

Ville Arvola

LÄMMÖNTALTEENOTTO HARMAASTA JÄTEVEDESTÄ

LÄMMÖNTALTEENOTTO HARMAASTA JÄTEVEDESTÄ

Ville Arvola
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Talotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Ville Arvola

Opinnäytetyön nimi: Lämmöntalteenotto harmaasta jätevedestä

Työn ohjaaja: Martti Rautiainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2017

Sivumäärä: 26+1

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia harmaan jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmiä asuinkerrostaloissa. Olemassa olevissa järjestelmissä oli ilmennyt ongelmia, joita työssä selvitettiin. Lisäksi tutkittiin harmaan jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmän mahdollisia ongelmia rakennusvaiheessa. Työn tilaajalla oli tavoitteena saada kyseinen järjestelmä toimimaan oikein alusta lähtien.

Työ tehtiin pääsääntöisesti tutustumalla olemassa oleviin järjestelmiin Oulun alueella. Työtä varten myös haastateltiin mm. rakennuttajia, isännöitsijöitä, urakoitsijoita ja asentajia taustatiedon saamiseksi. Työssä päästiin tutkimaan kahta hieman erilaista jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmää, jotka olivat valmistuneet hiljattain. Ensimmäisessä kohteessa järjestelmä oli varustettu lämpöpumpulla. Toinen kohde oli vapaakiertoinen lämmöntalteenottojärjestelmä ilman lämpöpumppua.

Tuloksien perusteella voidaan todeta, että kyseinen järjestelmä on teoreettisesti erittäin toimiva ratkaisu. Suurimpana ongelmana voidaan pitää jäteveden alhaista lämpötilaa. Korkeammalla jäteveden lämpötilalla saataisiin järjestelmästä enemmän energiaa talteen ja samalla järjestelmän takaisinmaksuaika pienenesi huomattavasti. Valitettavasti Oulun alueella ei ole jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmiä kuin pari kappaletta, joten järjestelmän tutkiminen jäi ainoastaan kahden kohteen varaan.

Asiasanat: lämmöntalteenottojärjestelmä, harmaa jätevesi, lämpöpumppu, glykoli

ALKULAUSE

Haluan kiittää Oulun Vesi-Piste Oy:tä tästä mielenkiintoisesta opinnäytetyön aiheesta. Kiitoksia myös Wavin-Labko Oy:n Markku Kaupille hyvistä vinkeistä.

Kiitän Martti Rautiaista opinnäytetyöni ohjaamisesta.

Oulussa 10.2.2017

Ville Arvola

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 HARMAAN JÄTEVEDEN LÄMMÖNTALTEENOTTO	8
2.1 Toimintaperiaate	8
2.2 Jäteveden lämmöntalteenoton määräykset	9
2.3 Jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmiä Suomessa	9
2.3.1 OSO ES 120	10
2.3.2 Ecowec-hybridivaihdin	10
2.3.3 Wavin-Labko	11
3 LTO-JÄRJESTELMÄN TUOTTAMA ENERGIA	15
4 KOHTEET	17
4.1 Lämpöpumpullinen jäteveden LTO-järjestelmä Kontinkankaalla	17
4.1.1 LTO-järjestelmästä saatu energia	18
4.1.2 Muut havaitut ongelmat	19
4.2 Vapaakiertoinen LTO-järjestelmä Ritaharjussa	20
5 JÄTEVEDEN JÄÄHDYTYKSEN VAIKUTUS VEDENPUHDISTUKSEEN	22
6 YHTEENVETO	24
LÄHTEET	25

Liite 1 Lämmöntalteenottosäiliö

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan harmaan jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmää, joka asennetaan asuinkerrostaloihin. Kyseistä järjestelmää voidaan pitää kohtuullisen uutena aluevaltauksena asuinkerroistaloissa. Viemäriveresistä on otettu lämpöä talteen jo kauemmin isommissa rakennuksissa, kuten uimahalleissa ja sairaaloissa. Asuntojen viemäriveresistä menee hukkaan valtavat määrät lämpöenergiaa, jota ei hyödynnetä mitenkään. Tämän järjestelmän avulla hyödynnetään harmaista viemäriveresistä saatu ylimääräinen energia esimerkiksi patteriverkoston esilämmitykseen.

Opinnäytetyössä tavoitteena on saada työn tilaajan valmisteilla oleva harmaan jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmä toimimaan heti sen valmistuttua. Työn tilaaja ei ole aiemmin urakoinut jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmää. Järjestelmä on varustettu lämpöpumpulla.

Työssä pyritään selvittämään asuinkerrostaloihin asennettujen harmaiden jätevesien lämmöntalteenottojärjestelmien ongelmakohtia. On ilmennyt, että jo rakennetuissa järjestelmissä on ollut ongelmia käytössä. Myös mahdolliset rakennusvaiheen ongelmat pyritään selvittämään.

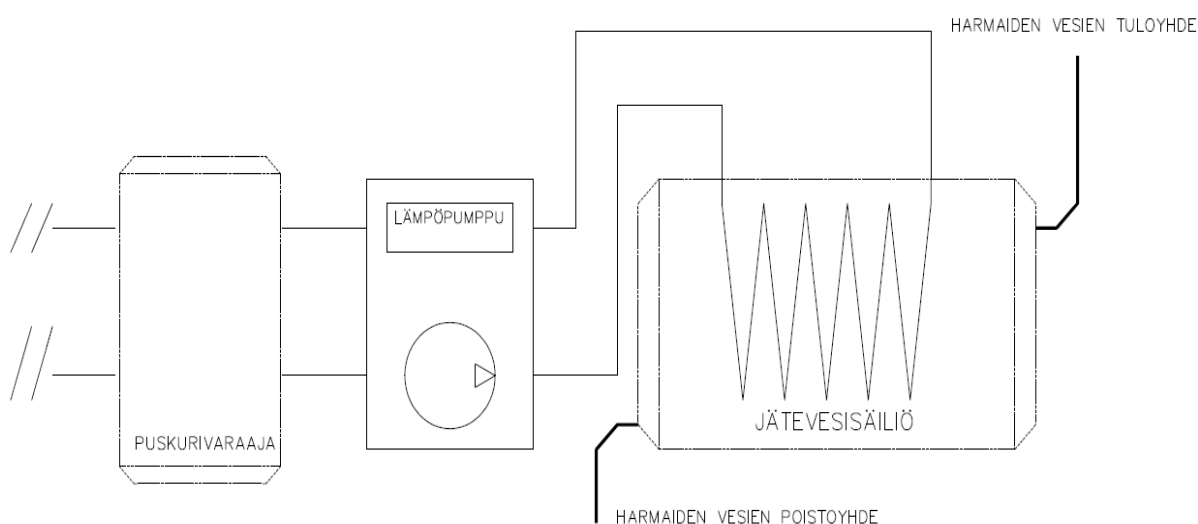
Opinnäytetyö tehtiin Oulun Vesi-Piste Oy:n tilauksesta. Vesi-Piste Oy on Kemini, Tornion ja Oulun seudulla toimiva LVI-alan yritys. Ensimmäinen toimipiste perustettiin jo vuonna 1962. Yritys tarjoaa asennuspalveluita, urakointia ja huolto-
toita. Liikkeessä myydään myös LVI-alan tarvikkeita. (1.)

2 HARMAAN JÄTEVEDEN LÄMMÖNTALTEENOTTO

2.1 Toimintaperiaate

Harmaalla jätevedellä tarkoitetaan esim. suihkujen, pesualtaiden, pesukoneiden ja keittiön sekoittajista viemäriin tulevaa vettä. WC-istuimilta tulevaa jätevettä ei luokitella harmaaksi jätevedeksi. Tämän takia harmaiden jätevesien LTO-järjestelmässä pitää tehdä erillisviemäröinti WC-istuimille. WC-istuimilta tuleva jätevesi on myös lämmittämätöntä, joten sitä ei ole kannattavaa liittää jäteveden LTO-järjestelmiin.

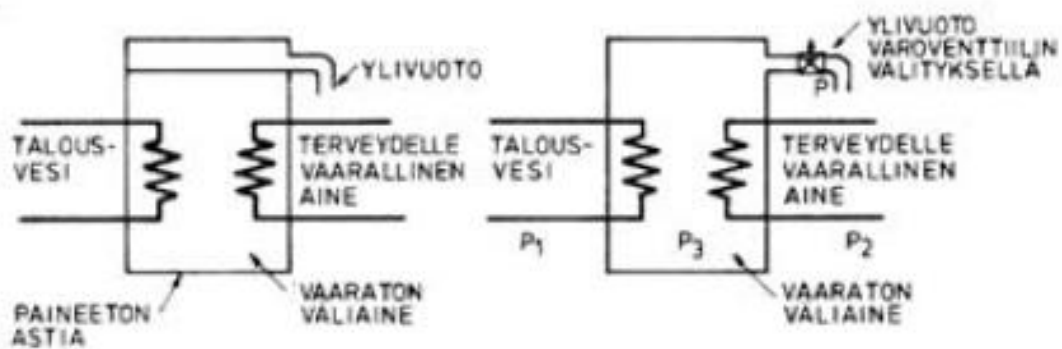
Harmaat jätevedet johdetaan viemäröinnillä erilliseen jätevesiumpisäiliöön, jonka sisällä on lämmönsiirrin. Lämmönsiirtimen sisällä kiertää jäätymätön neste (esim. glykoli), joka lämpenee säiliössä ja lämmennyt glykoli virtaa lämpöpumpulle. Lämpöpumpun höyrystimessä glykolista saatu lämpöenergia siirtyy kylmäaineeseen. Höyrystynyt kylmäaine puristetaan kokoon kompressorilla, jossa kylmäaine samalla kuumenee. Kuuma kylmäaine virtaa lauhduttimeen, jossa se luovuttaa lämpöenergian lämmitysveteen. Lämmin vesi ajetaan puskurivaraajaan, johon kerätään lämmintä vettä esimerkiksi patteriverkoston tai lämpimän käyttöveden esilämmitykseen. (Kuva 1.)



KUVA 1 Harmaan jäteveden LTO:n toimintaperiaate

2.2 Jäteveden lämmöntalteenoton määräykset

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa osassa D1 määrätään vesilaitteisto rakennettavaksi siten, että veden kanssa kosketuksissa olevista materiaaleista ei saa irrota eikä liueta veteen haitallisessa määrin terveydelle vaarallisia aineita. Veden on säilyttävä jatkuvasti laatuvaatimukset täyttävänä. Vesijohdot tulee asentaa siten, etteivät ne joudu suoraan kosketukseen aineiden (esim. glykolin tai jäteveden) kanssa. Vuotamalla tai diffundoitumalla putken seinämien läpi aineet voivat saastuttaa veden. Tämän takia lämmöntalteenotto suoritetaan väliaineen avulla, joka ei ole terveydelle vaarallista. Lämmöntalteenottojärjestelmät voidaan toteuttaa esimerkiksi kuvan 2 mukaisesti. (2, s. 7–8.)



KUVA 2 Esimerkkikytkentä, jolla estetään vaarallisen aineen pääseminen vesilaitteistoon (2, s. 8)

2.3 Jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmiä Suomessa

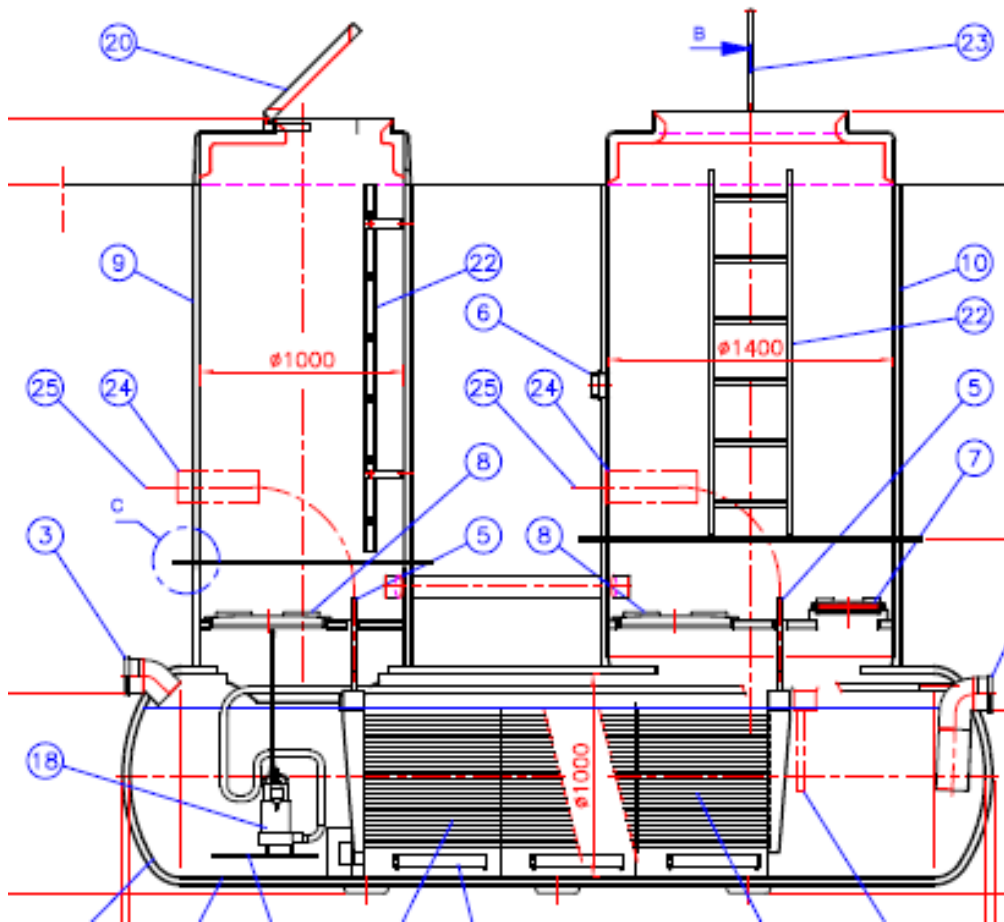
Lämmöntalteenotto harmaista jätevesistä on Suomessa melko harvinaista, joten valmiita järjestelmiä ei markkinoilla paljoa ole. Pienempiin kohteisiin on saatavilla esimerkiksi OSO ES 120 -järjestelmä. Isompiin kohteisiin, kuten asuinkerrostaloihin, on saatavilla enemmän jäteveden LTO-järjestelmiä. Esimerkiksi Wavin-Labko valmistaa isommille kohteille soveltuvia järjestelmiä.



KUVA 4 Ecowec-hybridivaihdin (4)

2.3.3 Wavin-Labko

Wavin-Labko Oy:n lämmöntalteenottojärjestelmä on maahan asennettava laite, jonka sisällä on lämmöntalteenottokennosto. Säiliön tehollinen tilavuus on 2800 litraa. Tuote on lämpöeristetty ulkoreunoilta. Säiliöön johdetaan harmaata jätevettä. Jätevedellä lämmitetään lämmönsiirtonestettä, joka kiertää kennostossa. Säiliön sisällä on myös tyhjennyspumppu, joka tyhjentää säiliön sen täytyttyä. Kyseistä lämmöntalteenottojärjestelmää käytetään esimerkiksi asuinkerrostoiloissa. (5.) (Kuva 5.)



KUVA 5 Jätevesisäiliö lämmöntalteenottokennostolla varustettuna (5.)

Lämmöntalteenottoputkisto on ruostumattomasta teräksestä valmistettu lämmönsiirrin, jossa lämmönsiirtoneste kiertää. Lämmönsiirtonesteena voidaan käyttää esimerkiksi glykolia. Lämmöntalteenottokennostoon liitetään esimerkiksi Calpex Uno -lämmitysputkisto, jossa lämmönsiirtoneste kiertää. (Kuva 6.)



KUVA 6 Jätevesisäiliön sisällä oleva lämmöntalteenottoputkisto (6.)

Huoltoluukussa sijaitsevat huuhtelu- ja ilmahuuhtelupumppu. Huuhtelupumpun tehtävänä on huuhdella lämmöntalteenottokennoston pinnat puhtaiksi, jotta lämmönsiirto pysyisi optimaalisena. Ilmahuuhtelupumpun tarkoitus on roiskia ilmanpaineen avulla jätevettä lämmöntalteenottokennoston pinnoille, jotta lämmönsiirtopinta-ala olisi mahdollisimman suuri. Huoltoluukussa sijaitsee myös tyhjennyspumpun paineputki, jota pitkin tyhjennetään jätevettä säiliöstä. (Kuva 7.)



KUVA 7 Säiliön huoltoluukku

Säiliö asennetaan maahan 2,5 metrin syvyyteen. Tuotetta ei saa asentaa liikennealueelle. Huoltokaivon yläosa kiinnitetään itseporautuvilla ruuveilla. Huoltoluukun asennuslaippojen väliin laitetaan tiivistemassaa. Lämpöputkea ei saa asentaa huoltoluukun kohdalle.

3 LTO-JÄRJESTELMÄN TUOTTAMA ENERGIA

Järjestelmän tuottamaa energiaa laskettaessa otetaan huomioon asukkaiden keskimääräinen veden kulutus. Veden kulutus voi vaihdella asuntotyypistä riippuen 90 litrasta 270 litraan vuorokautta kohden. Jos asunnoissa on huoneisto-kohtainen veden mittaus, putoaa veden kulutus noin 15–20 % henkilöä kohden. Yksi henkilö käyttää keskimäärin 155 litraa puhdasta vettä vuorokautta kohden. Kun keskimääräisestä vedenkulutuksesta vähennetään WC-istuinien viemä vesimäärä, jää keskimääräiseksi veden kulutukseksi vuorokaudessa noin 115 l/vrk. Tästä määrästä noin 50 % on 58-asteista vettä. Jäteveden lämpötila jäte-veisäiliölle tullessa on yleensä noin 20 astetta. (7.) (Kuva 8.)



KUVA 8 Vuorokauden vedenkulutuksen jakauma henkilöä kohden (7)

Harmaasta jätevedestä saatava energia vuodessa lasketaan kaavalla 1. (8.)

$$Q = \frac{\rho * C_p * V * h_{l\ddot{o}} * 365 \text{ vrk} * (t_2 - t_1)}{3600}$$

KAAVA 1

Q = jätevedestä saatava energia (kWh)

ρ = veden tiheys (1 000 kg/m³)

C_p = veden ominaislämpökapasiteetti (4,2 kJ/kg°C)

V = vedenkulutus vuorokaudessa ilman WC-istuimia (m³)

hlö = asuinrakennuksen henkilömäärä

t₂ = jäteveden lämpötila ennen jätevesisäiliötä (n. 20 °C)

t₁ = jäteveden lämpötila jätevesisäiliön jälkeen (n. 10 °C)

3600 = yksikkömuunnoskerroin (kJ->kWh)

Harmaasta jätevedestä saatava energia vuodessa esimerkiksi 55 asunnon kerrostalossa (110 asukasta) lasketaan kaavalla 1.

$$Q = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * 110 \text{hlö} * 0,115 \frac{\text{m}^3}{\text{hlö}} * 365 \text{vrk} * (20^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})}{3600} = 53,87 \text{ MWh.}$$

Lämpöpumpun hyötysuhteesta ja lämpökertoimesta riippuen jätevesisäiliöstä saatava energia voidaan jopa viisinkertaistaa. Oulussa kaukolämmön hinta asuin kerrostaloissa on 55,43 €/MWh. Vuodessa teoriassa saatava energiamäärä jäteveden LTO-järjestelmästä lasketaan kaavalla 2. (9.)

$$\text{energiamäärä} \frac{\text{€}}{\text{v}} = Q * COP * KL\text{hinta} \quad \text{KAAVA 2}$$

Q = jätevedestä saatava energia (MWh)

COP = lämpöpumpun lämpökerroin

KLhinta = kaukolämmön hinta (€/MWh)

$$\text{energiamäärä} \frac{\text{€}}{\text{v}} = 53,87 \text{ MWh} * 5 * \frac{55,43\text{€}}{\text{MWh}} = 14\,930\text{€}$$

Teoreettisesti järjestelmästä saadaan iso säästö vuodessa. Lämpöpumpun kompressorin ottamaa sähkötehoa ei ole huomioitu laskuissa. Järjestelmän takaisinmaksun arvioidaan kestävän noin 7–10 vuotta.

4 KOHTEET

4.1 Lämpöpumpullinen jäteveden LTO-järjestelmä Kontinkankaalla

Työssä päästiin tutkimaan Kontinkankaalla sijaitsevaa senioriasuinkerrostaloa, joka oli valmistunut alkuvuodesta 2016. Kohteessa on 49 asuntoa ja 89 asukasta. Kyseisessä kohteessa on lähes samanlainen harmaan jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmä, kuin työn tilaajalla on valmisteilla olevassa kohteessa. Järjestelmää esitellään kuvassa 9.

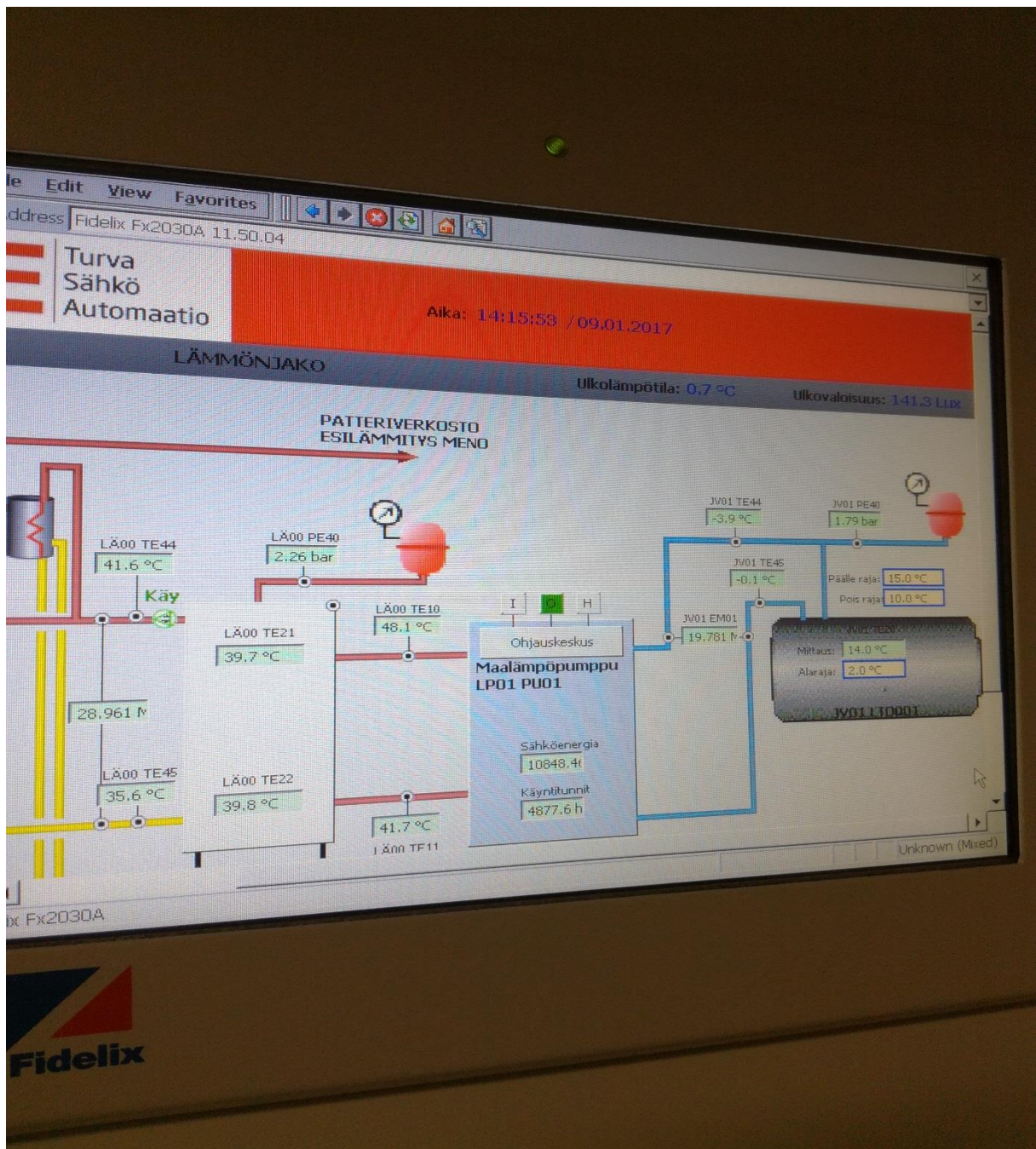


KUVA 9 Kontinkankaan LTO-järjestelmä

Haastattelun perusteella kävi ilmi, että järjestelmän käytössä tai toiminnassa ei ole ollut suuria ongelmia. Isoimpana ongelmana on pidetty järjestelmän tuottamaa energiamäärää, joka on ollut vähäinen. Jäteveden lämpötila ei ole ollut kovin korkea, joten siitä ei ole saatu energiaa paljoa talteen. Jäteveden lämpötilan perusteella voidaan olettaa, että seniori-ikäiset ihmiset eivät kuluta lämmintä vettä yhtä paljon kuin esimerkiksi lapsiperheet. Kohteessa ei myöskään ole astianpesukoneita, jotka lisääisivät lämpimän veden kulutusta. Kellarikerroksessa sijaitsevasta pesutuvasta ei myöskään ole johdettu viemäriä järjestelmään.

4.1.1 LTO-järjestelmästä saatu energia

Pelkästään jäteveesisäiliöstä on saatu kuluvan vuoden aikana irti 19,8 MWh energiaa. Maalämpöpumpun avulla on siirretty lämpöenergia puskurivaraajaan, josta on saatu tehoa 28,9 MWh. Tämän perusteella havaitaan, että lämpöpumpun lämpökerroin on vain 1,5. Käytännössä lämpöpumpusta ei ole suuresti hyötyä, kun lämpöpumpun tuottama energia on yhtä suuri kuin lämpöpumpun kompressorin ottama sähköteho kuluvan vuoden aikana. Kohteesta saatuja tietoja on esitelty kuvassa 10.



KUVA 10 Kohteen automatiikkakaavio

4.1.2 Muut havaitut ongelmat

Kohteen lämpimän veden pieni kulutus aiheutti sen, että lämpöpumppu ei käynyt päällä kovin usein. Jäteveden lämpötila ei ylittänyt useasti 20:tä celsiusastetta. Lämpöpumppu sai alun perin käyntiluvan, kun jäteveesisäiliön lämpötila

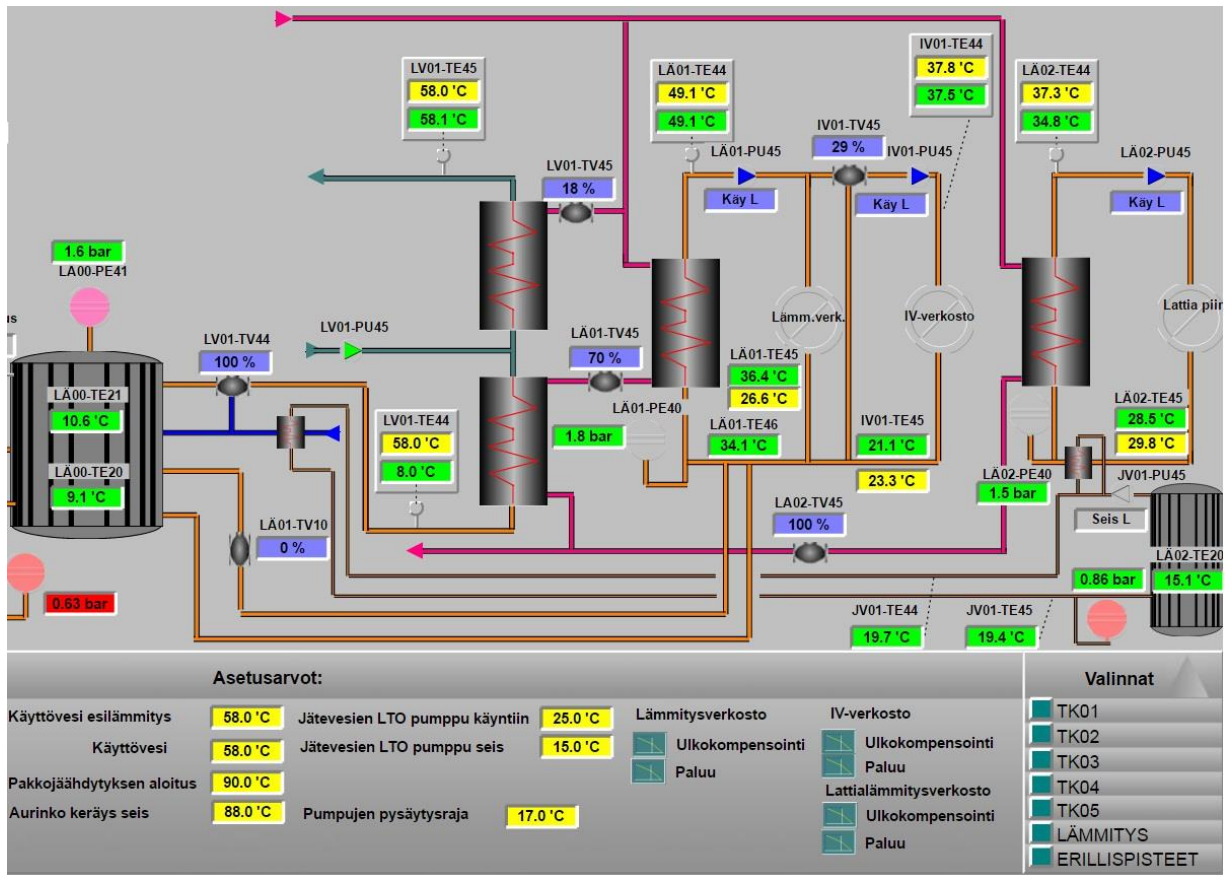
ylitti 20 astetta. Vastaavasti lämpöpumppu sammui, kun lämpötila jäteveesisäiliössä jäähtyi 10 asteeseen. Tästä johtuen automatiikkaa säädettiin siten, että lämpöpumpulle saatiin käyntilupa jo jäteveden ollessa 15-asteista.

Vuoden aikana oli tapahtunut järjestelmässä kaksi hälytystä. Ne johtuivat jäteveesisäiliön jäteveden lämpötilan laskusta. Hälytykset olivat tapahtuneet syksyllä ja keväällä. Säiliön jätevesi oli jäähtynyt alle 2 asteeseen, mikä aiheutti hälytyksen. Tämän arveltiin johtuvan glykolinesteestä, joka on jäähdyttänyt jäteveden niin alhaiseksi. Glykolinesteen lämpötila normaalissa käyntitilanteessa on noin – 5 °C sen tullessa jäteveesisäiliöön. Lämpöpumpun sammuttua kylmä glykolineste on jäähdyttänyt jäteveden alle hälytysrajan.

4.2 Vapaakiertoinen LTO-järjestelmä Ritaharjussa

Työssä päästiin tutkimaan myös toista harmaan jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmää, joka sijaitsee Ritaharjussa. Kyseinen kohde oli noin 120 asukkaan kerrostaloasunto, joka oli valmistunut vuonna 2014. Järjestelmässä ei ollut lämpöpumppua. Kohteessa glykolineste pumpattiin suoraan jäteveesisäiliöltä lämmönsiirtimille. Glykolinesteellä esilämmitettiin aluksi lattialämmityspiiriä ja sen jälkeen ylimääräinen lämpö kierrätettiin toisen lämmönsiirtimen kautta lämminvesivaraajaan. Lämminvesivaraajasta puolestaan hyödynnettiin lämpöä patteriverkostoon, käyttöveteen ja IV-lämmitykseen.

Tässä kohteessa ei ole ollut käytönaikaisia ongelmia toistaiseksi. Kohteessa järjestelmän tuotto on jäänyt huomattavasti oletetusta tuotosta. Esimerkiksi valvomosta katsottuna edellisen kuukauden aikana jätevedestä ei ole saatu yhtään lämpöä talteen. Reilun kahden vuoden aikana koko järjestelmästä on saatu yhteensä 12,4 MWh energiaa talteen. Keskimääräinen säästö vuodessa on noin 350 euroa, joten järjestelmän takaisinmaksuaika on lähes ääretön. Jäteveden lämpötila on ollut keskimäärin 15 astetta, joten glykolipumppu ei ole saanut käyntilupaa kovin useasti. Pumppu on ohjelmoitu käynnistyvän vasta 25 asteessa, jota jäteveden lämpötila ei kovin useasti ole ylittänyt. Tässäkin kohteessa tarvittaisiin jäteveden lämpötilaa korkeammaksi, jotta järjestelmästä pystytäisiin hyödyntämään enemmän energiaa talteen. Alla olevassa kuvassa on esitelty kohteen automatiikkakaaviota. (Kuva 11.)

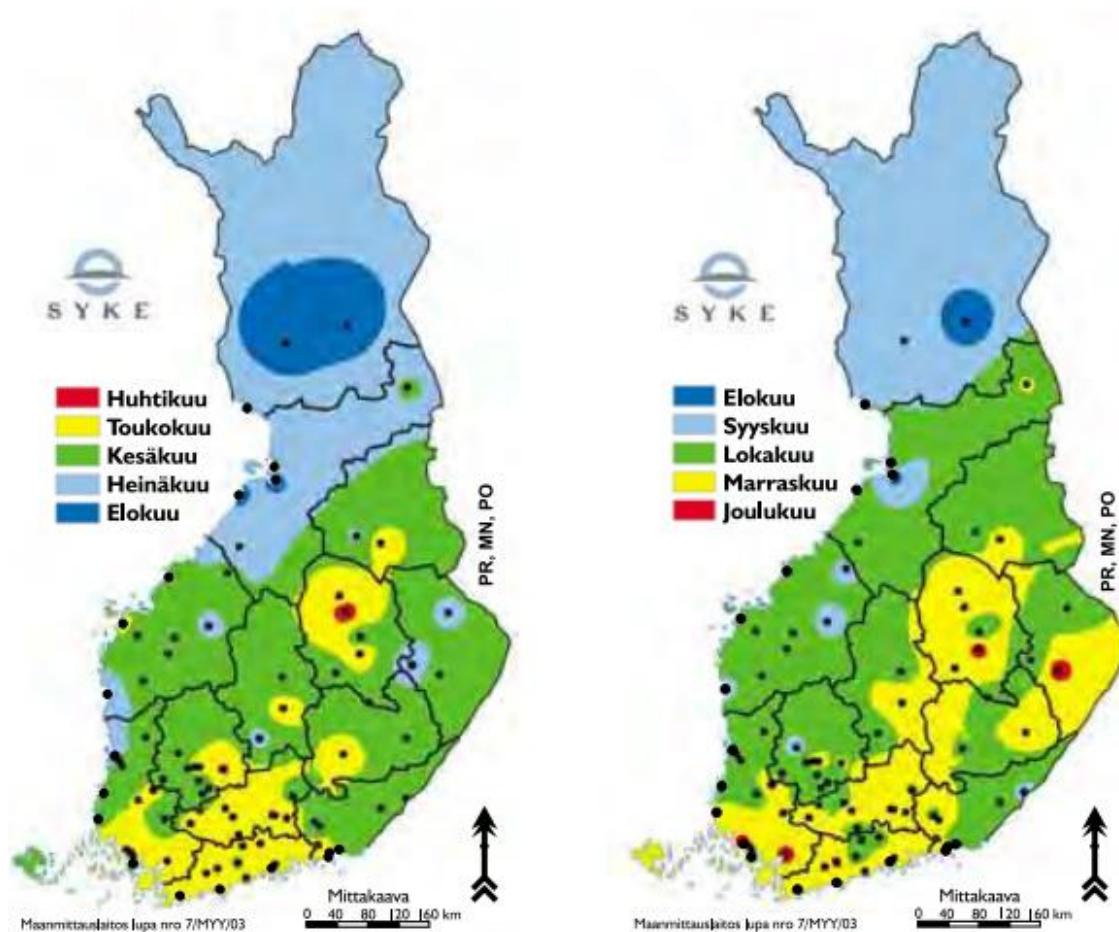


KUVA 11 Ritaharjun kohteen automatiikkakaavio

5 JÄTEVEDEN JÄÄHDYTYKSEN VAIKUTUS VEDENPUHDISTUKSEEN

Pohjoisen sijainnin takia jätevesien lämpötilat Suomessa ovat Euroopan unionin alueella matalimmat. EU:n yhdyskuntajätevesien puhdistusta koskevan direktiivin perusteella Suomessa ainoastaan 11 vedenpuhdistamoaa 85:stä täyttää direktiivin vaatimukset. Syynä tähän on riittämätön typenpoisto jätevesistä. Direktiivissä on kuitenkin pykälä, jossa otetaan huomioon ilmastolliset olosuhteet. Suomessa kyseistä pykälää on sovellettu, koska ilmasto on kylmä muihin Euroopan maihin nähden. Pykälän perusteella Suomen vedenpuhdistamot voivat jatkaa toimintaansa. (10, s.17)

EU:n direktiivissä määrätään typenpoistoon tarvittava jäteveden lämpötila, joka on 12 astetta. Suomessa ei millään paikkakunnalla jäteveden lämpötila ole jatkuvasti yli 12 asteen. Suomalaisten jätevesien lämpötiloja on selvitetty eri vedenpuhdistamoilla. Niiden perusteella luotiin alueellinen kartta, jossa esitellään jäteveden lämpötilan yli 12 asteen alku- ja loppumisajankohta. Karttaa esitellään kuvassa 12. (10, s. 18–20.)



KUVA 12 Jäteveden yli 12 asteen lämpötilojen alku- ja loppuajankohdat (10, s. 20.)

Kartasta huomataan, että esimerkiksi Oulun alueella jäteveden lämpötila ylittää 12 astetta keskimäärin heinäkuusta syyskuulle. Riittävä typenpoisto jätevedestä on mahdollinen vain kolmena kuukautena vuodesta. Typenpoistovelvoite annetaan kuitenkin puhdistamokohtaisesti ympäristöluvassa, jota vesihuoltolaitos hakee määrävälein ympäristölupavirastosta. (8, s.17)

Jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmällä jäähdytetään jätevettä alle 12 asteeseen. Tämä aiheuttaa ongelmia typenpoistoon vedenpuhdistamoilla. Yksittäisten asuinrakennuksien jäteveden LTO-järjestelmät eivät kuitenkaan vaikuta jätevesiverkostojen lämpötiloihin. Jos jokaiseen asuinrakennukseen laitettaisiin jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmä, aiheuttaisi se jäteveden lämpötilan huomattavan laskun.

6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli saada tilaajan valmisteilla oleva harmaan jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmä toimimaan heti sen valmistuttua. Tätä varten selvitettiin olemassa olevista järjestelmistä mahdollisia ongelmakohtia. Myös rakennusvaiheessa havaittuja ongelmakohtia pyrittiin selvittämään. Työ oli haastava, koska työssä päästiin tutkimaan vain kahta hieman erilaista jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmää asuinkerrostaloissa.

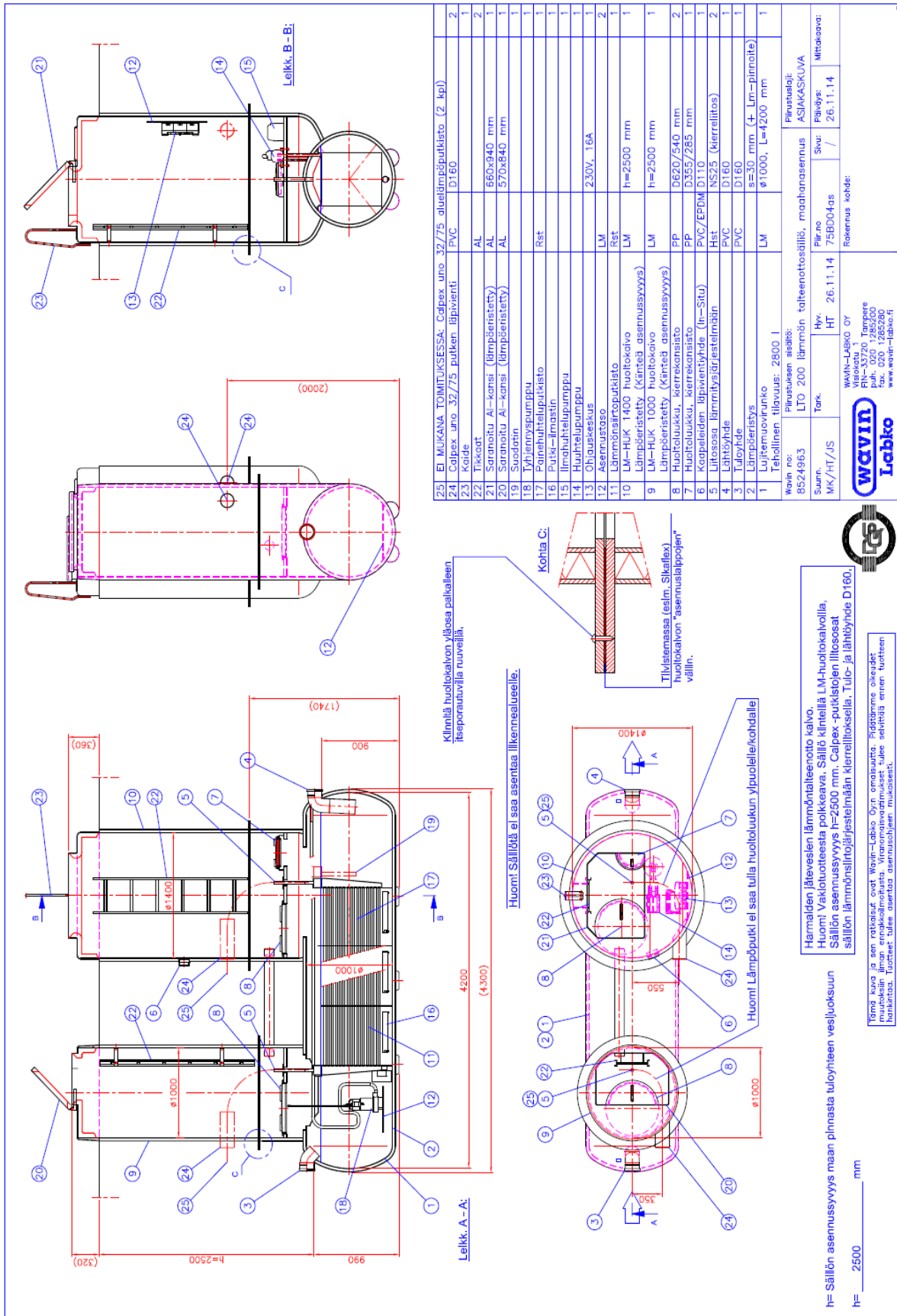
Varsinaisesti järjestelmien toiminnassa ei ole ollut vikaa. Rakennusvaiheessa järjestelmässä ei ollut ilmennyt mitään ongelmia aikaisemmillä urakoitsijoilla. Suurimpana ongelmana järjestelmässä on harmaan jäteveden alhainen lämpötila, johon koko järjestelmän tuottavuus perustuu. Järjestelmä on kannattava vain, jos lämpimän veden kulutus on suurta. Nykyisillä jäteveden lämpötiloilla järjestelmän takaisinmaksuaika on reilusti yli 50 vuotta, joten sitä ei ole kannattavaa asentaa. Lisäksi järjestelmässä jäähdytetään jätevettä, mikä aiheuttaa aiheutetaan myös ongelmia vedenpuhdistukseen. Yksittäiset jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmät eivät kuitenkaan vaikuta jäteveden puhdistamoiden toimintaan.

Kahden erilaisen kohteen perusteella voidaan myös huomata, että lämpöpumpullisesta järjestelmästä saadaan enemmän energiaa irti. Ilman lämpöpumppua järjestelmästä ei ole oikeastaan mitään hyötyä. Tilaajan valmisteilla oleva kohde antaa myös hyvän kuvan lämpöpumpullisesta jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmästä, koska kyseinen kohde asennetaan normaaliin asuinkerrostaloon. Kohteessa lämpimän veden kulutus on todennäköisesti suurempi kuin senioriasuinkerrostalossa.

LÄHTEET

1. LVI-Palvelut Kemin, Tornion sekä Oulun seudulla. 2016. Vesi-Piste Oy. Saatavissa: <http://vesipiste.fi/yritys/>. Hakupäivä: 30.1.2017
2. D1 (2007). 2007. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa: www.finlex.fi/data/normit/28208-D1_2007.pdf. Hakupäivä: 18.1.2017
3. Harmaan veden lämmöntalteenotto, OSO ES 120. 2016. Suomen energiapalvelut Oy. Saatavissa: <http://www.suomenenergiapalvelut.fi/index.php/varaajat/harmaanveden-lammon-talteenotto>. Hakupäivä: 8.11.2016
4. Ecowec-hybridivaihdin. 2016. Wasenco Oy. Saatavissa: http://wasenco.com/ecowec-hybridivaihdin_ottaa_lammon_talteen_jatevedesta/. Hakupäivä: 20.2.2017
5. Wavin-Labko lämmöntalteenottolaite. Wavin-Labko Oy. Saatu käyttöön Wavin-Labko Oy:n edustajilta.
6. Lämmöntalteenottokeskus, LTO. 2016. Wavin-Labko Oy. Saatavissa: <http://labko.wavin.com/web/jarjestelmat/kiinteistojen-viemarointi/lattiakaivoerotimet-2.htm>. Hakupäivä: 20.2.2017
7. Vedenkulutus. 2016. Motiva. Saatavissa: http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/vedenkulutus. Hakupäivä: 16.1.2017
8. Laskukaavat: Lämmin käyttövesi. 2016. Motiva. Saatavissa: http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energian kayton_tehostaminen/kiinteistojen_energiahallinta/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi. Hakupäivä: 16.1.2017

9. Kaukolämmön hintavertailu. 2016. Oulun Energia. Saatavissa:
<https://www.oulunenergia.fi/tuotteet-ja-palvelut/lampoa-kotiin/kaukolampohinnasto/kaukolammon-energia-ja-perusmaksut/kaukolammon-hintavertailu>. Hakupäivä: 19.1.2017
10. Vesitalous. 2003. Ympäristöviestintä YVT Oy. Saatavissa:
http://www.vesitalous.fi/wp-content/uploads/2010/02/4_2003.pdf. Hakupäivä:
30.1.2017



25	EI MUKANA TOIMITUKSESSA: Calpex uno 32/75 aluelämpöpumputkisto (2 kpl)	PVC	D160	2
24	Calpex uno 32/75 putken läpivihti			1
23	Koide			2
22	Tikkaat	AL		2
21	Saranoitu Al-kansi (lämpöeristetty)	AL	660x940 mm	1
20	Saranoitu Al-kansi (lämpöeristetty)	AL	570x840 mm	1
19	Suodatin			1
18	Tyhiennyspumppu	Ret		1
17	Painehuhtelupumputkisto			1
16	Puik-Imastin			1
15	Ilmahuhtelupumppu			1
14	Huhtelupumppu			1
13	Ohjaukseluk		230V, 16A	1
12	Asennustaso	LM		2
11	Lämmönsäätöpumputkisto	Ret		1
10	LM-HUK 1400 huotokäivo	LM	h=2500 mm	1
9	LM-HUK 1000 huotokäivo	LM	h=2500 mm	1
8	Lämpöeristetty (kinted) asennussyvyys	FP	D620/540 mm	2
7	Huotokäivo, kerrosnasto	FP	D355/285 mm	1
6	Koappaiden läpivientyhde (h=Stu)	PVC/EPDM	D110	1
5	Litessä lämmitysjärjestelmän	Hst	NS25 (kierrellis)	2
4	Lähtöyhde	PVC	D160	1
3	Tuloyhde	PVC	D160	1
2	Lämpöeristys	LM	s=30 mm (+ Lm-pinnoite)	1
1	Lujiteuovirunko	LM	ø1000, L=4200 mm	1

Wavin no: 8524963
 Pinnustuksen asetus: LTO 200 lämmön talteenottoaall, maahanasennus
 Suunn: MK/HT/JS
 Tark: HT 26.11.14
 Piv: 26.11.14
 Mittakaava: /
 Rokernus kohde: /
 Wavin-Labio Oy
 Puh. 020 1285200
 www.wavin-labio.fi

h= 2500 mm