä tehostetaan sekä huomioidaan niiden uudelleenkäyttö. Laajasti ajatellen resurssitehokkuus merkitsee materiaalien ja energian käytön lisäksi myös ilman, maan ja maaperän käyttöä. (Suomen ympäristöhallinnon www-sivut 2013)

Keinoja parantaa resurssitehokkuutta ovat esimerkiksi:

- tuotteiden elinkaariajattelu ja ekotuotesuunnittelu
- kierrätystä ja uudelleenkäyttöä tehostavien toimenpiteiden käyttöönotto
- biotalouden ja uusiutuvien energiamuotojen käytön edistäminen
- innovaatiokumppanuudet.

(Suomen ympäristöhallinnon www-sivut 2013)

2.4 Resurssiviisaus

Väestön lisääntyminen ja maailmantalouden kasvu kuluttavat luonnonvaroja nopeasti. Koska niiden määrä on rajallinen, mutta ne ovat kuitenkin elämänlaadulle ja terveydelle tärkeitä, on niitä ja niiden käyttöä hallittava tehokkaammin koko niiden elinkaaren ajan aina hankinnasta, kuljetukseen, jalostukseen ja jätteiden käsittelyyn asti. (Euroopan komission www-sivut 2016)

Resurssitehokkuus tarkoittaa laajempaa elinkaariajattelua ja se koskee kaikkia luonnonvaroja: ruokaa, puutavaraa, luonnon monimuotoisuutta, energiaa, metalleja, maaperää, vettä, mineraaleja, ilmakehää ja maata. Eurooppaan tuodaan paljon materiaaleja sekä valmiita tuotteita EU:n ulkopuolelta, jolloin raaka-ainekustannukset sekä polttoaineen hinnat vaikuttavat hintoihin ja resursseihin. Tuhlaileva käyttö johtaa re-

surssipulaan ja voi johtaa jopa jonkin resurssin loppumiseen kokonaan. (Euroopan komission [www-sivut 2016](#))

Käyttötapojen muuttumisen seurauksia on jo nyt nähtävissä. Kierrätyksestä on tullut jo käytäntö niin kotitalouksissa kuin yrityksissä, joten sillä on ollut iso vaikutus mm. paperi-, lasi- ja kaivannaisteollisuuteen. Euroopan Unioni sääti hiilidioksidipäästöjen vähentämisestä lain vuonna 1990. Sen seurauksena kasvihuonepäästöt ovat vähentyneet yli 10 prosenttia, vaikka samaan aikaan kansantaloudet Euroopassa ovat kasvanneet. (Euroopan komission [www-sivut 2011](#))

Taloukasvua voi lisätä säästämällä luonnonvaroja. Säästetään resursseja aina kun voidaan, lisätään kierrättämistä ja materiaalien uudelleenkäyttämistä, käytetään vähemmän luonnonvaroja tai vaihdetaan materiaalit/raaka-aineet vähemmän luontoa kuormittaviin materiaaleihin aina kun se on mahdollista. Esimerkkinä muun muassa toimistoiden paperittomuus, musiikin lataaminen koneelle levyjen sijaan, elohopean korvaaminen Galistan-seoksella, jossa neste on galliumin, indiumin ja tinan seos. (Euroopan komission [www-sivut 2016](#))

Kesästä 2015 lähtien resurssiviisaustyötä on jatkanut Suomen kestävien kaupunkien ja kuntien osaamisyhteisö Fisun (Finnish Sustainable Communities). Sen ensimmäiset jäsenet olivat nuo pilottihankkeessa mukana olleet Forssa, Jyväskylä, Lappeenranta ja Turku. Keväällä 2016 mukana oli jo kahdeksan Suomen kuntaa. Fisun tarkoitus on auttaa jäseniään kehittämään vähäpäästöisiä toimintatapoja ja -ratkaisuja, jotka perustuva paikallisiin vahvuuksiin. Osaamisyhteisön kunnat ovat asettaneet tavoitteeksi jätteettömyyden ja hiilineutraaliuden vuoteen 2050 niiden alueella. (Sitran [www-sivut 2016](#))

2.4.1 Kohti resurssiviisautta -hanke

Sitra aloitti vuonna 2013 Jyväskylän Kaupungin kanssa "Kohti resurssiviisautta" -yhteishankkeen. Hanke kesti kaksi vuotta ja tuona aikana luotiin toimintamalli, jota voitaisiin soveltaa muissakin Suomen kaupungeissa. Hankkeen tarkoitus oli edistää resurssien viisaampaa käyttöä sekä vähentää ympäristöhaittoja ja luoda edellytyksiä

kestävälle hyvinvoinnille ja tulevaisuudelle. Käytännössä asukkaat elivät ekologisesti ja halutessaan kehittivät asuinkuntansa resurssiviisaita toimintatapoja. Keväällä 2015 toimintamalli saatiin käyntiin myös Forssassa, Lappeenrannassa ja Turussa. (Sitran www-sivut 2016)

"Kohti resurssiviisautta" -hankkeessa yhtenä kokeilukohteena Jyväskylässä oli vähentää biojätteeseen päätyvän ruokajätteen määrää Vaajakummun koulussa. Koulussa jää päivittäin lämmintä ruokaa, joka päätyy biojätteeseen. Nykylainsäädännön mukaan ruuan jäädyttäminen, myyminen ja uudelleenkäyttö on kiellettyä. Koulussa myytiin tähdelounaita euron hintaan aluksi kahden viikon ajan. Lämpimän ruuan sai ilmaiseksi, mutta maidon, leivän ja voion hinta katettiin tuolla maksulla. Asiakkaina kävi lapsiperheitä, vanhuksia ja "huonojalkaisia" eläkeläisiä. Joka päivä tähdelounaita ei jäänyt, mutta lähialueen asukkaat suhtautuvat siihen ymmärtäväisesti. Kokeilu oli menestys ja lounaita on toistaiseksi jatkettu 1,50 euron hinnalla. Asiakkaita koululla käy päivittäin noin parikymmentä. Tähdaruokalounaista halutaan enemmän kokemusta ennen kuin päätöksiä pysyvästä jatkosta tai palvelun laajemmasta käytöstä tehdään. Ruokahävikikokeilun toteuttaja on laskenut, että jos Jyväskylän Kaupungin kaikki koulut ja palvelutalot myisivät tähdelounaita, ruokahävikki pienenesi vuodessa vähintään 50 000 annosta. Tähdaruokakokeilua oli myös Jyväskylän Kaupungin palvelutalossa, mutta siellä tähdelounaskokeilusta luovuttiin, koska osa maksavista asiakkaista jäi odottamaan edullisempaa lounasta sen sijaan, että olisi maksanut täyden hinnan. Koululla kyseistä ongelmaa ei ollut. (Sitran www-sivut 2016)

Jyväskylässä kokeiltiin myös korjaustoria, jonka ideana oli kuluttajatuotteiden korjaaminen. Korjaustorilla kohtasivat asiakkaat sekä eri alojen yrittäjät, jotka osaavat korjata erilaisia tuotteita kengistä vaatteisiin jne. Ajatus oli, että palvelut olisi helppo löytää ja korjauttaa tuote eikä heittää sitä pois. (Sitran www-sivut 2016)

Lähiruokataksi oli myös osa "Kohti resurssiviisautta" -hanketta. Ajatuksena oli saada vähennettyä kaupassakäyntiä ja samaan aikaan säästää aikaa, rahaa ja päästöjä tuomalla lähitilojen tuottajilta tuotteita suoraan asiakkaiden kotioville. Kaikkiaan tuottajia oli mukana 35. Tuotteet tarjottiin asiakkaille verkkokaupan kautta, jossa ne myös maksettiin etukäteen. Itse kuljetus oli asiakkaalle ilmaista. (Sitran www-sivut 2016)

Kokeilun lopuksi asiakkaille lähetettiin kyselylomake. Palautteissa kävi ilmi, että asiakkaiden mielestä oli tärkeää saada lähitilojen tuotteita myös muualta kuin kauppoista, kuitenkin vain osa vastaajista olisi myös valmis maksamaan lähiruokataksien palveluista. (Sitran www-sivut 2016)

Ongelmallista on tuotevalikoiman laajentaminen, sillä kaupassakäynnin tarve vähenisi merkittävästi jos tuotevalikoimaa laajennettaisiin ja lähiruokataksit voisivat toimittaa asiakkaille muun muassa maitoa. Lisäksi noutopäiviä olisi lisättävä, mikäli lähiruokataksi haluttaisiin laajentaa koko Jyväskylän alueelle. (Sitran www-sivut 2016)

2.5 Ekologinen jalanjälki

Ekologinen jalanjälki kertoo kuinka suuri maa- ja vesialue tarvitaan ihmisten kuluttaman ravinnon, tuotteiden, energian ja palveluiden tuottamiseen sekä jätteiden ja päästöjen käsittelyyn. Myös hiilidioksidin sitomiseen tarvittava metsäala on tässä mukana. Ekologisen jalanjäljen mittari kuvaa jokaisen ihmisen elämäntavan vaikutusta maapallolle. Oman jalanjäljen laskemiseen on olemassa erilaisia laskureita, mutta niihin en tässä työssäni keskity. (Metsähallituksen www-sivut 2016)

Ekologinen jalanjälki kuvataan usein käyttäen vertausta, montako maapalloa kansakunta tätä nykyä tarvitsisi, mikäli kulutustottumuksia ei yhtään muutettaisi. Tällä hetkellä kulutustottumukset ovat niin hurjia, että jos kaikki eläisivät kuten suomalaiset, tarvitsisimme neljä maapalloa! (Nuorten keskuksen www-sivut 2009)

2.6 Hiilijalanjälki

Hiilijalanjälki on mittari, joka kuvaa kuinka paljon kasvihuonepäästöjä aiheutuu jonkin tuotteen, palvelun tai toiminnan tuottamisesta. Sen laskemiseen löytyy Internetistä erilaisia laskureita. (Metsähallituksen www-sivut 2016)

Omaan hiilijalanjälkeensä voi jokainen vaikuttaa omilla valinnoillaan. Näitä valintoja voi tehdä niin asumisen, liikkumisen kuin ruuankin suhteen. Muun muassa pienen-

tämällä ruokajätteen määrää suunnittelemalla ruokalista etukäteen, suosimalla kotimaisia kasviksia ulkomaisten sijaan tai vaikkapa vaihtamalla energiamuoto tuulisähköön. (WWF:n [www-sivut](http://www-ivut) 2012)

3 TUTKIMUSTYÖN MENETELMISTÄ

Case-tutkimus eli tapaustutkimus on menetelmä, jota käytetään yleisesti tutkittaessa yrityksiä ja organisaatiokäyttäytymistä, mutta myös yksilöitä voidaan tutkia tällä menetelmällä. Tärkeää on, että tutkimusasetelma yhdistyy aiemmin esitettyyn teoriaan, joka muodostaa pohjan josta analyysit ja tulkinnat johtopäätöksissä tehdään. Case-tutkimus voi saada aikaan myös hypoteeseja ja jatkotutkimusideoita. (Aaltio 2014.)

Case-tutkimuksen haasteet ovat samat kuin muissakin menetelmissä. Tutkimuksen kysymyksenasettelu määrää metodin mitä kannattaa tutkimuksessa käyttää. Menetelmä ei kuitenkaan ole tutkimuksen itsetarkoitus vaan väline, jolla tietoa hankitaan ja kerätään. Case-menetelmä nojautuu tutkijan asemaan tutkimusprosessissa, toimivaan tutkimusasetelmaan, tutkimusasetelman liittymiseen aikaisempaan teoriapohjaan, luotettavuuden lisäämiseen pyrkiviin menettelyihin tutkimusprosessin aikana sekä tutkijan paneutuvaan ja taitavaan analyysiin. Tapaustutkimukselle ominaista on myös ymmärtää ja selittää yksittäisiä tapauksia. (Aaltio 2014.)

Tapaustutkimuksessa tutkittavia aineistoja voi olla yksi tai useampia. Mikäli niitä on useampia, voidaan tutkittavia tapauksia vertailla keskenään. Yhtä tapausta tutkittaessa voidaan tutkia esimerkiksi sen historiaa tai kehitystä jollain ennalta valituilla kriteereillä. Tutkimusasetelma ja -kysymykset määrittävät tutkittavien tapausten määrän ja aineiston luonteen. Case-tutkimuksen pohjaksi kerätään usein suuri tutkimusaineisto, joka antaa mahdollisuuden käyttää siteerauksia sekä toimijan näkökulman esiintuomisen. (Aaltio 2014.)

Konstruktiivinen tutkimusote on yksi tapa suorittaa case-tutkimus. Se on tyypillinen tapa liiketaloustieteen sekä tekniikan aloilla. Se tarkoittaa luovaa suunnitelmia tuottavaa menetelmää, jolla pyritään ratkaisemaan ko. tieteenalan ongelmia. Konstruktiivisen tutkimusotteen ydinpiirteitä ovat:

- keskittyminen olemassa oleviin ongelmiin, joihin tarvitaan jokin ratkaisu
- tuottaa sellainen luova ratkaisu, jonka on tarkoitus ratkaista alkuperäinen ongelma. Se sisältää myös suunnitelman toteutuksesta, jolla testataan miten ratkaisu toimii käytännössä
- tutkijan ja käytännön edustajan/edustajien yhteistyötä, jossa odotetaan tapahtuvan oppimista käytännön kautta
- kytkeytyminen olemassa olevaan teoriaan
- huomion kiinnittyminen kokemuserän kautta teoriaan.

(Lukka 2014.)

Konstruktiviselle tutkimusotteelle on tunnusomaista tutkimustuloksen vaikuttaminen tosielämään. Ihanteellisinta olisi, jos tutkimuksen tuloksena voitaisiin tuottaa toimiva ratkaisu olemassa olevaan ongelmaan. (Lukka 2014.)

Tässä opinnäytetyössäni tutkin minkälaisia aurinkopaneeleilla olevia jäteratkaisuja löytyy jo sekä Suomesta että ulkomailta. Niitä löytyy useita, mutta olen ottanut esimerkkikohteiksi Bigbellyn (USA), SolarPressin (Suomi), SolarSmart 2020 (Suomi), Arabian Palmin (Suomi) sekä Clean Cuben (Etelä-Korea).

Omana case-tutkimuskohteenani käytän Porin Tikkulan yleisessä kierrätyspisteessä sijaitsevaa kotitalousmuoville tarkoitettua jätesäiliötä, jossa on puristin, mutta ei aurinkopaneeleja. Se on Europressin valmistama laite, jota Porissa operoi Veikko Lehti Oy. Tietoa kyseisestä laitteesta sain valmistajan kotisivuilta, Europress Group Oy:n Länsi-Suomen ja Pirkanmaan aluepäälliköltä Juha Isojärveltä sekä Veikko Lehti Oy:n ympäristöinsinööri Jouni Kaiulta.

4 AURINKOENERGIA KIERTOTALOUDESSA

Aurinkoenergialla tarkoitetaan auringosta saatavan säteilyenergian hyödyntämistä aurinkopaneelin tai -keräimen avulla. Uusiutuvan energian muotoja on monia, mutta aurinkoenergia on niistä yksi tehokkaimmista. Auringosta voidaan kerätä sekä lämpöä (voidaan käyttää esimerkiksi käyttöveden tai uima-altaan veden lämmitykseen) että sähköä ja alkuinvestoinnin jälkeen aurinkoenergian käyttäminen on lähes ilmaista eikä se aiheuta vahinkoa ympäristölle. Suomessa auringosta saatava energia on samalla tasolla esimerkiksi Pohjois-Saksan kanssa, jossa aurinkoenergiaa hyödynnetään laajasti. (Areva Solarin [www-sivut](#) 2015)

Aurinkoenergiaa on hyödynnetty jo 1950-luvulta asti mm. satelliiteissa ja avaruusluotaimissa sekä kuluttajille suunnatuissa erilaisissa koriste-esineissä, taskulaskimissa, leluissa ja kelloissa. Pieniä aurinkopaneeleja on käytetty myös puutarha- ja katuvaloissa sekä sadettimissa. (Motivan [www-sivut](#) 2016)

Kiertotalouteen ja kestäväan kehitykseen liittyy olennaisesti aurinkoenergia. Kiertotalous pyrkii mahdollisimman pieneen jätteiden määrään ja kestävä kehitys pyrkii hyödyntämään luonnonvaroja siten, että ne riittäisivät mahdollisimman pitkään luontoa kuitenkaan kuormittamatta jätteillä tai luonnonvarojen tuhlailevalla käytöllä. Aurinkoenergia on alkuinvestoinnin jälkeen lähes ilmaista energiaa käytettäväksi esimerkiksi kotitalouksissa käyttöveden tai vaikkapa uima-altaiden veden lämmitykseen. (Areva Solarin [www-sivut](#) 2015)

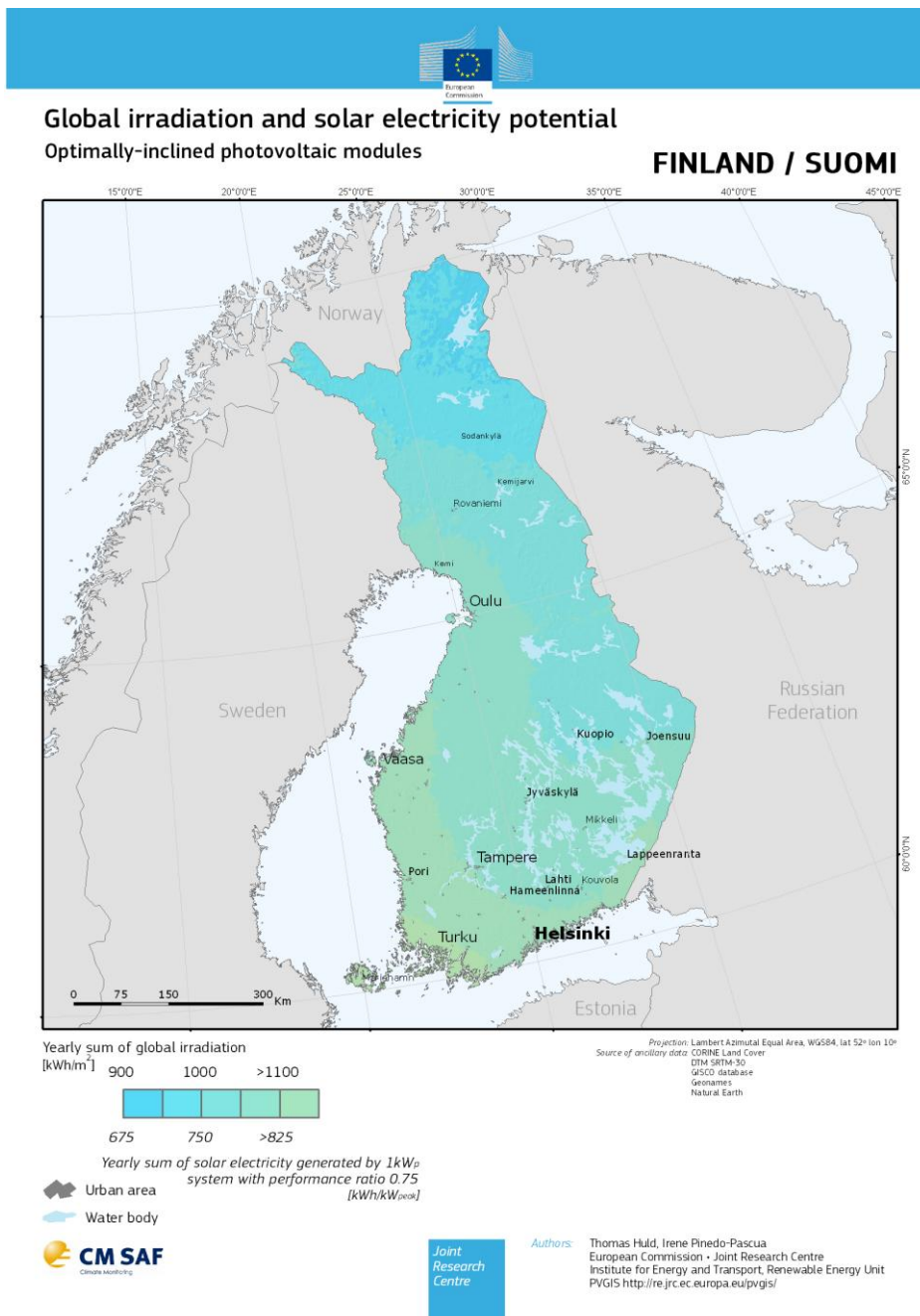
Aurinkoenergian käytön etuja ovat muun muassa hiilettömyys, ilmakehään ei vapaudu haitallista hiilidioksidia (CO₂), ympäristölle ei aiheudu kuormaa ja aurinkoenergian käyttö hidastaa ilmastonmuutosta maapallolla. (Trina Solarin [www-sivut](#) 2017)

Aurinkopaneeleilla voidaan tehdä energiaa myös pilvisellä säällä, sillä ne tekevät energiaa kirkkaudesta, eivät ainoastaan suorasta auringonpaisteesta, joten myös pil-

visellä tai sateisella säällä (päiväsaikaan) saadaan auringosta energiaa. Lisäksi kylmässä ilmanalassa paneelit toimivat jopa paremmin kuin lämpimässä. (Areva Solarin www-sivut 2016)

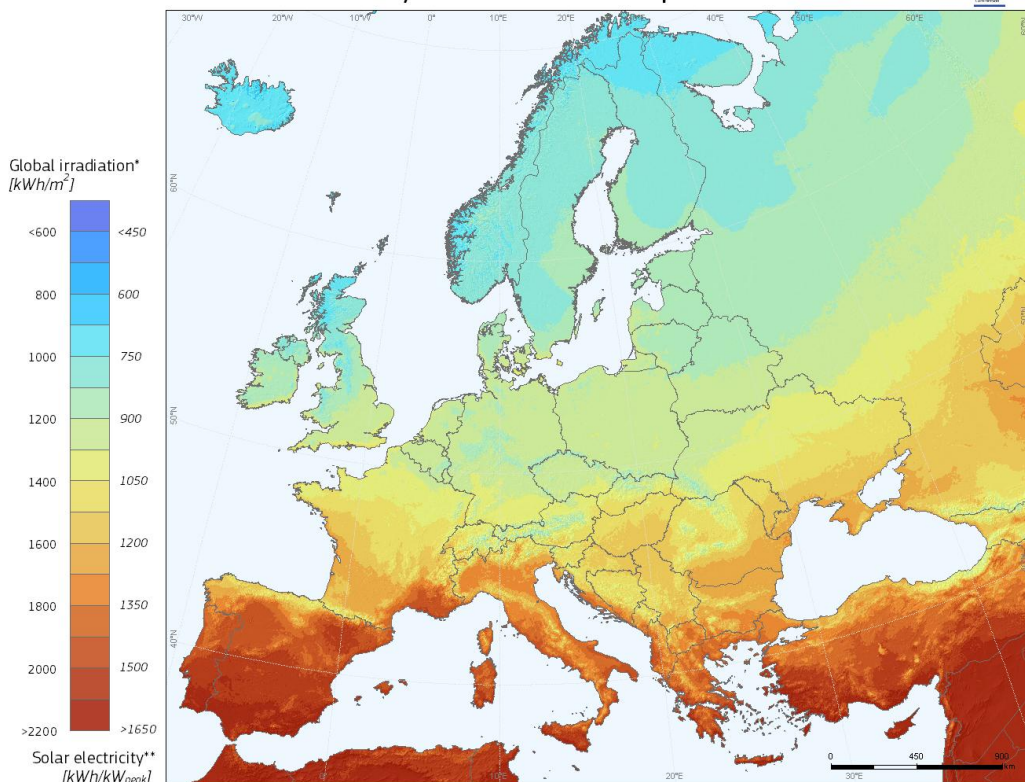
Puolet Etelä-Suomessa tulevasta auringon säteilystä on hajasäteilyä. Hajasäteily on heijastuvaa säteilyä ja sitä tulee muun muassa ilmakehästä, pilvistä ja maasta. Kokonaissäteilyn määrään vaikuttavat eniten paneelien kallistuskulma sekä sijoittelu, mutta heijastuva säteily voi hetkellisesti lisätä kokonaissäteilyn määrää jopa yli 20 prosenttia. Sen vaikutus vuositasolla on kuitenkin vähäistä, noin kahden prosentin luokkaa. (Motivan www-sivut 2016)

Vuoden aikana Etelä-Suomessa yhden neliömetrin alueelle osuu noin 1000 kilowattituntia auringon säteilyä paneelien ollessa optimaalisessa 45 asteen kulmassa (kuva 1). Määrä on samaa luokkaa Pohjois-Saksan kanssa. Etelämmäs Eurooppaan mentäessä säteilymäärät Suomeen verrattuna moninkertaistuvat (kuva 2). Keski-talvella (joulu-tammikuussa) auringon paistaessa matalalla tai niin alhaalla ettei se näy ollenkaan, aurinkoenergiaa ei saada talteen Suomessa. Näin ollen aurinkoenergian määrä keskittyy Suomessa kesäkuukausille. (Motivan www-sivut 2016)



Kuva 1. Auringon säteilymääriä Suomessa, kun paneelit ovat 45 asteen kulmassa (PVGIS European Union 2001-2012)

Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries



* Yearly sum of global irradiation incident on optimally-inclined south-oriented photovoltaic modules

**Yearly sum of solar electricity generated by optimally-inclined 1kW_p system with a performance ratio of 0.75

© European Union, 2012
PVGIS <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Authors: Thomas Huld, Irene Pinedo-Pascua
EC - Joint Research Centre
In collaboration with: CM SAF, www.cmsaf.eu

Legal notice: Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use which might be made of this publication

Kuva 2. Auringon säteilymääriä Euroopan maissa vuonna 2012 (PVGIS European Union 2001-2012)

Aurinkopaneelien teknisen käyttöiän sanotaan olevan valmistajasta riippuen noin 20-30 vuotta. Paneeleita alkaa Suomessa vasta nyt tulla siihen ikään, että niiden teho on alentunut ja niiden uusimista pitäisi alkaa suunnitella. Aurinkopaneeleille luvataan tehontuottotakuu, joka tarkoittaa sitä, että niille luvataan 90 % tehotakuu valmistajan antamasta nimellistehosta ensimmäiset 10 vuotta. Sen jälkeen teho laskee ja paneelit tuottavat 25 vuotta energiaa 80 %:lla nimellistehosta. (Motivan [www-sivut](http://www.motivan.fi) 2016)

Rakenteeltaan aurinkopaneelit ovat kestäviä, mutta niistä olisi hyvä harjata lehdet ja roskat pois sekä pestä lika pesuaineliuoksella muutaman kerran vuodessa. Lumen painon paneelit kestävät hyvin, mutta niiden päällä kävelyä tai taivuttelua ne eivät kestä. (Finnwindin [www-sivut](http://www.finnwind.fi) 2017)

Ongelmia on kuitenkin paneelien elinkaaren tullessa loppuun, koska kierrätysjärjestelmää ei vielä ole olemassa. Valmistuksessa käytetään vaarallisia metalleja ja run-

saasti energiaa, joten jonkinlainen kierrätysysteemi tarvittaisiin. Tutkittava kohde onkin muun muassa se, voisiko aurinkopaneeleista tehdä murskaa, jota käytettäisiin esimerkiksi kuparin valmistuksessa. (Nevala 2017)

Seuraavissa kappaleissa esittelen lyhyesti jo olemassa olevia aurinkoenergian keräämiseen tarkoitettuja sovelluksia.

4.1 Aurinkokennot ja -paneelit

Aurinkopaneeleita ja -keräimiä käytetään tuottamaan sähköä. Aurinkopaneelit sisältävät puolijohteesta rakennettuja kennoja. Yleensä puolijohteena käytetään piitä, joka on yleinen puolimetalli, mutta joka on käytännössä aina sitoutunut muihin alkuaineisiin. Pii pitää erottaa ja muokata aurinkokennoja varten, joten se nostaa hintaa. (Laitinen 2013, 87.)

Aurinkopaneelit koostuvat cd-levykotelon kokoisista kennoista (kuva 3), joita yhdes- sä paneelissa (kuva 4) on noin 30. Paneeleja voi muokata käyttäjälleen sopivan kokoisiksi lisäämällä niitä rinnakkain. Tämä muunneltavuus on aurinkosähkön etu. Yhden aurinkopaneelin nimellisteho on noin 20-200 wattia. Eli teoreettinen maksimiteho keskikesällä keskellä päivää, jolloin aurinko paistaa paneelia kohti kohtisuorasti. (Laitinen 2013, 88.)



Kuva 3. Aurinkokenno (Kompo2010.wikispaces.com)



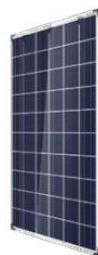
Kuva 4. Aurinkopaneeli, joka koostuu useasta aurinkokennosta (VPK-WindSolar 2017)

Paneelien suuntaaminen on erittäin tärkeää, jotta niistä saadaan paras mahdollinen tuotto. Ideaalisin ilmansuunta on etelä ja kesällä paras kallistuskulma on 30 astetta. Talvella, kun aurinko paistaa alhaalta, paras kulma olisi 75-90 astetta. Tämän vuoksi paneelien kulmaksi valitaan usein 45 astetta. Sillä saa paneeleista parhaan tuoton vuositasolla. Markkinoilla on myös säädettäviä paneeleja, jolloin kulma on säädettävissä auringonpaisteen mukaan. (Laitinen 2013, 89.)

Aurinkopaneeleita valmistetaan myös kehyksettöminä (kuva 5). Kehyksettömyyden etuja ovat nopeampi asentaminen, parempi lumikuorman, mikrohalkeamien ja ikääntymisen kesto, edullisuus, parempi tulipalojen, korroosion sekä vääntymisen kesto. Myös paneelien kierrätys on edullisempaa. (Trina Solarin [www-sivut](http://www.trina.com) 2017)



DUOMAX-PEG5
White EVA - 60 Cell



DUOMAX-PEG5.07
Clear EVA - 60 Cell



DUOMAX-PEG40.07
Clear EVA - 40 Cell

Kuva 5. Kehyksettömiä aurinkopaneeleja (Trina Solar 2017)

4.2 Aurinkokeräimet

Aurinkopaneelit/-kennot ja aurinkokeräimet (kuva 6) ovat kaksi eri asia, sillä keräimiä käytetään jonkin toisen lämmitysjärjestelmän ohella tuottamaan lämpöä, esimerkiksi lämmittämään vettä lämminvesivaraajassa. Sen avulla ei siis lämmitetä mitään tiloja. (Laitinen 2013, 94.)

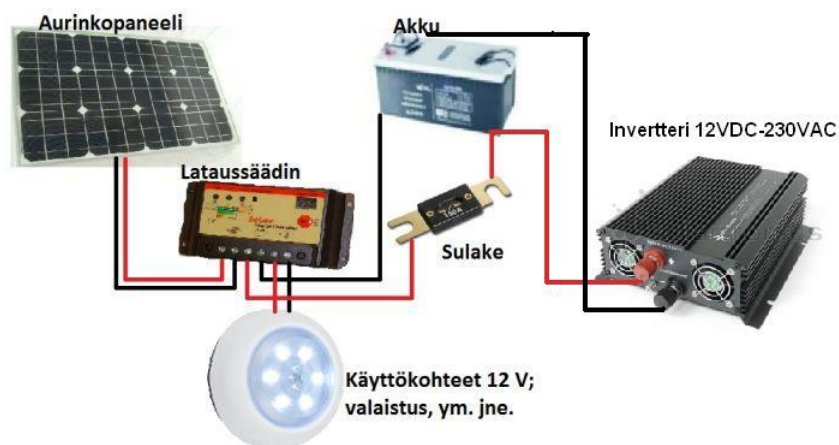


Kuva 6. Aurinkokeräin (Kärkkäinen 2017)

Toimintaperiaate on seuraava: keräimessä on lasiputkia, jotka koostuvat kahdesta lasipinnasta, joiden välissä on tyhjiö. Aurinko lämmittää ulommaisista lasiputkia, jolloin tyhjiö eristää lämmön putken sisälle. Sisempi putki eristää lämmön ja siirtää sen sisällä olevaan kuparisauvaan, jossa lämmönsiirtoneste kaasuuntuu ja nousee putken kärkeen. Tästä lämpö siirtyy siirtonesteeseen, neste jäähtyy ja valuu takaisin putken alaosaan. (Areva Solarin www-sivut 2015)

4.3 Aurinkosähköjärjestelmä

Aurinkosähköjärjestelmä tarkoittaa järjestelmiä, jotka voidaan liittää joko verkkoon tai ne toimivat akuilla. Verkkoon kytkettävät järjestelmät toimivat siten, että ensin ne käyttävät auringosta saatavaa energiaa ja vasta sitten kun sitä ei enää ole käytettävissä, siirrytään käyttämään sähköverkkoa (kuva 7). Ylimääräisen tuotetun sähkön voi myydä sähköyhtiölle korvausta vastaan. Tällöin järjestelmä vaatii invertterin, jotta sen tuottama tasavirtainen sähkö voidaan muuttaa vaihtovirtaiseksi yleiseen sähköverkkoon sopivaksi. (Areva Solarin www-sivut 2015)



Kuva 7. Aurinkosähköjärjestelmä (VPK-WindSolar 2017)

5 AURINKOENERGIAN HYÖDYNTÄMISTÄ JÄTEHUOLLOSSA

Edellisessä kappaleessa oli lyhyesti esitelty aurinkoenergian keräämiseen tarkoitettuja sovelluksia. Aurinkoenergiaa hyödynnetään jätehuollossa jo jonkin verran sekä Suomessa että etenkin ulkomailla. Seuraavassa esittelen muutamia olemassa olevia aurinkoenergialla toimivia jätehuoltoratkaisuja.

5.1 Pieniä jäteratkaisuja

5.1.1 Bigbelly

Bigbelly Solar Inc. on vuonna 2003 perustettu jätealan yritys. Sen perusajatuksena on kehittää toimivia ratkaisuja erilaisiin jätealan ongelmiin. Tätä nykyä Bigbelly -jäte- ja kierrätysasemia on kaikkiaan jo yli 30 000 ja niitä on jokaisessa USA:n osavaltioissa sekä 47 eri maassa ympäri maailmaa, myös Suomessa ja muissa Pohjoismaissa. (Bigbelly Solar Inc. www-sivut 2016)

Bigbelly -laitteessa (kuva 8) oleva moottori käynnistyy, kun sisällä oleva sensori ilmoittaa säiliön täytyneen tarpeeksi ja alkaa painaa jätettä kasaan. Laitteessa olevat "liikennevalot" ilmoittavat milloin säiliö on tyhjennettävä ja siinä oleva automaattinen toiminto lähettää keskustietokoneelle tekstiviestin, jolloin säiliö tiedetään käydä tyhjentämässä. Bigbelly Solarin mukaan tämä säästää rahaa jopa 80 %, koska säiliöiden täyttymistä ei tarvitse käydä erikseen tarkistelemassa ja koska jätteiden puristamisen vuoksi yhteen säiliöön mahtuu jätettä viisinkertainen määrä tavalliseen jättesäiliöön verrattuna. Säästyy siis muun muassa polttoainetta ja aikaa. Lisäksi sillä on vaikutusta myös liikennemääriin tarkistusvälien pidentyessä. Lisäksi Bigbelly -jättesäiliöt käyttävät energiaa saman verran kuin yksi led jouluvaloissa. Säiliöihin voidaan kerätä pullot, tölkit sekä paperit. (Marson & Joseph 2009)



Kuva 8. Aurinkoenergialla toimivia Bigbelly-jätekeräysastioita Bostonin Yliopistolla (Bigbelly 2017)

Jokaista jätessäiliötä voidaan seurata erityisellä reaaliaikaisella ohjelmalla. Siinä näkyy jokaisen säiliön sijainti ja tilanne (onko se lähettänyt hälytystä tai onko se tyhjennetty jne.), historiatietoja sekä senhetkinen täyttöaste. (Bigbelly Solar Inc. www-sivut 2016)

Modulaariset ja räätälöitävät Bigbelly -jätessäiliöt on muotoiltu siten, etteivät lumi, sadevesi tai tuhoeläimet, kuten oravat, karhut, linnut tai ampieiset pääse sisään jätessäiliöön. Mutta myös niin, että se pitää hajut sisällään eikä kukaan saa siinä itseään loukattua. (Bigbelly Solar Inc. www-sivut 2016)

Käyttökokemusta Bigbellyistä löytyy esimerkiksi noin 1,5 miljoonan asukkaan Philadelphiasta. Se on Pennsylvanian osavaltion isoin kaupunki sekä väkiluvultaankin Yhdysvaltojen kuudenneksi isoin kaupunki. Siellä käy vuosittain miljoonia vierailijoita niin turisteina kuin liikeasioissakin. Sen talous perustuu elintarvikkeiden valmistukseen ja jatkojalostukseen sekä ruoka- ja talouspalveluihin. Philadelphiassa otettiin huhtikuussa 2009 käyttöön 500 Bigbelly -jätessäiliötä sekä 210 kierrätysyksikköä. Ennen uusia astioita kaupungin työntekijät olivat tehneet 17 tyhjennyskierrosta viikoittain tyhjentäessään kaupungin 700 roskakoria. Niistä kertyi 2,3 miljoonan dollarin kustannukset. Uusien jäteastioiden ja -yksiköiden myötä käyntikerrat

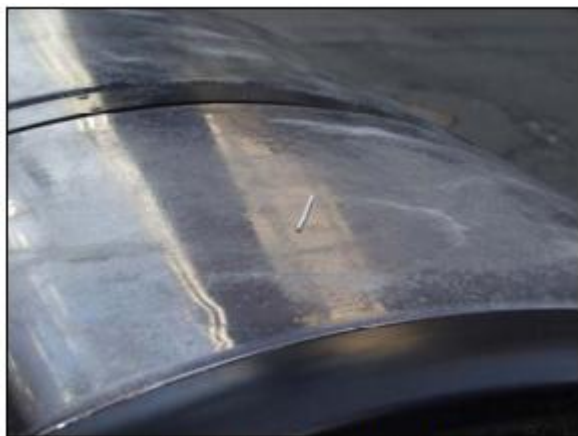
vähenevät viiteen kertaan viikossa, tehden vuositasolla säästöä 720 000 dollaria eli noin 70 % entiseen. Myös työntekijöiden määrä väheni ja heitä voitiin ohjata toisiin työtehtäviin. Kun ennen tarvittiin 33 työntekijää kolmessa vuorossa, nyt uusien jäteastioiden myötä tarvittiin enää 9 työntekijää, yhdessä vuorossa. Philadelphian Kaupunki olikin laskenut saavansa uusien jäteastioiden myötä seuraavan 10 vuoden aikana 13 miljoonan eli 70 %:n säästöt. (Solarpedian www-sivut 2017)

Philadelphian Kaupungin talouspäällikkö Alan Butkovitz lähetti 5.7.2010 päivätyn kirjeen ja raportin kahdelle Philadelphian Kaupungin virkamiehelle, Clarena Tolsonille katuosastolle ja Hugh Ortmanille hankintaosastolle koskien BigBelly-jätesäiliöissä ilmenneitä ongelmia. Controller`'s Office oli teettänyt niiden hankintaa ja käyttöä koskevan raportin ja huomannut ongelmia monella eri osa-alueella: jo hankinnassa, mutta myös käyttöönotossa, laitteiden hoidossa, ylläpidossa, käytössä, suunnittelussa, koulutuksessa sekä siinä, ettei ostettuja optioita voinut täysin käyttää. Lisäksi löytyi useita erilaisia kohteita, joita ei ollut huomioitu tai laskettu ollenkaan siinä vaiheessa, kun Bigbellyn tuomia säästöjä arvioitiin. (Philadelphia City Controllerin raportti 5.7.2010)

Roska-astioiden puutteellisen käyttöopastuksen vuoksi laitteet ovat jääneet huoltamatta. Controller`'s Officen tutkimuksen mukaan kukaan huoltohenkilöistä ei ollut nähnyt Bigbellyn käyttöohjeita tai saanut laitteiden käyttöön minkäänlaista koulutusta. Lisäksi heiltä puuttui tarvittavat työkalut ja tarvikkeet, jotta he voisivat huoltaa, puhdistaa tai ylläpitää puristimia. Käyttöopastusta koskeva ongelma ei johtunut kuitenkaan Bigbelly Solarista, joka oli toimittanut Philadelphian Kaupungin katuosastolle luvatut videonauhat sekä oppaat, vaan katuosastosta, joka ei ollut niitä toimittanut edelleen henkilöstölleen. (Philadelphia City Controllerin raportti 5.7.2010)

Langattomassa yhteydessä oli ollut jatkuvasti ongelmia eikä puristimien huoltokutsut olleet toimineet. Säästöjä piti tulla, kun työntekijöiden ei tarvitse rutiininomaisesti käydä tarkistamassa jäteastioita. Tämä ominaisuus ei kuitenkaan ole toiminut luvulla tavalla ja kaikki astiat oli nyt tarkistettava joka kerta ja ajoreitit suunniteltava sen mukaan. Aurinkopaneeleissa havaittiin myös valmistusvirheestä, josta edellä mainittu yhteysongelma saattoi johtua. Monissa laitteissa paneelit olivat sumeita tai niiden muovi oli kupruillut (kuva 9), joka mahdollisesti esti aurinkoenergian pääsyn

paneeleihin. Useita Bigbelly -laitteita vaihdettiin tämän ongelman vuoksi. (Philadelphia City Controllerin raportti 5.7.2010)



Kuva 9. Kupruileva aurinkopaneeli Bigbellyn päällä (Philadelphia City Controllerin raportti 5.7.2010)

Laitteissa ilmeni myös muita käyttöongelmia. Esimerkiksi puristin oli saattanut jumittua ala-asentoon, jolloin roskakori oli jätetty laitteen ulkopuolelle (kuva 10). Silti Bigbelly -laitteessa olevat led-merkkivalot ilmoittivat sen tilan olevan "normaali", kun laitteen ovi suljettiin. Henkilökunta raportoi monia vastaavia ongelmia: punaisia/keltaisia merkkivaloja paloi, vaikka astia oli lähes tyhjä tai vihreitä sen ollessa täynnä. (Philadelphia City Controllerin raportti 5.7.2010)



Kuva 10. Jätepuristin on jäänyt ala-asentoon ja jäteastian ovi on jätetty auki (Philadelphia City Controllerin raportti 5.7.2010)

Controller`s Officen seurannan mukaan tyhjennyksiä oli ollut 7-14 kpl viikossa, kun niitä laskettiin jäteastioita hankittaessa olevan noin 5 kpl. Tämä on tietysti myös osaltaan lisännyt kustannuksia. Laitteiden ollessa rikki tai täynnä, astioiden tyhjentämiseen ja ympäristön siivoukseen menee enemmän aikaa, kun siihen oli alun perin suunniteltu. Sitä ei kustannuksissa ollut etukäteen otettu huomioon. Kuten ei myöskään sitä, että laitteiden akut tulee vaihtaa neljän vuoden välein. (Philadelphia City Controllerin raportti 5.7.2010)

Suurimmat huomatukselliset Bigbelly-laitteiden ongelmat olivat:

- puutteellinen käytönopastus
- puutteelliset työkalut ja -tarvikkeet
- wi-fi -yhteyden ongelmat, josta aiheutui lisää henkilöstömenoja
- mahdolliset valmistusvirheet paneeleissa
- laiteviat
- akkujen vaihtovälin huomioimattomuus.

(Philadelphia City Controllerin raportti 5.7.2010)

5.1.2 Clean Cube

Ecube Labs on vuonna 2011 perustettu jätealan yritys. Sen pääkonttori sijaitsee Soullissa Etelä-Koreassa, mutta sen tarjoamia tuotteita on myös muualla Aasiassa, Euroopassa, Lähi-Idässä ja Pohjois-Amerikassa. Ecube Labs tekee yhteistyötä muun muassa Englannissa sijaitsevan ESE Worldin kanssa markkinoiden tuotteitaan sitä kautta Eurooppaan. (Ecube Labs www-sivut 2016)

Clean Cube -säiliössä oleva sensori tunnistaa täyttymisasteen ja käynnistää puristimen automaattisesti. Liiketunnistin osaa keskeyttää puristimen toiminnan, mikäli säiliöön ollaan lisäämässä jätettä puristuksen ollessa käynnissä (kuva 11). Säiliön täytyttyä langaton käyttöliittymä lähettää automaattisesti tiedon keskustietokoneelle ja säiliö tiedetään tulla tyhjentämään. Kuten Bigbelly Solarin, myös Ecube Labsin jätesäiliöiden täyttymistä, jätemääriä jne. voidaan seurata reaaliaikaisesti verkossa erityisen käyttöliittymän kautta. (Ecube Labs www-sivut 2016)



Kuva 11. Clean Cube -jätessäiliön liikeseisori katkaisee toiminnan mikäli säiliöön ollaan lisäämässä jätettä (Ecube Labs 2011-2017)

Ecube Labsilla on Clean Cube -aurinkokennojäteastioita kolmea eri kokoa (kuva 12). 100 litraa, 120 litraa ja 240 litraa. Jäteastioiden päällä oleva iskunkestävä aurinkopaneeli kerää energiaa akkuihin, jotka latautuvat myös pilvisellä säällä. Täyttä akkua voidaan käyttää jopa 4 viikkoa yhteen menoon lataamatta sitä kertaakaan välillä. Ecube Labsin jäteastioissa on lisäksi LCD/LED näyttöpaneeli, johon on mahdollista syöttää vaikkapa mainoksia. (Ecube Labs www-sivut 2016)



Kuva 12. Clean Cube -jäteastioita (Ecube Labs 2011-2017)

Erona Bigbelly Solarin jäteastioihin, Ecube Labsin jäteastioiden sensorit kykenevät havaitsemaan, mikäli säiliöissä syttyy tulipalo. Tällöin puristin käynnistyy ja tukahduttaa palon sekä tapahtumasta lähetetään tieto, jotta säiliö tiedetään tulla huoltamaan. (Ecube Labs www-sivut 2016)

5.1.3 SolarSmart 2020

Tamperelainen Elo Group Oy on kehittänyt HABA-tuoteperheen, johon kuuluu muun muassa aurinkopaneeleilla toimiva jätesäiliö SolarSmart 2020:n (kuva 13). Kyseinen laite on hygieeninen, sillä siinä on lähestymissensori, joka avaa jätesäiliön luukun kun käyttäjä on laittamassa sinne jätettä. Luukun reunassa on led-valot, jotka kertovat säiliön tilan käyttäjälle. Lisäksi SolarSmart 2020:ssä on myös puheohjaus. Säiliöiden täytyttyä laite ilmoittaa wi-fiä käyttäen tyhjennystarpeesta. Puristimen ansiosta säiliön kapasiteetti on viisinkertainen vastaavan kokoiseen tavalliseen säiliöön nähden. (Elo Group Oy:n www-sivut 2017)



Kuva 13. SolarSmart 2020 -jäteasema (Elo Group 2017)

5.1.4 Arabian Palm

Elo Group on kehittänyt myös Arabian Palmiksi nimetyn aurinkoenergialla toimivan roska-astian, jonka prototyyppi on toimitettu Arabiemiraatteihin Dubaihin. Arabian Palm on uudenlainen versio edellä esitellystä SolarSmart 2020 -jäteastiasta. Tässä sovelluksessa aurinkopaneelit on muotoiltu palmun lehdiksi (kuva 14), joten ulkonä-

kö soveltuu hyvin Arabiemiraattien kuumiin olosuhteisiin (kuva 15). Kuumuus saattaa nousta jopa 60-70 asteeseen, joten se on tuonut omat haasteensa tuotekehitykseen. Palmun lehdet suojaavat laitetta liialta kuumuudelta, mutta ei poista sitä kokonaan. Mikäli Dubain kaupungin johto hyväksyy laitteen, sitä aletaan valmistaa Tampereella tuhansia Dubaissa vuonna 2020 pidettävää maailmannäyttelyä varten. (Elo Group Oy:n www-sivut 2016)



Kuva 14. Arabian Palm -jäteastian palmun lehdeksi muotoillut aurinkopaneelit (Elo Group 2016)



Kuva 15. Arabian Palm -jätessäiliön sijoituspaikka Dubaissa (Elo Group 2016)

Laitteessa on kaksi metallista 240 litran jätettästä, joista se mittaa jätemäärät, puristaa roskat, avaa täyttöluukut automaattisesti ja tilaa itse tyhjennyksen. Lisäksi se oh-

jaa käyttäjää puhumalla, on kosketusnäyttöinen, paloturvallinen ja siinä on hälytysjärjestelmä. (Elo Group Oy:n www-sivut 2016)

5.2 Isompia jäteratkaisuja

5.2.1 SolarPress

Tampereen Laukontorille asennettiin vuonna 2011 Suomen ensimmäinen aurinkoenergialla toimiva jätepuristin (kuva 16). Sen katolla olevat aurinkopaneelit varastoivat aurinkoenergiaa laitteen akkuihin. Paneelien kulma oli säädettävissä, joten saatavan aurinkoenergian määrää pystyttiin säätämään. Akkujen ollessa tyhjinä, SolarPress-puristin käytti kuitenkin verkkovirtaa. (Jätehuoltoyhdistyksen www-sivut 2011; Tampereen Kaupungin www-sivut 2014)



Kuva 16. Laukontorin jätepuristin (kuvannut Janika Kunnari. Kuvan käyttöön on saatu lupa).

Tampere toteuttaa ECO2-ohjelmaa, joka edistää kaupungin vähähiilistä ja hiilineutraalia ajatusta, joten aurinkoenergialla toimiva puristin sopi kyseiseen ohjelmaan hyvin. Puristin on Ecomp Oy:n kehittämä, ja se oli tarkoitettu pääasiassa Laukontorin kauppiaiden käyttöön. Kyseinen aurinkoenergiapuristin on jonkin verran kalliimpi

kuin tavallinen puristin, mutta sen oli laskettu maksavan itsensä takaisin kuudessa vuodessa. (Tampereen Kaupungin www-sivut 2014)

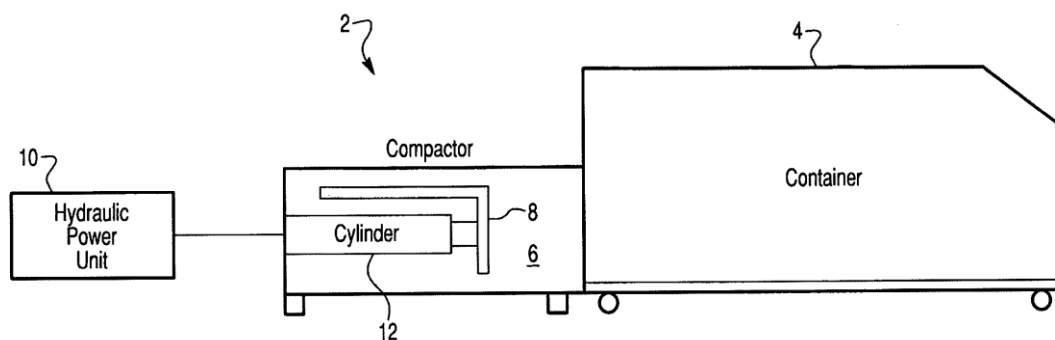
Laukontorin jätepuristimen kanssa ilmeni kuitenkin ongelmia. Heti asennuksen jälkeen se jouduttiin kytkemään verkkovirtaan (kuva 17), sillä laitteen akut eivät olleet riittävät ja/tai akut eivät latautuneet tarpeeksi. Jos käytössä olisivat olleet ainoastaan akut, niiden varaus olisi riittänyt pelkästään vetämään puristimen männän takaisin alkuasentoon, ei siis puristamaan jätettä kertaakaan. Tätä yritettiin korjata, mutta myös paneelien kanssa tuli ongelma eikä niitä saatu lopulta nostettua enää ollenkaan ylös. Ongelmia yritettiin korjata, mutta koska se ei tuottanut tulosta, sekä paneelit että akut poistettiin kokonaan (etteivät alkaisi myöhemmin vuotaa). Tällä hetkellä Laukontorilla on edelleen tämä puristin, ilman aurinkopaneeleja ja kytkettynä verkkovirtaan. (Saksala sähköposti 20.12.2016)



Kuva 17. Jätepuristimen sähkökeskus (kuvannut Janika Kunnari. Kuvan käyttöön on saatu lupa).

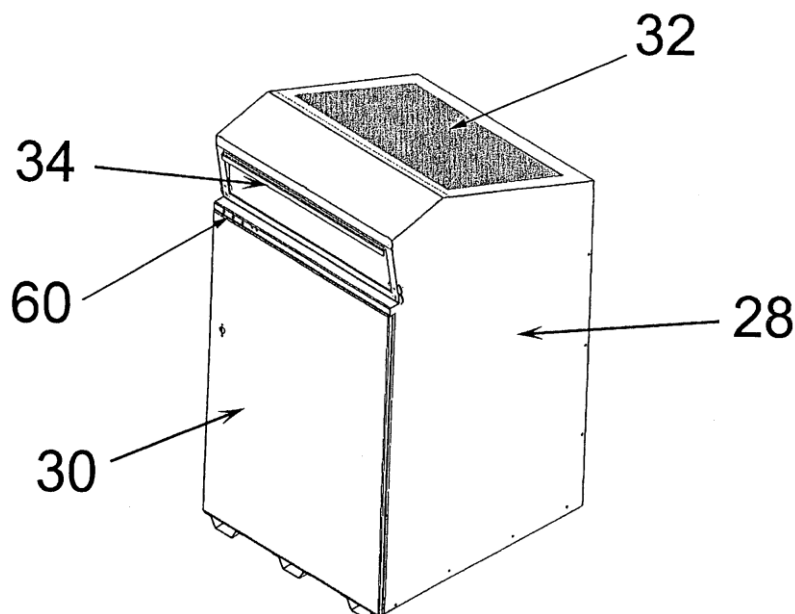
5.3 Patenteja aurinkopaneeleilla toimivista jätelaitteista

Aurinkopaneeleilla toimiviin jätesäiliöihin liittyviä patenteja on haettu useita. Muun muassa USA:ssa heinäkuussa 2011 on haettu ja saatu patentti aurinkopaneelilla toimivaan jätesäiliöön, joka on tarkoitettu teollisuusjätteille. Laite toimii hydraulisten pumppujen avulla, joilla käytetään puristinta. Laitteeseen kuuluvat lisäksi akut, jotka latautuvat aurinkoenergialla (kuva 18). (Pat. US20110265668 A1 2011)



Kuva 18. Hydraulipumpuilla ja aurinkoenergialla toimiva jätesäiliö (Pat. US20110265668 A1 2011)

Seahorse Power Company haki ja sai patentin kesäkuussa 2004 pieneen aurinkopaneelilla toimivaan jätesäiliöön USA:ssa (kuva 19). Tässäkin laitteessa on puristin, joten laitteeseen mahtuu jätettä enemmän kuin tavalliseen roskasäiliöön. Aurinkopaneeli siirtää energian akkuihin, jotka on sijoitettu laitteen alaosaan painoksi, jotta laite ei kaatuisi. Laitteessa on langaton järjestelmä, joka ilmoittaa tyhjennystarpeen sekä myös merkkivalot. (Pat. US7124680 B2 2004)



Kuva 19. Seahorse Power Companyn jätesäiliö (Pat. US7124680 B2 2004)

5.4 UG Swing maanalainen jätejärjestelmä

Elo Group Oy on kehittänyt HABA-tuotesarjaansa myös maahan upotettavan puristimellisen jätesäiliöjärjestelmän, UG Swingin. Näiden jätesäiliöiden tyhjennyksissä käytetään tyhjennysautoissa olevaa koukkusysteemiä. Koukulla nostetaan täysinäinen jätesäiliö mekaanisesti maan alta tyhjennysauton kyytiin sekä lasketaan tyhjä säiliö vastaavasti maan alle. Aurinkopaneeleita niissä ei ole, joten kyseiset säiliöt käyttävät jätteen puristamiseen verkkovirtaa. Säiliöissä on metallinen maarunko, joka on viemäritävissä sekä niihin on saatavissa myös lämmitys. (Elo Group Oy:n www-sivut 2017)

Tämän tavan etuja ovat muun muassa esteettiset näkökulmat sekä hajuhaittojen minimointi. Likaiset ja tylsät jätesäiliöt eivät ole näkösällä, vaan piilossa maan alla, joten ne tuovat myös tilaa paikkoihin, joihin sitä kaivataan. (Elo Group Oy:n www-sivut 2017)

6 CASE PORIN TIKKULAN KOTITALOUSMUOVIN KERÄYSSÄILIÖ

Vuonna 1970 perustettu Europress Group Oy valmistaa suuria jätesäiliöitä. Europress Group Oy:n konsernin pääkonttori sijaitsee Keravalla ja tytäryhtiöitä on Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa ja Venäjällä, joita muun muassa Veikko Lehti Oy Porissa käyttää. Kyseiset säiliöt on tarkoitettu kotitalouksissa syntyvän muovijätteen keräykseen ja niitä on muun muassa Tikkulan sekä Mikkolan kierrätyspisteillä Porissa. Kyseisissä pisteissä on myös muita jätteenkeräyssäiliöitä, esim. paperin ja lasin keräykset. (Europress Group Oy:n www-sivut 2017)

Europressin jätesäiliöt sisältävät paljon samankaltaisia toimintoja kuin edellä esitelty aurinkopaneeleilla toimivat säiliöt. Europressin laitteissa ei kuitenkaan ole aurinkopaneeleja. Lisämahdollisuuksina niihin on mahdollista liittää etätyhjennysilmoitukset, puristimet, käyttöliittymien päivitysmahdollisuudet, merkkivalot, automaattikäynnistykset, käyttäjien oma verkkoyhteys laitteisiin jne. (Europress Group Oy:n www-sivut 2017)

Porin Tikkulan kierrätyspiste sijaitsee valtatie 8 välittömässä läheisyydessä. Se on sijoitettu kahden ison kauppaliikkeen välittömään läheisyyteen. Kierrätyspisteelle on vapaa pääsy kaikkina vuorokaudenaikoina. Opinnäytetyöni kohteena oleva jätesäiliö sijaitsee itä-länsi-suunnassa (kuva 20).



Kuva 20. Porin Tikkulan kierrätyspisteen sijainti on merkitty kuvaan punaisella ympyrällä (kuva Google Map Data 2017)

EuroPress-jätesäiliö (kuvat 21 ja 22) on tilavuudeltaan 20 m^3 . Sen pituus on 699 cm, leveys 250 cm ja korkeus 270 cm. Painoa koko yksiköllä on 4460 kg. Se on valmistettu vuonna 2015 ja malliltaan CombiMax. Lisää teknisistä tiedoista löytyy taulukosta 2. Tämä jätesäiliö on tarkoitettu kotitalouksissa syntyville pakkausmuoveille. Säiliössä on puristin, joka on kiinteästi kiinni konttiosassa. Puristin toimii manuaalisesti eli kun käyttäjä havaitsee säiliön täyttöalueen olevan täynnä, hän painaa puristimen käyntiin. Tässä säiliössä ei ole siis pinnantunnistussensoria. (Europress Group Oy:n www-sivut 2017)



Kuva 21. EuroPress jätepuristin Tikkulan kierrätyspisteessä (kuvannut Tanja Pirttimäki).



Kuva 22. Tikkulan kierrätyspisteen jätepuristin (kuvannut Tanja Pirttimäki).

Taulukko 2. CombiMax - tekniset tiedot (Europress Group Oy www-sivut 2017)**Tekniset tiedot, CombiMax**

Nettotäyttöaukko, leveys x pituus (mm)	1850 x 1300
Puristusvoima (t)	35
Iskuaika (s)	66-105
Kapasiteetti (m ³ /h)	90
Moottori (kW)	5,5
Sähkön tarve	400V, 16A
Täyttökorkeus edessä (mm)	1480/1300
Täyttökorkeus sivulla (mm)	1480/1300
Männän korkeus (mm)	600
Männän tunkeuma (mm)	150

Vakiovarusteet:

Sininen väri, täytönvalvonta, siirtokoukut eteen ja taakse, käyttäjäkohtaisesti räätälöity syöttösuppilo

7 SUUNNITELMA UUDENTYYPPISELLE AURINKOENERGIAA HYÖDYNTÄVÄLLE JÄTESÄILIÖLLE

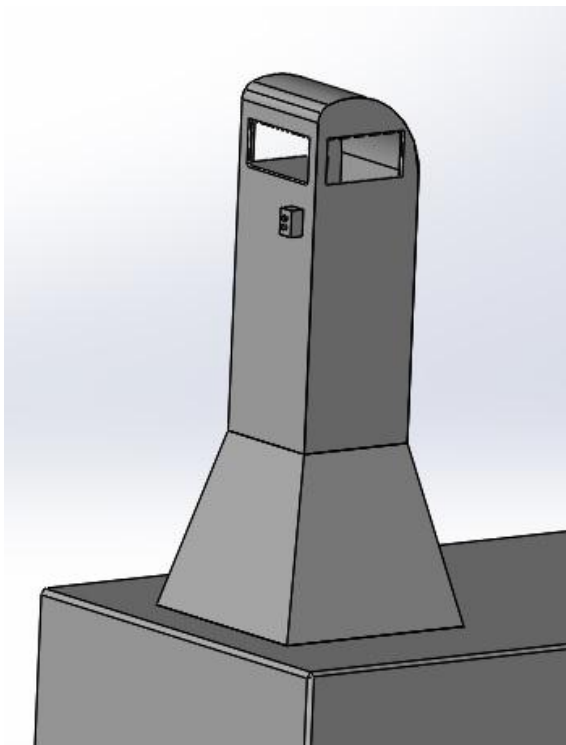
Nykyiset jätesäiliöt ovat isoja ja epämiellyttävän näköisiä ja niissä saattaa ilmetä hajuhaittoja. Jätesäiliöt on mahdollista "piilottaa" pois näkyvistä ja samalla hajuhaitat pienenevät. Tätä tapaa voisi hyödyntää muissakin jätejakeissa muovijätteen lisäksi. Suurta tilaa maan alla ei tarvita ja maanpinnan päälle jäisi näkyviin ainoastaan se osa jätesäiliötä, josta jäte sinne pudotetaan sekä tietysti aurinkopaneelit, mahdolliset akut ja mahdollinen virtalähde.

Haittapuolia ovat mahdollinen laitteistoon kohdistuva ilkivalta, talven mukanaan tuomat ongelmat (esimerkiksi jäätyminen tai lumi), akkujen kesto (vaihdeettava noin 5 vuoden välein) sekä käyttäjien opastaminen. Talviongelmat, esimerkiksi säiliön jäätyminen, on ratkaistavissa rakennusteknisillä ratkaisuilla sekä jätesäiliön pohjaan saatavalla lämmityksellä. Lunta voi tuiskuta lumipyryssä jätesäiliön ja maassa olevan kannen päälle, joten on mahdollista, että tyhjentäjä joutuu sitä poistamaan. Kuitenkin jätesäiliön päällä on katos, jossa ovat aurinkopaneelit, joten suorassa lumituiskussa jätesäiliöt eivät ole. Akut eivät kuitenkaan saisi mennä pakkasessa täysin tyhjiksi, sillä sellaisessa tilanteessa ne jäätyisivät ja rikkoutuisivat.

Lähdin miettimään jätesäiliöiden estetiikka mielessäni aurinkopaneeleilla toimivaa ratkaisua, jossa jätesäiliö sijaitsisi maan alla ja olisi samalla helppokäyttöinen.

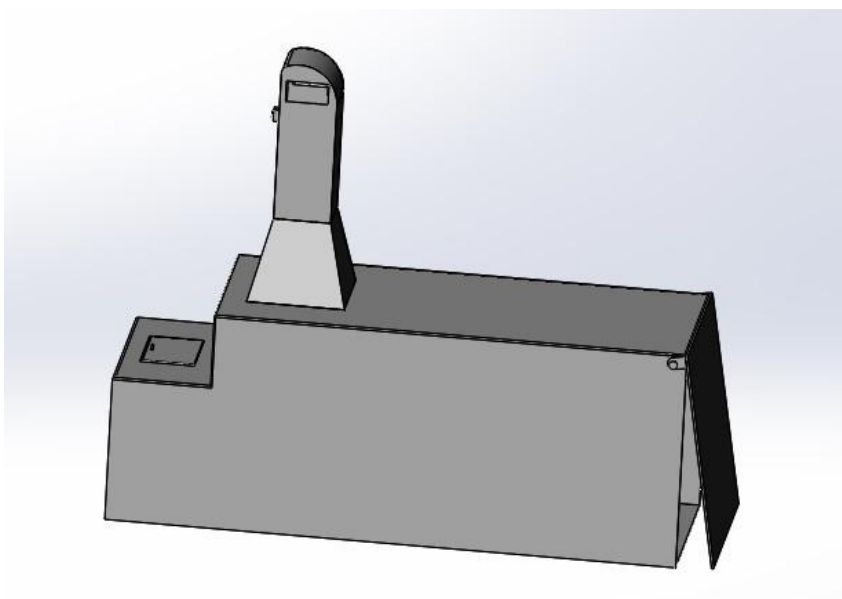
7.1 Aurinkopaneeleilla toimiva puristimellinen jätesäiliö

Suunnitelmani mukaan sekä puristin että itse säiliö ovat maan alla ja pinnalla on ainoastaan jätteiden syöttöaukko (kuva 23), akut sekä taajuusmuuttaja. Aurinkopaneelit sijaitsevat jätekatoksen katolla. Sen kallistuskulma on 45° ja suunta etelään päin.



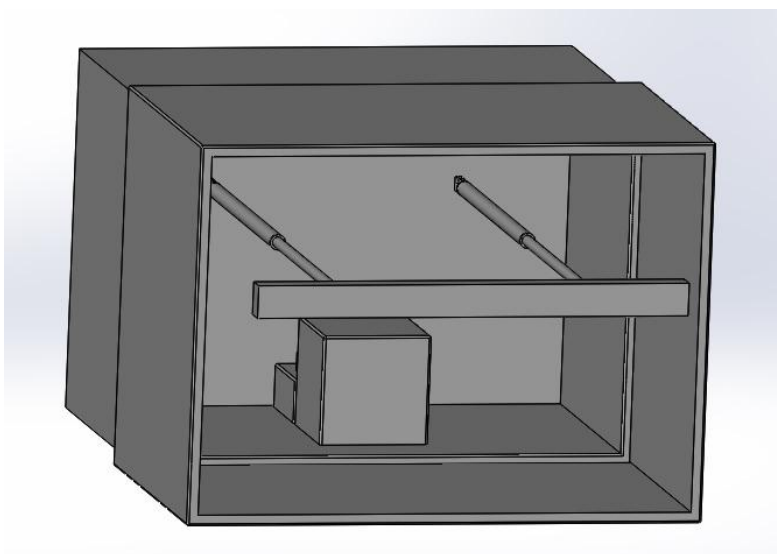
Kuva 23. Maanpinnan päällä oleva jätteen syöttöaukko (kuva Tanja Pirttimäki 2017)

Jätesäiliö on kooltaan CombiMaxin kokoinen 20m^3 eli $699 \times 250 \times 270$ cm (kuva 24). Maan pinnalle jää tässä 1,5 m korkea syöttöaukko, jonka kyljessä ovat puristimen käyttöä varten painikkeet. Käyttäjän havaitessa säiliön jätteensyöttösuppilon täyttyvän jätteestä, hän painaa puristimen manuaalisesti käyntiin.



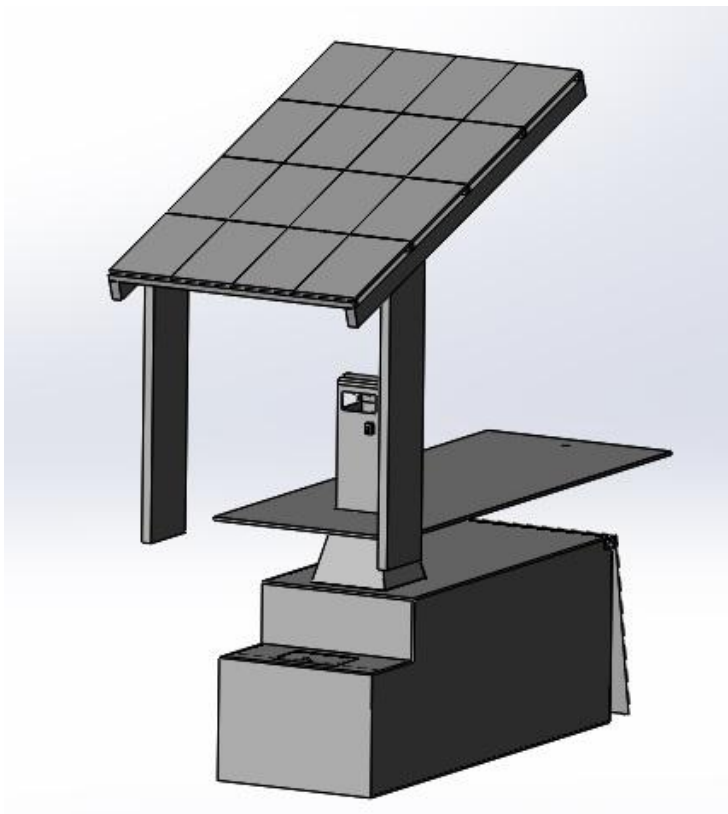
Kuva 24. Maan alle sijoitettava jätesäiliö. Vain täyttöaukko jää näkyviin maan pinnalle (kuva Tanja Pirttimäki 2017)

Jätesäiliön etuosassa on moottoritilaan sekä puristimeen johtava huoltoluukku vikatilanteiden varalle. Puristin (kuva 25) toimii kahden sylinterin avulla ja 5,5 kW:n moottorin voimalla. Käyttäjän käynnistäessä puristimen, se työntää jätteet edellään kohti säiliön takaosaa ja puristaa ne tiiviiksi. Puristimen isoin osa on kooltaan 249 x 177 cm ja pienempi osa on 237 x 165 cm. Puristin ulottuu kokonaisuudessaan noin 2,5 metrin syvyyteen säiliössä.



Kuva 25. Jätesäiliön sisällä sijaitseva puristin ääriasennossa (kuva Tanja Pirttimäki 2017)

Jätesäiliö nostetaan tyhjennysauton kyytiin koukkunostimella ja samalla tavalla tyhjä säiliö siirretään sen paikalle maan alle. Kuvassa 26 näkyy jätesäiliön päällä oleva levy, joka nostetaan säiliötä tyhjennettäessä ylös. Sen päällä oleva jätteiden syöttöaukko on kiinteä. Näiden päällä on katos, jossa sijaitsevat puristimelle energiaa antavat aurinkopaneelit (16kpl). Katoksen koko on 7 x 4 m eli 28 m², josta 26 m² on paneelien pinta-alaa.



Kuva 26. Jättesäiliö sekä maanpinnan päälle jäävät osat (kuva Tanja Pirttimäki 2017)

Paneelien ja akkujen mitoitus

Arvioidaan moottorin käyttöajaksi noin 2h/vrk, jolloin tarvittavaksi tehoksi saadaan 8 %:n taajuusmuuttajahäviö sekä 5,5 kW:n moottoriteho huomioiden:

$$5,5 \text{ kW} \times 0,92 \times 2\text{h} = 11,957 \text{ kWh}$$

Suosittelava aurinkopaneeliteho toukokuusta heinäkuuhun on 4707 W/h (taulukko 3). Tässä työssäni olen käyttänyt esimerkkinä 16 kpl 265 W paneeleita, joiden yhteiste-
ho on $16 \times 265 \text{ W} = 4240 \text{ W/h}$. Se on hieman vähemmän kuin suositeltava teho, mut-
ta katoksen koko olisi kasvanut liian suureksi jos paneelien määrää olisi lisätty. Näin
ollen suunnittelemani laite toimisi aurinkoenergiaa hyödyntäen ainoastaan touko-
heinäkuun välisen ajan, muuna aikana vuodesta energia olisi otettava verkosta.

Taulukko 3. Aurinkopaneelien akkulaskurilla laskettuja arvoja (Alkuperäinen taulukon laatija Janne Käpylehto, muokannut Marko Ylinen).

Puristin	1	11957	11957	Puristimen käyttö tunnit/vrk	2	Puristimen teho taajuusmuuttaja käy	5978
		0 Wh	0 Wh				
		0 Wh	0 Wh				
KULUTUS VUOROKAUDESSA				11956.52174 V	KULUTUS VUOODESSA		4364.130435 kWh
Suositeltava aurinkopaneeliteho kun mökkiä käytetään							5134.2711 kWh
		Toukokuusta heinäkuuhun	4707 W				
		Huhtikuusta elokuuhun	6142 W				
		Maaliskuusta syyskuuhun	8923 W				
		Helmikuusta lokakuuhun *)	15871 W				
		Ympäri vuoden *)	77977 W				
Akuston jännite							
Suositeltava akkukapasiteetti, kun mitoitusperusteena on							
			12V	24V		48V	
		Viikonloppukäyttö **)	3986 Ah	1993 Ah		996 Ah	
		Jatkuva käyttö ***)	7971 Ah	3986 Ah		1993 Ah	
						0	
<p>*) Jos järjestelmää käytetään helmikuusta lokakuuhun tai ympäri vuoden, kannattaa olla aurinkopaneelien lisäksi joku muu energialähde, esim. pientuulivoimala</p> <p>**) Akkupakassa on kahden vuorokauden kulutusta vastaava energia ja akuista hyödynnetään laskennallisesti 50%</p> <p>**) Akkupakassa on neljän vuorokauden kulutusta vastaava energia ja akuista hyödynnetään laskennallisesti 50%</p>							

Jatkuvalla käytöllä akkukapasiteettia tarvittaisiin 7971 Ah, jos käytettäisiin 12 V:n akkuja. Tämä tarkoittaisi 80 kpl akkuja. Jos käytettäisiin esimerkiksi Biltemassa myytävää 12 V / 100 A:n akkua (mallinumeroltaan 80-21051), tulisi hinnaksi 149 € x 80 kpl = 11 920 €. Tämä kustannus uusiutuisi viiden - kuuden vuoden välein akkujen käyttöään tullessa vastaan.

Aurinkopaneelien teoreettinen vuosituotto 45° kulmassa on 4620 kW (liite 1), josta vähennetään lataus-/purkaushäviöt yhteensä 40 % eli vuosituotto vähenee 4620 kW:sta 2772 kW. Akkujen hinnan tuoma lisäys kilowattituntia kohden on seuraava, kun akkujen käyttöä oletetaan 5 vuotta: $11\,920\text{ €} / 4620\text{ kW} * 5 * 0,6 = 0,86\text{ €} / \text{kWh}$.

Tähän työhön ryhtyessäni tuntiopettaja Marko Ylinen teki alustavan päätelmän, jonka mukaan suurten häviöiden vuoksi energiaa ei kannattaisi varastoida akkuihin, vaan paneelien tuottaman energian voisi käyttää muualla kiinteistössä samaan aikaan. Laskelmien mukaan päätelmä osoittautui todeksi. Aurinkopaneelit on järkevintä yhdistää suoraan kuluttajan omaan verkkoon, josta jätepuristin ottaa tarvittaessa sähkönsä. Ylijäämäenergia käytetään tällöin muihin kuluttajan laitteisiin (Marko Ylinen henkilökohtainen tiedonanto 26.3.2017).

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyöni tavoitteena oli suunnitella aurinkopaneeleilla toimiva, puristimellinen jätesäiliö. Tällainen suunnitelma toteutui, mutta sen käyttö akullisena tulisi hyvin kalliiksi. Akkuja tarvitaan 80 kpl yhtä puristimellista jätesäiliötä kohden. Jo niiden sijoittaminen järjestelmään on haaste, puhumattakaan kustannuksista, kun akkujen käyttöikä on noin 5 vuotta. Vuotta kohden kustannus pelkistä akuista olisi noin 2400 €. Edellä mainitsemiani akkuja hyödyntäen niistä kertyisi painoa noin 1900 kg, joten sijoittaminen katoksen päälle asettaisi rakenteelle lisävaatimuksia. Jätekierrätyspisteen läheisyydessä on pieni huoltorakennus, jonka katto voisi olla mahdollinen aurinkopaneelien sijoituspaikka. Katto tosin todennäköisesti vaatisi lisärakennelman, koska se on melko pieni.

Edellä kuvattu järjestelmä olisi järkevä mikäli se yhdistettäisiin kuluttajan omaan verkkoon, jolloin paneelien tuottama energia olisi käytettävissä kuluttajan muihin laitteisiin. Tässä casessa esimerkiksi läheisten kauppojen käyttöön. Paneelien energiaa ei siirrettäisi akkuihin, koska kuitenkin niinä aikoina jolloin paneeleista ei saada tarpeeksi energiaa, se otettaisiin verkosta. Tällöin akkujen ylläpitokustannukset pois-tuisivat ja silti paneeleilla tuotettaisiin puristimen vuotuinen energiantarve.

LÄHTEET

- Rahkonen, S. 2015. Kiertotalous. Viitattu 16.11.2015.
<http://susannarahkonen.fi/mita-kiertotalous-on-ja-miksi-se-voi-pelastaa-sekatalous-etta-ympariston/>
- Hartikainen, E. 2015. Kiertotalous. Viitattu 22.12.2015.
<http://www.sitra.fi/blogi/kiertotalous/kiertotalous-suojaisi-eurooppaa-uusilta-kreikka-kurimuksilta>
- Sitran www-sivut. 2015. Viitattu 16.11.2015.
<http://www.sitra.fi/ekologia/kiertotalous>
- Tilastokeskus. Yhdyskuntajätteet 2015, tonnia. 2016. Viitattu 13.3.2017.
http://www.tilastokeskus.fi/til/jate/2015/jate_2015_2016-12-20_tau_001_fi.html
- Sitran www-sivut. 2015. Viitattu 22.12.2015.
<http://www.sitra.fi/blogi/hiilineutraali-teollisuus/kilpailukykyinen-jatteeton-kiertotalous>
- Sitran www-sivut. 2015. Viitattu 22.12.2015.
<http://www.sitra.fi/uutiset/kiertotalous/kiertotalousohjelmasta-kaivattu-suunta-kestavalle-kilpailukyvyille>
- Tynkkynen, O. 2014. Voimavarat kiertoon. Ilkka-lehti 16.12.2014. Viitattu 16.11.2015. <http://www.ilkka.fi/mielipide/kolumnit/voimavarat-kiertoon-1.1739100>
- Ympäristöministeriön www-sivut. 2017. Viitattu 18.3.2017. http://www.ymparisto.fi/fi-fi/Ymparisto/Jatteet/Valtakunnallinen_jatesuunnitelma
- Ympäristöhallinnon www-sivut. 2017. Viitattu 18.3.2017.
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Jatteet_ja_jatehuolto/Jatesuunnittelu/Uusi_valtakunnallinen_jatesuunnitelma_VALTSU
- Ympäristöministeriön www-sivut. 2015. Viitattu 17.11.2015. http://www.ymparisto.fi/fi-fi/ymparisto/kestava_kehitys/mita_on_kestava_kehitys
- Ympäristöosaava ammattilaisen www-sivut. 2013. Viitattu 17.11.2015.
<http://www.ymparistoosaava.fi/sosiaali-ja-terveysala/index.php?k=22586>
- Suomen Yk-liiton www-sivut. 2015. Viitattu 17.11.2015.
<http://www.ykliitto.fi/yk70v/ekologinen>
- Ympäristöhallinnon www-sivut. 2013. Viitattu 22.12.2015.
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Resurssitehokkuus

- Euroopan komission www-sivut. 2011. Viitattu 4.4.2016.
http://ec.europa.eu/environment/basics/green-economy/efficiency/index_fi.htm
- Euroopan komission www-sivut. 2016. Viitattu 12.6.2016.
http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/about/challenge/index_en.htm
- Sitran www-sivut. 2016. Viitattu 4.4.2016.
<http://www.sitra.fi/uutiset/fisu-verkosto-jatkaa-sitran-resurssiviisaus-hankkeen-tyota>
- Sitran www-sivut. 2016. Viitattu 4.4.2016.
<http://www.sitra.fi/ekologia/resurssiviisaus>
- Sitran www-sivut. 2016. Viitattu 4.4.2016.
<http://www.sitra.fi/blogi/resurssiviisaus/ruokaa-jai-tervetuloa-syomaan>
- Sitran www-sivut. 2016. Viitattu 4.4.2016.
<http://www.sitra.fi/blogi/resurssiviisaus/vanhassa-vara-parempi-tehtailijan-korjaustorilla-kannustettiin-ekologisempaan>
- Sitran www-sivut. 2016. Viitattu 4.4.2016.
<http://www.sitra.fi/blogi/resurssiviisaus/lahiruokaa-kotiovelle>
- Metsähallituksen www-sivut. 2016. Ympäristövaikutusten mittarit. Viitattu 6.4.2016.
<http://www.luontoon.fi/retkeilynabc/ymparistovinkit/ymparistovaikutustenmittarit>
- Nuorten Keskus ry:n www-sivut. 2009. Viitattu 6.4.2016.
<http://www.ekonisti.fi/tietoa/ekologinen+jalanjalki/>
- WWF:n www-sivut. 2012. Viitattu 10.1.2017. <https://wwf.fi/wwf-suomi/viestinta/uutiset-ja-tiedotteet/WWF-selvitti--Nailla-kulutusvalinnoilla-vaikutat-eniten-hiilijalanjalkeesi-1382.a>
- Aaltio, I. 2014. Case-tutkimus metodisena lähestymistapana. Viitattu 3.12.2016.
<https://metodix.fi/2014/05/19/aaltio-marjosola-casetutkimus/>
- Lukka, K. 2014. Konstruktiivinen tutkimusote. Viitattu 14.12.2016.
<https://metodix.fi/2014/05/19/lukka-konstruktiivinen-tutkimusote/>
- Areva Solar Oy:n www-sivut. 2015. Viitattu 12.6.2016.
<http://www.arevasolar.fi/fi/aurinkoenergia>
- Motivan www-sivut. 2016. Viitattu 5.2.2017.
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelmat/aurinkosahkosovellukset_muissa_kuin_rakennuskohteissa
- PVGIS European Union, 2001-2012. Global irradiation and solar electricity potential. http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eu_cmsaf_opt/G_opt_FL.png
- PVGIS European Union, 2001-2012. Photovoltaic solar electricity potential in European countries.
http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eu_cmsaf_opt/PVGIS_EU_201204_publication.png

- Trina Solarin www-sivut. 2017. Viitattu 24.1.2017.
<http://www.trinasolar.com/us/about-solar/why-solar>
- Areva Solarin www-sivut. 2016. Viitattu 24.2.2017.
<http://www.arevasolar.fi/fi/kysymyksia-ja-vastauksia-aurinkoenergiasta>
- Motivan www-sivut. 2016. Viitattu 23.3.2017.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringonsateilyn_maara_suomessa
- Motivan www-sivut. 2016. Viitattu 24.2.2017.
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia
- Motivan www-sivut. 2016. Viitattu 13.2.2017.
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelman_teho
- Finnwindin www-sivut. 2017. Viitattu 28.2.2017.
<http://www.finnwind.fi/index.php/aurinkovoima>
- Nevala, S. 2016. Aurinkopaneelien kierrätys. Luento metallifoorumi II:ssa Porin yliopistokeskuksessa 20.9.2016.
- Laitinen, J. 2013. Pieni suuri energiakirja - opas energiatehokkaaseen asumiseen. Helsinki: Into Kustannus Oy.
- Kompo2010.wikispaces www-sivut. 2017. Aurinkokenno.
<http://kompo2010.wikispaces.com/file/view/aurinkokenno.png/118300291/aurinkokenno.png>
- VPK-WindSolarin www-sivut. 2017. Aurinkopaneeli.
<http://www.aurinkosahko.net/product/133/265w-aurinkopaneeli-monikide>
- Trina Solarin www-sivut. 2017. Viitattu 24.1.2017.
<http://www.trinasolar.com/us/product/duomax4060?cellType=Multicrystalline#profamilylist>
- Kärkkäisen www-sivut. 2017. Aurinkokeräin.
https://www.karkkainen.com/tuotokuva/ISO/6438014110172_2.jpg
- VPK-WindSolarin www-sivut. 2017. Aurinkosähköjärjestelmä.
<http://www.aurinkosahko.net/page/7/aurinkosahkojarjestelma-12v>
- Bigbelly Solarin www-sivut. 2016. Viitattu 8.1.2017.
<http://bigbelly.com/solutions/stations/>
- Marson, E. & Joseph, M. 2009. GOOD: Big Belly Trash Compactors. Viitattu 8.1.2017.
https://www.youtube.com/watch?v=Ervb3qX_xi8&list=PL57C01E105029C55D
- Solarpedian www-sivut. 2017. Viitattu 17.1.2017.
<http://www.solaripedia.com/files/408.pdf>

Philadelphia City Controllerin raportti 5.7.2010. Viitattu 22.1.2017.
http://www.philadelphiacontroller.org/publications/other%20reports/BigBellyReport_7-12-10.pdf

Ecube Labs:n www-sivut. 2016. Viitattu 15.1.2017. <http://ecubelabs.com/company/>

Elo Group Oy:n www-sivut. 2017. Viitattu 13.3.2017.
<http://www.habagroup.fi/en/news/the-world-s-finest-waste-collection-system-solarsmart-2020/>

Elo Group Oy:n www-sivut. 2015. Viitattu 14.12.2016.
<http://www.habagroup.fi/uutiset/huippualykas-jateastia-tampereelta-dubaihin/>

Tampereen Kaupungin www-sivut. 2014. Viitattu 24.7.2014. <http://www.tampere.fi>

Jätehuoltoyhdistyksen www-sivut. 2011. Viitattu 14.12.2016.
http://www.jatehuoltoyhdistys.fi/JatePlus/Jateplus_2_2011_nettiin.pdf

Laukontorilla puristetaan jätteet aurinkoenergialla. Tampereen Kaupungin tiedotuslehti, 4/2011. Viitattu 12.6.2016.
http://www.tampere.fi/liitteet/t/61uN4peKi/Tampere-lehti_4_2011.pdf

Saksala, J. Sähköposti Laukontorin SolarPress-puristin. Vastaanottaja Tanja Pirttimäki. Lähetetty 20.12.2016 klo 16:23. Viitattu 8.1.2017.

Elo Group Oy:n www-sivut. 2017. Viitattu 30.4.2017.
<http://www.habagroup.fi/tuotteet/maalalaiset-jatejarjestelmat/ug-swing-maalalainen-jatejarjestelma/>

Pat. US20110265668 A1. 2011. Solar-powered waste compactor, method of powering a waste compactor, and hydraulic unit therefor. Cunnigham James P, Robbins James K. US 13/179,735. July 11, 2011. Viitattu 26.3.2017.
<https://www.google.ch/patents/US20110265668>

Pat. US7124680 B2. 2004. Solar powered compaction apparatus. James Poss, Jeffrey Satwicz, Bret Richmond, Mikell Taylor. Seahorse Power Company. June 9, 2014. Viitattu 26.3.2017. <http://www.google.ch/patents/US7124680>

Europress Group Oy:n www-sivut. 2017. Viitattu 19.2.2017.
<http://www.europress.fi/jatehuolto/smart-alypuristimet-ja-paalaimet/>

Google Map Datan www-sivut. 2017. Porin Tikkulan kierrätyspisteen sijainti.
<https://www.google.fi/maps/@61.4879158,21.7493236,284m/data=!3m1!1e3>

Europress Group Oy:n www-sivut. 2017. Viitattu 13.3.2017.
<http://www.europress.fi/tuotepaikat/puristimet-ja-ruuvit/combi-ja-combimax/>

Ylinen, M. Henkilökohtainen tiedonanto. Vastaanottaja Tanja Pirttimäki. Lähetetty 26.3.2017 klo 12:19. Viitattu 2.5.2017. Alkuperäinen laskuri:
<https://www.google.fi/search?q=m%C3%B6kkilaskuri+aurinkos%C3%A4hk%C3%B6&oq=m%C3%B6kkilaskuri+aurinkos%C3%A4hk%C3%B6&aqs=chrome..69i57.5029j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

LIITE 1

	säteilyenergia [kWh/m ²]	45° kallistuskulman kerroin	paneelin pinta-ala [m ²]	akkujen lataus-/ purkaushäviö	paneelin hyötysuhde [%]	paneelien kuukausituotto [kW]	akuista saatava energia vuodessa [kWh]
tammikuu	5	1,75	26	0,6	0,1688	38,40	23,04
helmikuu	20	2,27	26	0,6	0,1688	199,25	119,55
maaliskuu	52	1,75	26	0,6	0,1688	399,38	239,63
huhtikuu	103	1,30	26	0,6	0,1688	587,66	352,60
toukokuu	171	1,07	26	0,6	0,1688	803,02	481,81
kesäkuu	159	0,99	26	0,6	0,1688	690,84	414,50
heinäkuu	158	1,01	26	0,6	0,1688	700,36	420,22
elokuu	114	1,11	26	0,6	0,1688	555,36	333,22
syyskuu	71	1,33	26	0,6	0,1688	414,43	248,66
lokakuu	25	1,62	26	0,6	0,1688	177,75	106,65
marraskuu	7	1,33	26	0,6	0,1688	40,86	24,52
joulukuu	3	1,00	26	0,6	0,1688	13,17	7,90
					yht. vuodessa	4620	2772