

Milla Kupiainen

**SÄHKÖN KULUTUKSEN  
JAKAUTUMINEN JA  
VÄHENNYSSMAHDOLLISUUDET  
MUNKKAAN JÄTEKESKUKSEN  
TOIMINNASSA**

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

2021



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto, insinööri (amk)
Tekijä	Milla Kupiainen
Työn nimi	Sähkön kulutuksen jakautuminen ja vähennysmahdollisuudet Munkkaan jätekeskuksen toiminnassa
Toimeksiantaja	Rosk´n Roll Oy Ab
Vuosi	2021
Sivut	36 sivua, liitteitä 6 sivua
Työn ohjaajat	Juho Rajala, Sanna Lehtonen

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Rosk´n Roll Oy Ab:n suurimman jätekeskuksen sähkönkulutuksen jakautumista sekä sen vähennysmahdollisuuksia.

Rosk´n Roll Oy Ab:n päästötilinpidon 2018 yhteydessä oli selvitetty sen eri jäteasemien ja -keskusten energian käyttöä ja hiilidioksidipäästöjä. Munkkaan jätekeskus Lohjalla on yhtiön suurin ja sen energiankulutus oli päästötilinpidon mukaan niistä suurin. Jätekeskuksen sähkön käytön jakautumista ei ollut tarkemmin selvitetty eikä alueella useista rakennuksista ja toiminnoista huolimatta ollut erillisiä mittareita. Tutkimuksessa etsittiin sähkönkulutuksen kohteita käymällä läpi Munkkaan sähkönkulutuksen taustadataa, lämpötilatilastoja ja sähkökuvia. Sähkönkulutuksen jakautumista selvitettiin laskennallisella menetelmällä.

Tuloksista käy ilmi, että laskennallisesti suurimpana yksittäisenä sähkönkuluttajana tutkimusajalla oli vaakasiltojen ja -luiskien lämmitys. Sen arvioitu laskennallinen osuus sähkön kokonaiskulutuksesta oli lähes 30 %. Toisena yksilöitynä kuluttajana oli kaasulaitos ja -pumppu 19 %:lla. Lähes 16 % kulutuksesta muodostui ulkovalaistuksesta. Yksilöimätön muun kulutuksen osuus oli lähes 15 %. Jotta muun kulutuksen voisi yksilöidä tarkemmin, olisi tärkeää, että alueella olisi käytössä erillisiä kohteita seuraavia kulutusmittareita. Vain tarkemmalla kulutuksen selvittämisellä voidaan sähkön kulutusta vähentää tehokkaammin ja energiatehokkuutta parantaa. Ilman isoja investointeja sähkön kulutusta olisi mahdollista vähentää vaakalämmityksen säädöillä sekä valaistuksen älyohjauksella. Investoimalla led-valaistukseen vuosittaista sähkönkulutusta voisi vähentää yli 16 %. Tulevaisuudessa vapaaehtoinen energiakatselmus voisi olla hyvä väline energiatehokkaampaan toimintaan.

**Asiasanat:** energian kulutus, energiakatselmus, energiatehokkuus, kasvihuonekaasu

Degree	Bachelor of Engineering
Author	Milla Kupiainen
Thesis title	Distribution of Electricity Consumption and Reduction Opportunities in the Operation of the Munkkaa Waste Center
Commissioned by	Rosk´n Roll Oy Ab
Time	2021
Pages	36 pages, 6 pages of appendices
Supervisor	Juho Rajala, Sanna Lehtonen

## ABSTRACT

The aim of the thesis was to find out the use of energy of Rosk´n Roll Oy Ab's largest waste center, more precisely the distribution of electricity consumption and its reduction possibilities.

In connection with the emissions accounting for 2018, the energy use and carbon dioxide emissions of Rosk´n Roll Oy Ab's various waste stations and waste centers were investigated. The Munkkaa waste center in Lohja is the company's largest and, according to emissions accounting, its energy consumption is the largest. The distribution of the waste center's electricity use had not been clarified and despite several buildings and operations, there were no separate meters for any of those in the area. The observation method was used in the study to help review the background data on Munkkaa's electricity consumption. The distribution of electricity consumption was determined using a computational method.

As the results show, the largest single electricity consumer by calculation during the study period, was the heating of scale bridges and ramps. It accounted for almost 30% of total electricity consumption. The second most identified consumer was the gas plant and pump with 19%. Almost 16% of consumption was spent on outdoor lighting. The share of unidentified other consumption was almost 15%. To be able to identify other consumption more precisely, it would be important to have consumption meters that follow separate items in the area. Only a more accurate analysis of consumption can reduce electricity consumption more efficiently and improve energy efficiency. With small investments, it would be possible to reduce electricity consumption by adjusting the horizontal heating and intelligent lighting control. By investing in LED lighting, annual electricity consumption could be reduced by more than 16%. In the future, a voluntary energy audit could be a good tool for more energy-efficient operations.

**Keywords:** energy saving, energy audit, energy sufficiency, green house gas

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	TAUSTA JA TEORIA .....	8
2.1	Roskín Roll Oy Ab .....	8
2.2	Roskín Rollin päästötilinpito vuodelta 2018 .....	8
2.3	Energiatehokkuus .....	9
2.4	Energian kulutus .....	10
2.5	Energian kulutuksen vähentäminen .....	11
2.6	Energiakatselmus .....	12
2.7	Energiatehokkuussopimukset .....	12
3	TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT .....	13
3.1	Tutkimusaineisto ja sen rajaaminen .....	13
3.2	Tutkimusmenetelmät .....	16
4	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU .....	17
4.1	Vaakojen lämmitys .....	17
4.2	Räystäiden sulanapito .....	19
4.3	Vedenpuhdistamo .....	20
4.4	Toimistolaitteet ja taukotilat .....	20
4.5	Valaistus .....	22
4.6	Muu sähkönkulutus .....	25
4.7	Sähkön kulutuksen laskennallisen jakautumisen kokonaistarkastelu Munkkaan jätekeskuksella .....	25
4.8	Sähkön kulutuksen vähennysmahdollisuuksien kokonaistarkastelu .....	30
5	YHTEENVETO .....	32
	LÄHTEET .....	34

## LIITTEET

Liite 1. Eri kohteiden kulutuslaskuja

Liite 2. Esimerkkitaulukointi lämpötiloista ja kulutuksesta

Liite 3. Kuluttavien toimintojen listausta ja yhteenveto jakaumasta

Liite 4. Jätekeskusympäristön ja sen toimintojen havainnointi

## 1 JOHDANTO

Maapallon keskilämpötila on viime vuosikymmeninä noussut useiden eri mallinnusten perusteella ihmisten aiheuttamien kasvihuonekaasupitoisuuksien lisääntyessä ilmakehässä. Kaikkien tärkeiden kasvihuonekaasujen, hiilidioksidin, metaanin ja dityppioksidin, pitoisuudet ovat nousseet moninkertaisesti luonnolliseen vaihteluun verrattuna. Näiden lisääntyminen kasvattaa vesihöyryn määrää ilmakehässä, joka nostaa lämpötilaa ilmakehässä ja kasvihuoneilmiö kiihtyy. Lisäksi ihmisen toiminnan vaikutuksesta ilmakehään päätyy kaasuja, mitä siellä ei luonnostaan esiinny, kuten halogenoituja hiilivetyjä. Kaasujen pitoisuuksia eri ajoilta on tutkittu mm. jäätiköiden jäänäytteistä. (Mittaukset kertovat ilmaston muuttuvan. s.a.) Suomessa hiilidioksidipäästöjä aiheutuu eniten energian tuotannossa fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltossa. Metaanipäästöistä suurin osa muodostuu jätesektorin ja maatalouden toiminnassa. (Tilastokeskus 2021.)

Kansainvälisten sopimusten avulla pyritään hillitsemään ilmaston lämpenemistä. YK:n vuoden 1994 kansainvälisellä ilmastosopimuksella sovittiin kasvihuonekaasujen seurannasta ja raportoimisesta kansainvälisesti. Sopimusta täydennettiin Kioton pöytäkirjalla. Ensimmäinen kausi sille oli vuosina 2008–2012 ja toinen velvoitekausi päättyi juuri vuonna 2020. Toisen kauden velvoitteita tarkennettiin Dohan sopimuksella v. 2012. Suurin osa maailman valtioista on mukana myös Pariisin ilmastosopimuksessa, josta sovittiin joulukuussa 2015. Sen tavoitteena on rajoittaa lämpötilan nousua 2 asteeseen esiteolliseen aikaan verrattuna, pyrkien kuitenkin pitämään se alle 1,5 asteen. Se sisältää tavoitteiden ja toimien lisäksi päätöksiä rahoituksista, seurannasta, arvioinneista ja ilmastonmuutokseen sopeutumisesta. (Tilastokeskus 2021.)

EU ja sen mukana Suomi on jakamassa Kioton pöytäkirjan velvoitetta päästöjen vähennyksestä yhteisellä jakoperiaatteella. Euroopan komissio on antanut vuonna 2008 ehdotuksen 20–20–20- tavoitteista. Tavoitteena on vähentää 20 % päästövähennyksistä, lisätä uusiutuvien energioiden käyttöä 20 % sekä parantaa energiatehokkuutta 20 %:lla vuoteen 2020 mennessä vuoden 2005 tasosta. (Tilastokeskus 2021.) Vuonna 2019 fossiilisten

polttoaineiden ja turpeen kulutus väheni Suomessa 7 % edelliseen vuoteen verrattuna (Tilastokeskus 2020). Euroopan unionin asettamat tavoitteet ohjaavat Suomen käytäntöön panemaa ilmasto- ja energiapolitiikkaa. Taakanjakoperiaatteella vähennykset on jaettu jäsenvaltioille BKT:n perusteella. Suomen osalta se tarkoittaa 16 %:n päästövähennystä päästökaupan ulkopuolisella alueella. Uusiutuvien energialähteiden osuus on 38 % ja energiatehokkuuden parantaminen ja kulutuksen vähentäminen 20 %:lla on ohjeellinen. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2017, 20–21.) Yksi tärkeimmistä, ilmaston kannalta tehokkaimmista hiilidioksidipäästöjen vähennyskeinoista on energiatehokkuuden parantaminen. Energiatehokkuus on EU:n energiatehokkuusdirektiivissä 2018/2002 määritelty myös energian lähteeksi. (Energiatehokkuusdirektiivi 11.12.2018/2002.)

Länsi- ja Itä-Uudenmaan alueella toimiva jäteyhtiö Rosk´n Roll Oy Ab on halunnut kiinnittää huomiota kasvihuonekaasupäästöjensä vähentämiseen. Opinnäytetyössä selvitettiin yhtiön Munkkaan jätekeskuksen sähkön kulutuksen jakautumista. Yhtiössä oli tehty päästötilinpito vuodelta 2018. Siitä kävi selville, ettei Munkkaan jätekeskuksen sähkön kulutuksen jakautumista ollut selvitetty. Tiedossa oli, että yhtiön käyttämästä sähköenergiasta ei muodostuisi suoraan päästöjä, sillä ostosähköä käytettiin päästötöntä sähköä. Tutkimusajan sähkölaskujen perusteella energia oli tuotettu vesi-, aurinko- ja tuulivoimalla, joista suurimman osuuden tarjosi vesivoima (lähes 90 %). Kuitenkin energian käytön vähentämiseksi ja energiatehokkuuden parantamiseksi, on olennaista olla selvillä ensin sähkön kulutuksen jakautumisesta. Silloin on mahdollista myös selvittää keinoja kulutuksen vähentämiseksi. Työssä selvitettiin sähkön kulutuksen jakautumisen lisäksi mahdollisia sähkön kulutuksen vähennyskohteita. Sähkön kulutusta vähentämällä voidaan vaikuttaa energiakokonaisuuteen ja samalla kustannuksiin. Energiatehokkuutta lisäämällä mahdollistetaan energian järkevää käyttöä.

## **2 TAUSTA JA TEORIA**

### **2.1 Rosk´n Roll Oy Ab**

Jätehuoltoyritys Rosk´n Roll Oy Ab toimii Länsi- ja Itä-Uudenmaan alueella. Se hoitaa 12 kunnan jätehuollon velvoitteita ja sillä on asiakkaita 230 000. Omistajakuntia ovat Lohja, Hanko, Raasepori, Tammisaari, Inkoo, Vihti ja Karkkila Länsi-Uudellamaalla ja Itä-Uudellamaalla Porvoo, Askola, Loviisa, Sipoo, Pornainen ja Ruotsinpyhtää. Väliin jäivät Helsingin seutu ja Keski-Uusimaa, jotka kuuluvat HSY:n toiminta-alueeseen. Rosk´n Rollin nykyinen alue muodostui lännen ja idän jätehuoltoyritysten yhdistyttyä moninaisten vaiheiden jälkeen vuoden 2019 alussa. Fuusioitumispäätös tehtiin jo 2012, joten siitä lähtien yhteistä toimintaa on kehitetty ja yhtenäistetty. (Rosk´n Roll Oy 2019.) Rosk´n Roll Oy Ab tekee tällä hetkellä aktiivisesti työtä myös päästöjen vähentämiseksi.

Jätehuollon tulisi jatkossa enemmän painottua kiertotalouden toimintaan kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Jätehuollon päästöihin on vaikuttanut lainsäädännön muuttuminen, kuten jäteverolakimuutos, orgaanisen jätteen kaatopaikalle toimittamisen kieltäminen sekä EU:n kaatopaikkadirektiivi. Jätelakia on päivitetty viimeksi heinäkuussa 2021. Sekä EU:n että kansallisilla Suomen toimilla pyritään ohjaamaan jäte energiahyödyntämisen sijaan enemmän kiertotalouden piiriin. Toistaiseksi materiaalikierrätyksen osuus ei ole juurikaan kasvanut. (Ympäristöministeriö 2017, 65.) Mikäli jätteitä hyödynnetään energijakeena, niiden päästöt lasketaan energiasektorille. Jätteiden poltosta aiheutuen energiasektorin päästöt kasvavat. Rinnakkaislaitoksissa esim. teollisuuslaitosten yhteydessä ne liittyvät myös päästökaupan piiriin. (Ympäristöministeriö 2017, 64–65.)

### **2.2 Rosk´n Rollin päästötilinpito vuodelta 2018**

Rosk´n Rollin päästötilinpidossa vuodelta 2018 on raportoitu erikseen jokaisen jätekeskuksen ja -aseman päästöjä. Lohjalla jätekeskuksen toimintaan kuuluu oleellisesti myös Lohjan toimisto. Päästötilinpidossa sitä ei ollut irrotettu erilliseksi muun jätekeskuksen kulutuksesta. Päästötilinpidosta kävi ilmi, että koko toiminnan suurin kasvihuonekaasujen tuottaja oli jätetäyttöjen kaasut ja toisena kuljetukset. Jäteasemiin ja -keskuksiin liittyvät työt ja toiminta ovat



kolmantena päästöosuutena penkkojen kaasujen ja keräysten jälkeen.  
(Makkonen 2019.)

Vaikka jätehuollon suurimpien kasvihuonekaasupäästöjen vähennystarve kohdistuukin metaanipäästöihin ja kuljetukseen, voidaan muuta tukitoimintojen energiankulutusta tarkastella samalla tavoin kuin muitakin kansallisten päästöjen vähennystavoitteita: energian käytön vähentäminen, energiatehokkuuden parantaminen, uusiutuvien energialähteiden käyttö ja hiilinielujen kasvattaminen. Kustannustehokkaimmaksi keinoksi katsotaan energian säästäminen. (Päästöjen vähentäminen Suomessa s.a.) Energian säästäminen on olennainen keino, sillä energian lisääntyvä käyttö syö jatkuvasti saavutettuja päästövähennyksiä. Toistaiseksi jätehuolto ei kuulu päästökaupan piiriin.

### **2.3 Energiatehokkuus**

Energian käytön vähentäminen on tehokas toimenpide kasvihuonekaasupäästöjä vähennettäessä. Vähentämällä energian kulutusta voidaan vaikuttaa tehokkaasti aiheutuviin ilmasto- ja ympäristövaikutuksiin. (Päästöjen vähentäminen Suomessa s.a.) Myös energiatehokkuus on yksi kustannustehokas väline (TEM 2019).

Energiatehokkuuslaki 1429/2014 määrittelee energiatehokkuuden suoritteiden, palvelun, tavarain tai energian tuotoksen ja energiapanoksen väliseksi suhteeksi (Energiatehokkuuslaki 1429/2014). Sen parantamisella voi saavuttaa kustannussäästöjä sekä vähentää hiilidioksidipäästöjä ja energian kulutusta (Liity vastuullisten energian käyttäjien joukkoon s.a.). Suomen kasvihuonekaasujen vähentämisen strategiaan kuuluu energiatehokkuus sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä.

Euroopan unioni on 2018 energiatehokkuusdirektiivissään 2018/2002 linjannut, että energiankysyntää tulee hillitä. Energiatehokkuutta parantamalla kaikissa energiaketjun lenkeissä, voidaan tavoitella suurempaa riippumattomuutta Euroopan ulkopuolisesta energiasta. Sillä voidaan saada ympäristöhöyryjä, parantaa ilmanlaatua, vähentää kasvihuonekaasupäästöjä sekä alentaa energiakustannuksia, vähentää energiaköyhyyttä ja parantaa

kilpailukykyä sekä lisätä työpaikkoja kaikilla talouden eri alueilla. Näillä edistetään myös kansanterveyttä ja ihmisten elämänlaatua.

Energiatehokkuusdirektiivi 2018/2002 määrittelee energian käytön vähentämisen yhdeksi energialähteeksi. Artiklan 7 uusimisessa painotetaan erityisesti uusia energiansäästövelvoitteita. Energiatehokkuus on huomioitava kaikissa energiajärjestelmien suunnittelua koskevissa päätöksissä. Sitä on parannettava, jos ratkaisut ovat kustannustehokkaita. Rakennusten osalta energiatehokkuus vähentää lämmityspolttoaineiden kulutusta. Sillä on vaikutusta siten myös ulko- ja sisäilman laatuun vaikuttaen EU:n ilmanlaatatavoitteiden saavuttamiseen. (Energiatehokkuusdirektiivi 11.12.2018/2002.)

Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen lisäksi on Työ- ja elinkeinoministeriö nimennyt ympäristön- ja ilmansuojelun, mutta myös energian saatavuuden turvaamisen sekä kustannusten alentamisen. Tuontienergiaa halutaan vähentää ja resurssitehokkuutta parantaa. Myös uusiutuvaa energiaa tarvitaan enenevässä määrin. Yksi keino parantaa säästötuloksia on vapaaehtoinen energiatehokkuussopimus. Työ- ja elinkeinoministeriön nimeämä energiatehokkuustyöryhmä on työstänyt toimenpiteitä, joiden avulla Suomen on tarkoitus päästä sitovaan tavoitteeseen energiatehokkuusdirektiivin tarkoittamalla kaudella 2021–2030. (TEM s.a.)

Energiatehokkuusdirektiivi kehottaa kiinnittämään myös huomiota yhteisvaikutuksiin energiatehokkuustoimenpiteiden ja luonnonvarojen käytön välillä kiertotalousajattelun mukaisesti (Energiatehokkuusdirektiivi 11.12.2018/2002).

## **2.4 Energian kulutus**

Tilastokeskuksen vuoden 2019 tilastojen mukaan uusiutuvan energian käyttö Suomessa nousi 1 % verran aiempaan vuoteen verrattuna. Tällöin vesivoimassa tapahtui 7 %:n lasku, jolloin vähenevä suunta jatkui sen osalta neljättä vuotta. Tuulivoima on lisännyt samana vuonna tuotantoaan uusin ennätyksin, kuten aurinkovoimakin. Koko Suomen energian kulutus vuonna 2019 ilmoitettiin olevan 1,36 miljoonaa terajoulea. Energian kokonaiskulutus

laski yhden prosentin ja sähkönkulutuksen osuus laski kahden prosentin verran edelliseen vuoteen nähden. (Tilastokeskus 2020.)

## 2.5 Energian kulutuksen vähentäminen

Sahiluoma (2016) on pro gradu- työssään selvittänyt suomalaisten yritysten energiatehokkuuteen liittyvien investointien edistäviä ja estäviä tekijöitä. Tuloksena oli, että tärkeitä tekijöitä energiatehokkuuden edistämiseksi olivat konkreettiset tavoitteet energiatehokkuuden edistämiseksi sekä tehtyjen ja toteutettujen investointien seuranta. Pidemmän aikavälin suunnitelmien tekemistä tuki hänen vertailunsa aiempiin tutkimuksiin. Yrityksen koolla oli vaikutusta sen saatavilla oleviin resursseihin. Myös yrityksen energiantensiivisyys vaikutti toteutuksiin. (Sahiluoma 2016, 74–75.)

Energianhallinta kuvaa yrityksen energiatehokkuuden johtamista; energiatehokkuudelle asetettuja tavoitteita ja sen seuranta. Se muodostaa merkittävimmän tekijän energiatehokkuuden investoinneille, joka on jopa 15-kertainen sellaiseen yritykseen verrattuna, jossa ei ole asetettu määrällisiä tavoitteita ja järjestelmällistä seuranta. (Sahiluoma 2016, 75.)

VTT:n julkaiseman ToVa- käsikirjan (2007) mukaan säästöpotentiaalia on mahdotonta selvittää, mikäli kulutusjakaumaa ei tunneta. Monitorointi ja raportointi tulee huomioida osana automaatiojärjestelmää jo suunnitelmavaiheessa. Tämä helpottaa kiinteistön hoidosta vastaavan työtä mm. vikojen ja poikkeamien syiden etsimisessä. (Pietiläinen ym. 2007.) Tehokkuutta voidaan verrata tyypillisiin laitteiden ominaiskulutuksiin, suunnitteluvaiheen kulutuslaskelmiin tai vastaavanlaisten rakennusten ominaisenergiankulutuksiin.

Säätämällä ilmanvaihtojärjestelmät ja ilmastointi oikein, voidaan säästää energiaa ja hallita sisäilman laatua. Järjestelmän mahdollisimman yksinkertainen valvonta auttaa säätämään niitä tarpeen mukaan. Rakennusautomaatioon liittyvien hälytysten syyt tulee selvittää, jotta niihin voi puuttua. Asetusarvoja ja ohjauksia tulee seurata, jotta ne pysyvät oikeina. (Motiva 2018.)

## 2.6 Energiakatselmus

Motiva on kehittänyt useita erilaisia apuvälineitä yrityksille energiantehokkuuden parantamiseksi, kuten energiakatselmusmallit, asiantuntijoiden koulutus niiden käyttämiseen ja erilaiset laskurit energiatehokkuusinvestointien kannattavuuden selvittämiseksi. Suuret yritykset toimivat Työ- ja elinkeinoministeriön ohjauksessa. (Motiva 2020.)

Energiakatselmus pureutuu perusteellisesti ja yksityiskohtaisesti energiankulutukseen ja määrittelee energiansäästötoimenpiteitä. Sitä voidaan käyttää tavanomaisia taloteknisiä järjestelmiä omaaviin rakennuksiin, mutta myös monimutkaisempien rakennusten kuten uimahallien katselmusmenetelmänä. Siinä selvitetään energian ja veden käyttöön liittyvä nykytilanne, järjestelmien toiminta ja säästötoimenpiteiden esittely. Myös energia-alalle ja teollisuuteen on omat mallinsa. Kaikille katselmuksille on määritelty omat mallit, joita katselmuksessa noudatetaan ja siihen soveltuvat tekijät löytyvät Motivan sivuilta. Energiakatselmuksiin on mahdollista saada tukea. Tuettujen katselmusten osalta kaikesta siihen liittyvästä vastuu on Motivalla. Suurelle yritykselle energiakatselmukselle ovat olleet vuoden 2015 alusta pakollisia neljän vuoden välein, eivätkä ne voi saada tukea. Toimialasta riippumatta suureksi yritykseksi katsotaan, mikäli yrityksellä on palveluksessaan yli 250 henkilöä, sillä on vuosiliikevaihtoa yli 50 miljoonaa tai sen taseen loppusumma ylittää 43 miljoonaa euroa. (Motiva 2020.)

## 2.7 Energiatehokkuussopimukset

Energiatehokkuussopimuksissa on menossa kolmas sopimuskausi v. 2017–2025. Vapaaehtoiset sopimukset Suomessa ovat herättäneet kiinnostusta EU-tasolla asti, sillä ne ovat olleet toimiva keino parantaa energiatehokkuutta. (Remes 2021.)

Energiatehokkuussopimusten puitteissa vuosien 2017–2019 aikana on siihen liittyneet kunnat ja yritykset tehneet yli 11 000 energiatehokkuutta parantavaa toimenpidettä. Investointeja on samana aikana tehty 591 milj. euron edestä. 549 hanketta sai energiatehokkuuden kunta- ja yritysinvestointeihin tukea 53,7 milj.€. Sopimuskaudelle 2017-2025 oli ilmoittautunut v. 2019 loppuun mennessä vapaaehtoisein sopimukseen 551 yritystä ja 96 kuntaa ja

kuntayhtymää. Näistä on saatu vuosittaista energian säästöä 7,0 TWh, jotka ovat vähentäneet CO<sub>2</sub>-päästöjä 1 577 milj. tonnia. (Sopimusten tulokset yhteensä s.a.)

Energiatehokkuussopimuksiin liittyneiden toteuttamia tehokkuustoimenpiteitä on listattu eri aloilta. Näihin lukeutuvat erilaiset käyttötekniset ja tekniset uudistukset. Energiatehokkuussopimusten tuloksiin perustuen on todettu käyttöteknisillä toimenpiteillä saavutettavan säästötuloksia ilman investointeja. Näitä voidaan toteuttaa esim. ilmanvaihtolaitteilla tehokkaasti, jolloin olemassa olevaa laitekantaa käytetään muuttamalla käyttö- ja asetusarvoja. (Motiva 2019.) Näissä käyttötekniinen säästömahdollisuus on hyvä ottaa käyttöön, mikäli vielä halutaan hyödyntää muuten toimivaa, käytössä olevaa järjestelmää.

Tekniset toimenpiteet edellyttävät laiteinvestointeja, joita voivat olla esimerkiksi ilmanvaihtolaitteistojen uusiminen tai valaistuksen uusiminen. Valaistukseen liittyvät uudistustoimenpiteet ovat olleet suurimmaksi osaksi valaistuksen muutoksia LED-valaistukseen. Muita toimenpiteitä on toteutettu valaistusohjauksella hämäräkytkimien ja liiketunnistusohjauksen avulla. (Energiatehokkuussopimukset 2019.) Investoinneilla saadaan pääasiassa aikaan pitkäkestoisempia säästöjä käyttötekniisiin muutoksiin verrattuna (Tietoa tuloksista s.a.).

### **3 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT**

#### **3.1 Tutkimusaineisto ja sen rajaaminen**

Työssä taustalla vaikutti Rosk'n Roll Oy Ab:n kiinnostus vähentää kasvihuonekaasupäästöjään ja sen mahdollisuudet, joita aluksi selvitettiin yhtiön vuoden 2018 päästötilinpidon perusteella. Päästötilinpidon perusteella suurin sähköenergian käyttäjä oli Munkkaan jätekeskus. Munkkaalla lämmitys hoidetaan pääasiassa kaatopaikkakaasulla. Sähköä kuluu erilaisten toimintaa tukevien toimintojen ylläpitoon, kuten valaistukseen, vaakojen sähkölämmitykseen, tietokoneiden käyttöön, ilmanvaihtoon ja jäähdyttämiseen. Kaatopaikka-alueen kaasuja keräävät pumput toimivat sähköllä.

Päästötilinpidon 2018 läpikäymisen jälkeen työ kohdentui Munkkaan jätekeskuksen (kuva 1) sähkönkulutuksen jakautumisen selvittämiseen. Siten voitiin kartoittaa myös energian kulutuksen vähentämismahdollisuuksia. Lämmitys ja lämmin vesi jätettiin ulkopuolelle, koska niiden energia tuotettiin kaatopaikkakaasulla. Todettiin, ettei rakennuskohtaisia sähkönkulutustietoja ollut saatavilla. Rakennusten energiankulutusta (kWh/ m<sup>2</sup>a) ei työssä laskettu, koska erillisiä mittareita ei ollut käytössä. Taustadatana käytettiin tuntikulutusdataa, Ilmatieteenlaitoksen sivustolta saatavia lämpötilatilastoja sekä sähköpiirustuksia. Päivän pituudet tarkistettiin paivyri.fi- sivustolta.



Kuva 1. Munkkaan jätekeskus (kuva: Rosk´n Roll Oy Ab.)

Kuljetuksen energiatehokkuus tai päästöt rajattiin opinnäytetyön tarkastelun ulkopuolelle, sillä siihen oli Rosk´n Rollilla pyritty vaikuttamaan kuljetus- ja logistiikkaosaston toiminnalla. Keinona on ollut mm. kilpailuskriteereiden määrittely vähäpäästöisyyden näkökulmasta. Lisäksi apuna on hyödynnetty teknologiaa optimoimaan tyhjennystarvetta ja reittisuunnittelua. Myös penkkakaasujen hallintaan oli meneillään muita toimenpiteitä, joten se rajattiin ulkopuolelle.

Sähkön kulutuksen aineistoksi valittiin käyttö 1.9.2018- 31.8.2019 välillä. Seuranta-ajanjakso määräytyi viimeisimmän saatavilla olevan datan perusteella. Se päädyttiin ajoittamaan siten, ettei alueelle rakenteilla olevan Gasumin sähkönkulutus vaikuttanut taustadatassa.

Toimistorakennus, tekninen keskus, vaakarakenne ja vastaanottorakenne on lämmitetty pääosin kaatopaikkakaasun ja tarvittaessa polttoöljyn avulla.

Kaasumoottorin toimintahäiriöiden vuoksi sähkön tuotto kaatopaikkakaasusta oli ajoittain katkennut. Sarlinin raportin mukaan (kuva 2) vuonna 2018 sitä oli käytetty lämpökattilalle 0,132 milj. Nm<sup>3</sup>, jonka energiamäärä on ollut 757 MWh. Lämmityksen lisäksi käytettiin ostettua sähköenergiaa. Osittain kaasumoottorin tuottama sähkö oli vuonna 2018 myyty verkkoon sähköyhtiölle, osittain se oli käytetty itse.

Munkkaan lämmitysjärjestelmä koostuu tilavuudeltaan 2,5m<sup>3</sup>:n kokoisesta lämminvesivaraajasta, jonka vesi lämmitetään ensisijaisesti 630 kW:n biokaasukattilalla. Mikäli laitteeseen tulee häiriö, on toissijaisena lämmityslähteenä 325 kW:n öljykattila. Lämminvesikierukan teho varaajassa on 142 kW. Pumppuja samassa yhteydessä on 4 kpl, joita on lisäksi patteriverkoston eri osissa, lämmitettävissä rakennuksissa.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Kaasupumppaamon käyntitunnit <i>h</i>	8656	8554	8563	8703	8558	8 536
Kaasupumppaamon käyttöaste %	99	98	98	99	98	97
Kaasumoottorin käyntitunnit <i>h</i>	-	-	-	-	-	-
Kaasumoottorin käyttöaste %	-	-	-	-	-	-
Kokonaiskaasumäärä <i>Milj. Nm3</i>	0,958	0,894	0,524	0,563	0,703	0,588
Kokonaisenergiamäärä <i>MWh</i>	5030	4665	2120	2799	3730	2976
Virtaama/käyntitunnit <i>Nm3/h</i>	122	105	61	65	82	69
Virtaama/vuosi <i>Nm3/h</i>	109	102	60	64	80	67
Polttoainetehto/käyntitunnit <i>kW</i>	627	551	327	322	436	349
Polttoainetehto/vuosi <i>kW</i>	563	538	320	320	426	340
Kaasumäärä soihtu <i>Milj. Nm3</i>	0,173	0,123	0,092	0,250	0,464	0,390
Kaasumäärä lämpökattila <i>Milj. Nm3</i>	0,074	0,071	0,097	0,111	0,132	0,166
Kaasumäärä moottori <i>Milj. Nm3</i>	0,711	0,700	0,335	0,202	0,107	0,032
Kaasumäärä hyötykäyttö yhteensä <i>Milj. Nm3</i>	0,785	0,771	0,432	0,313	0,239	0,198
Energiamäärä soihdulle <i>MWh</i>	908	644	391	1225	2454	1847
Energiamäärä lämpökattilalle <i>MWh</i>	390	370	407	592	757	968
Energiamäärä kaasumoottorille <i>MWh</i>	3732	3651	1322	982	519	161
Sähköntuotanto kaasumoottorilaitos <i>MWh</i>	-	-	-	-	-	-

Kuva 2. Kaatopaikkakaasulaitoksen toiminta vuosina 2014-2019. (Sarlin 2020.)

Penkkakaasuista v. 2018 osa tuotettiin sähkönä omaan käyttöön ja osa tuotetusta sähköstä myytiin verkkoyhtiölle. Ostettu sähkö vuonna 2018 oli uusiutuvaa, minkä vuoksi käytetyn energian CO<sub>2</sub>- päästöt olivat vähäiset.

Sähköenergiaa kuluttavia kohteita löydettiin käymällä alueita läpi suullisesti, paikan päällä ja piirustuksista. Taulukossa (liite 1) on lueteltu esille tulleita energian käyttökohteita. Näistä kaikista ei pystytty arvioimaan kulutusta, mutta se voisi olla selvitettävissä erillisillä mittareilla.

### 3.2 Tutkimusmenetelmät

**Havainnointimenetelmää** käytettiin tiedonkeruun tukena. Havainnoimalla ympäristöä Munkkaan jätekeskuksella, etsittiin sieltä sähkönkulutuksen kohteita (liite 4). Havainnointia käytettiin myös, kun etsittiin yhtäläisyyksiä sähkönkulutuksen tuntitilastojen ja aukioloaikojen väliltä (esimerkkiliite 2). Niistä pääteltiin kulutukseen vaikuttavia tekijöitä. Havainnointimenetelmän apuna käytettiin myös tilastoista muodostettuja Excel -kaavioita, tausta-aineiston visualisointia ja taulukointia. Tutkittavien kuukausien aineistoja koottiin taulukoiksi, joita yhdistettiin ja vertailtiin toisiinsa.

**Laskennallista menetelmää** käytettiin eri laitteiden ja laitteistojen energiankulutuksen selvittämiseen. Kulutuksen muodostumista ja energian kulutuksen vähentämismahdollisuuksia selvitettiin samoin laskennallisella menetelmällä. Kun alueen erilaisia toimintoja oli määritelty, arvioitiin laitteiden käyttöaikoja ja kulutusta. Sähkön kulutukseen liittyviä hintatietoja laskettiin tutkimusajankohdan sähkölaskujen perusteella saadulla arvolla 5,17 c/kWh. Laskuissa on arvioitu sekä vuorokausikulutuksia että kuukausikohtaisia kulutuksia. Vuoden kokonaiskulutus erilaisten kuluttavien tekijöiden kohdalla on laskettu käyttäen kohdekohtaisia vuosiarvioita. Laskuissa ilmoitetaan käytetyt arviot käyttöajoista. Lämpötilataulukoista laskettiin vuorokauden keskilämpötilat. Sähkönkulutusdata saatiin tuntidatana, josta voitiin laskea vuorokauden kulutus ja vertailla sitä taulukoissa vuorokauden keskilämpötilaan. Osasta toimintoja voitiin laskennallisesti selvittää säästöpotentiaalia. Inventoimalla jätekeskuksen energian käyttöä saatiin kuva siitä, mistä sen sähkönkulutus muodostuu.



## 4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

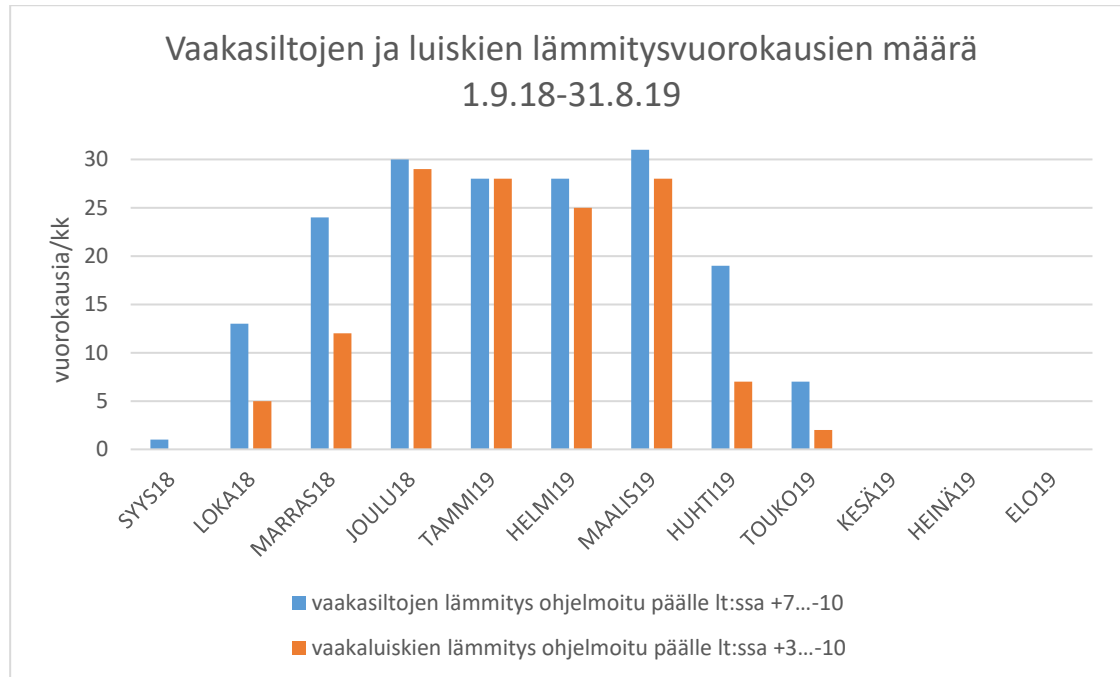
### 4.1 Vaakojen lämmitys

Vaakasiltoja ja -luiskia käytetään jätekuormien punnitsemisessa. Isojen autojen saapuessa vaa´alle, sen sulanapito on turvallisuuskysymys.

Lämmitetylle vaakaluiskalle ja vaakasillalle saatiin laskennalliset arvot sähköpiirustuksista. Niissä luiskan lämmityksen tarpeeksi ilmoitettiin 22 W/m, kaapelin pituus luiskaa kohti on 115 m. Luiskia on kummallakin puolella kaksi, molemmin puolin yhteensä neljä. Kaapelien yhteispituus on 460 m. Sillat koostuvat molemmin puolin kahdesta 13 metriä pitkästä ja 3 metriä leveästä vaakasillasta. Yhden puolen siltojen ala on 78 m<sup>2</sup>, joten molempien puolien yhteenlaskettu ala on 156 m<sup>2</sup>. Sillan vaatima lämmitysteho on noin 300 W/m<sup>2</sup>. Vaakasiltojen kulutukseksi saatiin 1 123,2 kW/vrk. Vaakaluiskien kuluttama energiamäärä oli pienempi eli 242,88 kW/vrk.

Luiskat ja sillat toimivat lämpötilaohjauksella. Lämpötilan ollessa lähellä nollaa termostaatti pitää siltaa sulana. Sulan kelin aikaan sekä kovilla pakkasilla termostaatti ohjaa lämpötila-anturin avulla kaapelia. Tutkittavana aikana vaakasiltojen lämmitys on ohjelmoitu olemaan päällä +7...-10 lämpötiloissa. Vaakaluiskien lämpötila-asetukset ovat +3...-10. Tutkittavalta ajanjaksolta laskettiin vuorokausilämpötilojen keskiarvot Ilmatieteen laitoksen tilastojen perusteella. Vuorokausilämpötilojen keskiarvojen perusteella on valittu laskettavaksi ne päivät, jolloin lämmitys on ollut päällä. Ajanjaksolle saatiin vaakasiltojen lämmitysvuorokausia 181. Vaakaluiskien lämmitysvuorokausia oli 136. Taulukossa 1 näkyy suurimman vaakasiltojen lämmitystarpeen osuvan marraskuulta 2018 huhtikuulle 2019, jolloin lämmitysvuorokausia on enemmän kuin puolet kuukauden vuorokausista. Vaakaluiskien osalta lämmitysvuorokausia on kuukaudesta yli puolet joulukuusta 2018 maalikuulle 2019.

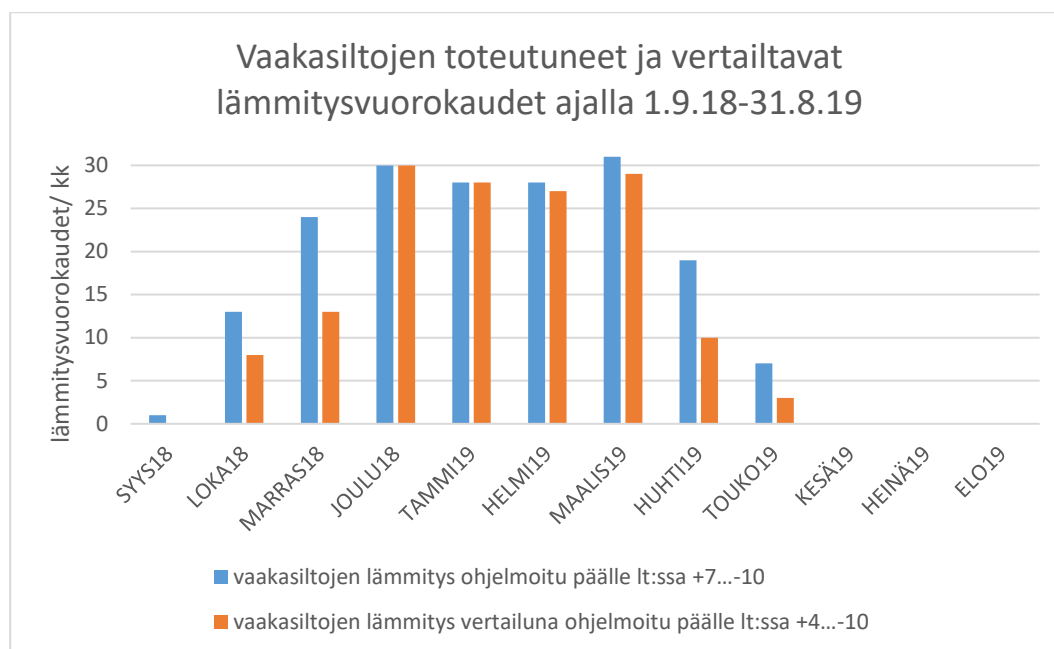
Taulukko 1. Lämmitysvuorokausien määrä tutkimusajankohdan asetuksilla 1.9.2018-31.8.2019 välisenä aikana.



Tutkimusajankohdan kulutukseksi tuli siten kokonaisuudessa 203 299,2 kWh siltujen osalta ja vaakaluiskien kulutukseksi saatiin 33 031,68 kWh. Yhteensä ne kuluttivat 236 330,9 kWh sähköä.

Jatkossa vaakasiltujen asetukset muutettiin lämmittämään +4...-10 välillä. Esimerkkinä on laskettu, mitä se tarkoittaisi kyseisen aikavälin lämpötilojen mukaisesti energiansäästönä. Taulukossa 1 näkyy vaakasiltujen ja -luiskien tutkimusajankohdan lämmitettävien vuorokausien määrä. Taulukossa 2 on vertailuna vaakasiltujen uusien asetusten mukaiset lämmitysvuorokaudet. Taulukoista ilmenee lämmitettävien ajankohtien osuvan luonnollisesti talvikuukausiin. Uusi kulutus vaakasiltujen osalta olisi vastaavana aikana 166 233,6 kWh, mikä tarkoittaisi 37 065,6 kWh:n vähenemistä sähkökulutuksesta. Taulukossa 2 on kuvattuna vertailussa vaakasiltujen lämmitysvuorokausien väheneminen. Vertailutaulukosta voi huomata, että lämmitysvuorokausia yli puolet kuukaudesta on enää joulukuulta 2018 maaliskuulle 2019. Uusien asetusten vertailussa lämmitysvuorokausia vähenee syys- ja kevätpuolelta enemmän.

Taulukko 2. Vertailussa toteutuneet vaakasiltojen lämmitysvuorokaudet ja uusien asetusten mukaisesti laskennallisesti toteutuvat vuorokaudet.



Taulukosta 2 selviää, että joulukuussa 2018 ja maaliskuussa 2019 on ollut eniten vaakaluiskien ja -siltujen lämmitysvuorokausia yhteensä, molemmissa 59 vrk. Marraskuun ja maaliskuun kohdalta on myös vuorokauden sähkökulutuksen tuntidataa verrattu keskuksen aukioloaikoihin.

## 4.2 Räystäiden sulanapito

Räystäälle laskettiin sulanapitovuorokausia samoilla oletusarvoilla kuin vaakasiltojen asetuksissa on käytetty. Tällöin 181 lämmitysvuorokaudella kulutus on ollut yhteensä 17 302 kWh. Taulukosta 3 ilmenee, että muuttamalla asetuksia voisi vastaavasti 136 lämmitysvuorokaudella saavuttaa 4 301,64 kWh energian säästön vuodessa.

Taulukko 3. Räystäiden sulanapidon sähkökulutus.

Räystäiden sulanapito	teho W	kulutus, Wh/vrk	lämmitysvrk:t/ kulutus kWh	lämmitysvrk:t/ kulutus kWh
			181	136
tekninen keskus	2003	48072	8701,032	6537,792
vastaanottorakennus	1980	47520	8601,12	6 462,72
<b>yhteensä</b>		95 592	<b>17 302,152</b>	<b>13 000,512</b>

### 4.3 Vedenpuhdistamo

Munkkaan oma vedenpuhdistamo kuluttaa energiaa 6,7 kWh/m<sup>3</sup> (Lehtonen 27.3.2020, henkilökohtainen tiedoksianto). Tätä arvoa on käytetty oman puhdistamon sisään menneiden vesimäärien laskuissa, jotka ilmenevät taulukosta 5. Osa vedestä on mennyt kaupungin puhdistamolle.

Taulukko 4. Vedenpuhdistukseen käytetty energia ajalla 1.9.18-31.8.19.

Vedenpuhdistus 2018	sis, m3/kk	ulos, m3/kk	puhdistukseen käytetty energia, kWh
Syyskuu	0	0	0
Lokakuu	26	13	174,2
Marraskuu	22	11	147,4
Joulukuu	38	18	254,6
yhteensä	86	42	576,2

Vedenpuhdistus 2019	sis, m3/kk	ulos, m3/kk	puhdistukseen käytetty energia, kWh
Tammikuu	51,9	22,2	347,73
Helmikuu	2173,9	1172,9	14565,13
Maaliskuu	2475,2	1322,2	16583,84
Huhtikuu	230,7	102,6	1545,69
Toukokuu	69,7	35,4	466,99
Kesäkuu	29,6	14	198,32
Heinäkuu	20,1	9,4	134,67
Elokuu	0	0	0
yhteensä	5051,1	2678,7	33842,37

Suurin osa veden puhdistuksen tarpeesta osui kevätpuolelle helmi-maaliskuulle 2019. Yhteensä veden puhdistukseen sisään menneiden vesien osalta kului energiaa tutkimusaikana 34 418,57 kWh.

### 4.4 Toimistolaitteet ja taukotilat

**Toimistolaitteisiin** laskettiin mukaan tietokoneita, näyttöjä, kannettavia, palvelimet sekä toimiston monitoimitulostimet. Tietotekniikan osalta saatiin kulustiedot yrityksen tietotekniikasta vastaavalta. Toimistossa laskettiin työskentelevän päivittäin 28 henkilöä. Kaikilla siellä työskentelevillä oli käytössään tietokoneet. Nykyisin lähestulkoon kaikki ovat kannettavia tietokoneita. Niiden kuluttama teho on 45 W, jonka perusteella laskettiin sähkönkulutusta. Toimistossa työ tapahtuu pääasiassa tietokoneen ääressä, joten tietokoneen laskettiin olevan käytössä koko työpäivän. Laskennallisesti

on käytetty oletusta, että yksi henkilö käyttää tietokonettaan 7 tuntia päivässä, 21 työpäivää kuukaudessa ja 11 kuukauden ajan vuodessa.

Lenovon 23":n tietokonenäyttöille on annettu tyypilliseksi virrankulutusarvoksi 16,5 W. Useilla työpisteillä on käytössä kaksi näyttöä, eli kulutus kaksinkertaistuu. Työpäivän verran käytössä olevia näyttöjä laskettiin koko alueella olevan 72 kpl. Näyttöjen laskuissa käytettiin samoja käyttöaikoja kuin tietokoneilla. Lisäksi alueella on jonkin verran käytössä pöytäkoneita. Näiden käyttöajat laskettiin aseman aukioloaikojen mukaan. Taulukossa 4 on laskettu tietotekniikkaan ja toimistolaitteisiin liittyvää kulutusta. Palvelimet ovat suurin yksittäinen kuluttaja toimistolaitteidenosalta.

Taulukko 5. Toimistolaitteiden kulutus yhteensä

TOIMISTOLAITTEET	lkm	kulutus, Wh/vrk	kulutus, kWh/ vko	kulutus, kWh/ a
kannettava tietokone	29	10440	52,2	2453,4
erillinen näyttö	72	9504	47,52	2233,44
pöytäkoneet	6	10800	54	2700
palvelimet	1	213600	1495,2	77964
toimistomonitoimilaitteet	2	1,7	8,5	425
<b>yhteensä</b>				<b>85 775,84</b>

Kannettavat tietokoneet ovat lähtökohtaisesti energiatehokkaampia. Keskimäärin ne kuluttavat kymmenesosan pöytäasemiin verrattuna. (Motiva 2018.) Kuvassa 1 on vertailussa vuoden 2010 tiukimpien Energy Star -energiansäilytysvaatimusten mukaisia arvoja pöytäasemille ja kannettaville. Vaikka kannettavat tietokoneet ovat huomattavasti energiatehokkaampia, kuvasta on nähtävissä, että myös virranhallintaominaisuuksilla on merkitystä. Niitä kannattaa siis käyttää.

Työasematyyppi	Päällä	Lepotila	Horrostila	Pois päältä
Pöytätyöasema	55 W	2,5 W	1,2 W	1,2 W
Kannettava	13 W	1,3 W	0,7 W	0,7 W

Kuva 2. Kannettavan ja pöytäaseman vertailussa myös virranhallintaominaisuudet eroavat toisistaan (Motiva 2010).

Motivan (2010) mukaan tietotekniikan osalta ratkaisevia keinoja energian säästöön ovat energiatehokkaat laitteet, virranhallinta-asetusten tehokas käyttäminen ja laitteiden sammuttaminen, kun niitä ei käytetä. Näiden toimien lisäksi tulisi seurata, toteutuvatko toimenpiteet. Käyttäjien ja it-osaston työntekijöiden tulee tehdä yhteistyötä toimenpiteiden toteutumiseksi. Työasemien energiatehokkuusmerkinnöissä on käytössä alun perin yhdysvaltalainen Energy Star -merkintä tai ruotsalaisperäinen TCO-merkintä, joita voi käyttää tukena hankinnoissa. (Motiva 2010.)

**Taukotilojen** osalta laskuihin otettiin kuluttaviksi laitteiksi kahvinkeitin, vedenkeitin, mikrot, jääkaapit ja pakastimet, astianpesukoneet sekä työvaatteiden pesuun käytettävä pyykinpesukone. Pyykinpesussa on käytetty ohjearvoa 60°:n pesusta, koska sillä pestään erityisesti hyvin likaisia työvaatteita. Taulukossa 5 näkyy taukotiloissa käytettyjen laitteiden laskeminen.

Taulukko 6. Taukotilojen toimintojen sähkönkulutus vuositasolla laskettuna.

<b>TAUKOTILAT</b>	lkm	kulutus, kWh/vrk	kulutus, kWh/vko	kulutus, kWh/ vuosi
jääkaapit ja pakastimet	4	2,5	17,5	910
kahvinkeitin	3	3,4	17	850
vedenkeitin	1	0,25	1,25	62,5
mikroaaltouunit	2	0,5	2,5	125
astianpesukoneet	2	2	10	500
pyykinpesukone	1		1,3	65
<b>yhteensä</b>				<b>2 512,5</b>

Taukotilojen toimintoihin liittyvän kulutuksen laskettiin olevan vuositasolla 2512,5 kWh. Tässä vähennysmahdollisuudeksi voisi lähinnä harkita usein tyhjillään olevan toimistorakennuksen toisen jääkaapin tarpeellisuutta. Vuositasolla sen kulutus on laskennallisesti 182 kWh.

#### 4.5 Valaistus

**Vastaanottorakennuksen** valaisimet on laskettu sähköpiirustuksista. Vastaanottorakennuksessa on 2x58 W loisteputkivalaisimia 44 kpl Ex-suojauksella, yksi tavallinen 2x58W:n loisteputkivalaisin ja 9 kpl 80 W:n

suurpainenatriumlamppua. Ulkokatoksessa on 8 kpl 250 W:n suurpainenatriumlamppuja. Kaikki suurpainenatriumlamput laskettiin saksi ulkovalaistusta. Vastaanottorakennus on avoinna 26 h viikossa lukuun ottamatta pyhäpäiviä. Se toimii vuoden ympäri. Taulukossa 6 näkyy vastaanottorakennuksen valaistus ja sen käyttöön liittyvät tulokset. Liitteessä 1 on tarkempia yksittäisiä laskuja.

**Toimistorakennuksen** sisällä oleva valaistus arvioitiin olevan keskimääräisesti käytössä 4 h vuorokaudessa, viitenä päivänä viikossa ja 50 viikkoa vuodessa. Talviaikaan valaistus on päällä pidempäänkin, mutta arviossa on huomioitu kesäaika ja lomat, joten niille huomioitiin 4 h:n keskimääräinen käyttöaika. Toimistorakennuksen sosiaaliosa on osittain myös vaaka- ja vastaanottohenkilökunnan käytössä toimistoajan ulkopuolella, joten siitä arvioitu lisä on laskettu erikseen. Kulutustiedot toimistorakennuksen valaistuksesta näkyvät taulukossa 6.

**Vaakarakennuksen** valaistukseen laskettiin piirustusten perusteella loistelamput, joiden voi olettaa olevan aktiivisessa käytössä päällä aukioloaikoina. Rakennuksessa on 4 kpl 2x58 W:n loisteputkivalaisimia, 17 kpl 40W:n pienisloistelamppuja ja 2 kpl 2x9 W:n pienisloistelamppua, 2 kpl 1x58 W:n loistelamppuja, 2 kpl 18 W:n loistelamppua. Tulokset näkyvät taulukossa 6. Lisäksi rakennuksessa on 9 kpl 250 W:n suurpainenatriumlamppua, jotka laskettiin ulkovalaistukseen.

Taulukko 7. Vaaka-, toimisto-, sosiaali- ja vastaanottorakennuksen sähkönkulutus yhteensä

<b>Toimistorakennuksen, vaakarakennuksen ja vastaanottorakennuksen sisävalaistus</b>	kulutus kWh/vuosi
Vaakarakennus	2596,672
Toimistorakennus	13414
Lisä, sosiaalirakennus	5340,816
Vastaanottorakennus	7057,44
<b>yhteensä</b>	<b>28408,928</b>

**Ulkovalaistukseen** laskettiin piirustusten perusteella kuuluvan 109 kpl 250 W:n suurpainenatriumlamppuja. Kaikessa ulkovalaistuksessa on käytetty valaistusolosuhteiden kirkkauden perusteella toimivaa säätöohjausta. Valoisuuden mennessä alle 600 luxin, valaistus kytkeytyy automaattisesti päälle. Ulkovalaistuksen arviointia (taulukko 7) varten käytettiin päivän

pituutta, vaikkakin Suomessa on melko pitkät hämäräajat. Päivän pituuden perusteella laskettiin, että pimeää aikaa olisi vuorokaudesta keskimäärin 11,5 tuntia.

Taulukko 8. Ulkovalaistuksen kulutusarvio.

**Ulkovalaistus**

suurpainenatriumlamppu, teho W	250	80
lkm	117	9
kulutus W/h:ssa yhteensä	29 250	720
h/ vrk:ssa	11,5	11,5
kulutus vrk:ssa, kWh	336,4	8 280
käyttötunnit vuodessa, arvio h	4 197,5	4 197,5
<b>kulutus yhteensä vuodessa, kWh</b>	<b>122 776,875</b>	<b>3 022,2</b>
kaikki yhteensä vuodessa, kWh	<b>125 799,075</b>	

Ulkovalaistuksen laskennallinen kulutus oli yhteensä 125 799,1 kWh.

Kokonaissähkönkulutuksesta se vie siten lähes 16 %:n siivun. Uudemmissa valaisimilla saadaan katu- ja ulkovalaisinten sähkönkulutusta vähennettyä.

Walkian (s.a.) mukaan katuvalojen kulutuksessa voidaan säästää keskimäärin 70 % uusia led-valoja käyttämällä. Taulukossa 8 on vertailuna sähkönkulutuksen osalta vanhoilla suurpainenatriumlampuilla ja uudella led-valaistuksella.

Taulukko 9. Vertailu kulutuksesta energiaa säästävämpään valaisimeen vaihdettuna.

<b>Vertailu</b>	kWh	hinta vuodessa, €
kulutus vanhalla lampulla	125 799,075	6 503,81
uudella lampulla	37 739,7225	1 951,144
<b>säästö</b>	<b>88 059,3525</b>	<b>4 552,67</b>

Suurin osa energiankulutuksesta voidaan vähentää uudentyyppisillä lampuilla ja valaisimilla. Valaistuksen energiatehokkuutta on mahdollista parantaa myös käyttämällä erilaisia automaattiohjauksia. Vaihtoehtoja ohjaukselle ovat hämäräkytkin, läsnäolotunnistimet tai kellokytkin. Toimistorakennuksen sisävalaistusta voisi ohjata läsnäolotunnistimilla käyttäjien mukaan, jolloin valot olisivat päällä ainoastaan siellä, missä käyttäjät kulkevat. Kun tilassa ei



ole käyttäjä, siellä ei olisi myöskään sähköä kuluttavaa valaistusta. Uusimpien tutkimusten mukaan myöskään toimistossa oleva ihanteellinen valomäärä ei tarvitse välttämättä olla maksimaalinen. Myös himmennettävä valaistus voi olla järkevä ja sellainen on toteutettavissa jopa ulkovalaistuksessa.

#### 4.6 Muu sähkönkulutus

Muu sähkönkulutus jää sisällöltään tarkemmin erottelematta. Siihen kuuluu erilaisia toimintoja, kuten alueen ilmanvaihtoon ja sen erilaisiin laitteisiin kuluva sähkö, erilaiset puhaltimet ja jäähdyttimet, hälytysjärjestelmät, ovikoneistot, merkkivalaisimia, mahdollinen saunan käyttö, liikennevalot sekä jonkin verran sähköisiä lattialämmityksiä ja urakoitsijoiden koneiden lämmitystä. Alueella on useita rakennuksia ja muita sähköä kuluttavia kohteita, joiden tarkempi erittely olisi mittareiden avulla mahdollista. Muulle sähkönkulutukselle saatiin tuloksena jäljelle jäävä sähkön käytön osuus, joka oli 118 921,54 kWh tutkimusajankohtana (taulukko 10).

Taulukko 10. Muu sähkönkulutus jäljelle jäävänä osuutena kokonaiskulutuksesta.

##### Yhteenveto sähkönkulutuksen jakautumisesta

	kWh
Vaakojen sulanapito	236 330,9
Kaasulaitos ja -pumppu	149 346,0
Ulkovalaistus	125 799,1
Toimistolaitteet	85 775,8
Veden puhdistus	34 418,6
Räystäiden sulanapito	17 302,2
Valaistus	28 408,9
Taukotilat	2 512,5
Eritelty sähkönkulutus yhteensä, kWh	<b>679 894,0</b>
Muu sähkönkulutus	<b>118 921,5</b>
<b>Yhteensä</b>	<b>798 815,5</b>

Muun sähkönkulutuksen osuudeksi kokonaissähkönkulutuksesta on lähes 15 %.

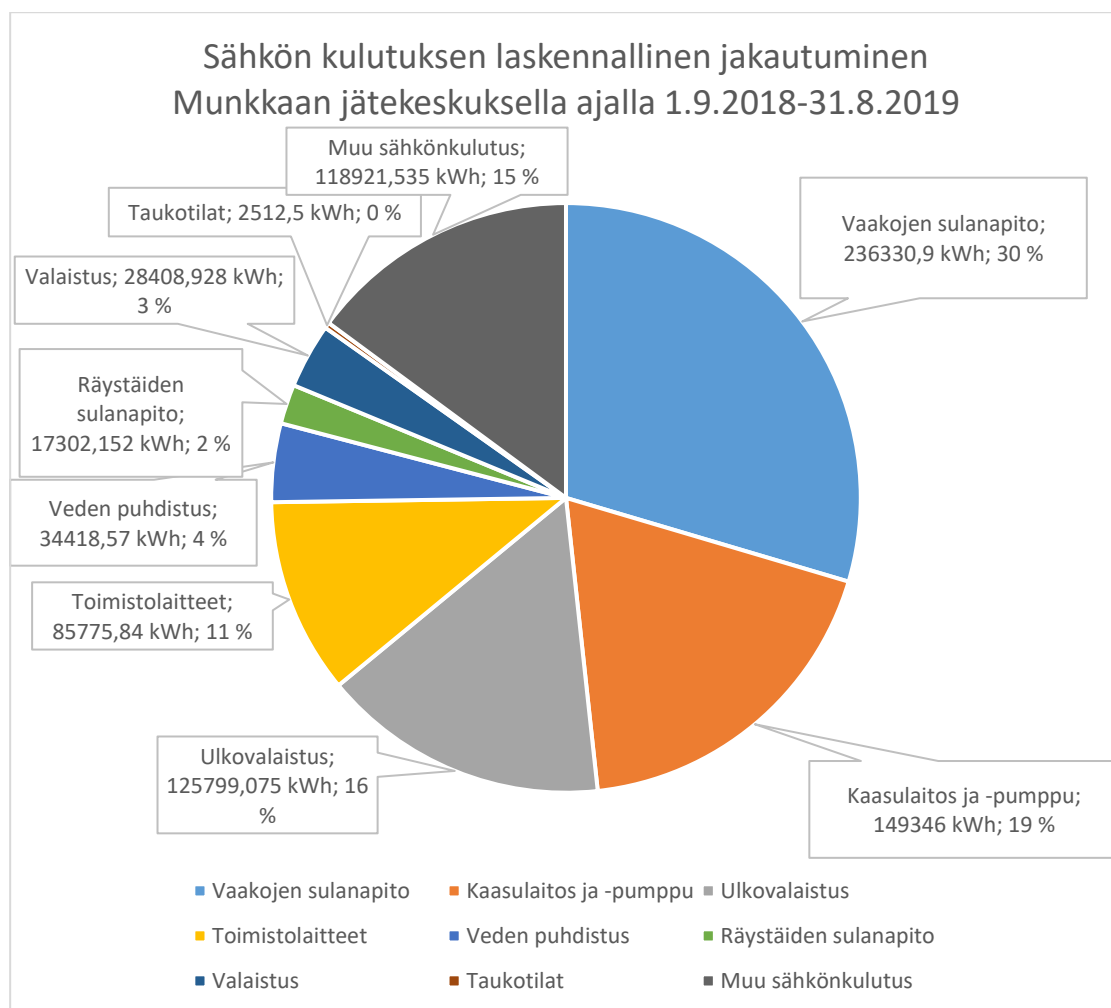
#### 4.7 Sähkön kulutuksen laskennallisen jakautumisen kokonaistarkastelu Munkkaan jätekeskuksella

Ostosähköä kulutettiin Munkkaalla 1.9.2018-31.8.2019 välisenä aikana 709 458,8 kWh. Kaasulla tuotettua sähköä käytettiin 89 356,70 kWh.

Yhteensä sähkön kokonaisenergiankulutus kyseisenä aikana oli siis 798 815,5 kWh.

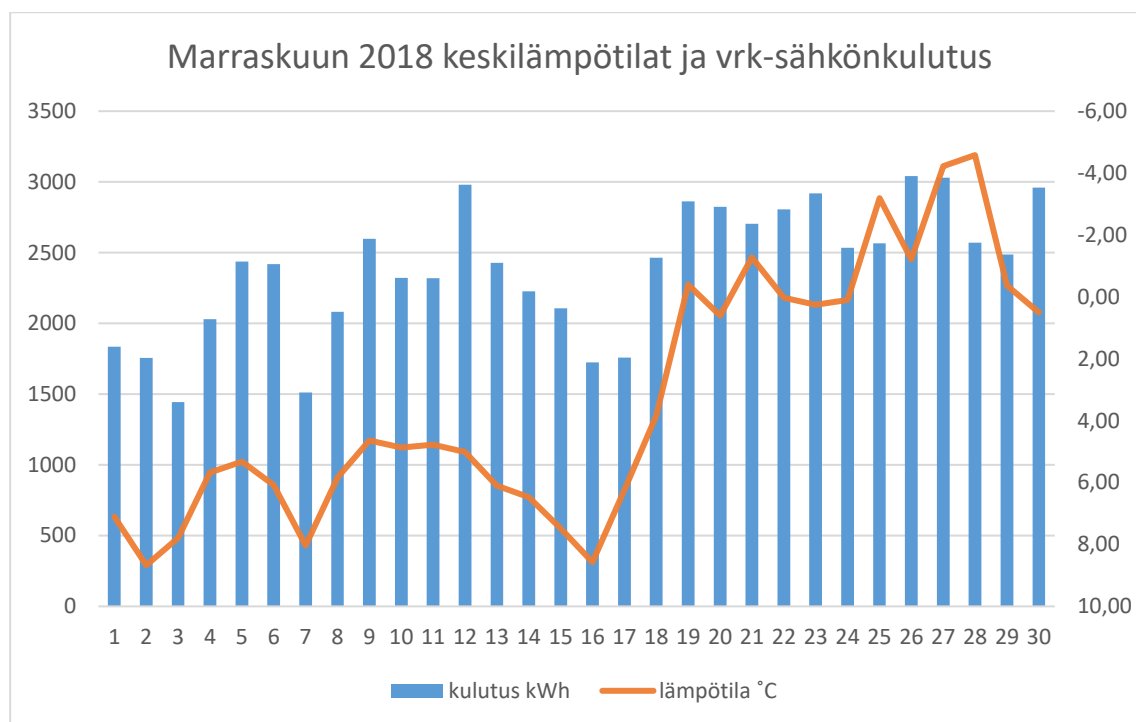
Tuloksena saatiin arvioituja, laskennallisesti tuotettuja osuuksia sähkönkulutusjakaumasta. Ne voivat poiketa todellisesta kulutuksesta, joten olisikin tärkeää saada eriteltyä mittareilla eri kohteiden kulutusta, jotta arvio olisi mahdollisimman lähellä todellisuutta. Taulukosta 11 on nähtävillä, että suurin yksittäinen sähköä kuluttava tekijä on vaakojen sulanapitolämmitys. Sen osuus koko sähkönkulutuksesta on lähes kolmannes, noin 30%. Lähes viidesosa kulutuksesta menee kaasulaitoksen ja kaasupumpun kulutukseen, sen ollessa jakauman toiseksi suurin 19 %:n osuudella. Kaasun pumppaaminen jätetäytöistä on kuitenkin kasvihuonekaasujen vähentämisen kannalta välttämätöntä. Kolmanneksi suurimman osuuden vie ulkovalaistus. Sen osuus on yli kuudenneksen eli 15,7 %. Sen osalta on järkevää harkita valaistuksen uusimista vähintään siinä kohtaa, kun valaisimet alkavat olla käyttöikänsä päässä. Huoltovapaa led-valaistus säästää paitsi energiaa ja on energiatehokkaampi, se tuo säästöä myös huoltokustannuksissa. Toimistolaitteiden kulutus oli hiukan yli kymmenesosan, 10,7 %. Toimistolaitteiden kulutukseen on mahdollista tarkistuksin ja työskentelytavoin vaikuttaa. Työntekijöiden taukotiilojen kulutus jää yksilöidyistä osuuksista pienimmäksi 0,3 %:iin, joten työn tauotus ja siitä saatavan hyvinvoinnin ja työtehon ylläpidon voi todeta olevan kokonaisuudessa suotavaa ja kustannustehokasta. Taukotiiloista havaittu säästö jää niin minimaaliseksi, ettei sen toteuttaminen ole järkevää, mikäli harvoin käytettävälle jääkaapille on käyttöä edes silloin tällöin.

Taulukko 11. Sähkönkulutuksen laskennallinen jakautuminen Munkkaan jätekeskuksella 1.9.18-31.8.19 välisenä aikana.



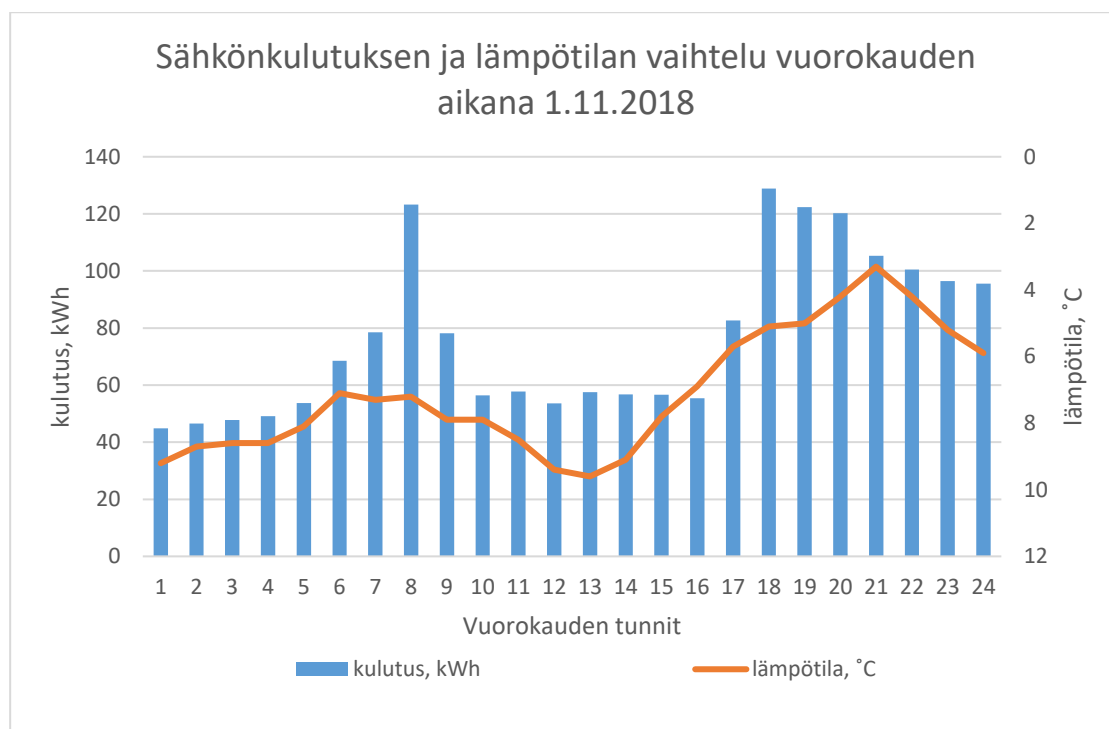
Taulukossa 12 on tarkasteltu marraskuun 2018 osalta lämpötilan ja sähkönkulutuksen yhtenäisyyttä, kun lämpötila on ilmoitettu käänteisessä järjestyksessä. Lämpötilan laskiessa, sähkönkulutus selkeästi lisääntyy samassa tahdissa.

Taulukko 12. Marraskuun keskilämpötilojen ja päivittäisten sähkönkulutusten yhtenäisyyden vertailu taulukossa.



Lyhyemmällä aikavälillä vuorokauden tuntiseurannassa on havaittavissa saman suuntainen yhtenäinen vaihtelu lämpötilan ja sähkönkulutuksen suhteen (taulukko 13). Lämpötilan lisäksi piikkinä näkyy klo 8 aamulla nousut sähkönkulutus, kun suurin osa työntekijöistä on aloittanut työpäivänsä ja jätekeskuksen toiminta on käynnistynyt. Jätekeskuksen vastaanotto aukeaa klo 7 ja toimistotyöntekijöistä suurin osa aloittaa päivänsä liukuvasti klo 8 aikoihin.

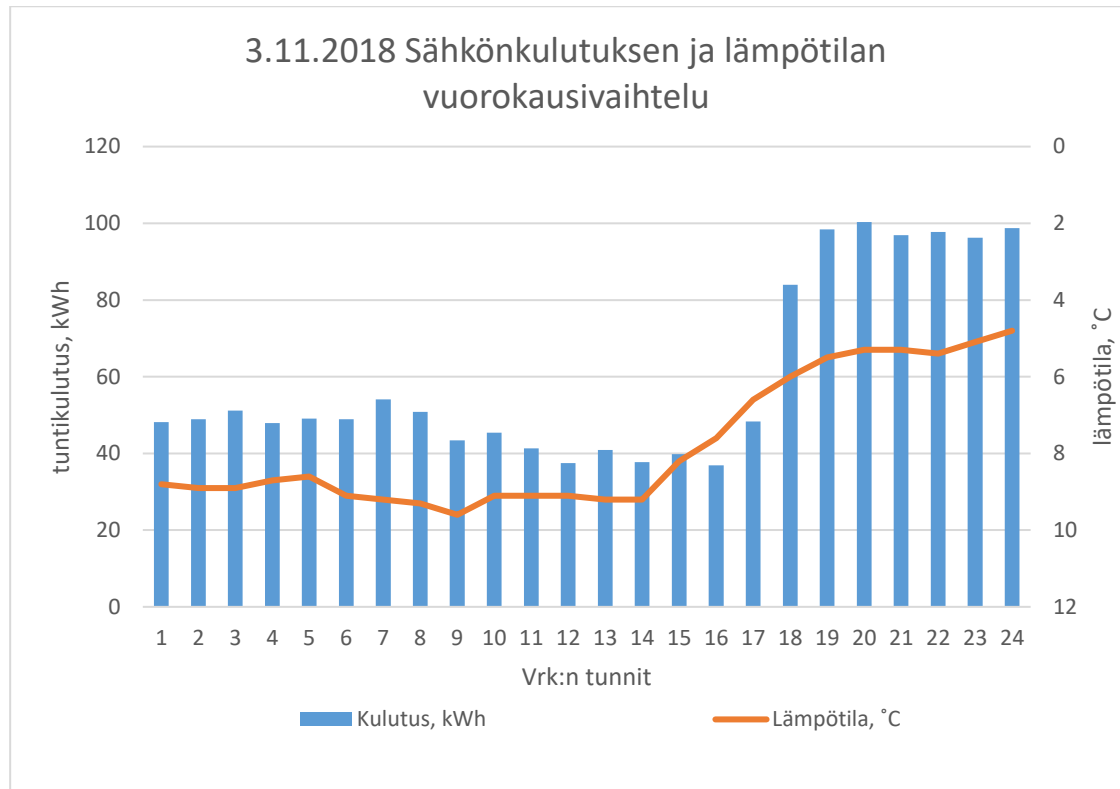
Taulukko 13. Vuorokauden aikainen vaihtelu sähkökulutuksessa ja lämpötilassa torstaina 1.11.2018.



Taulukosta voi iltaa kohden havaita sähkökulutuksen nousevan lämpötilan laskettua. Lämpötilan alittaessa vaakalämmitykseen vaikuttavan 7 °C, sähkökulutuksessa näkyy selkeä noususuunta klo 17 alkaen. Sähkökulutuksen osalta näkyy myös laskua lämpötilan kääntyessä nousuun.

Lauantaina 3.11.2018 toimiston ja vaakarakennuksen ollessa suljettuna ei tullut esille niin selvää nousua aamun kulutuksessa kuin taulukossa 13 oli havaittavissa. Enemmän merkitystä oli havaittavissa lämpötilavaihteluilla. Lämpötilan laskettua iltaa kohden sähkökulutuksen nousu alkoi pian ajallisesti perässä, jonka voi havaita taulukossa 14. Lämpötilan laskettua klo 15 aikaan, sähkökulutus on lähtenyt nousuun klo 16 jälkeen. Kulutus jatkui yöaikana, jolloin jätekeskus on ollut suljettuna. Tuntidatan perusteella on mahdollista selvittää kulutusta sellaisinakin aikoina, kun jätekeskus on suljettu.

Taulukko 14. Sähkönkulutuksen ja lämpötilojen tuntitilastot näkyvät samassa taulukossa. Kun lämpötila on esitetty käänteisesti akselillaan, voidaan nähdä sähkönkulutuksen seuraavan sitä.



Lämpötilan ja sähkönkulutuksen yhteistaulukoista näkee, että lämpötilalla on yhteys sähkönkulutuksessa. Tässä kohdin lämpötila on ollut vaakalämmityksen kannalta lämmitettävässä kohdassa. Lämmitys itsessään toteutetaan pääasiassa kaatopaikkakaasun eikä sähkölämmityksen avulla.

#### 4.8 Sähkön kulutuksen vähennysmahdollisuuksien kokonaistarkastelu

Taulukossa 11 kuvatusta sähkön käytön osuuksista Munkkaan jätekeskuksella selviää yksittäisten kulutuskohteiden suhteet. Suurimmaksi yksittäiseksi tekijäksi nousi vaakasiltojen ja -luiskien lämmitys, johon pystyttiin säädöillä vaikuttamaan.

Joidenkin sähköä kuluttavien laitteiden todettiin liittyvän keskuksen aukioloaikoihin ja työntekijöiden läsnäolon vaikuttavan sähkönkulutukseen. Tällaisia ovat sisävalaistukset, toimistolaitteiden, kuten tietokoneiden ja näyttöjen käyttö, sekä astianpesukoneet ja kahvinkeitin. Nämä ovat sellaisia, joihin voidaan helpommin vaikuttaa. Pienillä investointikustannuksilla voidaan lisätä energiatehokkuutta. Valaistukseen voidaan liittää älyohjausta, jonka

avulla sen käyttö rajoittuu ainoastaan tarpeeseen, kun ihmisiä kulkee paikalla. Tietotekniikan osalta uudempien energiatehokkaiden laitteiden käyttö säästää energiaa. Myös laitteiden oikeanlainen käyttö sammuttamalla ne silloin, kun niitä ei käytetä, vaikuttaa.

Vaakasiltojen ja -luiskien sekä rännien sulanapidon kulutus riippui ulkolämpötilasta. Niiden kohdalla voidaan oikeanlaisilla säädöillä ja tarkistuksilla vaikuttaa kulutukseen ja saada aikaan säästöä, joka ei vaadi investointeja. Ulkovalaistus on riippuvainen lux-arvoista. Niiden kohdalla myös toimintojen tarkistus, tarpeenmukainen käyttö ja tarvittaessa säätäminen voivat tuoda säästöä energian kulutukseen.

Palvelimet kuluttavat jatkuvana sähköä. Sähköä kuluttaa itse palvelinten lisäksi myös niiden jäähtytys, jotta lämpötila pysyy sopivana. Niiden kohdalla on hyvä kiinnittää huomiota siihen, ettei tilassa ole muita jäähdytystä tarvitsevia laitteita, jotka lämmittäisivät tilaa. Ulkoilmaa ja yölämpötiloja hyödyntämällä voi luonnollisesti saada viilennystä. Virtuaali- tai pilvipalveluilla voi olla mahdollista saada yhteiskäyttöön liittyviä hyötyjä. (Vattenfall 2020.)

Helpohkoja säästökohteita on vedetty yhteen taulukossa 15. Yhteensä mahdollisista säästöistä kertyisi lähes 133 MWh:n sähkön kulutuksen säästöpotentiaali, joka olisi tutkimusajankohdan kokonaissähköenergian kulutuksesta 16,6 %. Esimerkkivuoden hinnalla säästöä tulisi yhteensä taloudellisesti 6874 €. Suurimmaksi sähköenergian säästäjäksi osoittautuu valaistus, jossa säästö uusilla led-lampuilla olisi yli 88 000 kWh vuodessa. Toinen pelkillä säädöillä saavutettava säästöpotentiaali löytyy vaakasiltojen sulanapidosta, josta on mahdollista säästää yli 37 000 kWh vuodessa eli 4,6 % kokonaiskulutuksesta.

Taulukko 15. Sähkön kulutukseen liittyviä säästömahdollisuuksia.

	energia säästö, kWh	säästö € (0,0517 c/kWh)
<b>Sähköenergian säästömahdollisuudet</b>		
Vaakojen sulanapito, säätäminen	37 065,6	
Ulkovalaistus, led-lampuilla	88 059,3525	
Taukotilat, tarpeeton kulutus	182	
Räystäiden sulanapito, vaihtoehtoinen	4 301,64	
Tstorak.valaistus -25%, automaattiohjauksella	3 353,5	

säästö yhteensä

132 962,0925

6 874,14

## 5 YHTEENVETO

Työssä saatiin yksilöityä Munkkaan jätekeskuksella useampia sähköä kuluttavia toimintoja. Suurin yksittäinen kuluttaja oli vaakasiltojen ja -luiskien lämmitys, joiden osuus oli 236 330,9 kWh eli 30% kokonaiskulutuksesta. Toiseksi suurimmaksi kuluttajaksi ilmeni kaasulaitoksen ja -pumpun kulutus, joiden osuus oli 149 346 kWh eli 19 % kokonaiskulutuksesta. Ulkovalaistukseen kului laskennallisesti 125 799,1 kWh eli 16 % tutkimusajankohdan kokonaiskulutuksesta.

Yksinkertaisilla toimenpiteillä on mahdollista saada säästöä. Suurimmaksi sähköenergian säästäjäksi osoittautui ulkovalaistuksen vaihtaminen LED-valaistukseen, joka toisi laskennallista säästöä 88 059,4 kWh. Toisena oli vaakalämmityksen säätäminen, jolla on mahdollista säästää 37 065,6 kWh. Näiden monistaminen muille jäteasemille ja -keskuksille mahdollistaa yhtiölle suuremman säästön. Kolmanneksi suurin säästö tulisi räystäiden sulanapidon säädöllä eli 4 301,6 kWh. Yhteensä näillä saavuttaisi esimerkivuonna 129 426,6 kWh:n säästön, joka tarkoittaa kokonaisenergiankulutuksesta 16,2 %:n säästöä. Energiatehokkuuden johtamisella ja suunnitelmallisilla investoinneilla voitaisi tehdä järjestelmällistä työtä vähennystavoitteiden asettamiseksi ja saavuttamiseksi. Konkreettisenä toimenpiteenä mittareiden avulla voitaisi vähennyskohteita selvittää tarkemmin.

Kokonaisvaltaisen energiakatselmuksen avulla energian käyttöä voitaisi tehostaa ja samalla saataisi tarkempia laskelmia ja investointitarpeiden kuvauksia. Motivan ohjeistuksen mukaisesti toteutettava energiakatselmus toisi hyötyä siten, että sen avulla samalla tavoin toteutettuja katselmuksia voitaisi verrata omaan käyttöön. Aikaisempia tutkimuksia tämänkaltaisen toimintaympäristön sähkönkulutuksesta ei löytynyt. Osa-alueisiin jakaminen ja tietojen vertaaminen aiempaan tietoon olisi edellyttänyt kulutustietoja pienemmistä kokonaisuuksista.



Sähkön kulutuksen tarkastelulla on merkitystä Rosk´n Rollin kasvihuonekaasupäästöjen hallinnassa, jotta on mahdollista vähentää energian käyttöä ja sitä kautta hillitä kasvihuonekaasujen lisääntymistä. Vähentäminen on toteutettavissa tunnistamalla sitä kuluttavat kohteet, sekä tarvittaessa säätämällä niitä ja suunnittelemalla eli hallitsemalla energiankulutusta. Energian käytön vähentäminen on ensisijainen toimenpide Euroopan unionin energiatehokkuusdirektiivissä ja Suomen energiapolitiikassa.

## LÄHTEET

Energiatehokkuussopimukset. 2019. Tulokset. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sopimustulokset.fi/tulokset/elinkeinoelaman-energiatehokkuussopimus/toimenpideohjelmien-tulokset/> [viitattu 17.8.2021.]

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/2002 energiatehokkuudesta annetun direktiivin 2012/27/EU muuttamisesta 11.12.2018/2002.

Energiatehokkuuslaki 30.12.2014/ 1429.

Liity vastuullisten energiankäyttäjien joukkoon. s.a. Energiatehokkuussopimukset. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/liity-sopimukseen/> [viitattu 17.8.2021.]

Makkonen, M. 2019. Kasvihuonekaasujen päästötilinpito. Rosk´n Roll oy hallituseminaari 25.10.2019. Yhtiön sisäiset tiedostot. PP-esitys. [viitattu 5.3.2020].

Mittaukset kertovat ilmaston muuttuvan. s.a. Ilmasto-opas- sivusto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/60d35ca2-9874-406e-bb9f-608e5b60746d/mittaukset-kertovat-ilmaston-muuttuvan.html> [viitattu 5.3.2020].

Motiva. 2010. Selvitys tietotekniikkaympäristön sähkönsäästämahdollisuuksista. WWW-dokumentti. Saatavissa: [www.motiva.fi](http://www.motiva.fi) [viitattu 5.8.2021].

Motiva. 2012. Kiinteistön energiatehokkaat sähkötekniset ratkaisut. Opas palvelukiinteistön rakennuttajalle, suunnittelijalle ja käyttäjälle. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/files/7974/Kiinteiston\\_energiatehokkaat\\_sahkotekniset\\_ratkaisut.pdf](https://www.motiva.fi/files/7974/Kiinteiston_energiatehokkaat_sahkotekniset_ratkaisut.pdf) [viitattu 13.9.2021.]

Motiva. Päivitetty viimeksi 2.8.2018. Kiinteistön energiankäyttö. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/kiinteiston\\_energian\\_kaytto](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energian kaytto) [luettu 17.4.2020.]

Motiva. 2018. Toimistolaitteet. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/kiinteiston\\_energian\\_kaytto/toimistolaitteet](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energian_kaytto/toimistolaitteet) [viitattu 5.8.2021.]

Motiva.2020. Pakollinen suuren yrityksen energiakatselmus. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/pakollinen\\_suuren\\_yrityksen\\_energiakatselmus](https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/pakollinen_suuren_yrityksen_energiakatselmus) [luettu 17.8.2021.]

Paivyri.fi. s.a. Auringon nousu- ja laskuajat. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.paivyri.fi/index.php?dt=1634763600&ref=6&id=> [viitattu 21.10.2021.]

Pietiläinen, J., Kauppinen, T., Kovanen, K., Nykänen, V., Nyman, M., Paiho, S., Peltonen, J., Pihala, H., Kalema, T. & Keränen, H. 2007. ToVa-käsikirja. Päästöjen vähentäminen Suomessa. s.a. Ilmasto-opas- sivusto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/d88180dc-1fa8-436c-8036-4411ae5ff252/paastojen-vahentaminen-suomessa.html> [viitattu 5.3.2020].

Rakennuksen toimivuuden varmistaminen energiatehokkuuden ja sisäilmaston kannalta. VTT tiedotteita 2413. Espoo 2007. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2413.pdf> [viitattu 21.3.2020.]

Remes, M. 2021. Haastavat energiatehokkuustavoitteet taklattu vapaaehtoisilla sopimuksilla. *Reilua energiaa* 6/2021. Energiaviraston sidosryhmälehti. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://reiluaenergiaa.fi/ilmasto/haastavat-energiatehokkuustavoitteet-taklattu-vapaaehtoisilla-sopimuksilla/> [viitattu 4.10.2021.]

Rosk'n Roll Oy. 2019. Kuntien jätehuoltoa Itä- ja Länsi-Uudellamaalla. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rosknroll.fi/rosknroll/yhti%C3%B6/> [viitattu 22.3.2020.]

Sahiluoma, A. 2016. Energiatehokkuusinvestoinnit suomalaisyrityksissä. Investointien tekemistä edistävät ja estävät tekijät. Helsingin yliopisto. Taloustieteen laitos. Pro gradu- tutkielma. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/163714/Sahiluoma\\_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/163714/Sahiluoma_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y) [viitattu 17.8.2021.]

Sarlin. 2020. Kaatopaikkakaasulaitoksen toimintaraportti vuodelta 2019. Rosk'n Roll Oy Ab. Yhtiön sisäinen pdf-tiedosto. [viitattu 23.3.2020].

Sopimusten tulokset yhteensä. s.a. Energiatehokkuussopimukset. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/tulokset/sopimusten-tulokset-yhteensa/> [viitattu 4.10.2021.]

TEM. 2017. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79189/TEMjul\\_4\\_2017\\_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79189/TEMjul_4_2017_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [viitattu 5.3.2020].

TEM. 2019. Energiatehokkuustyöryhmän raportti. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2019:53. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161811> [viitattu 5.3.2020].

TEM. s.a. Energiatehokkuus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tem.fi/energiatehokkuus> [viitattu 5.3.2020].

Tietoa tuloksista. s.a. Energiatehokkuussopimukset- sivusto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/tulokset/tietoa-tuloksista/> [viitattu 1.8.2021.]

Tilastokeskus. 2020. Energian kokonaiskulutus väheni ja uusiutuvan energian kulutus kasvoi prosentin vuonna 2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.stat.fi/til/ehk/2019/ehk\\_2019\\_2020-12-21\\_tie\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/ehk/2019/ehk_2019_2020-12-21_tie_001_fi.html) [viitattu 18.8.2021.]

Tilastokeskus. 2021. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990-2020. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut\\_suominir.html](https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_suominir.html) [viitattu 20.8.2021.]

Vattenfall. 2020. 8 tapaa tehostaa toimiston energiankulutusta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://energyplaza.vattenfall.fi/blogi/8-tapaa-tehostaa-toimiston-energiankulutusta> [viitattu 3.9.2021].

Walkia.s.a.Led katuvalo- tehokas, turvallinen ja ekologinen. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.walkia.fi/blogi/led-katuvalo> [viitattu 3.9.2021].

YM. 2017. Valtioneuvoston selonteko keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmasta vuoteen 2030. Kohti ilmastoviisasta arkea. Ympäristöministeriön raportteja 21/2017. Ympäristöministeriö. Saatavissa pdf-tiedostona: [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80703/YMr\\_21\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80703/YMr_21_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [viitattu 8.3.2020.]

Eri kohteiden kulutuslaskuja.

Vaakasiltujen ja -luiskien kulutuksen laskuja:

Vaakojen ja luiskien lämmityskulutus W/h

**vaakasilta 2 kpl**

á 3 x 13 m, lämmitys koko sillan alueella 300 W/ m<sup>2</sup>

yksi silta 39 m<sup>2</sup>

yhdellä puolella 2 siltaa 78 m<sup>2</sup>

kumpikin puoli yht. 156 m<sup>2</sup>

---

kulutus 300 W/h 156 m<sup>2</sup>

kaikki 4 siltaa yhteensä, kulutus W **46800**

**Luiskat 4 kpl**

Yksi luiska 115 m

lämmityskaapeli 22W/ m

---

Kaikki luiskat 460 m, kulutus W **10120**

Toimistolaitteiden laskuja

<b>Monitoimilaite</b>	
kulutus 1500 W, vrk:ssa	0,75
lepotila 2 W, 6 h vrk:ssa	0,012
valmiustila 44 W, 2 h vrk:ssa	0,088
<b>yhteensä, W/ vrk</b>	<b>0,85</b>

## Valaistuslaskuja:

<b>TOIMISTORAKENNUS</b>					
VALAISIN	LUKUMÄÄRÄ, kpl	KULUTUS, W/h	KÄYTTÖAIKA, h/vkossa	KÄYTTÖAIKA 50 vkoa, h/ vuosi	KULUTUS, kWh/vuosi
2x58 loistelamppu	29	116	4	1000	3364
2x36 loistelamppu	48	72	4	1000	3456
1x36 loistelamppu	77	36	4	1000	2772
1x58 loistelamppu	25	58	4	1000	1450
2x58 loistelamppu	13	116	4	1000	1508
1x36 loistelamppu	12	72	4	1000	864
<b>toimistorakennuksen valaistus yhteensä, kWh/ vuosi</b>					<b>13414</b>

<b>SOSIAALIRAKENNUS</b>				
valaisin	lkm	kulutus- lisä, h/pvä	kulutuslisä, Wh/ pvä	vuosi, 52*6*kulutuslisä
2x58 loistelamppu	15	3	5220	1628,64
2x36 loistelamppu	6	3	1296	404,352
1x36 loistelamppu	16	3	1728	539,136
1x58 loistelamppu	25	3	4350	1357,2
2x58 loistelamppu	13	3	4524	1411,488
<b>yhteensä sosiaaliosan valaistuslisä, kWh/vuosi</b>				<b>5340,816</b>

<b>VASTAANOTTORAKENNUS</b>					
VALAISIN	LUKUMÄÄRÄ, kpl	KULUTUS, W/h	KÄYTTÖAIKA, h/vko	KÄYTTÖAIKA, h/vuosi	KULUTUS, kWh/ vuosi
2X58 loistelamppu	1	116	26	1352	156,832
2X58 loistelamppu Ex- suojaus	44	116	26	1352	6900,608
<b>vastaanottorakennuksen valaistus yhteensä, kWh/ vuosi</b>					<b>7057,44</b>

**VAAKARAKENNUS,  
AKTIIVISESSA  
KÄYTTÖSSÄ:**

VALAISIN	lkm	kulutus, W/h	käyttöaika, h/vko	kulutus, Wh/vko	käyttöaika, h/ vuosi	kulutus, kWh/ vuosi
2x58 loistelamppu	1	116	56	6496	2912	337,792
2x58 loistelamppu	3	116	10	3480	520	180,96
1x40 pienoisloistelamppu	17	40	56	38080	2912	1980,16
2x9 pienoisloistelamppu	2	18	10	360	520	18,72
1x18 loistelamppu	2	18	10	360	520	18,72
1x58 loistelamppu	2	58	10	1160	520	60,32

**vaakarakennuksen  
valaistuksen kulutus  
vuodessa yhteensä,  
kWh**

**2596,672**

**Ulkovalaistus**

suurpainenaatriumlamppu, teho W	250	80
lkm	117	9
kulutus W/h:ssa yhteensä	29250	720
h/ vrk:ssa	11,5	11,5
kulutus vrk:ssa, kWh	336,375	8280
käyttötunnit vuodessa, arvio	4197,5	4197,5
<b>kulutus yhteensä vuodessa, kWh</b>	<b>122776,875</b>	<b>3022,2</b>
kaikki yhteensä vuodessa, kWh	<b>125799,075</b>	





Kuluttavien toimintojen listausta ja yhteenveto jakaumasta.

**Sähköä kuluttavia toimintoja Munkkaan  
jätekeskuksella**

Vaakojen sulanapito
Kaasulaitos ja pumput
Ulkovalaistus
Toimistolaitteet
Veden puhdistus
Räystäiden sulanapito
Valaistus
Taukotilat
Penka-alueiden erilaisia pumppuja
Lämmitysjärjestelmän erilaiset pumput
Erilaiset puhaltimet ja jäähdyttimet
Ilmanvaihto ja siihen liittyvät laitteet
Urakoitsijoiden koneiden lämmitys
Merkkivalaisimet ja mainosvalot
Hälytysjärjestelmät
Sauna
Liikennevalot
Lattialämmitys
Ovikoneistot
Autojen lämmitys

**Yhteenveto sähkönkulutuksen jakautumisesta**

	kWh	% kokonaiskulutuksesta
Vaakojen sulanapito	236330,9	29,59
Kaasulaitos ja -pumppu	149346	18,70
Ulkovalaistus	125799,075	15,75
Toimistolaitteet	85775,84	10,74
Veden puhdistus	34418,57	4,31
Räystäiden sulanapito	17302,152	2,17
Valaistus	28408,928	3,56
Taukotilat	2512,5	0,31
Eritelty sähkönkulutus yhteensä, kWh	<b>679893,965</b>	85,11
Muu sähkönkulutus	<b>118921,535</b>	14,89
Yhteensä	<b>798 815,5</b>	100

Jätekeskusympäristön ja sen toimintojen havainnointi	
Yleiskatsaus yrityksen kasvihuonekaasupäätöihin	4.3.-12.3.20
- materiaalin läpikäyminen	
- keskustelu päästötilinpidon tehneen Marika Makkosen kanssa	
Alueen kiertäminen	5.3.20
Kasvihuonekaasuja aiheuttavien toimintojen listaamista	7.3.20
Sisätilojen kiertämistä	2.4.20
- lamppujen ja valaisimien laskeminen	
- toimistotilojen kiertäminen, toimintojen kirjaaminen	
- tietokoneiden laskeminen	
- keskustelu Sanna Lehtosen kanssa	
Teams- tapaaminen Sanna Lehtosen kanssa	14.4.20
- tarkemmat sähkökuvat käyttöön	
- tarkempia tietoja kaasupumpusta	
Rakennusten ja alueen kiertäminen Jorma Kotilehdon kanssa	17.4.20
- keskustelua teknisistä toiminnoista	
o lämmitysjärjestelmä	
o valaistuksen ohjaus	
o kaasulaitos	
o vesilaitos	
o ilmanvahto	
- pohjapiirustusten läpikäymistä	
→ Havainto siitä, ettei sähköllä erillismittareita	
Keskustelu Johanna Hynysen kanssa alueen toiminnoista	17.4.20
Taulukointia ja niiden tulosten päättelyä	9/20
Sähkökuvien läpikäyntiä	14.4.20-3.5.20
- kuluttavien kohteiden etsiminen	1.-5.10.21