

Pekka Komulainen

**LÄMMÖNTALTEENOTTO HARMAASTA JÄTEVEDESTÄ RITA-AUKION KOH-
TEESSA**

LÄMMÖNTALTEENOTTO HARMAASTA JÄTEVEDESTÄ RITA-AUKION KOHTEESSA

Pekka Komulainen

Opinnäytetyö

Kevät 2017

Energiatekniikan tutkinto-ohjelma

Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Energiatekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t): Pekka Komulainen

Opinnäytetyön nimi: Lämmöntalteenotto harmaasta jätevedestä Rita-aukion kohteessa

Työn ohjaaja: Veli-Matti Mäkelä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2017 Sivumäärä: 29 + 19 liitettä

Wavin-Labko Oy on kehittänyt harmaiden jätevesien lämmöntalteenottosäiliön. Sillä voidaan ottaa talteen jäteveden mukana viemäriin poistuvaa lämpöä. Säiliön läpi virtaavasta jätevedestä otetaan lämpöä talteen lämmönsiirtoputkistolla, jonka kautta apukierto välittää talteen saadun lämmön käyttöveden esilämmitykseen. Tässä seurantatutkimuksessa on selvitetty jäteveden lämmöntalteenottosäiliöllä varustetun kahden asuinkerrostalon, Kiinteistö Oy Rita-aukion lämmöntalteenottosäiliön toimivuutta. Tutkimuksessa selvitettiin seurantatutkimuksella kuukausittain talteen saatu energiamäärä. Lisäksi tutkittiin lämmöntalteenottosäiliön puhdistuslaitteiden toimintaa säätämällä niiden toiminta-aikoja. Tutkimuksessa mitattiin myös lämmöntalteenottosäiliöön tulevan jäteveden lämpötilaa sekä seurattiin lämmöntalteenottosäiliön apukierron nesteen lämpötilaa.

Seurantatutkimuksen aikana kuukausittainen talteen saatu energiamäärä vaihteli 898 kWh:n ja 298 kWh:n välillä. Talteen saatu energiamäärä on huomattavan alhainen. Puhdistuslaitteiden toiminnan testausjaksot suunniteltiin kattamaan erilaisia toiminta-aikayhdistelmiä. Toiminta-aikojen muuttamisella ei havaittu olevan merkittävää vaikutusta lämmöntalteenottosäiliön toimintakykyyn. Lämmöntalteenottosäiliöön tulevan jäteveden lämpötila vaihteli 15 ja 37,5°C:n välillä. Säiliön etuosasta mitatun jäteveden lämpötila oli keskimäärin 24,3 °C. Apukierron nesteen lämpötilaa tutkittiin web-valvomoon tallentuneen datan perusteella. Valitun tarkastelujakson aikana apukierron lämpötila vaihteli 9,5 ja 27,4°C:n välillä. Kuukausittaiset keskimääräiset apukierron nesteen lämpötilat olivat 20,3 - 21,3°C. Säiliöön tulevan jäteveden ja apukierrossa virtaavan nesteen lämpötilaero on hyvin pieni, mikä on omiaan vaikuttamaan alhaiseen talteen saatavaan energiamäärään.

Asiasanat: lämmöntalteenottosäiliö, jätevesi, lämpö

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
SISÄLLYS.....	4
JOHDANTO.....	5
1 LÄMMÖNTALTEENOTTOSÄILIÖ.....	6
1.1 Puhdistuslaitteet.....	10
1.1.1 Putki-ilmastin.....	10
1.1.2 Painehuuhdeluputkisto.....	12
1.1.3 Tyhjennyspumppu.....	13
1.2 Ohjauskeskus.....	13
2 ATMOSCARE-WEB-VALVOMO.....	15
2.1 Web-valvomo-käyttöliittymä.....	15
2.2 Trendityökalu.....	16
3 SEURANTATUTKIMUS.....	19
3.1 Seurantatutkimuksen tuloksia.....	19
3.2 Päivittäiset tuotot.....	20
4 PUHDISTUSLAITTEIDEN TESTAUS.....	22
4.1 Testaussuunnitelma.....	22
4.2 Tutkimustulokset.....	23
4.2.1 Ensimmäinen testausjakso.....	23
4.2.2 Ensimmäinen testausjakson uusinta.....	23
4.2.3 Toinen testausjakso.....	24
5 LÄMPÖILOJEN ANALYSOINTIA.....	26
5.1 Lämmöntalteenottosäiliöön tulevan jäteveden lämpötila.....	26
5.2 Apukierron nesteen lämpötila.....	27
6 YHTEENVETO.....	28
LÄHTEET.....	29

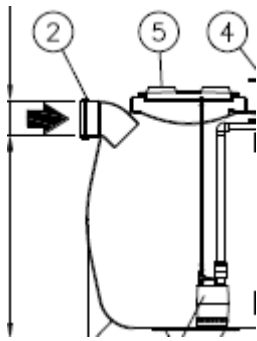
JOHDANTO

Wavin-Labko Oy on kehittänyt harmaan jäteveden lämmöntalteenottosäilön. Sitä käyttämällä on mahdollista saada talteen energiaa, joka muutoin menisi hukkaan jäteveden mukana. Jätevesistä on otettu lämpöä talteen yleensä uimahallien ja muiden suurien kiinteistöjen, kuten suurtalouskeittiöiden harmaista jätevesistä. Kiinteistö Oy Rita-aukio on ensimmäisiä asuinrakennuskohteita, mihin Wavin-Labkon lämmöntalteenottosäiliö on asennettu. Lämmönsiirtimestä saatava jäteveden lämpö käytetään kiinteistön käyttöveden esilämmittämiseen.

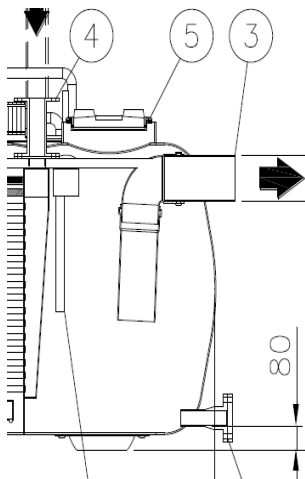
Tutkimuksen tavoitteena on selvittää lämmöntalteenottosäiliöllä talteen saatava energiamäärä sekä tutkia puhdistuslaitteiden toiminta-aikojen vaikutusta lämmöntalteenottosäiliöstä saatavaan energiamäärään. Lisäksi selvitetään lämmöntalteenottosäiliöön tulevan jäteveden lämpötila ja apukierrossa kiertävän nesteen lämpötila. Tulosten pohjalta saadaan tietoa, miten lämmöntalteenottosäiliö toimii ja miten siinä olevat puhdistuslaitteet vaikuttavat lämmöntalteenottosäiliön toimintaan. Tutkimuksen aikana havaitut muutkin toiminnalliset tai rakenteelliset puutteet kirjataan ylös mahdollisten korjaustoimenpiteiden aikaan saamiseksi.

Tutkimuskohde kiinteistö Oy Rita-aukio muodostuu kahdesta samanlaisesta asuin kerrostalosta, jotka sijaitsevat Oulun Ritaharjun asuinalueella. Talot ovat Tarve-asuntojen omistamia vuokrakerrostaloja. Molempien rakennusten 21 asuntoa sijaitsevat yhdessä rappukäytävässä. Kellarikerroksessa sijaitsee varastoja ja muita yhteistiloja sekä muutamia asuinhuoneistoja. Pääosa asuinhuoneistoista sijaitsee kerroksissa 1 - 5. Kiinteistö Oy Rita-aukio on liitetty kaukolämpöön. Lisäksi toisen talon katolle on asennettu aurinkokeräimiä, joita käytetään käyttöveden esilämmitykseen harmaan veden LTO-säiliön kanssa.

Kuvassa 2 harmaa jätevesi tulee säiliöön tuloyhteen (2) kautta. Säiliön etuosassa sijaitsee tyhjennuspumppu. Tyhjennuspumppua sekä säiliön etuosaa voidaan huolttaa huoltokannen (5) kautta. Tyhjennuspumpulla pumpattu jätevesi johdetaan lämmönsiirto-putkiston ohitse säiliön takaosaan. Kuvan 3 mukaisesti jätevesi poistuu lähtöyhteen (3) kautta viemäriin.

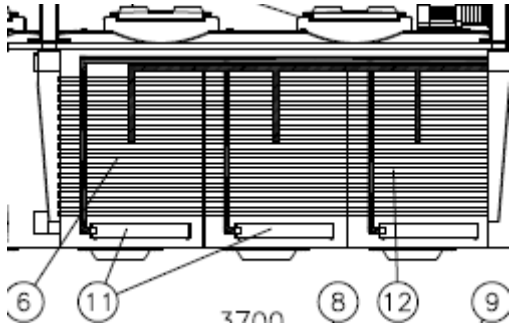


KUVA 2 Säiliön etuosaa (1)



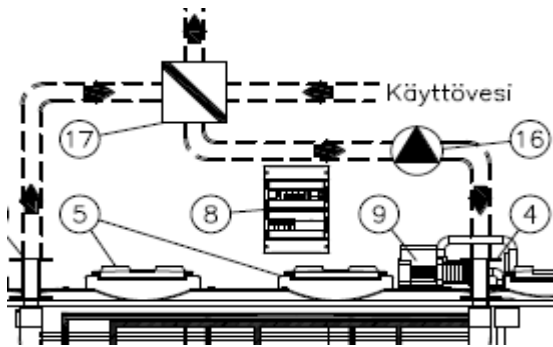
KUVA 3 Säiliön takaosa (1)

Kuvassa 4 jätevesi etenee säiliössä lämmönsiirtoputkiston (6) lävitse. LTO-säiliön lämmönsiirtoputkisto on valmistettu ruostumattomasta teräksestä. Lämmönsiirtoputkisto on pinnoitettu erikoispinnoitteella likaantumisen estämiseksi.



KUVA 4 Lämmönsiirtoputkisto (1)

Lämmöntalteenoton tapahtuessa jätevedestä lämpöä ei määräysten mukaisesti voida suoraan siirtää käyttöveeseen. Epäsuorassa kytkennässä lämmöntalteenottosäiliön lämmönsiirtoputkistossa kiertää nestettä, joka siirtää jätevedestä talteen saadun lämmön käyttöveden esilämmittämiseen käytettävään lämmönsiirtimeen. Kuvassa 5 on esitetty epäsuoran kytkennän periaatekuva.



KUVA 5 Epäsuoran kytkennän periaatekuva (1)

Kuvissa 6 ja 7 on tässä työssä tarkastellussa kohteessa käytössä olleet epäsuoran kytkennän kiertopumppu sekä käyttöveden esilämmitykseen käytettävä lämmönsiirrin. Kiertopumppu kierrättää lämmönsiirtonestettä LTO-säiliön lämmönsiirtoputkiston ja käyttöveden esilämmityksen lämmönsiirtimen välillä. Kiertopumpulla saadaan epäsuoran kytkennän nesteen virtaus säädettyä halutun suuruiseksi.



KUVA 6 Kiertopumppu



KUVA 7 Käyttöveden esilämmityksen lämmönsiirrin

1.1 Puhdistuslaitteet

Jotta lämmöntalteenottosäiliö toimisi mahdollisimman tehokkaasti, on säiliöön asennettu kolmenlaisia puhdistuslaitteita, jotka estävät ja hidastavat lämmönsiirtoputkiston likaantumista. Puhdistuslaitteet ovat putki-ilmastin, painehuuhteluputkisto sekä tyhjennyspumppu. Kuvassa 8 on nähtävissä ilmastinputkien ja painehuuhteluputkien sijainti.



KUVA 8 Ilmastinputket ja painehuuhteluputket lämmönsiirtoputkistossa

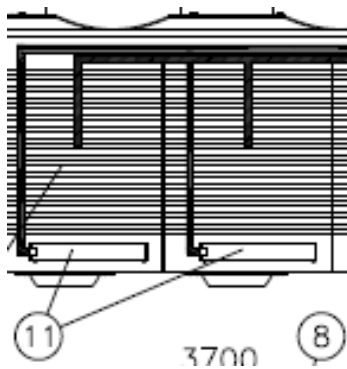
1.1.1 Putki-ilmastin

Putki-ilmastin koostuu pumpusta ja putkistosta sekä kolmesta putkiston päässä sijaitsevasta putki-ilmastimesta. Kuvassa 9 on esitetty ilmapumppu. Ilmapumppuna käytetään matalapainekompressorია.



KUVA 9 Ilmapumppu

Putki-ilmastimen toimintaperiaatteena on ilmanpaineen vaikutuksella irrottaa lämmönsiirtoputkiston pinnalle tulevaa likaa. Kuvassa 11 nähtävät putki-ilmastimet (11) sijaitsevat kuvan 10 mukaisesti lämmönsiirtoputkiston alapuolella. Putki-ilmastimen toimintaa ohjataan ohjauskeskuksen välityksellä.



KUVA 10 Putki-ilmastimien sijainti (1)



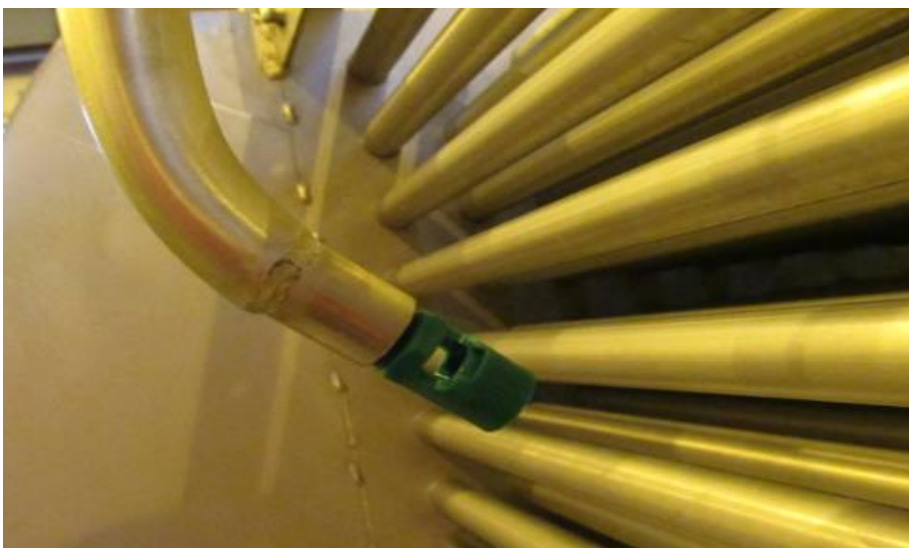
KUVA 11 Putki-ilmastin

1.1.2 Painehuuhteluputkisto

Painehuuhteluputkisto koostuu kuvien 12 ja 13 mukaisista pumpusta ja putkistosta. Putkiston päässä on kuvassa 13 nähtävät erikoissuuttimet. Painehuuhteluputkiston toimintaperiaatteena on huuhdella suurella paineella vastavirtaan lämmöntalteenottoputkistoa. Painehuuhteluputkiston toimintaa ohjataan ohjauskeskuksen välityksellä.



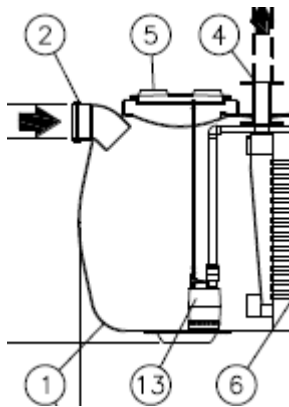
KUVA 10 Painehuuhtelupumppu



KUVA 11 Painehuuhteluputkiston erikoissuutin

1.1.3 Tyhjennyspumppu

Kuvassa 14 tyhjennyspumppu (13) sijaitsee lämmöntalteenottosäiliön etuosassa. Pumpua käytetään säiliön huollon yhteydessä säiliön tyhjentämiseen sekä puhdistuslaitteena jäteveden muodostuneen kiintoaineksen poistoon säiliön etuosasta. Kiintoaineksen poistetaan ohjauskeskuksen ohjauksen mukaisesti. Tyhjennyspumppu pumppaa jäteveden kuvan 14 mukaisesti lämmöntalteenottoputkiston ohitse vedettyä putkea pitkin säiliön takaosaan, josta jätevesi jatkaa matkaa säiliön jälkeiseen viemäriin.



KUVA 12 Tyhjennyspumppu (1)

1.2 Ohjauskeskus

Kuvassa 15 olevalla lämmöntalteenottosäiliön ohjauskeskuksella voidaan asettaa erilaisia toimintakäytöksiä puhdistuslaitteiden toimintaan liittyen. Ohjauskeskuksella ohjattavia toimintoja ovat painehuuhtelu, ilmapumppaus ja poistopumppaus. Ohjauskeskukseen voidaan ohjelmoida eri puhdistustoiminnoille halutut käyttöajankohdat ennalta määriteltyihin aikaikkunoihin, jotka sitten tarpeen mukaan aktivoidaan käyttöön.



KUVA 13 Ohjauskeskus

Perusaikojen lisäksi on ohjauskeskukseen varattu kullekin toiminnolle joitakin reserviajankohtia, jotka myös voidaan tarvittaessa asettaa aktiivisiksi. Oletusarvoina toiminnolle on ohjelmoitu seuraavat kellonajat:

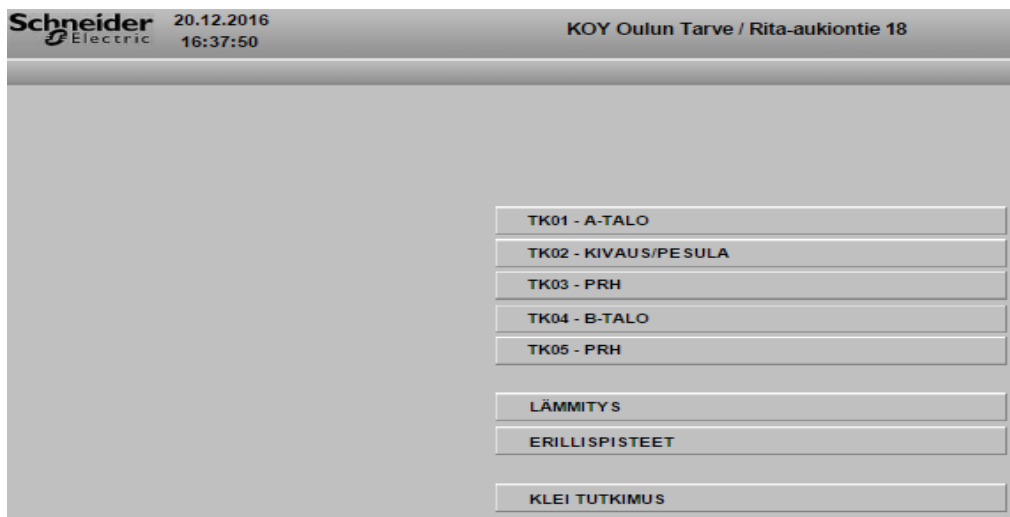
- Painehuuhtelua käytetään päivittäin päällä klo 03.00 viiden minuutin ajan.
- Ilmapumppausta käytetään päivittäin päällä klo 9.00, 12.00 ja 15.00 kunakin ajankohtana minuutin ajan.
- Poistopumppua käytetään maanantaisin klo 16.00 kahden minuutin ajan.

Kiinteistöhuoltajille nähtiin tarpeelliseksi tehdä ohjauskeskuksen toiminnoista pikakäyttöohje. Ohjeessa neuvotaan ohjauskeskuksen manuaalinen käyttö sekä huollon yhteydessä tehtävät toimintojen tarkistukset. Ohjeessa kuvataan kunkin toiminnon käyttö manuaalisesti sekä selitetään, mitä nappia painetaan kutakin toimintoa käytettäessä. Pikakäyttöohjeeseen on yksityiskohtaisesti kuvattu toiminto ja siihen liittyvät painonappi sekä mitä näytössä lukee kunkin toiminnan ollessa aktiivisena. Käyttöohje toimitetaan A4-kokoisena laminoituna tulosteena jo käytössä oleviin lämmöntalteenottosäiliöihin sekä liitetään tulevien toimitusten luovutusasiakirjojen mukaan. Ohjauskeskuksen pikakäyttöohje on liitteenä 1.

2 ATMOSCARE-WEB-VALVOMO

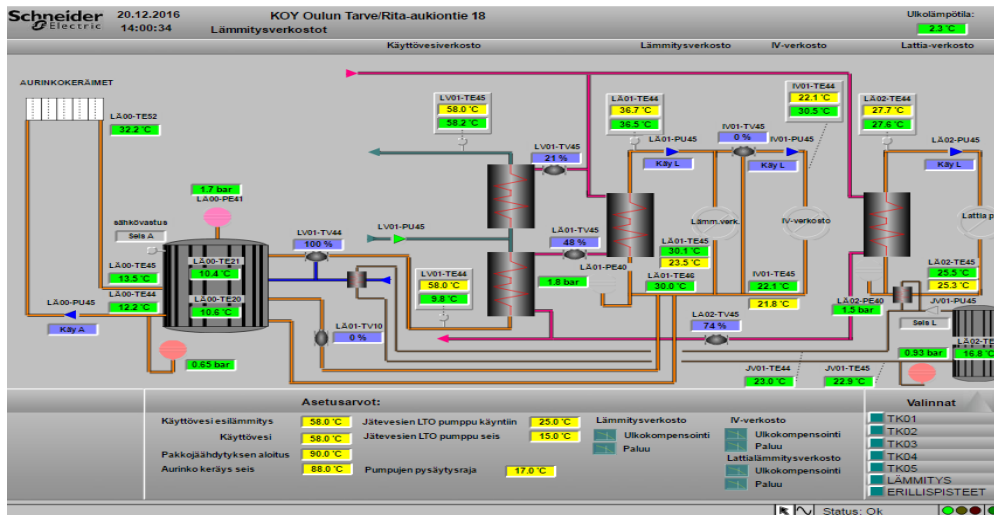
2.1 Web-valvomo-käyttöliittymä

Lämmöntalteenottosäiliön seuranta on toteutettu kohteessa käytössä olevan Schneider Electricin AtmosCare-web-valvomolla. Web-valvomolla seurataan myös muita kohteen taloteknisiä laitteita. Näkymät on jaoteltu kahdeksaan näkymään, joiden kuvaketta painamalla päästään haluttuun näkymään kohteessa. Kuvassa 16 on näkymän valintaikkuna.

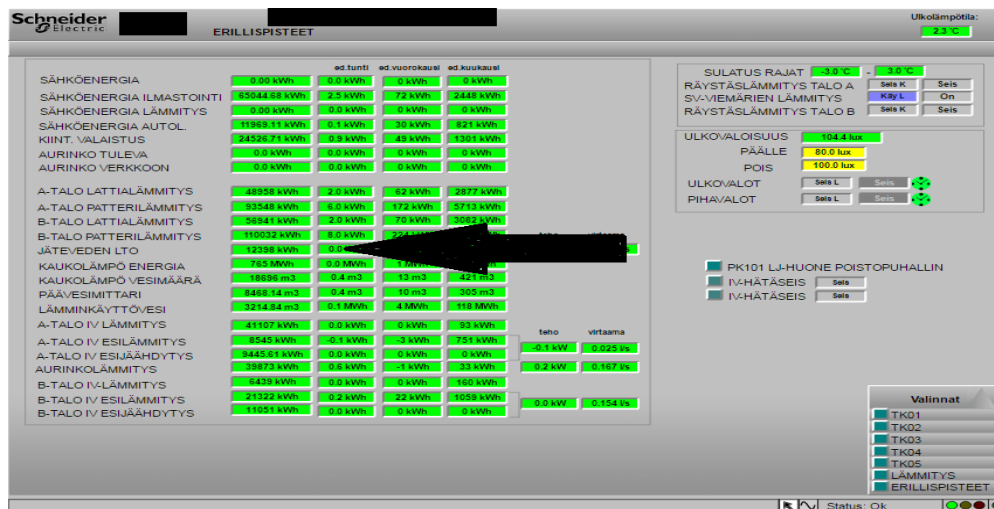


KUVA 14 Näkymän valintaikkuna (2)

Tässä työssä käytettiin kuvissa 17 ja 18 nähtäviä lämmitys- ja erillispisteet-näkymiä. Keskeinen työkalu halutun datan käsittelyyn on web-valvomo-ohjelmassa oleva trendityökalu.



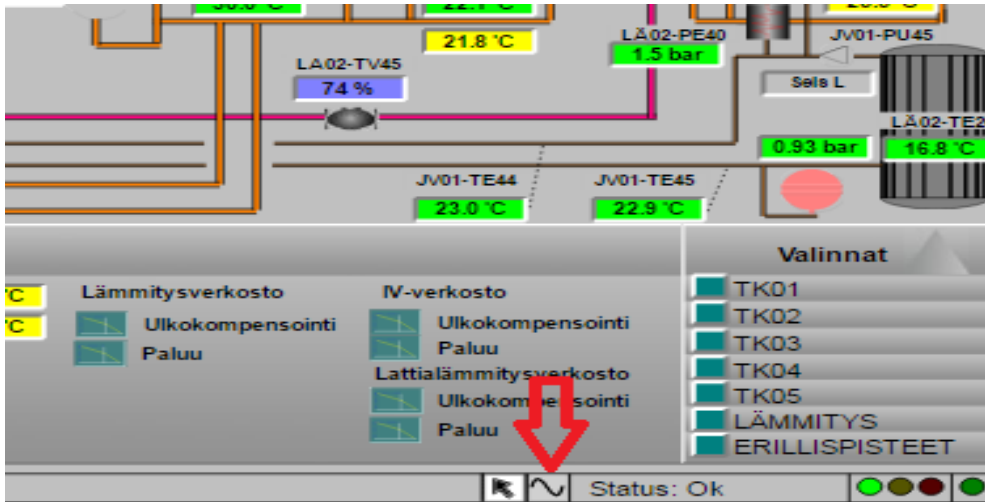
KUVA 15 Lämmitys-näkymä (2)



KUVA 16 Erillispisteet-näkymä (2)

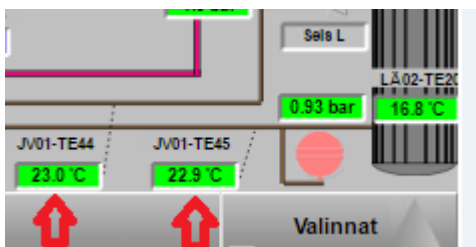
2.2 Trendityökalu

Trendityökalu aktivoidaan internet-selaimen oikeasta alareunasta klikkaamalla aktivointi-kuvaketta. Aktivoituminen näkyy aktivointi-kuvakkeen taustavärin muutoksena, jonka perusteella tiedetään trendityökalun tila. Kuvassa 19 on punaisella nuolella osoitettu trendityökalun aktivointi-kuvake.



KUVA 17 Trendyökalun aktivointi -kuvake (2)

Kun trendyökalu on aktivoitu, voidaan painaa grafikalta pistettä, josta halutaan luoda trendi. Kuvassa 20 punaisilla nuolilla on osoitettu lämmöntalteenottosäiliön lämmönsiirtonesteen meno- ja paluulämpötiloja. Lämpötilapisteiden vihreä väri kertoo mittauksen olevan käynnissä. Mikäli lämpötilapisteen väri on keltainen, kyseinen mittauspiste ei ole aktiivisena.



KUVA 18 Lämmönsiirtonesteen lämpötilapisteet (2)

Tämän jälkeen avautuu uuteen ikkunaan kuvan 21 mukainen näkymä, josta valitaan haluttu ajanjakso joko alasvetovalikosta tai kirjoittamalla itse päivämäärät. Painamalla hae ajanjakso -nappia saadaan trendi näkyviin. Haettu trendi voidaan tallentaa tiedostoon. Tämä toimenpide vaatii Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelman.

Pistetunnus	Ajanjakso	pp.kk.vvvv	-	pp.kk.vvvv			
M103.2.SAH-EM05	Päivä	20.12.2016	-		Hae ajanjakso	Tarkenna	Vie taulukkolaskentaan

KUVA 19 Trendin hakuajanjakso (2)

Tässä työssä lämmöntalteenottosäiliön toimintaan liittyvää dataa saatiin kohteen erillispisteistä luodun näkymän kautta. Erillispisteet-näkymässä olevan jäteveden LTO -kohdan kautta päästiin hakemaan haluttujen ajanjaksojen dataa aiemmin esitellyn trendityökalun avulla. Jäteveden lämmöntalteenottosäiliöstä talteen saatu energia [kWh] tallentuu näkymään juoksevana numerona. Numerosta on nähtävissä kokonaisenergianmäärä sekä edellisen tunnin, vuorokauden ja kuukauden aikana talteen saatu energiamäärä.

A-TALO LATTIALÄMMITYS	48958 kWh	2.0 kWh	62 kWh	2877 kWh
A-TALO PATERILÄMMITYS	93548 kWh	6.0 kWh	172 kWh	5713 kWh
B-TALO LATTIALÄMMITYS	56941 kWh	2.0 kWh	70 kWh	3082 kWh
B-TALO PATERILÄMMITYS	110032 kWh	8.0 kWh	224 kWh	9114 kWh
JÄTEVEDEN LTO	12398 kWh	0.0 kWh	0 kWh	0 kWh
KAUKOLÄMPÖ ENERGIA	765 MWh	0.0 MWh	1 MWh	1 MWh
KAUKOLÄMPÖ VESIMÄÄRÄ	18696 m3	0.4 m3	13 m3	421 m3
PÄÄVESIMITTARI	8468.14 m3	0.4 m3	10 m3	305 m3

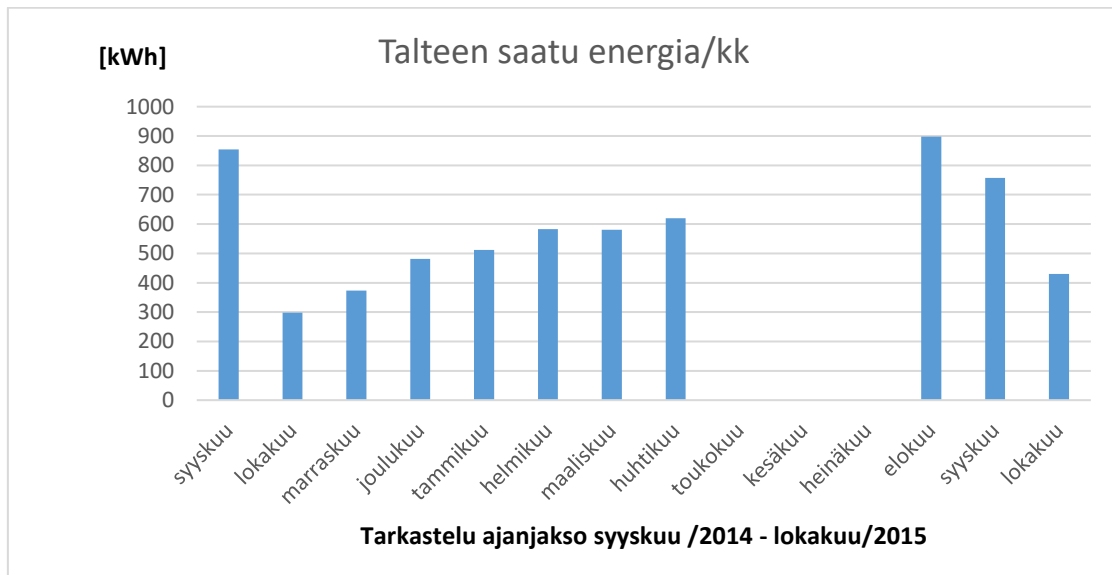
KUVA 20 LTO erillispisteet (2)

3 SEURANTATUTKIMUS

Seurantatutkimus suoritettiin web-valvomon tallentuneen datan perusteella. Kohteen asumiskäytönoton jälkeen analysoitavaksi hyödynnettävää dataa on alkanut kertyä vuoden 2014 elokuun 15. päivän jälkeen. Lämmöntalteenottosäiliöllä talteen saatavan energiamäärän seurantatutkimusta jatkettiin vuoden 2015 lokakuun loppuun saakka. Kesäkuukausien ajalta ei ole dataa saatavilla, koska aurinkoenergiajärjestelmän käytön vuoksi jäteveden lämmöntalteenotto ei ole käytössä tuona aikana. Seurantatutkimus kattoi 14 kuukauden ajanjakson. Raakadatan hyödyntämiseksi raakadata täytyi siirtää trendityökalun avulla Excel-tiedostomuotoon.

3.1 Seurantatutkimuksen tuloksia

Lämmöntalteenottosäiliöllä talteen saadun energian määrät vaihtelivat paljon. Elokuussa 2015 saavutettiin korkein energiamäärä 898 kWh. Lokakuussa 2014 saavutettiin matalin energiamäärä 298 kWh. Kuvasta 23 on nähtävissä talteen saadun energiamäärän huomattava pieneneminen molempina vuosina syyskuun jälkeen. Toukokuun ja heinäkuun välillä lämmöntalteenottoa jätevedestä ei ole tapahtunut aurinkokeräimien tuottaman energian vuoksi.



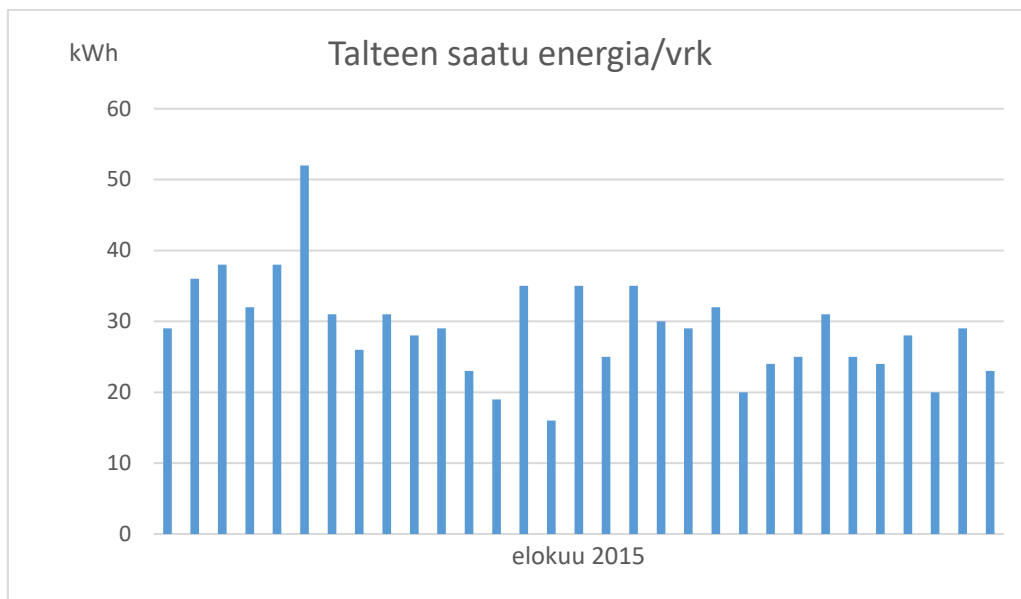
KUVA 21 Kuukausittain talteen saatu energia

Elokuun ja syyskuun aikana talteen saadut energiamäärät ovat molempina vuosina samaa suuruusluokkaa. Näiden kuukausien jälkeen on molempina vuosina nähtävissä, että lokakuusta lähtien

energiaa saadaan talteen vähemmän. Keskimääräinen talteen saatu energiamäärä kuukautta kohden seurantatutkimuksen aikana oli 580,6 kWh.

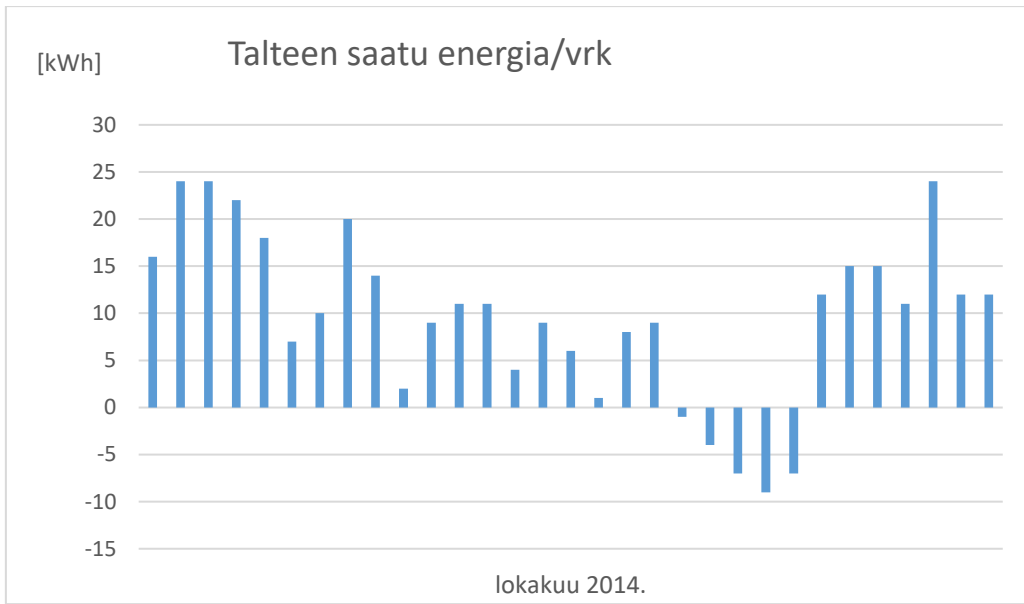
3.2 Päivittaiset tuotot

Eniten energiaa saatiin talteen elokuun 2015 aikana. Kuvasta 24 on nähtävissä, että päivittäinen talteen saatu energiamäärä vaihteli korkeimman 52 kWh:n ja matalimman 16 kWh:n välillä. Keskimäärin vuorokautta kohden elokuun aikana saatiin energiaa talteen 29,0 kWh.



KUVA 22 elokuun 2015 päivittäinen energiamäärä

Vähiten energiaa saatiin talteen lokakuun 2014 aikana. Lämmöntalteenottosäiliöstä talteen saatu energiamäärä oli 298 kWh. Tällöin päivittäisen talteen saadun energiamäärä vaihteli korkeimman 24 kWh:n ja matalimman -9 kWh:n välillä. Neljänä vuorokautena lämmönsiirtoa on tapahtunut apukierron nesteestä jäteveteen päin. Tämä on nähtävissä kuvassa 25 näkyvistä negatiivisista palkeista. Keskimäärin vuorokautta kohden lokakuun aikana energiaa saatiin talteen 9,61 kWh. Seurantatutkimuksen aikana talteen saatujen energiamäärien muiden kuukausien kuvaajat liitteinä 2-12.



KUVA 23 lokakuun 2014 päivittäinen energiamäärä

4 PUHDISTUSLAITTEIDEN TESTAUS

4.1 Testaussuunnitelma

Seurantajakson aikana havaittujen lämmöntalteenottosäiliön vähäisten energiamäärien vuoksi on syytä selvittää, voidaanko lämmöntalteenottosäiliön puhdistusjärjestelmän toiminta-aikoja säätämällä saada enemmän energiaa talteen vai mikä on käytännön merkitys kyseessä olevilla puhdistusjärjestelmillä. Testisuunnitelmassa pyritään kokeilemaan kunkin puhdistusjärjestelmän toimivuus. Tämä saadaan tehtyä, kun puhdistuslaitteiden toiminnan perusasetuksien lisäksi lisätään yksittäiselle puhdistuslaitteelle toiminta-aikoja sekä koestetaan yksittäisen puhdistuslaitteen toiminta ainoana puhdistuslaitteena. Jokainen testausjakso aloitetaan samoilla rutiineilla. Säiliö pumpataan tyhjäksi ja lämmönsiirtoputkisto puhdistetaan vesiletkulla suihkuttamalla. Tämän jälkeen ohjauskeskuksesta asetetaan puhdistuslaitteiston toiminta-ajat testausjakson suunnitelman mukaiseen tilaan.

Ensimmäisellä testausjaksolla tyhjenetään lämmöntalteenottosäiliö ja puhdistetaan lämmönsiirtoputkisto vesiletkulla suihkuttamalla. Lämmöntalteenottosäiliön ohjauskeskuksessa puhdistuslaitteille annetut toiminta-ajat annetaan olla perusasetuksissaan.

Toisella testausjaksolla tyhjenetään lämmöntalteenottosäiliö ja puhdistetaan lämmönsiirtoputkisto vesiletkulla suihkuttamalla. Kaikki ohjauskeskukseen ohjelmoidut ilmastustoiminta-ajat lisätään aktiivisiksi. Muut ohjauskeskuksessa puhdistuslaitteille annetut toiminta-ajat annetaan olla perusasetuksissaan.

Kolmannella testausjaksolla tyhjenetään lämmöntalteenottosäiliö ja puhdistetaan lämmönsiirtoputkisto vesiletkulla suihkuttamalla. Kaikki puhdistuslaitteet kytketään pois päältä. Tämän voi varmistaa laittamalla ohjauskeskuksen sulakkeet off-asentoon.

Neljännellä testausjaksolla tyhjennetään lämmöntalteenottosäiliö ja puhdistetaan lämmönsiirtoputkisto vesiletkulla suihkuttamalla. Poistopumppauksen toiminta-aika annetaan olla perusasetukseensa. Ohjauskeskukseen ohjelmoidut kaikki ilmastus toiminta-ajat lisätään aktiivisiksi.

Viidennellä testausjaksolla tyhjennetään lämmöntalteenottosäiliö ja puhdistetaan lämmönsiirtoputkisto vesiletkulla suihkuttamalla. Poistopumppauksen toiminta-aika annetaan olla perusasetukseensa. Painehuuhtelu asetetaan toimimaan perusasetuksessaan.

4.2 Tutkimustulokset

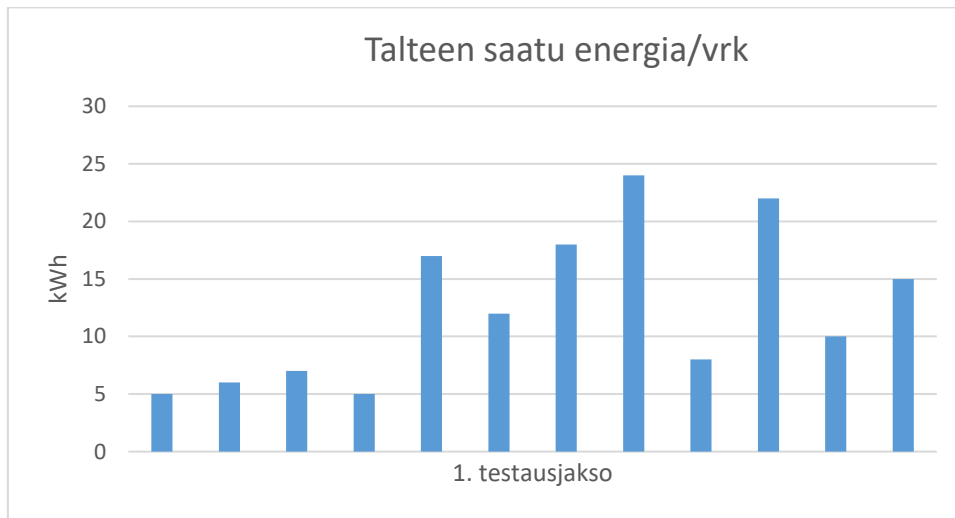
4.2.1 Ensimmäinen testausjakso

Kiinteistöhuolto kävi tyhjentämässä lämmöntalteenottosäiliön ja puhdistamassa lämmönsiirtoputkiston vesiletkulla suihkuttamalla. Toimet suoritettiin kuten Tarveasuntojen ja kiinteistöhuollon välillä on sovittu lämmöntalteenottosäiliön huollosta. Kiinteistöhuolto pyydettiin ensimmäisen testausjakson aloitukseen, jotta samalla voitiin katselmoida käytännössä huoltotoimenpiteiden suoritus. Lämmöntalteenottosäiliön etuosassa oli veden pinnalle muodostunut ajan kuluessa noin 15 cm paksu, kiinteä rasvakerros, jonka poisto vesisuihkulla hajottamalla sekä samalla poistopumppaamalla ei onnistunut täydellisesti. Säiliön tyhjennys täytyi viimeistellä pumppuautolla, joka kävi tyhjentämässä säiliön pohjalle jääneen kiintoaineksen. Tämän jälkeen alkoi ensimmäinen seuranta-jakso. Lämmöntalteenottosäiliön puhdistuslaitteiden toiminta-aikoihin ei tässä kajottu, vaan tarkoituksena oli selvittää pelkän tyhjennyspumppauksen ja lämmönsiirtimen vesipesun vaikutus lämmöntalteenottoon. Toisen testijakson aloituksessa havaittiin, että poistopumppaus oli jostakin syystä jäänyt päälle ja näin ollen lämmöntalteenottosäiliö oli lähes tyhjä. Tämän vuoksi suoritettu testijakso täytyi tehdä uudelleen.

4.2.2 Ensimmäinen testausjakson uusinta

Kuvasta 26 on nähtävissä, että testausjakson aikana päivittäinen talteen saatu energiamäärä vaihteli korkeimman 24 kWh:n ja matalimman 5 kWh:n välillä. Keskimäärin vuorokautta kohden testijakson aikana saatiin energiaa talteen 12,4 kWh. Säiliön etuosasta mitatun jäteveden lämpötila oli keskimäärin 23,9 astetta. Testijakson aikana talteen saadun energiamäärän perusteella ei voida

osoittaa, että säiliön tyhjentämisellä ja lämmönsiirtoputkiston vesipesulla olisi vaikutusta lämmönsiirtoputkiston toimintaan.

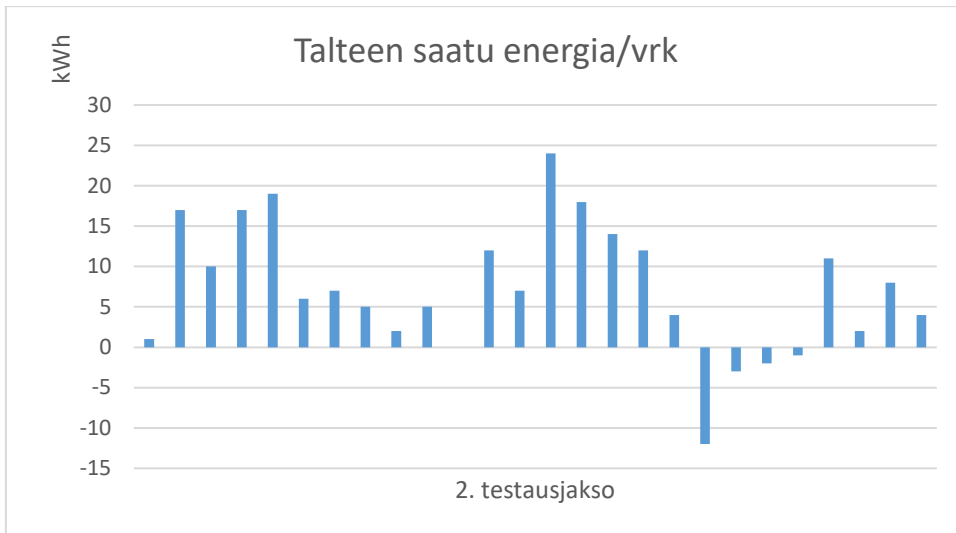


KUVA 24 Testausjakson päivittäinen energiamäärä

4.2.3 Toinen testausjakso

Testausjakson aikana päivittäisen talteen saadun energianmäärä vaihteli korkeimman 24 kWh:n ja matalimman –12 kWh:n välillä. Keskimäärin vuorokautta kohden testijakson aikana saatiin energiaa talteen 7,2 kWh. Neljänä vuorokautena lämmönsiirtoa on tapahtunut apukierron nesteestä jätevedeen päin. Tämä on nähtävissä kuvassa 27 näkyvistä negatiivisista palkeista. Säiliön etuosasta mitatun jäteveden lämpötila oli keskimäärin 23,6 °C. Testijakson aikana talteen saadun energiamäärän perusteella ei voida osoittaa, että ilmastuksien lisäyksellä olisi vaikutusta lämmönsiirtoputkiston toimintaan.

Muilta testausjaksoilta ei ole tuloksia saatavilla. Tulosten analysointivaiheessa ilmeni, että web-valvomo ei ole ollut toiminnassa loppujen testausjaksojen aikana.



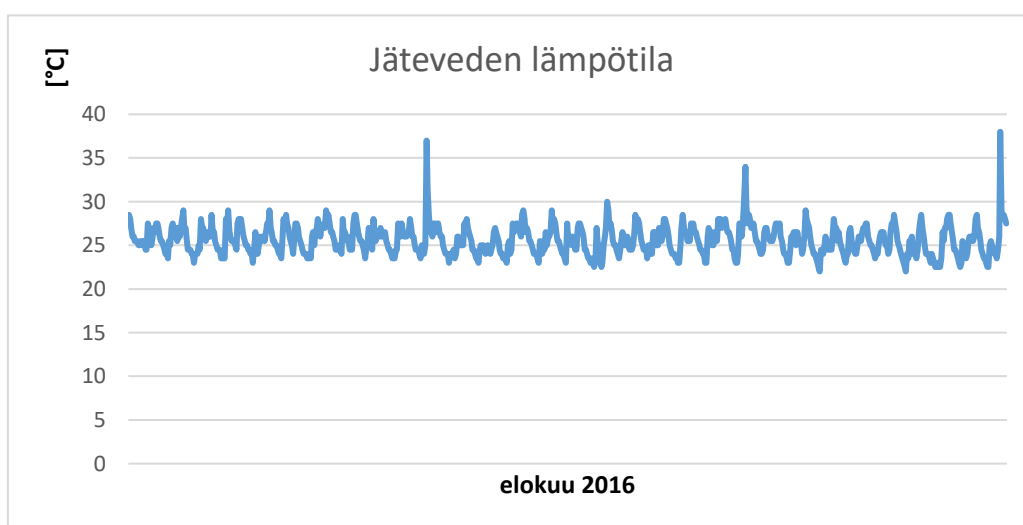
KUVA 25 Testausjakson päivittäinen energiamäärä

5 LÄMPÖTILOJEN ANALYSOINTIA

5.1 Lämmöntalteenottosäiliöön tulevan jäteveden lämpötila

Seurantatutkimuksen aikana havaitun, odotettua vähäisemmän energian talteen saannin vuoksi oli pohdittava tekijöitä, jotka osaltaan vaikuttavat lämmöntalteenottosäiliön toimintaan. Lämmöntalteenottosäiliöön tulevan jäteveden lämpötila ei ollut tiedossa. Lämpötilan seuranta suoritettiin testausjaksojen aikana sekä lisäksi kesän 2016 aikana. Näin saatiin lämmöntalteenottosäiliöön tulevan jäteveden lämpötilatietoa sekä talvi- että kesäkuukausien ajalta. Lämpötilan seurantaan käytettiin dataloggeria. Mittaus suoritettiin säiliön etuosassa ennen lämmönsiirtoputkistoa. Mittausanturi asetoitiin säiliön korkeussuunnassa puoliväliin veden yläpintaan nähden.

Talvikuukausien aikana lämmöntalteenottosäiliöön tuleva jäteveden lämpötila vaihteli 15 ja 30,5°C:n välillä. Vastaavasti kesäkuukausien aikana lämmöntalteenottosäiliöön tulevan jäteveden lämpötila vaihteli pääsääntöisesti 21 ja 30,5°C:n välillä. Mittausjaksojen aikana havaittiin myös joi-takin yksittäisiä piikkejä jäteveden lämpötilassa, joissa lämpötila nousi 37°C:seen. Säiliöön tulevan jäteveden lämpötila oli keskimäärin 24,3°C. Kuvassa 28 nähtävissä elokuun 2016 aikana mitattu jäteveden lämpötila. Muiden mitattujen kuukausien jäteveden lämpötila -kuvaajat esitelty liitteissä 13-19.



KUVA 26 Elokuun 2016 jäteveden lämpötila

5.2 Apukierron nesteen lämpötila

Apukierron nesteen lämpötila on merkittävässä asemassa, kun tutkitaan jäteveden lämmöntalteenottosäiliön toimintaa. Aiemmin havaittiin, että lämmöntalteenottosäiliöön tulevan jäteveden lämpötila vaihteli 15 ja 37°C:n välillä. Koska jäteveden lämpötila on kohteessa alhainen, pitäisi apukierrossa lämmöntalteenottosäiliön lämmönsiirtimeen menevän nesteen lämpötila olla siihen verrattuna huomattavasti alhaisempi, jotta lämpötilaero jäteveden ja apukierron nesteen välillä olisi riittävä suuri järkevään lämmöntalteenottoon.

Apukierron nesteen lämpötilaa tutkittiin web-valvomoon tallentuneen datan perusteella. Valitun tarkastelujakson aikana apukierron lämpötila vaihteli 9,5 ja 27,4°C:n välillä. Kuukausittaiset keskimääräiset apukierron nesteen lämpötilat olivat 20,3 - 21,3°C.

6 YHTEENVETO

Lämmöntalteenottosäiliön toimintaa tutkittiin kiinteistö Oy Rita-aukiossa. Tutkimus suoritettiin lämmöntalteenottosäiliön seurantatutkimuksena sekä puhdistuslaitteiden toiminnan testauksena. Tutkimukseen kuuluivat kuukausittainen energianseuranta sekä lämmöntalteenottosäiliöön tulevan jäteveden lämpötilamittaukset ja apukierron nesteen lämpötilaseuranta. Mittauksia suoritettiin sekä normaalikäytön että testijaksojen aikana, jolloin lämmöntalteenottosäiliön puhdistuslaitteiden toiminta-aikoja oli säädetty suunniteltujen testijaksojen mukaisesti.

Lämmöntalteenottosäiliöllä talteen saatu energiamäärä vaihteli elokuussa 2015 saadun korkeimman energiamäärän 898 kWh:n ja lokakuussa 2014 saadun pienimmän energiamäärän 298 kWh:n välillä. Parhaan kuukauden aikana päivittäinen talteen saatu energiamäärä vaihteli korkeimman 52 kWh:n ja matalimman 16 kWh:n välillä. Päivittäiset vaihtelut energiamäärässä ovat huomattavia.

Puhdistuslaitteiden toimintaa tutkittiin suunniteltujen testausjaksojen aikana. Puhdistuslaitteiden toiminta-aikoja säädettiin erilaisiin asetuksiin. Testausjaksojen aikana ei havaittu positiivista vaikutusta lämmöntalteenoton paranemiseen puhdistuslaitteiden toiminta-aikoja muuttamalla.

Työssä seurattiin lämmöntalteenottosäiliöön tulevan harmaan jäteveden lämpötilaa. Lämpötilaa seurattiin testausjaksojen aikana sekä lisäksi kesän 2016 aikana. Talvikuukausien aikana lämmöntalteenottosäiliöön tulevan jäteveden lämpötila vaihteli 15 ja 30,5°C:n välillä. Vastaavasti kesäkuukausien aikana lämmöntalteenottosäiliöön tulevan jäteveden lämpötila vaihteli 21 ja 30°C:n välillä. Keskimäärin jäteveden lämpötila oli 24,3 °C.

Apukierron nesteen lämpötila on merkittävässä asemassa, kun tutkitaan jäteveden lämmöntalteenottosäiliön toimintaa. Valitun tarkastelujakson aikana apukierron lämpötila vaihteli 9,5 - 27,4°C:n välillä. Kuukausittaiset keskimääräiset apukierron nesteen lämpötilat olivat 20,3 ja 21,3°C:n välillä.

Lämpötilojen mittausten perusteella on nähtävissä varsin pieni lämpötilaero jäteveden ja apukierron nesteen välillä. Kohteen jäteveden lämpötilan ei oleteta kohoavan, joten jatkossa tulisi miettiä miksi apukierron nesteen lämpötila on verraten korkea.

LÄHTEET

1. LTO Lämmöntalteenottosäiliö, Asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet. Wavin-Labko Oy.
2. AtmosCare, käyttäjän ohje v.1.3. Schneider Electric.

Käyttöohjeessa kuvataan ohjauskeskuksen komponentit sekä toimintojen manuaalinen käyttö.

Yleiskuva ohjauskeskuksesta.

Kuvassa vasemmalta lukien; pääkytkin, huuhtelupumpunrele, poistopumpunrele, ilmapumpunrele sekä ohjausrele. Ohjauskeskuksen näyttö toimintonappuloinen.



Painehuuhtelun manuaalinen käyttö.

Painehuuhtelu saadaan päälle 1. nappulasta painamalla, näyttöön tulee teksti; painehuuhtelu. Pois päältä uudelleen painamalla ja teksti; painehuuhtelu poistuu näytöstä. Painehuuhtelun aikana huuhtelupumpun käyntiääni kuuluu.



Poistopumppauksen manuaalinen käyttö.

Poistopumppaus saadaan päälle 2. nappulasta painamalla, näyttöön tulee teksti; poistopumppaus. Pois päältä uudelleen painamalla ja teksti; poistopumppaus poistuu näytöstä. Poistopumppauksen aikana poistopumpun käyntiääni kuuluu.

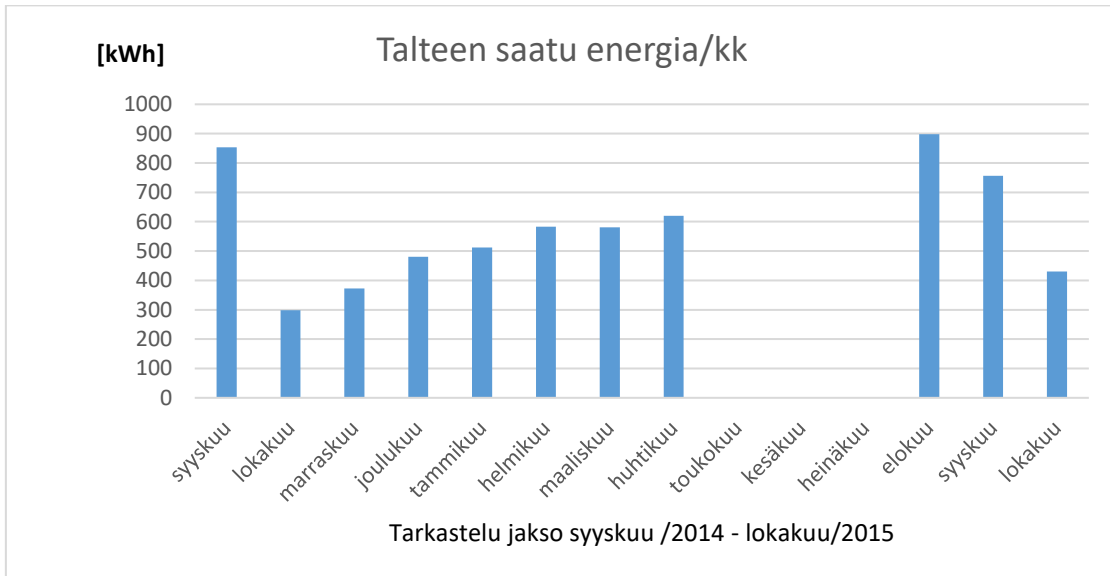


Ilmapumppauksen manuaalinen käyttö.

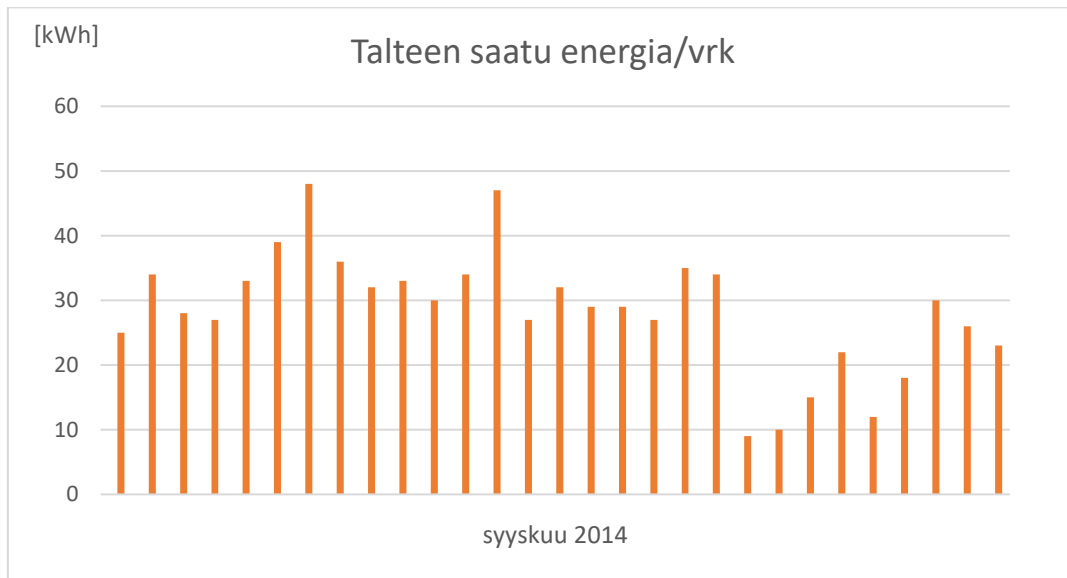
Ilmapumppaus saadaan päälle 3. nappulasta painamalla, näyttöön tulee teksti; ilmapumppaus. Pois päältä uudelleen painamalla ja teksti; ilmapumppaus poistuu näytöstä. Ilmapumppauksen aikana kompressorin käyntiääni kuuluu.



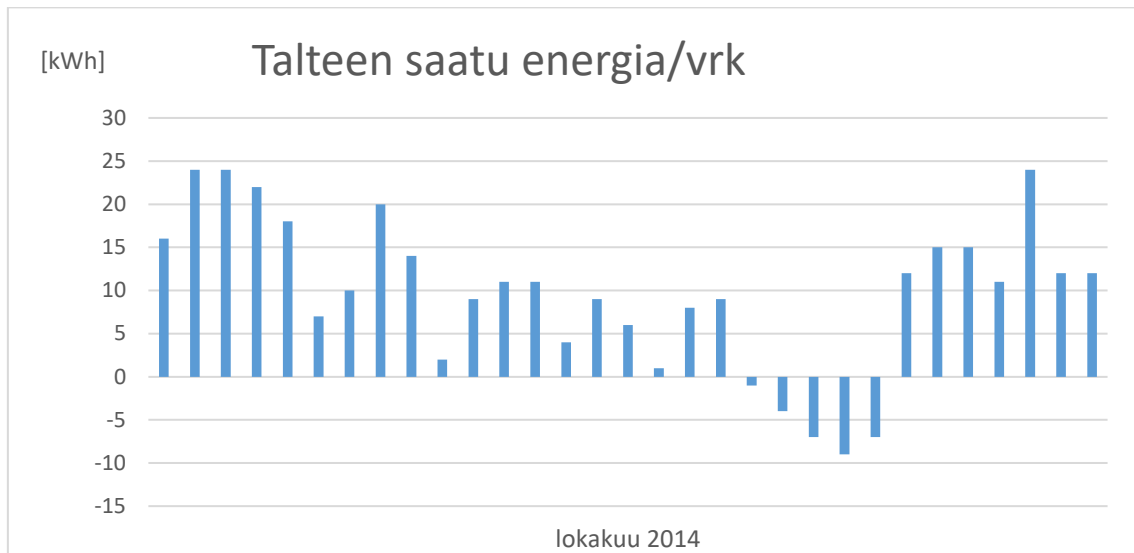
Tarkastelu jakson aikana lämmöntalteenottosäiliöllä talteen saatu energiamäärä vaihteli 298 kWh:n ja 898 kWh:n välillä. Toukokuun ja heinäkuun välillä jäteveden lämmöntalteenotto ei ollut käytössä.



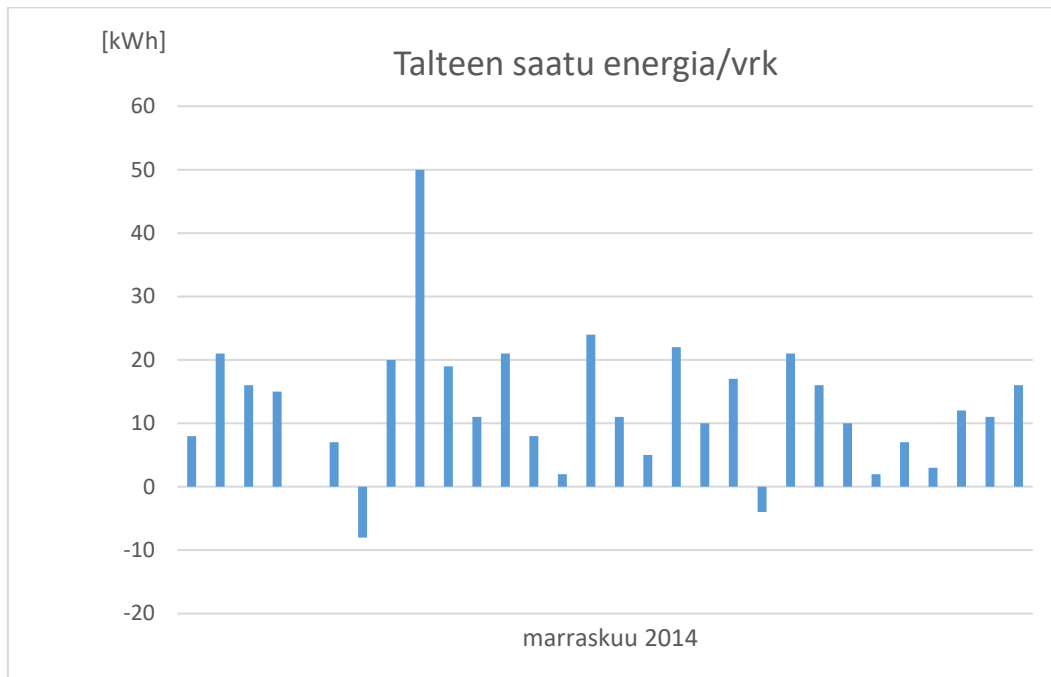
Tarkastelu kuukauden aikana lämmöntalteenottosäiliöllä talteen saatu energiamäärä vaihteli 9 kWh:n ja 48 kWh:n välillä. Keskimääräinen päivää kohti saatu energiamäärä oli 28,5 kWh.



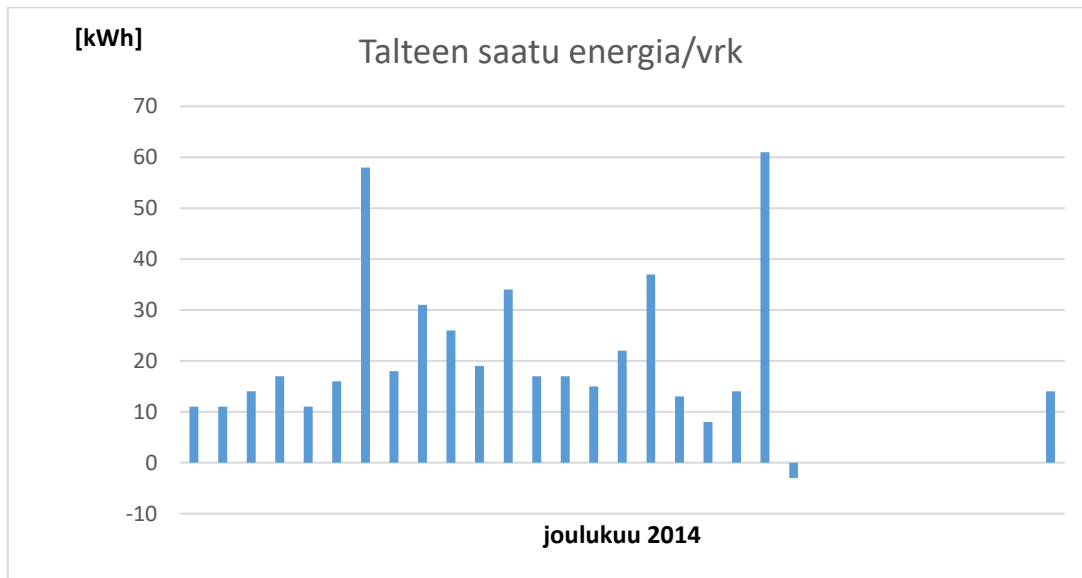
Tarkastelu kuukauden aikana lämmöntalteenottosäiliöllä talteen saatu energiamäärä vaihteli -9 kWh:n ja 24 kWh:n välillä. Keskimääräinen päivää kohti saatu energiamäärä oli 9,61 kWh.



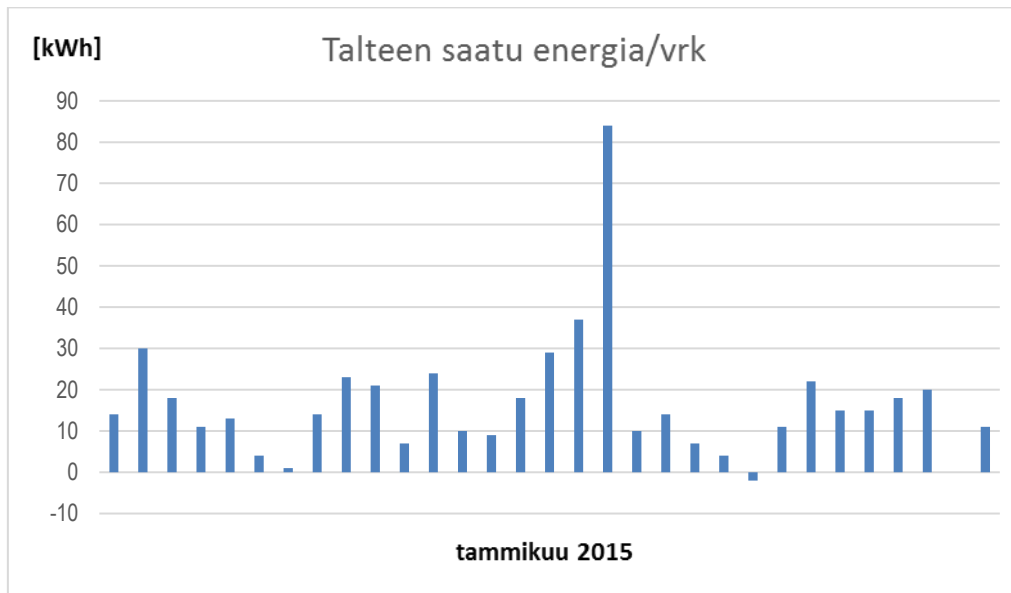
Tarkastelu kuukauden aikana lämmöntalteenottosäiliöllä talteen saatu energiamäärä vaihteli -8 kWh:n ja 50 kWh:n välillä. Keskimääräinen päivää kohti saatu energiamäärä oli 12,4 kWh.



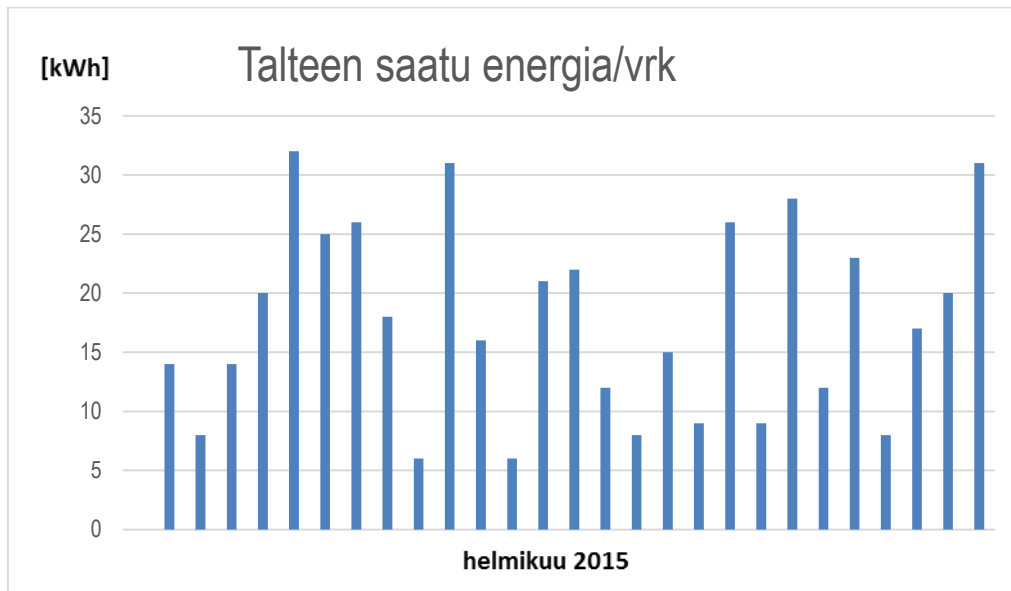
Tarkastelu kuukauden aikana lämmöntalteenottosäiliöllä talteen saatu energiamäärä vaihteli -3 kWh:n ja 61 kWh:n välillä. Keskimääräinen päivää kohti saatu energiamäärä oli 20,9 kWh.



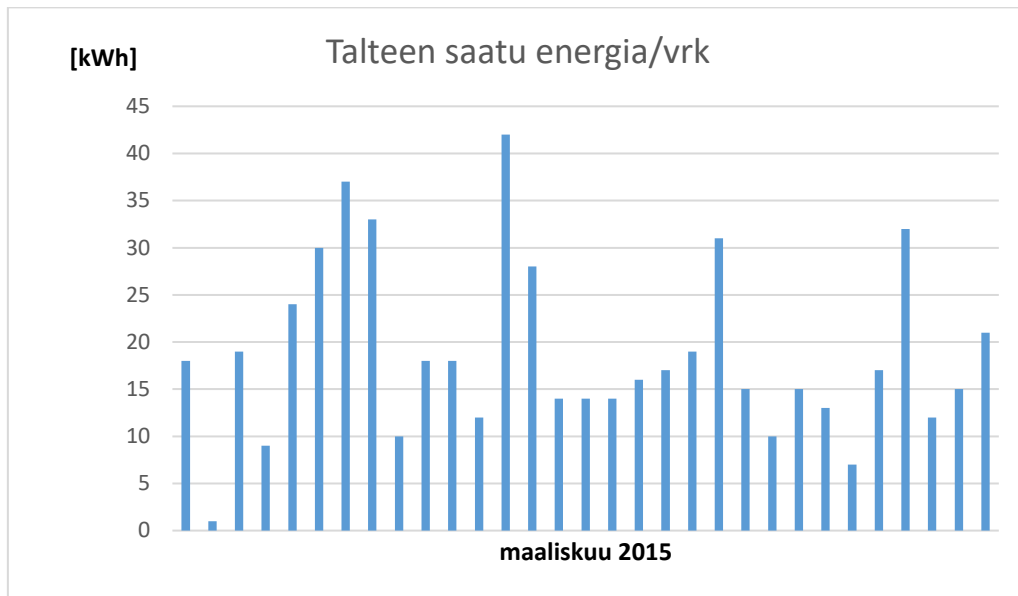
Tarkastelu kuukauden aikana lämmöntalteenottosäiliöllä talteen saatu energiamäärä vaihteli -2 kWh:n ja 37 kWh:n välillä. Keskimääräinen päivää kohti saatu energiamäärä oli 17,1 kWh.



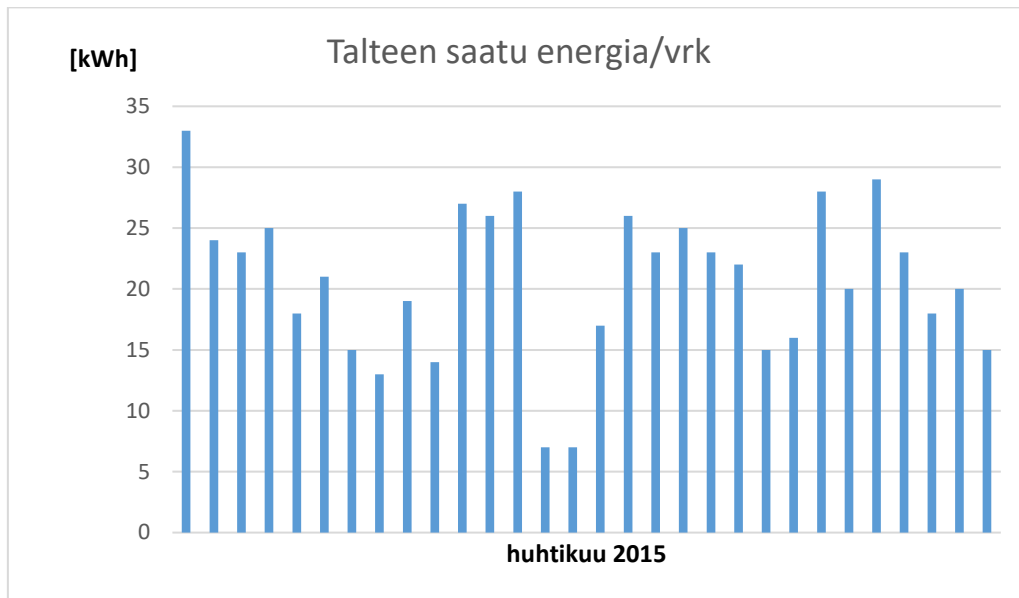
Tarkastelu kuukauden aikana lämmöntalteenottosäiliöllä talteen saatu energiamäärä vaihteli 6 kWh:n ja 32 kWh:n välillä. Keskimääräinen päivää kohti saatu energiamäärä oli 20,8 kWh.



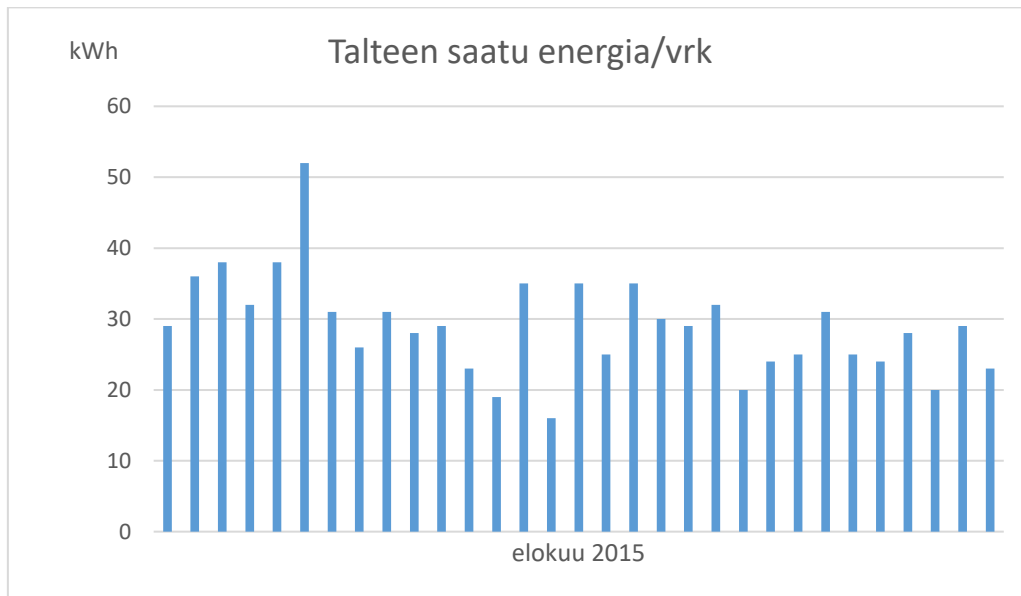
Tarkastelu kuukauden aikana lämmöntalteenottosäiliöllä talteen saatu energiamäärä vaihteli 1 kWh:n ja 42 kWh:n välillä. Keskimääräinen päivää kohti saatu energiamäärä oli 18,7 kWh.



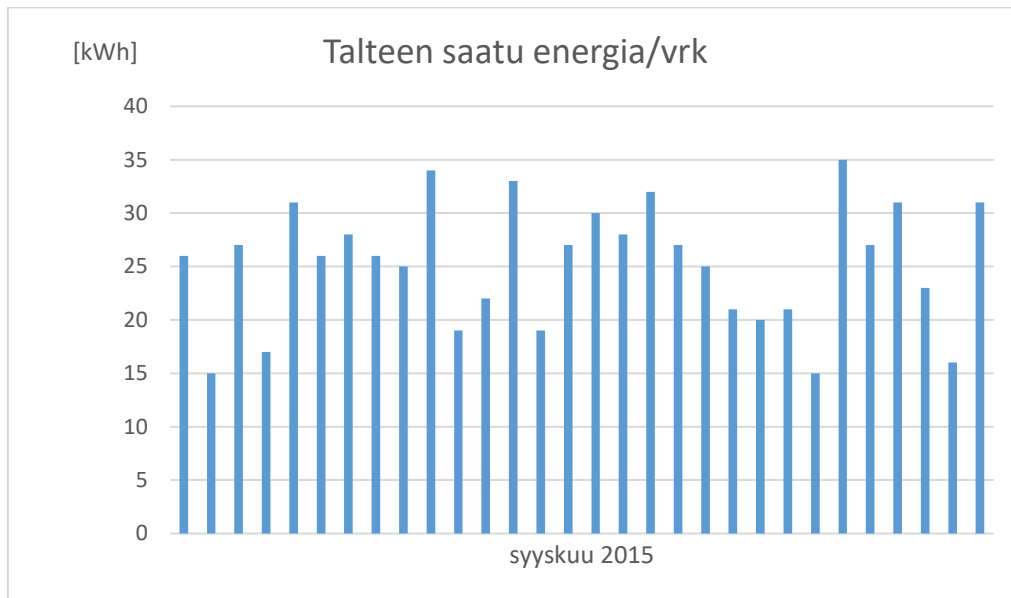
Tarkastelu kuukauden aikana lämmöntalteenottosäiliöllä talteen saatu energiamäärä vaihteli 7 kWh:n ja 33 kWh:n välillä. Keskimääräinen päivää kohti saatu energiamäärä oli 20,7 kWh.



Tarkastelu kuukauden aikana lämmöntalteenottosäiliöllä talteen saatu energiamäärä vaihteli 16 kWh:n ja 52 kWh:n välillä. Keskimääräinen päivää kohti saatu energiamäärä oli 29,0 kWh.



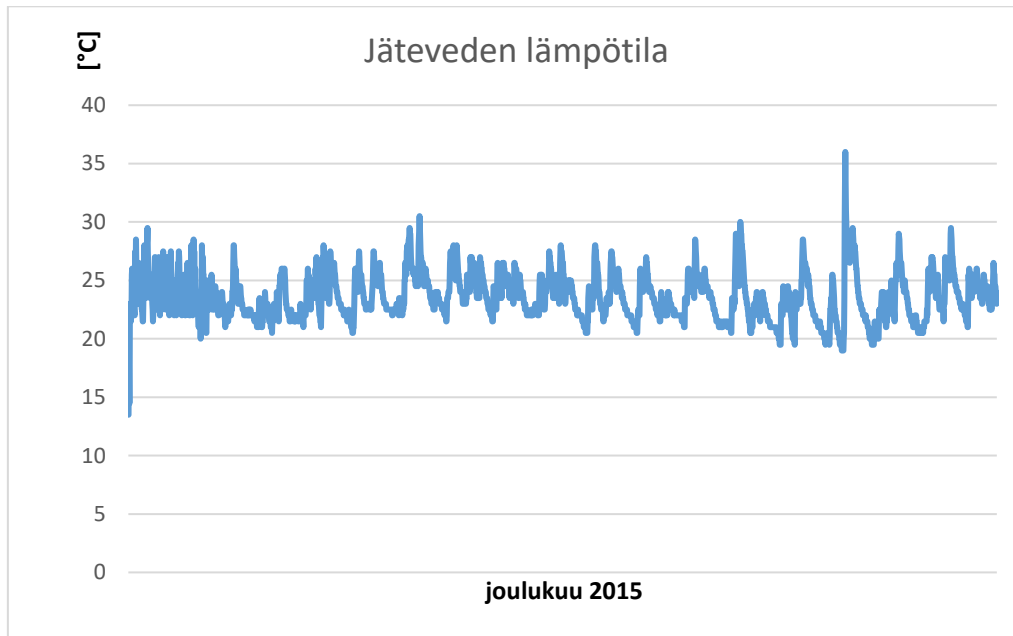
Tarkastelu kuukauden aikana lämmöntalteenottosäiliöllä talteen saatu energiamäärä vaihteli 15 kWh:n ja 35 kWh:n välillä. Keskimääräinen päivää kohti saatu energiamäärä oli 25,2 kWh.



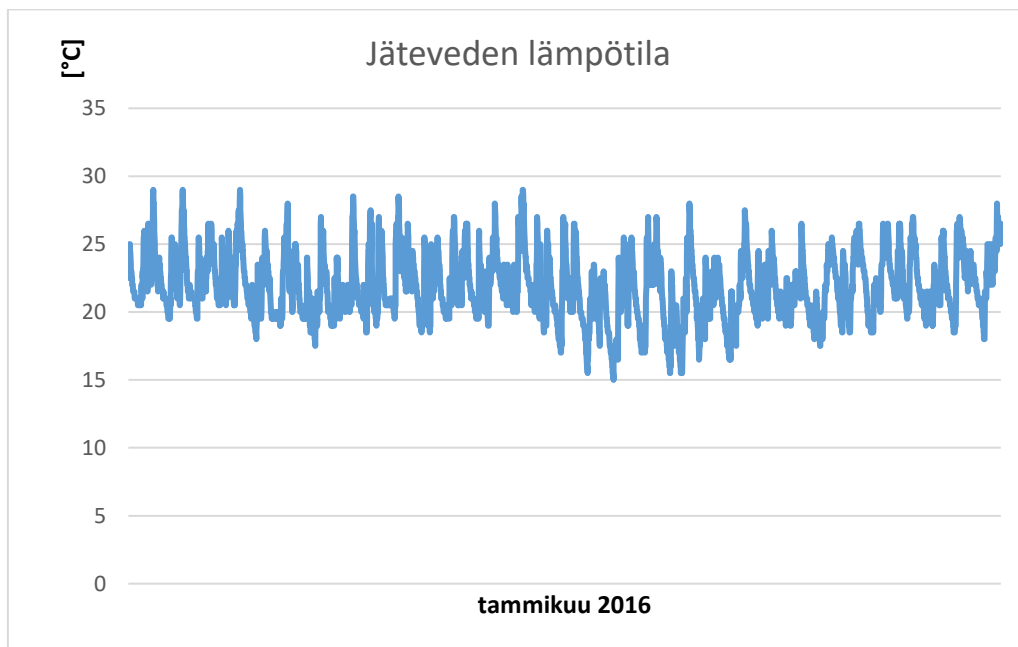
JÄTEVEDEN LÄMPÖTILA 2015 JOULUKUU

LIITE13

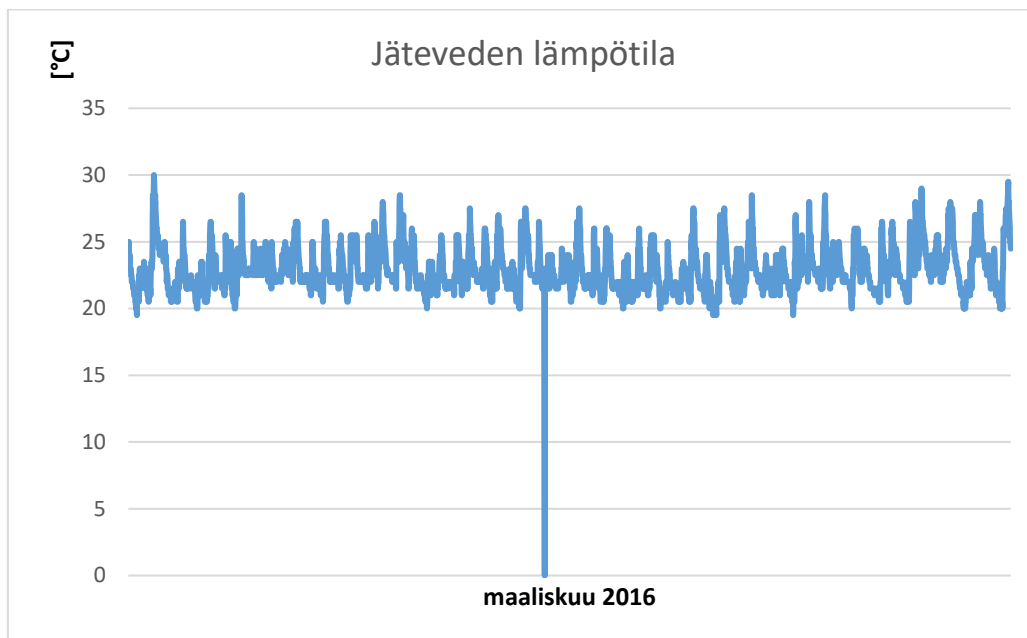
Tarkastelu kuukauden aikana jäteveden lämpötila vaihteli 19 asteen ja 36 asteen välillä. Keskimääräinen jäteveden lämpötila joulukuun aikana oli 23,6 astetta.



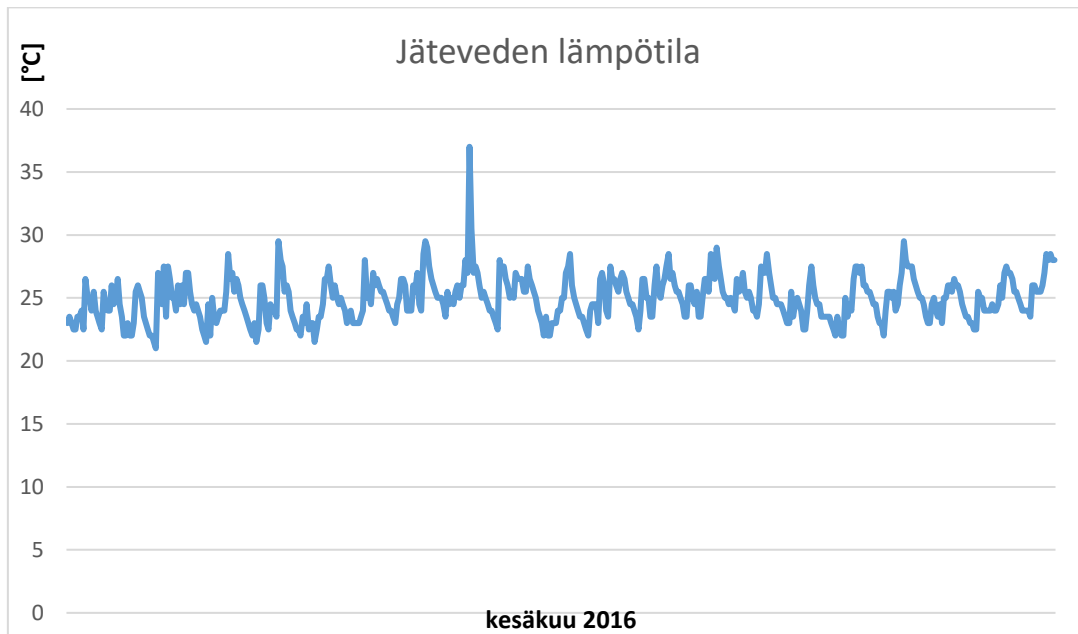
Tarkastelu kuukauden aikana jäteveden lämpötila vaihteli 15 asteen ja 29 asteen välillä. Keskimääräinen jäteveden lämpötila tammikuun aikana oli 21,9 astetta.



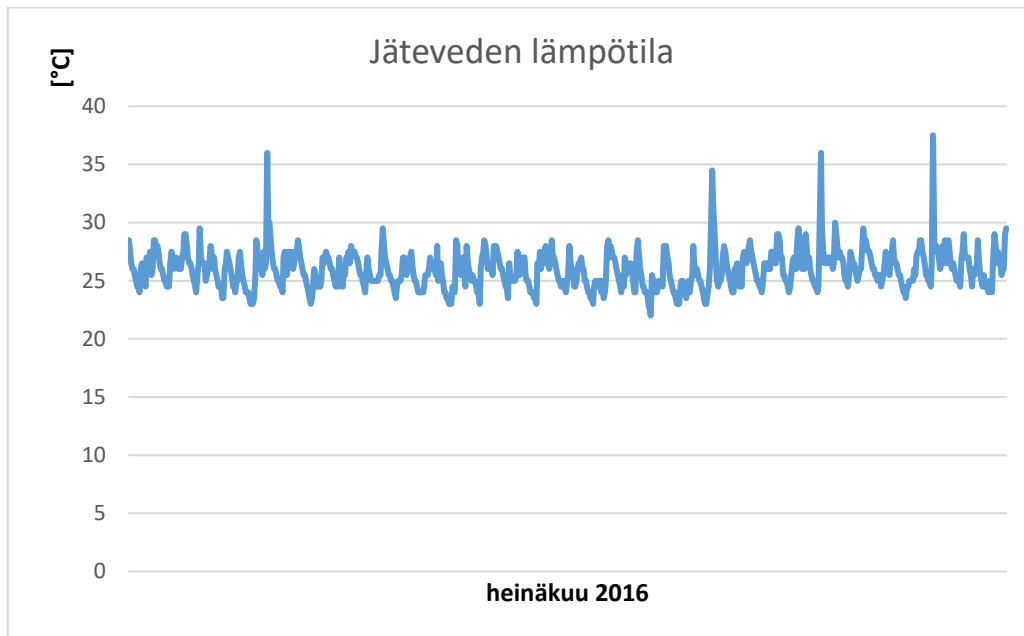
Jäteveden lämpötila vaihteli 19,5 asteen ja 29,5 asteen välillä. Keskimääräinen jäteveden lämpötila maaliskuun aikana oli 22,9 astetta.



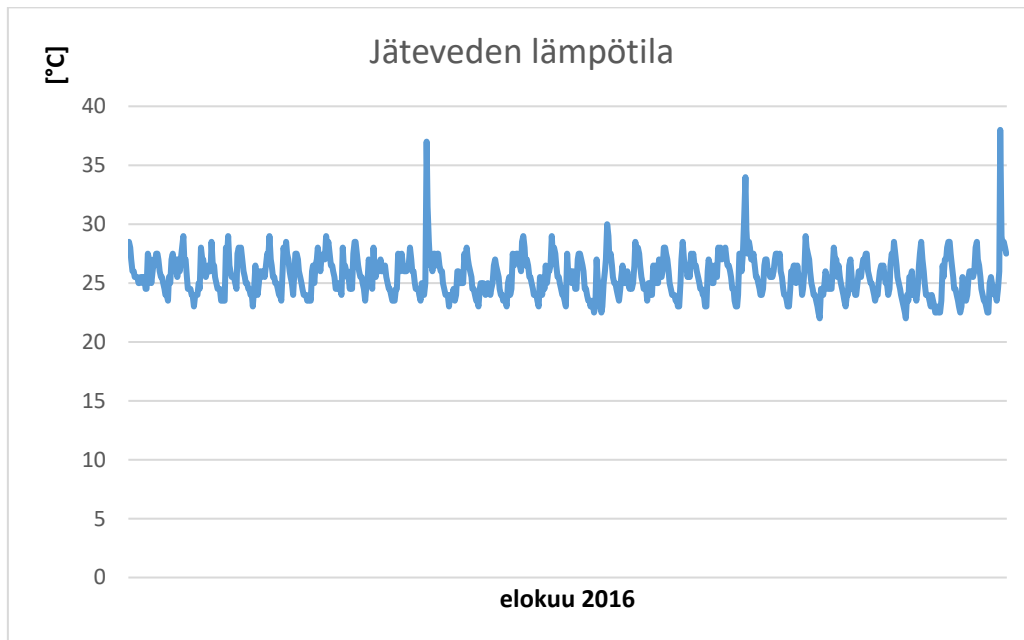
Jäteveden lämpötila vaihteli 21 asteen ja 37 asteen välillä. Keskimääräinen jäteveden lämpötila kesäkuun aikana oli 24,9 astetta.



Jäteveden lämpötila vaihteli 22 asteen ja 37,5 asteen välillä. Keskimääräinen jäteveden lämpötila heinäkuun aikana oli 26,0 astetta.



Jäteveden lämpötila vaihteli 22 asteen ja 37 asteen välillä. Keskimääräinen jäteveden lämpötila elokuun aikana oli 25,6 astetta.



JÄTEVEDEN LÄMPÖTILA 2016 SYYSKUU

LIITE 19

Jäteveden lämpötila vaihteli 21 asteen ja 29,5 asteen välillä. Keskimääräinen jäteveden lämpötila elokuun aikana oli 25,0 astetta.

