

Timo Hänninen

**Etäluettavan vesimittarin toimivuus ja hankinnan
kannattavuus**

Opinnäytetyö

Kevät 2015

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma



SEINAJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Timo Hänninen

Työn nimi: Etäluettavan vesimittari toimivuus ja hankinnan kannattavuus

Ohjaaja: Pasi Junell

Vuosi: 2015 Sivumäärä: 42 Liitteiden lukumäärä: 2

Tämä opinnäytetyö tehtiin Alajärven vesiosuuskunnalle, jolla oli tarve selvittää eri mittaustapaan perustuvien vesimittareiden etuja ja haittoja sekä etäluettavuuden hyödyllisyyttä ja tarpeellisuutta vesilaitokselle. Alajärven vesiosuuskunnalla on noin. 2000 laskutettavaa asiakasta, joilla on vesimittari. Alajärven vesiosuuskunta laskuttaa asiakkaitaan vesimittareiden kulutuslukemien perusteella. Kulutuslukemien tehokas siirto laskutusjärjestelmään ja vedenkulutuksen mittaustarkkuus ovat avainasioita Alajärven vesiosuuskunnan toiminnan kannalta.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin kahden eri vesimittarimerkin vesimittareita. Tutkittavat vesimittarit olivat Kamstrupin ultraääniperusteiset etäluettavat vesimittarit ja B-Metersin mekaaniset etäluettavat vesimittarit. Vesimittarit saatiin koekäyttöön Kamstrup A/S:n Suomen myyntiedustajalta ja B-Metersin vesimittarit saatiin koekäyttöön Ko-Ka Ky:ltä, joka on B-Meters-vesimittareiden maahantuoja. Vesimittareiden etäluettavuuden toimivuutta testattiin Alajärven vesiosuuskunnan toiminta-alueella ja mittaustarkkuutta Seinäjoen ammattikorkeakoulun käyttötekniikan laboratoriossa.

Etäluennan toimivuuden kannalta B-Metersin ja Kamstrupin vesimittarit ja etäluentajärjestelmät toimivat hyvin määriteltujen arvojen mukaisesti eikä havaittavia eroavaisuuksia ollut mittarimerkkien välillä.

Mittaustarkkuutta mitattiin pienillä tilavuusvirroilla ja suoritetuissa kokeissa havaittiin aivan pienillä, alle 0,5 litraa/minuutti tilavuusvirran arvoilla ultraäänivesimittarin mittaustekniikan olevan tarkempi kuin mekaanisen vesimittarin.

Alajärven vesiosuuskunta sai tämän opinnäytetyön tutkimustulosten ansiosta tietoa etäluettavien vesimittareiden hyvästä toimivuudesta ja mahdollisesta kokonaistoiminnan tehostumisesta etäluettavuuden ansiosta.

Avainsanat: mittauslaitteet, etäluenta, mittaustekniikka, ultraääni, vesilaitokset

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Author: Timo Hänninen

Title of thesis: Functionality and acquisition of the wireless smart water meter

Supervisor: Pasi Junell

Year: 2014

Number of pages: 40

Number of appendices:

This thesis was done for the Alajärvi water cooperative in need to find a different measurement method based on the advantages and disadvantages of the water meters, as well as on the usefulness and necessity of the utility of the readability of the remote wireless smart water meters. The Alajärvi water cooperative has about 2000 customers. The efficient transfer of the consumption reading into the billing system and the accuracy of the water consumption measurement are the key issues of the Alajärvi water cooperative activity.

This thesis was to investigate two different water meters. The water meters were the Kamstrup ultrasonic wireless smart water meter and B-Meters mechanical remote reading water meter. The remote readability was tested at the Alajärvi water cooperative and the measurement accuracy of the meters was tested at the laboratory of School of Technology of Seinäjoki University of Applied Sciences.

Differences between the functionality of the remote reading and the measurement accuracy of the Kamstrup and B-Meters water meters were not noticeable. The remote reading worked as expected at both the water meters. The measurement accuracy tested at low flows showed that ultrasonic meter was more accurate than the mechanical water meter at a less than 0.5 liter-minute-volume flow.

This thesis gave important information to the Alajärvi water cooperative about the remote reading functionality and possibility. The remote reading and smart metering can enhance the functions of business.

Keywords: measuring instruments, remote reading, measurement technique, ultrasonic, water plants

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	3
KUVIO - JA TAULUKKOLUETTELO	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tausta ja tavoitteet	7
1.2 Yritysesittely	7
1.3 Rajaukset	8
2 VEDEN KULUTUKSEN MITTAAMINEN	9
2.1 Veden mittaaminen	9
2.2 Vesimittareiden jaottelu mittausperiaatteella	9
2.3 Mekaaniset vesimittarit.....	10
2.3.1 Jaottelu	10
2.3.2 Mekaanisen vesimittarin rakenne ja käyttötarkoitus	12
2.3.3 Toimintaperiaatteet	12
2.4 Ultraääniperusteinen vesimittari	12
2.4.1 Rakenne.....	12
2.4.2 Toimintaperiaate	13
2.5 Vesimittareiden koot.....	13
3 LAINSÄÄDÄNTÖ	16
3.1 Mittauslaitelaki.....	16
3.2 Tyyppihyväksyntävaatimus	16
3.3 Mittauslainedirektiivi	16
3.4 Mittauslainedirektiivin mukaiset määritelmät vesimittareille	17
3.5 Erityisvaatimukset	18
3.6 Soveltaminen ja hyväksymismerkinnät	18
3.7 Merkinnät ja käytössä olevat mittarit	18
3.8 Mittauslainedirektiivin täydentävät standardit vesimittareille	19
4 VESIMITTAREIDEN KULUTUSLUKEMIEN SIIRTO	
LASKUTUKSEEN	21

5	ETÄLUKUMAHDOLLISUUDET	22
5.1	Periaate.....	22
5.2	M-bus mittaustiedon siirto langattomasti autolla ohi ajaen	22
5.3	Mittaustiedon siirto yhteen keräävään yksikköön impulssitiedoista	23
5.4	Automaattinen kulutustietojen seuranta ja lähetys	23
6	ULTRAÄÄNI- JA MEKAANISEN VESIMITTARIN TUTKIMINEN ...	24
6.1	Tutkittavat vesimittarit	24
6.2	Tarkoitus	24
6.3	Koejärjestely	25
6.4	Tutkimustulokset	26
6.5	Mittausepävarmuustekijät	27
6.6	Johtopäätökset.....	28
7	ETÄLUETTAVUUDEN TESTAAMINEN	30
7.1	Testaus	31
7.2	Tulokset ja mittausepävarmuustekijät	32
7.3	Johtopäätökset.....	33
8	ERITYYPPISTEN VESIMITTARIEN HANKINTAHINNAT	34
8.1	Vesimittareiden hankintahinnat	34
8.2	Luentajärjestelmien hankintahinnat.....	34
8.3	Hankinnan kannattavuuden arviointi	34
9	YHTEENVETO.....	37
10	POHDINTA	38
	LÄHTEET	40
	LIITTEET	42

KUVIO - JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Yksisuihkuinen vesimittari (B-Meters CPR 2014).....	11
Kuvio 2. Monisuihkuinen vesimittari (B-Meters GMB 2014).	11
Kuvio 3. Woltmann-tyyppinen turbiinivesimittari (B-Meters WDE 2014).....	11
Kuvio 4. Ultraääni vesimittarin toimintaperiaatteen havainnekuva (Multical 21 2014).....	13
Kuvio 5. Mittauksen koejärjestely.....	26
Kuvio 6. Vesimittareiden vertailu tulokset.	27
Kuvio 7. Laskennalliset tilavuudet.....	27
Kuvio 8. B-Meters vesimittari ja etäluku moduuli (B-Meters GMC-RFM 2014). ...	30
Kuvio 9. Kamstrup etäluku vesimittari (Multical 21 2014).....	30
Taulukko 1. DN/ mm muuntotaulukko (Putkien kokomittataulukko 2007).	14
Taulukko 2. Vesimittareiden tekniset tiedot (B-Meters GSD-RFM,Technical featutes 2014 ja Multical,datalehti 2014).....	24
Taulukko 3. B-Meters mittareiden etälukukokeilun tulokset.	31
Taulukko 4. Kamstrup mittareiden etälukukokeilun tulokset.	32
Taulukko 5. Erityyppisten vesimittarien laskennalliset vuosikustannukset.	36

1 JOHDANTO

Nykypäivänä vesi ja energia ovat artikkeleita, joissa korostuu tehokkuus ja tarkkuus. Tiukentuva lainsäädäntö, CE-merkintä ja tyyppihyväksyntä ovat vesihuoltoalalla asioita, jotka täytyy ottaa huomioon, kun asiakasta laskutetaan kuluttamastaan vedestä.

Alajärven Vesiosuuskunta on pieni yritys, jossa vesilaskutuksen toimivuus ja vesimittarilukuarvojen siirto ovat kokonaistoiminnan kannalta tärkeitä asioita. Lisäksi asiakkaiden tyytyväisyys sekä tarkka ja luotettava veden kulutuksen mittaaminen korostuvat.

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Alajärven vesiosuuskunnalla on noin 2000 laskutettavaa asiakasta, joiden veden kulutusta mitataan vesimittareilla. Tällä hetkellä asiakkaiden veden kulutuksen seuraaminen eli vesimittareiden kulutuslukemien siirto laskutukseen on tapahtunut joko fyysisesti laitoksen suorittamana asiakkaiden kiinteistössä paikan päällä lukien tai asiakkaiden lähettämien luentakorttien avulla. Lisäksi Alajärven Vesiosuuskunnan alueen vesimittarit ovat mekaaniseen mittaustapaan perustuvia mittareita.

Tämän työn tarkoituksena on selvittää, tuovatko etäluettavat vesimittarit ja etäluentajärjestelmä etuja niin alueen kuluttajille kuin itse vesilaitokselle. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää ultraääni- ja mekaaniseen mittaustapaan perustuvan vesimittareiden eroja mittaustarkkuudessa sekä epäselvissä tapauksissa.

1.2 Yritysesittely

Alajärven vesiosuuskunta on kuluttajien omistama osuuskunta, jossa on noin 1900 omistajajäsentä ja 2000 kulutuspistettä. Alajärven vesiosuuskunta toimittaa asiakkailleen puhdasta vettä ja vuorokausipumppausmäärä on noin 900–1100 m³/vuorokausi.

Alajärven vesiosuuskunnalla on kaksi vedenottamoa sekä yksi alkalointilaitos, jossa vedestä poistetaan rauta ja mangaani sekä nostetaan alkaliteettia ja pH:ta. Lisäksi sillä on veden jakeluun tarvittava putkisto, jossa on noin 200 km vesijohtoputkistoa.

Alajärven vesiosuuskunnalla työskentelee johdon lisäksi yksi laitosmies kokoajaisesti ja toinen laitosmies noin 6–10 kk/vuosi.

Vesiosuuskunta laskuttaa asiakkaitaan veden kulutuksesta, jota mitataan vesimittareilla. Muut maksut koostuvat perusmaksuista, joilla katetaan verkoston rakennus-, ylläpito-, käyttö- ja huoltokustannukset.

1.3 Rajaukset

Työ rajataan kohdistumaan kahden erilaisen etäluettavan vesimittaritoimittajan vesimittareiden tutkimiseen; mittaustarkkuuden tutkimiseen erityisesti pienillä virtausnopeuksilla sekä etälukulaitteella suoritettavan etäluvun etäisyyksien toimivuuteen. Lisäksi työssä pohditaan etäluettavan vesimittarin hankinnan kannattavuutta ja vuosittaista käyttökulua.

2 VEDEN KULUTUKSEN MITTAAMINEN

2.1 Veden mittaaminen

Vesihuollon suunnittelu- ja käyttövaiheessa tarvitaan erilaisia veden mittaustietoja esimerkiksi veden paine, virtaama ja veden nopeustietoja. Veden mittaamisen menetelmät voivat perustua hydrauliseen, magneettiseen, elektromagneettiseen tai ultraääni menetelmään. (Karttunen 1998, 40.)

Veden kulutusta vesilaitosten asiakkaila mitataan vesimittareilla ja yleisin vesimittari on mekaanisella mittausperiaatteella toimiva vesimittari. Mekaaninen vesimittari on vesiturbiinin tapaan toimiva laite sillä erolla, että mekaaninen vesimittari ei muuta virtausta liike-energiaksi kuin sen verran mitä rullalaskurin kulutuslukemien siirto tarvitsee.

Teollisuuslaitoksissa ja suurissa linjamittauksissa on käytössä elektromagneettisia virtausmittareita, joista saadaan hetkellisiä virtaustietoja ja myös kokonaiskulutustietoja.

2.2 Vesimittareiden jaottelu mittausperiaatteella

Tässä työssä tutkitaan mekaaniseen mittaustapaan ja ultraääniperusteiseen mittaustapaan mittaavia vesimittareita. Kummankin vesimittarin mittausperiaate perustuu tilavuusvirran kaavaan, (kaava 1.) joka on seuraavanlainen

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = Av \quad (1)$$

jossa Q on tilavuusvirta, jonka yksikkö on [m³/s]

V on tilavuus

t on aika

v on nopeus

A on pinta-ala

Pinta-ala on vesimittarin niin sanotun mittaososan poikkipinta-ala ja kun muut suureet on mittaamalla ja kalibroimalla asetettu vesimittarin toiminnan kannalta oikeiksi, voidaan mitata veden kulutusta.

2.3 Mekaaniset vesimittarit

2.3.1 Jaottelu

Mekaaniset vesimittarit jaotellaan kolmeen eri ryhmään toimintaperiaatteensa mukaisesti. Mekaanisia vesimittareita on tyypeiltään yksi- ja monisuihkuisia vesimittareita sekä turbiinityypisiä vesimittareita. (Harju 2006, 30.)

Mekaaninen vesimittari on nimensä mukaisesti mittaustapahtumassa mekaniikkaa hyväksi käyttävä ja näin ollen myös osiltaan liikkuva ja kuluva. Mittarissa veden virtauksesta johtuen siipipyörä pyörii ja saa aikaan laskurissa ja summanäytössä lukemien muutosta ja näin ollen todennetaan kumuloitunut veden kulutus.

Kuvissa (kuvio1, kuvio2 ja kuvio3) näkyy erilaisten mekaanisten vesimittareiden visuaaliset eroavaisuudet. Kuvienkin perusteella on havaittavissa mittareiden kokoerot, yksisuihkuinen vesimittari on kooltaan pienin, monisuihkuinen vesimittari isompi ja turbiinityyppinen kaikista isoin. Yksi- ja monisuihkuisia vesimittareita on varustettuna joko märkä- tai kuivalaskurilla. Märkälaskurivesimittarissa vesi pääsee mittarin koneistoon ja on niin sanotusti märkälaskuri, kuivalaskuri mittarissa laskuriosioon ei pääse vettä vaan pelkästään siipipyörään, joka pyöriessään aukaisee rullalaskurin magneettikytkimen ja mahdollistaa rullalaskurin pyörimisen ja siten kumuloituneen veden kulutuksen.



Kuvio 1. Yksisuihkuinen vesimittari (B-Meters CPR 2014).



Kuvio 2. Monisuihkuinen vesimittari (B-Meters GMB 2014).



Kuvio 3. Woltmann-tyyppinen turbiinivesimittari (B-Meters WDE 2014).

2.3.2 Mekaanisen vesimittarin rakenne ja käyttötarkoitus

Mekaanisella vesimittarilla nähdään kumuloitunut veden kulutus eli se määrä, mitä vettä on virrannut vesimittarin läpi. Mekaanisen vesimittarin rakenne koostuu virtausmittausosasta, jossa on siipipyörä ja summanäyttö. Virtausmittausosan runko on yleensä messinkiä tai valurautaa ja rungon sisällä on virtausmittauskammio, jossa on siipipyörä. Lisäksi virtausmittauskammion sisääntuloaukossa on suodatin, johon jää suurimmat likapartikkelit. Vesimittarin summanäyttö näyttää kulutuksen sekä pyörivä kiekko virtauksen. (Mekaaninen vesimittari 2009.)

Vesimittarit toimitetaan laitokselle sinetöitynä, mikä varmistaa vesimittarin oikean tarkkuuden ja toimivuuden. Mikäli vesimittarissa ei ole sinettiä tai se on katkaistu, mittari ei ole tarkoituksenmukainen.

2.3.3 Toimintaperiaatteet

Yksisuihkuisessa vesimittarissa, kuten monisuihkuisessa vesimittarissakin toimintaperiaate on lähes sama kuitenkin sillä erolla, että monisuihkuisessa vesisuihkuja on useita. Kummassakin tapauksessa suihku tai suihkut ohjataan tangentiaalisesti suorasiipiseen siipipyörään. Turbiinityyppisessä vesimittarissa siipipyörän akseli on virtauksen suuntaisesti ja pyörimisliike saadaan aikaan johtosiivillä. (Harju 2006, 29–30.)

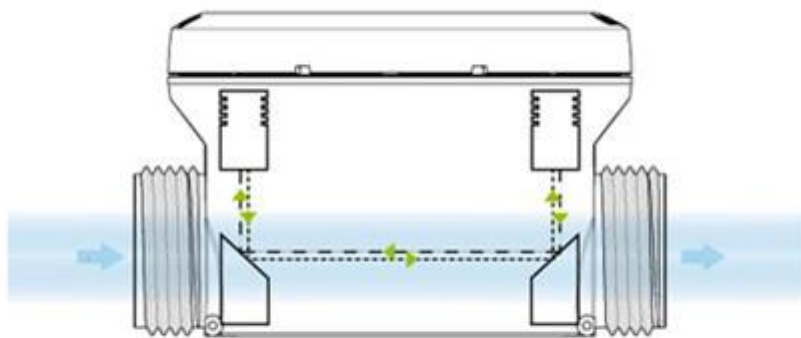
2.4 Ultraääniperusteinen vesimittari

2.4.1 Rakenne

Ultraääniperusteinen vesimittari koostuu kahdesta eri osasta, jotka on yhdistetty yhdeksi kokonaisuudeksi. Osat ovat virtausputki, jossa on sisällä ultraääni lähetin- ja vastaanotinpari sekä elektroniikkaosa, jossa on muistilla ja langattomalla tiedonsiirrolla varustettu niin sanottu pienoistietokone. (Multical 21 2014.)

2.4.2 Toimintaperiaate

Kulutettu tilavuus mitataan lähettämällä kaksi ultraäänisignaalia lähetin-vastaanottimista, toisesta lähetetään virtauksen suuntaan ja toisesta virtauksen vastaisesti. Kun virtauksen suuntainen signaali kohtaa ensin vastakkaisen anturin ja virtauksen vastainen signaali myöhemmin toisen anturin, näiden kuluaikaerosta voidaan suoraan verrannollisesti määrittää virtausnopeus ja siitä edelleen voidaan tilavuusvirran kaavalla laskea kumuloitunut tilavuus. (Multical 21 2014.)



Kuvio 4. Ultraääni vesimittarin toimintaperiaatteen havainnekuva (Multical 21 2014).

2.5 Vesimittareiden koot

Vesimittareiden koot määritellään standardissa SFS-EN 14154-1. (SFS-EN14154-1.+A2 2011). Yleisesti vesimittareiden koko valitaan kohteen mukaan. Voidaan ajatella, että vesimittarin koko määräytyy suuruudessaan mahdolliseen kulutukseen ja virtauksen mukaisesti, jolloin myös tuleva vesiputkisto määrää vesimittarin koon.

Vesimittareiden koot ilmoitetaan yleisesti putken halkaisijan mukaisesti ja käytettävä mitoitus on DN-mitoitus. DN-koko voidaan muuntaa millimetri kokoluokkaan muuntotaulukon avulla (taulukko1.). Muita vesimittareiden koon merkitsemistapoja on ilmoittaa suurin, pienin ja nimellistilavuusvirta-alue.

Taulukko 1. DN/ mm muuntotaulukko (Putkien kokomittataulukko 2007).

DN	mm
10	17,2
15	21,3
20	26,9
25	33,7
32	42,4
40	48,3
50	60,3
65	76,1
80	88,9
100	114,3
125	139,7
150	168,3
200	219,1
250	273
300	323,9
350	355,6

Kotitalouskäytössä vesimittareiden asennettavat koot ovat kokoluokkaa DN 15–50 ja nimellistilavuusvirta-alue on 1,6–30 m³/h riippuen kiinteistön putkiston koosta ja suunnitellusta veden kulutustarpeesta.

Kotitalouskäytössä veden kulutus aiheutuu normaaleista arkipäivän asioista kuten wc:ssä, kylpyhuoneessa, ruoanlaitossa ja muissa talousvesitarpeista johtuvista seikoista, jolloin kotitalouden koko ja veden käyttötarve sekä kiinteistön vesijohtoputkiston mitoitus ja kapasiteetti määrittävät hetkellisen veden käyttötarpeen. Esimerkiksi pienessä kerrostaloyksiossä veden hetkellinen

tilavuusvirta ja sen tarve on pienempi kuin suuressa kuuden hengen omakotitalotaloudessa, jossa veden käyttöpisteitäkin on useampia kuin pienessä kerrostaloyksiossä.

Kerrostaloissa ja pienissä rivitaloasunnoissa käytetään yleisesti pieniä nimellistilavuusvirta-alueella olevia 1,6–2,5 m³/h vesimittareita. Omakotitaloissa ja paritaloissa vesimittarit ovat tavanomaisesti kokoluokkaa 2–10 m³/h nimellistilavuusvirta-alueelta. Virastoissa, teollisuuslaitoksissa, kaupoissa ja ostoskeskuksissa mittarikoot nimellistilavuusvirta-alueilla vaihtelevat suuresti suurimmillaan jopa 250 m³/h ja halkaisija kooltaan DN 200.

Ongelmallisemman mittarin koon valintaan aiheuttaa se, jos veden kulutus vaihtelee kohteessa suuresti. Suuresti vaihteleva vedenkulutus johtaa siihen, että joudutaan käyttämään yhdistelmä vesimittaria, jossa on rinnakkain pienempää kulutusta mittava vesimittari ja vaihtuventtiilin ohjaama isompaa kulutusta mittaava mittari. (Harju 2006, 30.)

3 LAINSÄÄDÄNTÖ

3.1 Mittauslaitelaki

Vesimittareiden kulutuslukemiin perustuvassa laskutuksessa olevien vesimittareiden käyttö perustuu mittauslaitelakiin. (Mittauslaitelaki 707/17.6.2011. 2011.) Mittauslaitelaki perustuu EU:n mittauslaitedirektiiviin.

3.2 Tyyppihyväksyntävaatimus

Vesimittarilta edellytetään hyväksytyn tarkistuslaitoksen mukaista tyyppihyväksyntää tai ositusta siitä, että vesimittari täyttää mittauslaitedirektiivin mukaiset vaatimukset. Tyyppihyväksyntä tai mittauslaitedirektiivin mukaiset vaatimukset vaaditaan kun laitos laskuttaa vedestä vesimittarin kulutuslukemien perusteella. Tyyppihyväksyntää tai vaatimuksenmukaisuusvaatimusta ei vaadita, jos laskutus on vesimittarin mittaustuloksesta riippumaton, esimerkiksi asunnon pinta-alaan, asukkaiden lukumäärään tai muuhun kiinteään maksuun perustuessa. Tyyppihyväksyntävaatimus perustuu vakauslakiin (219/1965) ja vakausasetukseen (370/1992) (Mittauslaitedirektiivi 2012.)

3.3 Mittauslaitedirektiivi

MID eli mittauslaitedirektiivi 2004/22/EY astui voimaan 30.4.2004, ja soveltaminen EU-maissa alkoi 30.10.2006. Mittauslaitedirektiivi koskee mittareita, joille on myös annettu muita lakisääteisiä vaatimuksia, vesimittarit ovat mittauslaitedirektiivin alaisia mittauslaitteita, muita mittauslaitedirektiivin piiriin kuuluvia mittauslaitteita ovat mm. polttoaine, kaasu ja sähköenergiamittarit. Mittauslaitedirektiivin voimaantulossa oli myös 10 vuoden siirtymäaika, joka tarkoitti että markkinoille voitiin tuoda myös ennen mittauslaitedirektiivin voimaantuloa täyttäneet ehdot

olevia mittauslaitteita kuitenkin siten, että laitteiden tyyppihyväksyntä on voimassa kyseisen ajan. (Mittauslaitedirektiivi 2012.)

3.4 Mittauslaitedirektiivin mukaiset määritelmät vesimittareille

Mittauslaitedirektiivissä vesimittari määritellään laitteeksi, joka on suunniteltu mittaamaan, tallentamaan ja näyttämään mittausmuuntimen läpi virtaavan veden virtaavan veden tilavuus mittausolosuhteissa. (Mittauslaitedirektiivi 2009, 52.)

Muita määritelmiä ovat:

Q_1 = Pienin tilavuusvirta, jolla vesimittarin näyttämät ovat suurinta sallittua virhettäkoskevien vaatimusten mukaisia. (Mittauslaitedirektiivi 2009, 52.) Käytännössä määritelmä tarkoittaa vesimittarin pienimmän mahdollisen tilavuusvirran mittausarvon, jolloin virherajat ovat vielä sallituissa puitteissa.

Q_2 = Väliarajan tilavuusvirta on jatkuvan tilavuusvirran ja pienimmän tilavuusvirran välillä oleva tilavuusvirran arvo, jossa tilavuusvirta-alue jakautuu kahdeksi alueeksi eli yläalueeksi ja ala-alueeksi. Kummallakin alueella on oma suurin sallittu virheensä. (Mittauslaitedirektiivi 2009, 52.)

Q_3 = Suurin tilavuusvirta, jolla vesimittari toimii tyydyttävästi tavanomaisten käyttöedellytysten vallitessa, eli tasaisissa tai katkonaisissa virtausolosuhteissa. (Mittauslaitedirektiivi 2009, 52.) Q_3 merkinnästä käytetään myös merkintää Q_n eli nimellistilavuusvirta-alue.

Q_4 = Ylikuormitustilavuusvirta on suurin tilavuusvirta, jolla mittari toimii tyydyttävästi lyhyen ajan toiminnan heikentymättä. (Mittauslaitedirektiivi 2009, 52.)

3.5 Erityisvaatimukset

Mittauslaitedirektiivi edellyttää, että vesimittarin valmistaja määrittelee laitteen nimelliset käyttöedellytykset kuten veden tilavuusvirta-alueet, veden lämpötila-alueen, veden suhteellisen paine alueen, virtalähteen ja suurimmat sallitut virheet. (Mittauslaitedirektiivi 2012.)

3.6 Soveltaminen ja hyväksymismerkinnät

Käyttöön otettavat vesimittarit täytyy olla EY:n tyyppihyväksynnän mukaisia tai mittauslaitedirektiivin mukaisia. EY-tyyppihyväksyntää on edellytetty käyttöön otetta vesimittareilta 1.7.1994 alkaen mittarikoolle DN 50 ja sitä pienemmät mittarikoot, DN 50 suuremmilta vesimittareilta tyyppihyväksyntävaatimus on tullut 6.5.2004 alkaen. (Mittauslaitedirektiivi 2012.)

3.7 Merkinnät ja käytössä olevat mittarit

EY-tyyppihyväksyntöjä ei ole myönnetty enää mittauslaitedirektiivin soveltamisen aloituspäivämäärän 30.10.2006 jälkeen, jolloin voimassa olevat EY-tyyppihyväksynät ovat voimassa enintään 30.10.2016. Mittauslaitedirektiivin mukaisten vesimittareiden valmistaja antaa vesimittareille vaatimustenmukaisuusvakuutuksen sekä varustaa CE-merkinnällä ja muilla täydentävillä merkinnöillä.

Käytössä olevat vesimittarit, (kooltaan DN 50 ja pienemmät) täytyy olla tyyppihyväksytyjä tai mittauslaitedirektiivin mukaisia, mikäli niiden mittaustulosta käytetään laskutuksen perusteena, kooltaan DN 50 suuremmat ennen 6.5.2004 asennetut vesimittarit saavat olla käytössä toistaiseksi (Mittauslaitedirektiivi 2012.)

3.8 Mittauslaitedirektiivin täydentävät standardit vesimittareille

Mittauslaitedirektiiviä vesimittarien osalta täydentävät seuraavat standardit sekä harmonisoidut dokumentit (Mittauslaitedirektiivi 2012.):

- Vesimittarit. Osa 1: Yleiset vaatimukset: SFS-EN 14154-1:2005+A2:2011, tässä standartissa määritellään mittauslaitedirektiivin ja mittauslaitelain mukaisesti yleisiä vaatimuksia vesimittareiden tarkkuudesta, mittauskyvystä ja toimivuudesta.
- Vesimittarit. Osa 2: Asennus ja käyttöolosuhteet: SFS-EN 14154-2:2005+A2:2011, tässä standartissa määritellään ohjeelliset asennusolosuhteet, asennustavat ja asennuspaikan määritelmät.
- Vesimittarit. Osa 3: Testausmenetelmät ja laitteet: SFS-EN 14154-3:2005+A2:2011, tässä standartissa määritellään vesimittarin kalibrointiin, vaaituksiin ja yleiseen todentamiseen käytettävät testausmenetelmät ja laitteet.
- Water meters intended for the metering of cold potable water and hot water. Part 1: Metrological and technical requirements, 2006 : OIML R 49-1, tässä dokumentissa määritellään metrologiset ja tekniset vaatimukset vesimittareille.
- Water meters intended for the metering of cold potable water and hot water. Part 2: Test methods: OIML R 49-2, tässä dokumentissa määritellään vesimittarin kalibrointiin ja vaaituksiin ja yleiseen todentamiseen käytettävät testausmenetelmät ja laitteet.
- Water meters for cold potable water and hot water. Part 3: Test report format: OIML R 49-3, tässä dokumentissa määritellään testausmenetelmistä tuotettujen asiakirjojen muoto ja oikeellisuus dokumenteille OIML R 49-1 ja OIML R 49-2

Vesimittareiden valmistajat noudattavat standardeja ja valmistavat myymänsä vesimittarit mittauslaitedirektiivin mukaisesti. Uusissa vesimittareissa on oltava CE-merkintä, jotta vesimittarit ovat mittauslaitedirektiivin vaatimuksien mukaiset.

4 VESIMITTAREIDEN KULUTUSLUKEMIEN SIIRTO LASKUTUKSEEN

Vesimittarin lukeman siirto laskutukseen on perinteisesti hoidettu lukemalla vesimittari, jonka vesilaitos on fyysisesti käynyt paikan päällä lukemassa. Toinen vaihtoehto on ollut asiakkaalle lähetettävä mittarinlukukortti, jossa asiakas on ilmoittanut laitokselle vesimittarin lukeman. Näissä tapauksissa vesilaitoksella laskutusta hoitava henkilö on joutunut syöttämään kulutuslukemat tietokoneella laskutusohjelmistoon.

Joissain vesilaitoksilla on käytössä internetpohjainen kulutuslukemien ilmoitusjärjestelmä, joka mahdollistaa asiakkaan syöttämän lukeman automaattisen siirron laskutusjärjestelmään, tosin asiakaskunnasta kaikilla ei ole käytössä tai mahdollisuutta käyttää järjestelmää.

Etäluettava vesimittari mahdollistaa vesimittarilukeman kaukoluennan. Kaukoluennassa tarvitaan lukulaite, joka on yhdistetty tietokoneeseen, laitteisto liitetään pakettiautoon ja autolla vesimittarin ohi ajettaessa saadaan mittarin tiedot ja kulutuslukema tai esimerkiksi kerrostaloissa oleva useiden vesimittareiden kulutuslukemien keräysyksikkö, johon kulutustiedot siirretään langallisesti tai langattomasti. Toinen mahdollisuus on rakentaa tukiasemia, jotka lähettävät reaaliaikaista tietoa pääjärjestelmään suoraan toimistoon. Kummassakin kaukoluentajärjestelmässä vesimittarin kulutuslukemat voidaan suoraan siirtää laskutusohjelmaan kyseiselle kulutuspisteelle ja asiakkaalle.

Erityisesti vesilaitoksille työaikaa ja työmäärää lisäävä vuotuinen tasauslukujen syöttäminen on ollut ongelma. Epätasaisesti eri vuodenaikana vettä käyttävät kuluttajat eivät välttämättä saa tasaista laskutussummaa eri laskutusjaksoissa, koska resurssipuutteiden takia tasauslaskutus on suoritettu kerran vuodessa.

5 ETÄLUKUMAHDOLLISUUDET

5.1 Periaate

Vesimittaria voidaan sanoa etä- tai kaukoluettavaksi, jos vesimittarin mittaustieto saadaan selville ilman, että ihmisen pitää käydä vesimittarin vieressä lukemassa mittaustieto.

Etäluku mahdollisuuksia on mm. m-bus langaton tiedonsiirto etälukulaitteistolla tai esimerkiksi kerrostaloissa käytetty kiinteä yksikkö, joka kerää useamman vesimittarin langattoman m-bus signaalin. (Ko-Ka Ky 2014.)

Muita mahdollisia mittaustiedon siirtotapoja ovat radio, ethernet tai gprs-tiedonsiirto, jotka tosin tarvitsevat verkkovirtaa toisin kuin m-bus-järjestelmä, jossa vesimittari voi toimia pariston avulla. Lisäksi usean vesimittarin kulutuslukemat voidaan kerätä yhteen näyttölaitteeseen, jos vesimittariin asennetaan impulssilähtö, joka lähettää mittaustietoa impulsseina esimerkiksi litran tai kymmenen litran välein. Kaikissa eri vaihtoehtoissa on mahdollista lukea kulutuslukema myös suoraan mittarin näytöltä. (Haikonen 2014.)

Nykyisin sähköyhtiöillä käytössä olevat energiamittarit ovat kaukoluettavia, joiden mittaustiedon lähetyjärjestelmää pystyy käyttämään hyväksi myös tietyin edellytyksin ja lisämoduulin avulla myös m-bus signaalia käyttävissä vesimittareissa. (Harjula 2014.)

5.2 M-bus mittaustiedon siirto langattomasti autolla ohi ajaen

Langattomasti toimiva m-bus järjestelmä lähettää tietyn määräaikavälein dataa, joka sisältää mm. tämänhetkisen mittarilukeman, viimeisen kuukauden mittaustiedon ja infokoodit viimeiseltä kuukaudesta. Luenta on mahdollista saada autolla ohi ajamalla, jos luentayksikössä käytetään kattoantennia. Langattomalla m-bus tekniikalla toimiva vesimittari toimii ilman verkkovirtaa pariston avulla malleista riippuen 11–16-vuotta. (Multical 21 2014.)

5.3 Mittaustiedon siirto yhteen keräävään yksikköön impulssitiedoista

Impulssimittareissa impulssianturi lähettää impulsseja keräävään yksikköön impulssin tietyn virtaamamäärän välein esimerkiksi litran tai kymmenen litran välein, joka tallentuu keräysyksikköön virtaamatietona. Impulssijohto täytyy vetää kiinni keräävään yksikköön. Keräävästä yksiköstä voidaan lukea vesimittareiden kulutuslukematiedot tai siirtää suoraan tietokoneelle. (Ko-Ka Ky 2014.)

Kerääviä yksiköitä voi olla useista mittareista tietoja kerääviä tai yhdestä mittarista keräävä. Mittaustiedon eli impulssin lähetysväli voi olla 1,10,100 tai 1000 litran välein. (Ko-Ka Ky 2014.)

5.4 Automaattinen kulutustietojen seuranta ja lähetys

Langaton etäluenta on mahdollista suorittaa myös automaattisesti, ilman ohiajamista. Automaattisen etäluenta on mahdollista matkaviestintäverkon avulla. Luenta on nimeltään RadioLink. (Multical 21 2014). RadioLink järjestelmässä on m-bus signaalia vastaanottavia kerääviä vastaanotin mastoja sekä tukimastoja, jotka lähettävät tietoa luentajärjestelmään. Automaattisen luentajärjestelmän alkukustannus on verrattain suuri. (Haikonen 2014.)

Automaattisen etäluennan etuina ovat tiedonsaannin mutkattomuus, mittauslukematiedot on mahdollista saada omaan tietojärjestelmään niitä tarvittaessa, ilman että lukemien hakemiseen tarvittaisiin työvoimaa tai ajoneuvoa. Automaattinen luentajärjestelmä on laitokselle suuri investointi, koska toiminta-alueen laajuus voi olla pinta-alaltaan suuri, jolloin kattavan järjestelmän vaatimat vastaanotin- ja tukimastojen määrä voi olla suuri. (Haikonen 2014.)

6 ULTRAÄÄNI- JA MEKAANISEN VESIMITTARIN TUTKIMINEN

6.1 Tutkittavat vesimittarit

Testattavat merkit olivat Kamstrup A/S:n vesimittari, jotka toimitti suoraan Kamstrupin Suomen myyntiedustus ja B-Metersin vesimittari, jotka toimitti lvi-alan jälleenmyyjä Ko-Ka Ky. Alla olevassa taulukossa (taulukko 2.) on kerrottu mittareiden tekniset tiedot.

Taulukko 2. Vesimittareiden tekniset tiedot (B-Meters GSD-RFM, Technical features 2014 ja Multical, datalehti 2014)

mittari1.	ultraääni	mittari2	mekaaninen
merkki	Kamstrup	merkki	B-Meters
tyyppinumero	021-66-A0A8XX	tyyppinumero	GSD-RFM
nimellistilavuusvirta alue (Q3)	1,6 m ³ /h	nimellistilavuusvirta alue (Q3)	1,5m ³ /h
pienin tilavuusvirta (Q1)	10 l/h	pienin tilavuusvirta (Q1)	30 l/h
suurin tilavuusvirta Q4	2m ³ /h	suurin tilavuusvirta Q4	3m ³ /h
dynaaminen alue Q3/Q1	160	dynaaminen alue Q3/Q1	50
pienin käynnistysvirta	2 l/h	pienin käynnistysvirta	ei ilmoitettu
max. Käyttöpaine	16 bar	max. Käyttöpaine	16 bar

6.2 Tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla ultraäänivesimittarin ja mekaanisen vesimittarin eroja mitattaessa pieniä tilavuusvirtoja ja siitä syntyviä tilavuuksia. Alkutietona tiedettiin mekaanisen mittarin mittauskyvyn pienimmän tilavuusvirran suhteen olevan 30 litraa/tunti ja ultraäänimittarin 10 litraa/tunti, jolloin tiedettiin

ultraäänimittarin paremmasta mittauskyvystä pienemmillä tilavuusvirroilla. Tarkoituksena oli simuloida pieniä tilavuusvirtoja ja tiputtavaa vesivirtausta.

6.3 Koejärjestely

Vesimittarit asennettiin Seinäjoen ammattikorkeakoulun käyttötekniikan laboratorioon, jossa oli mahdollisuus tutkia kyseisiä mittareita. (Kuvio 5.) Mittausjärjestelmä rakennettiin seuraavasti: paineellinen vesijärjestelmä, jossa oli kaksi säiliötä ylä- ja alasäiliö. Alemmasta säiliötä vesi pumpattiin putkistojärjestelmään, jossa vesimittarit mittasivat kulutusta, putkistosta vesi palautui yläsäiliöön, josta vesi valui takaisin alasäiliöön.

Vesimittarit asennettiin putkistojärjestelmässä peräkkäin noin 20 senttimetrin päähän toisistaan. Putkimateriaali oli kupariputkea ja liittimet messinkisiä vesimittareiden liitântäkohdilla. Putkistojärjestelmän putkisto oli polyeteeni-putkea.

Vettä järjestelmässä kierrätti pumppu, jonka tuottoa oli mahdollisuus säätää pumpun kierroksia muuttamalla.

Järjestelmän käyttö ja seuraaminen oli mahdollista järjestelmään kytketyn logiikan avulla, joka mahdollisti pumpun käynnistämisen, pysäyttämisen ja säätämisen.

Pumpun säätäminen tapahtui kierrosnopeuksia muuttamalla ja tuotto oli mahdollista todentaa vain mittaamalla manuaalisesti, kellon ja alavesisäiliön mitta-asteikon avulla, kuinka kauan litran pumppaamiseen menisi (litraa/minuutti).



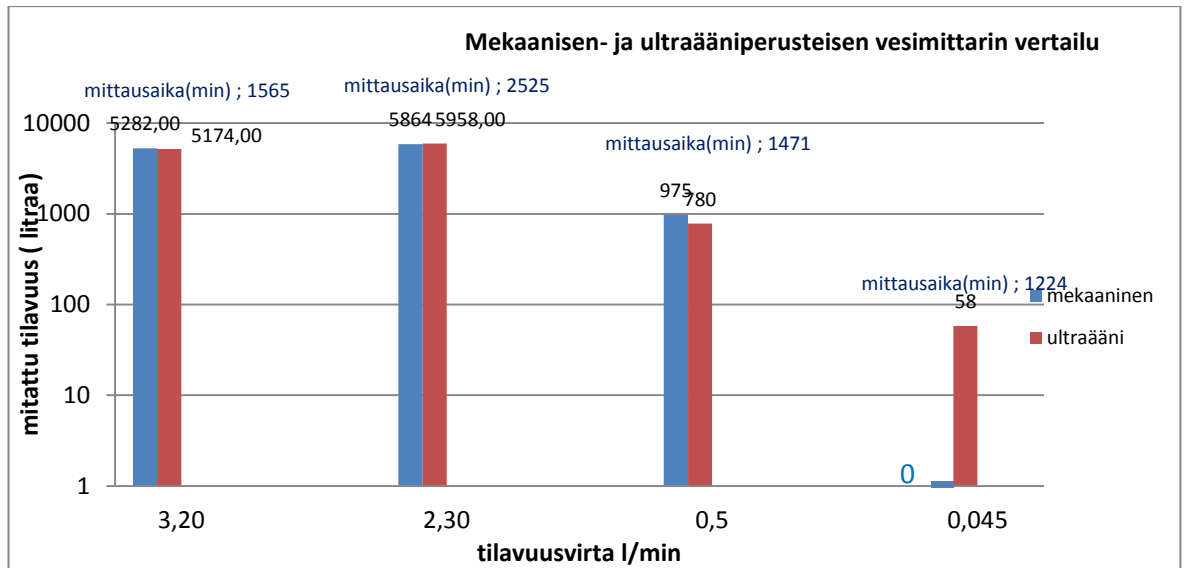
Kuvio 5. Mittauksen koejärjestely.

6.4 Tutkimustulokset

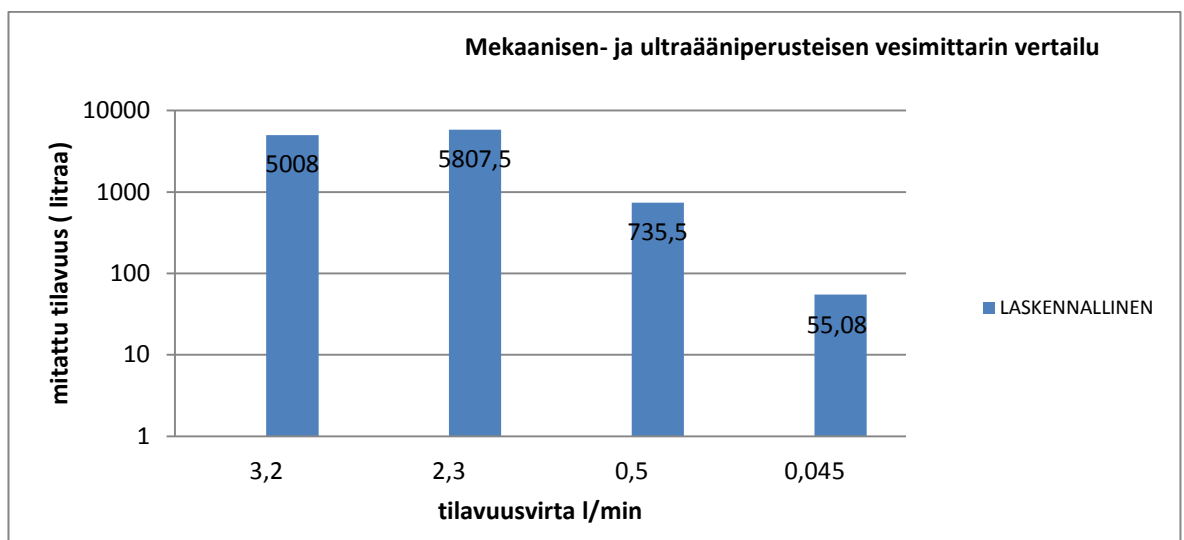
Vesimittareita tutkittiin neljällä eri tilavuusvirralla (kuvio 6.), tilavuusvirta-alueilla 3,2 -2,3 litraa/minuutti, mitatuissa tilavuusvirroissa oli noin 100 litran eroavaisuuksia eli prosentuaalisesti vain 2 % mittausvirhe-eroja.

Tilavuusvirran arvolla 0,5 litraa/minuutti mittauseroa oli jo 200 litraa ja mitattu kokonaistilavuusvirta oli kummassakin mittarissa alle 1000 litraa, prosentuaalisesti eroa oli jo noin 20 %.

Aivan pienimällä tilavuusvirroilla saatiin suurin prosentuaalinen ero, koska mekaanisen mittarin mittaustulos oli nolla ja ero näin ollen 100 %, toisaalta jo esitietona oli mekaanisen vesimittarin pienimmän mahdollisen sallituissa virherajoissa mitattavan tilavuusvirran olevan 0,5 litraa/minuutti.



Kuvio 6. Vesimittareiden vertailu tulokset.



Kuvio 7. Laskennalliset tilavuudet.

6.5 Mittausepävarmuustekijät

Mittausepävarmuutta aiheuttivat seuraavat seikat: vesimittareiden järjestystä ei vaihdettu mittausjärjestelmässä, koska tilavuusvirrat olivat pieniä eikä turbulentsuutta ollut tarpeellista ottaa huomioon. Myöskään ei voitu simuloida

pitempiaikaista mittaustapahtumaa eikä ikääntymistä, koska työhön käytettävä aika oli rajallinen.

Lisäksi ei voitu simuloida kiintoainepartikkelien kulkeutumista mittareihin, koska järjestelmän toimivuus ja rajallinen käytettävyys estivät sen kokeilemisen. Kokeilussa oli vain yhdet vesimittarit merkkiä kohden, toisaalta kun mittareissa oli CE-merkinnät voitiin todeta mittareissa olevien laatu- ja tarkkuuspoikkeamien olevan minimaaliset.

Lisäksi laskennalliset tilavuudet (kuvio 7.) eivät sinänsä ole tarkkoja, koska määritetty tilavuusvirta eli pumpun tuotto ei ole täysin tarkka, koska virhetekijöitä aiheutuu epätarkasta mitta-asteikosta, visuaalisesti tarkistettavasta litramäärän täyttymisestä, inhimillisistä, käyttäjästä johtuvista tekijöistä. Havaittavissa oli, että laskennalliset tilavuudet olivat pienempiä kuin mitatut tilavuudet vesimittareilla. Kuitenkin ilmoitettu tilavuusvirta oli vain suuntaa antava ja mahdollinen virhemarginaali $\pm 0,05$ litraa/minuutti, toisaalta mitattu asteikko ei vaikuttanut itse tutkittavaan prosessiin, koska kummatkin mittarit olivat peräkkäin samassa linjastossa.

6.6 Johtopäätökset

Tehtyjen mittausten perusteella voitiin todeta, että aivan pienillä tilavuusvirroilla, (alle 0,5 litraa/minuutti) mekaanisen vesimittarin kyky mitata tilavuutta heikkeni tai kykyä/ tarkkuutta ei enää ollut, toisaalta kyseisen mekaanisen vesimittarin ilmoitetut arvot oli alkuarvoina erilaiset kuin ultraäänivesimittarin.

Kokeen tuloksena saatiin myös selville ultraäänimittarin tarkkuus erittäin pienillä tilavuusvirran arvoilla ja voidaan todeta ultraäänivesimittarin näin ollen havaitsevan myös erittäin pienet tilavuusvirrat esimerkiksi tiputtavan vesihanan vedenkulutus.

Yhteenvedona tehtyjen kokeiden perusteella voidaankin todeta sekä mekaanisen että ultraäänivesimittarin mittaustarkkuudessa ja tavassa olevan eroja, vertailussa

olevien vesimittareiden toimivat kuitenkin valmistajan ilmoittavien tietojen mukaisesti.

Toisaalta koetuloksista ei aivan yksiselitteisesti voi vetää johtopäätöksiä ultraäänivesimittarin paremmuudesta pienien tilavuusvirtojen mittaamisessa, koska mekaanisia vesimittareita on olemassa myös mittaustarkkuudeltaan pienempiä tilavuusvirtoja mittaavia ja tutkimusaika oli verrattain lyhyt.

7 ETÄLUETTAVUUDEN TESTAAMINEN

Testattavana oli myös samojen kahden eri vesimittarivalmistajan etälukuominaisuudella varustettuja etäluettavia vesimittareita. Kummatkin vesimittarit toimivat etälukuominaisuudeltaan samalla periaatteella M-bus signaalin avulla, signaalin lähetysväli tosin on Kamstrupin mittareissa 16 sekuntia ja B-Metersin mittareilla 30 sekuntia. Kummatkin vesimittarit toimivat ilman verkkovirtaa, akun avulla, Kamstrupin laskennallinen akun kestoikä oli 16 vuotta ja B-Metersin 11,5 vuotta. Kummankin vesimittarin merkin ilmoitettu IP-suojausluokka mahdollisti mittarin asentamisen esimerkiksi vedenpinnan alle kaivoon. Kamstrupin vesimittarin IP-suojausluokka oli 68 ja B-Metersin IP-suojausluokka oli 65. Kamstrupin vesimittarin etäluenta ja mittausyksikkö oli kiinteä vesimittariin integroitu paketti (kuvio9.), B-Metersin (kuvio 8.) etäluentayksikkö oli irtomainen moduuli, joka oli asennettavissa B-Metersin normaalin mekaanisen vesimittarin päälle.



Kuvio 8. B-Meters vesimittari ja etäluento moduuli (B-Meters GMC-RFM 2014).



Kuvio 9. Kamstrup etäluento vesimittari (Multical 21 2014).

Tarkoituksena oli testata, kuinka kaukaa vesimittarit on mahdollista lukea ja mitä vaikutusta luentaetäisyyteen oli eri kohteissa sijaitsevilla vesimittareilla. Asennettavat vesimittarit asennettiin vastaaviin erilaisiin kohteisiin, jolloin koejärjestely olisi todenmukainen.

7.1 Testaus

Testattava kohteina olivat Kamstrupin ja B-Metersin etäluettavat mittarit. Kumpiakin mittareita oli 7 kappaletta kutakin. Alla olevista taulukoista (taulukko 3. ja taulukko 4.) käy ilmi, että normaali omakotitaloissa luettavuus vaihteli 100–250 metrin matkalla kummallakin mittarimerkillä. Vaikeissa olosuhteissa kuten kaivossa jossa oli 100 mm vahva betonikansi ja upotussyvyys noin 2,5 metriä sekä toisessa talon kellarissa noin 2,5 metrin syvyydessä betonin ympäröimänä luentaetäisyys oli vain noin 10–20 metriä.

Testausolosuhteet pyrittiin valitsemaan samankaltaisiksi, jolloin etäluennan testaaminen suoritettiin kummallekin mittarimerkille saman päivän aikana ilman suurempia keliolosuhteiden muuttumista.

Taulukko 3. B-Meters mittareiden etälukukokeilun tulokset.

Merkki:B-meters		
Mittarityyppi/koko	sijainti	luentaetäisyys/m
bmeters/dn 20	omakotitalo	200
bmeters/dn 20	kellari 3m syvyys	10
bmeters/dn 20	kellari 2,5 syvyys	20
bmeters/dn 20	omakotitalo	100
bmeters/dn 20	omakotitalo	150
bmeters/dn 20	omakotitalo	250
bmeters/dn 20	omakotitalo	200

Taulukko 4. Kamstrup mittareiden etälukukokeilun tulokset.

Merkki:Kamstrup		
Mittarityyppi/koko	sijainti	luentaetäisyys/m
MC21	omakotitalo	200
MC21	omakotitalo	200
MC21	omakotitalo	150
MC21	omakotitalo	150
MC21	teollisuuslaitos	250
flow iq3100	jäähalli, teräsrakenne	50
flow iq3100	kaivo/syvyys 2,5 m	10

7.2 Tulokset ja mittausepävarmuustekijät

Kummankin etäluettavan vesimittari merkin luenta yksikerroksissa normaaleissa omakotitaloissa oli vaivatonta eikä luentaetäisyydessä ollut suuria eroavaisuuksia. Syvällä ja betonin ympäröimänä vesimittareiden etäluettavuus vaikeutui ja lukumatka lyheni. Näiden kokeiden perusteella kumpikin vesimittarimerkki toimi odotetulla tavalla. Luentakertoja suoritettiin kummankin vesimittarimerkin omilla ohjelmilla, koska luentalaitteistot eivät olleet yhteensopivia.

Mittaustuloserot mittarimerkkien välillä olivat vähäiset. Luentakertoja suoritettiin kaksi kummallekin merkille, jolloin pidemmän ajan toimintaa ei voitu varmistaa. Tutkimustulosten perusteella luentamatka ja signaalin vastaanotto kyky luentatilanteissa lyheni, kun jonkinlaisia esteitä ja kuten betoni tai teräsrakenteita oli asennetun vesimittarin ympärillä, kuitenkin testattavissa kohteissa kulutuslukemat saatiin kuitenkin etäluettua eikä lukemia tarvinnut lukea suoraan mittarista.

Vastaavanlaisia m-bus luentamenetelmää autolla ohi ajaen on käytetty kaukolämpöyhtiöiden energiamittareiden lukemisessa ja Alajärven Kaukolämpö Oy:n mukaan etäluennan toimivuus on ollut moitteetonta, toisaalta heidän kokemuksiensa mukaan kellareissa ja betonin ympäröiminä olevien mittareiden luentamatka on ollut lyhempi kuin esteettömissä kohteissa, lisäksi sääolosuhteet voivat joskus vaikuttaa luennan toimivuuteen. (Pesu 2014.)

Mittausepävarmuustekijöitä olivat tutkimuksissa lyhyt testausaika, vain kaksi luentakertaa suoritettiin mittaria kohden. Toisaalta kummallakin luentakerralla saatiin vastaavanlaiset tulokset. Sääolosuhteet olivat hyvät, ei pystytty kokeilemaan huonoilla, pilvisillä ja sumuisilla keleillä sään vaikutusta etäluennan toimivuuteen. Ei pystytty kokeilemaan luennan toimivuutta, jos lähetinyksikön patteriston varaus alkaisi vähentymään, millaisia vaikutuksia luentamatkaan tapahtuisi.

7.3 Johtopäätökset

Suoritettujen kokeiden perusteella todettiin mittareiden toimivan etäluennan osalta moitteettomasti, tosin esteiden ympäröimänä luentamatka lyheni. Vesimittarimerkkien välillä ei havaittu eroavaisuuksia toimivuuden kannalta. Ainoat erot merkkien välillä olivat valmistajien ilmoittama pariston kestoikä, joka oli Kamstrupilla pidempi kuin B-Metrsillä ja m-bus signaalin lähetysaikaväli, joka oli Kamstrupilla lyhyempi kuin B-Metersillä, toisaalta lähetysaikavälin erosta johtuvaa signaalin vastaanottoajan eroa ei havaittu mittareiden etäluennan testaamisessa.

8 ERITYYPPISTEN VESIMITTARIEN HANKINTAHINNAT

8.1 Vesimittareiden hankintahinnat

Etäluettavien vesimittarien hankintahinnoissa (liite1 ja liite 2.) oli euromääräisesti eroavaisuuksia. Kamstrupin vesimittarien hankintahinnat olivat kalliimpia kuin Ko-Ka Ky:n tarjoaman B-Meters vesimittarin ja etälukumoduulin yhdistelmän hankintahinta. Tarjouksissa hinnat olivat verottomia (alv. 0 %) ja hinnat olivat yksittäishintoja, tosin Ko-Ka Ky:n erikoistarjous koski tilattaessa vesimittareita 100 kpl erissä.

8.2 Luentajärjestelmien hankintahinnat

Alajärven vesiosuuskunnan tarpeisiin soveltuva noin 2000 vesimittaria kattava ja Windows pohjaiselle laitteelle soveltuva langaton m-bus signaalia lukeva järjestelmä laitteistoineen oli hinnoiteltu Kamstrupin tarjouksessa (liite 1.) ja Ko-Ka Ky:n tarjous laitteistosta saatiin puhelimitse. Luentajärjestelmän hankintahinnoissa ei ollut eroavaisuuksia vaan hinnat olivat euromääräisesti samat.

8.3 Hankinnan kannattavuuden arviointi

Vesimittarien hankinnan kannattavuuden kokonaisarviointiin vaikuttaa myös hankintahinnasta aiheutuva vuosikustannus vesimittaria kohden, johon vaikuttaa ennen kaikkea laitteen käyttöikä ja jäännösarvo. Kamstrupin vesimittarien laskennallinen käyttöikä oli 16 vuotta, jonka jälkeen laitteen paristo on vaihdettava ja B-Metersin vesimittarin käyttöikä oli 11,5 vuotta.

Vesimittarien pariston vaihdon yhteydessä käytännössä kuitenkin koko vesimittari on vaihdettava uuteen vesimittariin tai mittarit on lähetettävä valmistajalle huoltoon ja kalibrointiin, joka vastaa hinnaltaan lähes uuden mittarin hankintahintaa, jolloin voidaan todeta vesimittareiden jäännösarvon olevan nolla. Toisaalta ekologisesti ajateltuna mittareiden lähettäminen huoltoon ja kalibrointiin on kannattavaa.

Alajärven vesiosuuskunnan mahdollinen vuosittainen vesimittarien vaihtotahti olisi noin 100 -300 vesimittaria, joka olisi henkilöstö- ja hankintaresurssien puitteissa mahdollista. Vesimittarien laskennallinen vuosikustannus yleisimmän normaalitilavuusvirraltaan 2,5 m³/h olevien mittarien laskettaisiin kaavalla hankintahinta/laskennallinen käyttöikä, jolloin Kamstrupin vuosikustannus hinta olisi EI JULKAISTA €/vuosi ja B-Metersin EI JULKAISTA €/vuosi. Lisäksi kustannuksia tulisi noin neljä työpäivää ja 1000 ajokilometriä autolla, neljällä vuosiluentakerralla, kulutuslukemien siirto laskutusohjelmistoon tapahtuisi usb-tikun avulla, joka ei veisi työaikaakaan koska kulutuslukemat ohjautuisivat suoraan oikeille asiakkaille ohjelmistossa olevan ominaisuuden ansiosta.

Tavallisen mekaanisen vesimittarin ilman etälukuominaisuutta hankintahinta oli € Ko-Ka Ky:llä ja 11,5 vuoden käyttöiällä vuosikustannus yhtä mittaria kohti olisi €, lisäksi joillain muilla mekaanisten vesimittarien valmistajilla mekaanisten vesimittarien hinnat ovat jopa alle 20 €.

Toisaalta ilman etälukuominaisuutta vesimittarien luennasta aiheutuvat kulut koostuisivat asiakkaille lähetettävistä mittarilukukorttien postikuluista ja lukemien siirrosta laskutusohjelmistoon aiheutuvasta työstä. Laskennallisesti Alajärven vesiosuuskunnan pidemmän aikavälin työaikaseurannan perusteella yhden vesimittaripisteen aiheuttama työaika olisi noin 10 minuuttia vuositasolla ja työtuntikustannus olisi 30 €/tunti, postikulut vuosittain asiakkaalle lähetettävästä mittarinlukukortista ovat 2 €/mittari. Erityyppisten vesimittarien laskennallisia vuosikustannuksia on arvioitu (taulukko 5.) ja B-Metersin etäluettava vesimittari olisi vuosikustannuksiltaan halvin.

Taulukko 5. Erityyppisten vesimittarien laskennalliset vuosikustannukset.

vesimittari	hankintahinta/käyttöikä	muut vuosikulut/2000 mittaria	kokonaisvuosikustannus
B-Meters, etäluettava	EI JULKAISTA		
Kamstrup, etäluettava			
B-Meters, ilman etälukua ominaisuutta			

9 YHTEENVETO

Alajärven vesiosuuskunnan tarve selvittää etäluettavien vesimittarien hankinnan kannattavuutta oli tämän opinnäytetyön pääpaino. Tässä työssä selvitettiin etäluettavuuden hankinnan kannattavuutta ja toimivuutta sekä mekaanisen ja ultraääniperusteisen vesimittarin toiminnan eroavaisuuksia ja mittaustarkkuuden eroja.

Alajärven vesiosuuskunnan yhteistyökumppanit olivat Kamstrup A/S, jonka edustajalta saimme Kamstrupin etäluettavia ultraäänivesimittareita koekäyttöön, lisäksi toinen yhteistyökumppani oli Ko-Ka Ky, jonka edustajalta saimme B-Meters etäluettavia mekaanisia vesimittareita koekäyttöön.

Etäluennan toimivuuden kannalta B-Metersin ja Kamstrupin vesimittarit ja etäluentajärjestelmät toimivat hyvin määriteltujen arvojen mukaisesti eikä havaittavia eroavaisuuksia ollut mittarimerkkien välillä. Etäluennasta koituvien etujen, kuten työajan väheneminen ja kokonaistoiminnan nopeutuminen ovat ratkaisevia asioita Alajärven vesiosuuskunnalle.

Mittaustarkkuuden eroja tutkittiin Seinäjoen ammattikorkeakoulun käyttötekniikan laboratoriossa. Mittaustarkkuutta mitattiin pienillä tilavuusvirroilla ja suoritetuissa kokeissa havaittiin aivan pienillä, alle 0,5 litraa/minuutti tilavuusvirran arvoilla ultraäänivesimittarin mittaustekniikan olevan tarkempi.

Hankintahinnoissa B-Metersin vesimittari oli halvempi kuin Kamstrupin vesimittari, toisaalta Kamstrupin vesimittarin käyttöikä oli pidempi, joka osaltaan tasoitti vuosittaisen käyttökustannuksen hintaa lähes samaksi (taulukko 5.).

10 POHDINTA

Alajärven vesiosuuskunta sai tämän opinnäytetyön perusteella hyvää ja tarpeellista tietoa etäluettavien vesimittarien toimivuudesta ja siitä, kuinka paljon etäluettavuudesta koituisi etua verrattuna siihen kuin jatkettaisiin vesimittarien luentaa mittarinlukukorttien avulla. Alajärven vesiosuuskunnan henkilöstöresurssien rajallisuus ja toiminnan tehokas suorittaminen tehostuisivat etäluettavien vesimittarien ansiosta. Laskennalliset vuosikustannukset etäluennan ansioista olisivat pienemmät ja kokonaistoiminnan muihin osa-alueisiin jäisi enemmän resursseja.

Haasteelliseksi etäluettavien vesimittarien hankintapäätöksen toteuttamiseksi tekevät rajalliset määrärahat ja henkilöstöresurssit, jolloin vuosittaiseen vesimittarien hankinta- ja vaihtotyöhön laskettavat resurssit tulisi määritellä tarkoin. Vuosittaisen hankintabudjetin määrä olisi noin 10000–20000 €, joka vastaisi noin 100–300 vesimittaria, mittarimerkistä riippuen. Järkevä vaihtotapa olisi suorittaa vaihtotyöt asuinalueittain.

Vertailussa olleet kahden eri vesimittaritoimittajan etäluettavat vesimittarit olivat vuosittaisilta käyttökustannuksiltaan ja etäluennan toimivuuden kannalta tasavertaisia, toisaalta ultraäänitekniikalla toimiva vesimittari oli pienillä tilavuusvirroilla toimivuuden kannalta tarkempi ja mahdollisesti pidemmällä aikavälillä hieman edullisempi kuin mekaaninen etäluettava vesimittari, toisaalta asiaa ei ole tarkemmin tutkittu.

Ultraäänitekniikka ja m-bus-etälukutekniikka on verrattain uusi mittaus- ja luentatekniikka vesimittareissa mutta kaukolämpöpuolella mittaustekniikkaa on käytetty jo melko kauan hyvin tuloksin. Selkeästi on todettavissa, että etälukutekniikka vesimittarien luennassa on toimintaa tehostava ja työaikaa säästävä toimintatapa mutta ultraäänitekniikan tuomat edut verrattuna mekaaniseen mittaustekniikkaan ovat vaikeammin todistettavissa, koska tiputtavia pieniä tilavuusvirtoja, joita mekaaninen vesimittari ei havaitse on vaikea arvioida.

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta etälukutekniikan olevan tehokas vesimittarien luentatapa, vesilaitoksen tulot tulevat vettä kuluttavilta asiakkailta, kun asiakkaiden

vedenkulutus lukemat tulevat oikea-aikaisesti ja tehokkaasti voidaan todeta toiminnan olevan järkevää ja kannattavaa. Vesilaitosten rajallinen hankinta- ja investointi määrärahojen suuruus vaikuttaa investointien toteuttamiseen. Hankinnan alkukustannus vaikuttaa hankinnan toteuttamiseen, mutta myös vuotuinen kulu on tärkeä asia hankintoja päätettäessä.

Ultraäänivesimittarin parempi tarkkuus verrattuna mekaaniseen vesimittariin pienillä tilavuusvirroilla on yksi seikka, joka pitää ottaa huomioon hankinnan kannattavuuden arvioinnissa. Toisaalta on vaikea arvioida, kuinka paljon esimerkiksi kymmenen vuoden aikana ultraäänimittaustekniikan tarkempi pienten tilavuusvirtojen mittausetu voisi olla, koska kuitenkin käytännössä asiakkaitten lvi-tekniset laitteet ja varusteet kehittyvät ja energiatehokkuus korostuu tulevaisuudessa. Kuitenkin on huomioitava mekaanisessa vesimittarissa olevan kuluvia osia, jotka saattavat heikentää ajan kuluessa mittaustarkkuutta toisaalta myös ultraäänitekniikalla toimiva vesimittarin mittaustarkkuus saattaa muuttua ajan kuluessa. Suoranaisesti mittaustekniikoiden välisten tarkkuuksien eroja pitemmällä aikavälillä ei ole tutkittu eikä mittaustekniikoiden paremmuudesta vesimittarin käyttöiän aikana voi todentaa.

Alajärven vesiosuuskunnan päättäjien pohdittavaksi jää, onko ultraäänimittaustekniikalla varustettu vai mekaaninen etäluettava vesimittari tulevaisuuden hankinta. Päätökseen vaikuttavat hankintahinta, vuosikustannushinta ja hankinnan kannattavuus- ja tärkeys.

LÄHTEET

- B-Meters CPR. 2014. [verkkosivu]. Ko-Ka Ky. [viitattu 3.7.2014]. Saatavana: <http://www.koka.fi/cpr.shtml> (lupa kuvan käyttämiseen pyydetty valmistajalta ja jälleenmyyjältä)
- B-Meters GMB. 2014. [verkkosivu]. Ko-Ka Ky. [viitattu 3.7.2014]. Saatavana: <http://www.koka.fi/gmb.shtml> (lupa kuvan käyttämiseen pyydetty valmistajalta ja jälleenmyyjältä)
- B-Meters GMC-RFM. 2014. [verkkosivu]. Ko-Ka Ky. [viitattu 3.7.2014]. Saatavana: <http://www.koka.fi/Hydrolink-REMOTE.shtml> (lupa kuvan käyttämiseen pyydetty valmistajalta ja jälleenmyyjältä)
- B-Meters GSD, Technical features. 2014. [pdf-tiedosto]. Ko-Ka Ky. [viitattu 1.9.2014]. Saatavana: <http://www.koka.fi/documents/gsd.pdf>.
- B-Meters WDE. 2014. [verkkosivu]. Ko-Ka Ky. [viitattu 3.7.2014]. Saatavana: <http://www.koka.fi/wde.shtml> (lupa kuvan käyttämiseen pyydetty valmistajalta ja jälleenmyyjältä)
- Haikonen, M. Tietoja erityyppisistä etäluentajärjestelmistä opinnäytetyötä varten. 14.8.2014. [haastattelu]. Myynti insinööri. Kamstrup A/S.
- Harju, P. 2006. Vesi ja veden käyttö kiinteistöissä. Kouvola. Penan Tieto Opus Ky.
- Harjula, T. Tietoja erilaisista etäluentamahdollisuuksista opinnäytetyötä varten. 18.8.2014.[haastattelu]. Toimitusjohtaja. Ylivieskan vesiosuuskunta.
- Karttunen, E.1999.Vesihuoltotekniikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus
- Ko-Ka Ky. 2014.[verkkosivusto]. Ko-Ka Ky. [viitattu 1.8.2014]. Saatavana: <http://www.koka.fi>.
- Mekaaninen vesimittari. 2009. [pdf-tiedosto]. Siemens Oy. [viitattu 24.7.2014]. Saatavana: http://www.siemens.fi/pool/products/industry/talotekniikka/rakennusautomaatio/tuotteet/vesimittarit/n5329fi_2010.pdf
- Mittauslaitedirektiivi (MID) 2004/22/EY. 2009.[pdf-tiedosto]. MID. [viitattu 5.7.2014]. Saatavana: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2004L0022:20091201:FI:PDF>

Mittauslaitedirektiivi.2012.[verkkosivu].Tukes.[viitattu 3.7.2014]. Saatavana:
<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Mittauslaitteet/Muutokset-ja-kaytosta-poisto/Mittauslaitedirektiivi-MID/>

Mittauslaitelaki 707/17.6.2011.[verkkojulkaisu].[viitattu 1.7.2014]. Saatavana:
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110707>

Multical 21, datalehti. [pdf-dokumentti]. Kamstrup A/S. [viitattu 1.9.2014].
Saatavana: <http://kamstrup.fi/media/16709/file.pdf>

Multical 21.2014. [verkkosivusto]. Kamstrup A/S. [viitattu 1.8.2014]. Saatavana:
<http://www.multical21.fi/fi/aelykaes-veden-mittaus.aspx>. (Lupa kuvien
käyttämiseen pyydetty valmistajalta.)

Pesu, K. Tietoja etäluentajärjestelmän toimivuudesta Alajärven Kaukolämpö
Oy:ssä. 6.8.2014. [haastattelu]. Toimitusjohtaja. Alajärven kaukolämpö Oy.

Putkien kokomittataulukko. 2007. [verkkosivu]. Karotek Oy. [viitattu 1.9.2014].
Saatavana:
http://karotek.fi/fi2/index.php?option=com_content&task=view&id=16&Itemid=31

SFS-EN 14154-1 + A2. 2011. Water meters. Part 1: General
requirements.Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

LIITTEET

LIITE 1. Kamstrup A/S tarjous

Liite 2. Ko-Ka Ky tarjous