



**HAUKIPUTAAN VESI
LIMINGAN VESIHUOLTO OY
ERVASTINRANNAN KESKUSPUHDISTAMO OY**

SIIRTOVIEMÄREIDEN VIRTausMITTAUSSELVITYS

Copyright © Pöyry Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman Pöyry Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

Copyright © Pöyry Finland Oy

1	TYÖN LÄHTÖKOHDAT	3
2	HANKKEEN OSALLISTUJAT	3
3	MITTALAITTEET JA NIIDEN TOIMINTAPERIAATE	4
3.1	Yleistä	4
3.2	Magneettiset virtausmittarit	4
3.3	Ultraäänimittarit	4
4	VAADITTAVA MITTAUSTARKKUUS	5
5	VIRTAUSMITTAUSTEN EPÄVARMUUSTEKIJÄT	5
6	VERTAILUMITTAUSJÄRJESTELYT	6
6.1	Mittauskohteet	6
6.2	Mittauslaitteisto	7
6.3	Vertailumittauksen periaate	7
6.4	Mittauskohteiden dokumentointi	7
7	VERTAILUMITTAUSKOHTEET	8
7.1	Ylikiimingin mittauskaivo, Ylikiiminki-Kiiminki siirtoviemäri	8
7.2	Kiimingin mittauskaivo, Kiiminki-Haukipudas siirtoviemäri	10
7.3	Limingan ja Lumijoen jätevesien mittauspiste, Lakeuden keskuspuhdistamo	13
7.4	Lumijoen mittauskaivo, Lumijoki-Liminka siirtoviemäri	16
7.5	Oulunsalon mittauskaivo, Oulunsalo-Kempele siirtoviemäri	18
7.6	Muhoksen Tuohinononjan mittauskaivo, Oulujokivarren siirtoviemäri	20
7.7	Tyrnävän Murron mittauspiste, Tyrnävä-Kempele siirtoviemäri	22
7.8	Utajärven Pällin mittauskaivo, Oulujokivarren siirtoviemäri	24
7.9	Hailuodon siirtoviemärin mittauskaivot	26
7.10	Lakeuden keskuspuhdistamon lähtevän veden mittaus	27
7.11	Ervastinrannan keskuspuhdistamo	30
8	YHTEENVETO VERTAILUMITTAUKSEN TULOKSISTA	33
9	VERTAILUMITTAUKSIIN LIITTYVÄT EPÄVARMUUDET	34
10	VIRTAUSMITTAUSTEN TOIMIVUUTEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	35
11	SUOSITUKSET	37

11.1	Mittauskaivon hallinnointi ja huollon organisointi	2
11.2	Tekninen toteutus	37
12	JATKOSELVITYSTARPEET	38

Liitteet

Liite 1	Kiimingin paineviemärin pituusleikkaus välillä Alakylän pumppaamo-mittauskaivo
Liite 2	Siirtoviemärin mittauskaivon tyyppikuva

1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

Tämä virtausmittaus selvitys on käynnistynyt Ervastianrannan Keskuspuhdistamo Oy:n aloitteesta. Puhdistamolle johdetaan jätevesiä käsiteltäväksi kolmen kunnan alueelta. Siirtoviemäreissä olevissa virtausmittauksissa on ilmennyt ongelmia eikä mittauksista ole kaikissa tilanteissa voitu luottaa.

Keskuspuhdistamon jätevesien käsittelyn kustannukset jaetaan virtaamien suhteessa. Siirtoviemäreillä puhdistamolle johdettavia jätevesimäärät mitataan. Keskuspuhdistamon sijaintipaikan vesihuoltolaitoksen jätevesimäärää ei useinkaan mitata vaan se on puhdistamon kokonaisvirtaamaan ja siirtoviemäreillä johdettavien virtaamien erotus. Virtausmittausten virheet eivät näin ollen ole helposti todennettavissa.

Jäteveden käsittelyä tullaan jatkossa keskittämään entistä suurempiin yksiköihin. Jäteveden käsittelykustannus on viemärlaitoksen suurin yksittäinen kuluerä. Luotettavat virtaaman mittaukset ovat ensiarvoisen tärkeitä keskuspuhdistamoiden, vesihuoltolaitosten sekä teollisuuden kannalta.

Tässä työssä on pyritty kartoittamaan, miten yleisiä siirtoviemäreiden virtausmittauksiin liittyvät ongelmat ovat. Oulun lähiympäristön siirtoviemäreissä on tehty vertailumittauksia, joilla on selvitetty nykyisten mittareiden toimivuutta. Tämän työn yhteydessä vertailumittauksia on tehty yksi mittausjakso kussakin kohteessa. Lisäksi on pyritty löytämään niitä tekijöitä, jotka ovat keskeisiä mittaustarkkuuden kannalta sekä laatimaan suosituksia mittaustarkkuuden parantamiseksi.

2 HANKKEEN OSALLISTUJAT

Hankkeeseen ovat osallistuneet seuraavat vesihuoltolaitokset:

- Ervastianrannan Keskuspuhdistamo Oy
- Hailuodon Vesihuolto Oy
- Kempeleen Vesihuolto Oy
- Kiimingin Vesi Oy
- Liikelaitos Haukiputaan Vesi
- Limingan Vesihuolto Oy
- Lumijoen Vesi Oy
- Muhoksen Vesihuolto Oy
- Oulun Vesi liikelaitos
- Oulunsalon Vesihuolto Oy
- Tyrnävän Vesihuolto Oy
- Utajärven vesihuoltolaitos

Selvitystä ovat rahoittaneet vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen vesihuoltolaitosten kehittämisrahasto sekä Pohjois-Suomen vesivaliokunta. Raportin laatimisesta on vastannut Pöry Finland Oy:n Oulun toimisto.

3 MITTALAITTEET JA NIIDEN TOIMINTAPERIAATE

3.1 Yleistä

Siirtoviemäreiden mittauskaivoissa virtaaman mittauksessa käytetään lähes yksinomaan magneettisia virtausmittareita. Magneettinen virtausmittari on laipallinen putken osana oleva laite.

Ultraäänimittareita on kahta päätyyppiä. Perinteisessä ultraäänimittarissa anturit ovat kosketuksissa mitattavaan nesteeseen. Clamp-on ultraäänimittareissa anturit asennetaan putken päälle. Putken päältä mittavien ultraäänimittareiden merkittävin etu on, että ne ovat helposti siirrettävissä. Kalibrointilaitokset käyttävät ultraäänimittaria kenttäkalibroinneissa.

3.2 Magneettiset virtausmittarit

Magneettisessa virtausmittarissa mittaus perustuu siihen, että putken ylä- ja alapuolelle asennetut sähkömagneetit synnyttävät väliinsä magneettikentän. Kun sähköä johtava aine virtaa putkessa leikaten syntyneen magneettikentän, syntyy jännite. Tämä jännite mitataan putken kummallekin puolelle asennetuilla elektrodeilla. Mitä suurempi virtaus sitä suurempi jännite putkessa syntyy. Ilmiö, johon mittaus perustuu, on nimeltään sähkömagneettinen induktio.

Mittautarkkuuden saavuttaminen edellyttää, että putki on täysi ja nopeusprofiili on kiertosymmetrinen.

Edut:

- riippumaton nesteen tiheydestä, viskositeetista, paineesta ja lämpötilasta
- optimaalisissa mittausolosuhteissa korkea tarkkuus

Heikkoudet:

- ilma häiritsee mittausta
- saostumat aiheuttavat virheitä

Mittarin mittausalue on 0,5-10 m/s. Virtausnopeudella 0,5 m/s mittausepä-tarkkuus on $\pm 0,5$ %. Virtausnopeudella 0,2 m/s mittautarkkuus on $\pm 0,9$ % (Siemens). Tätä alhaisemmilla virtausnopeuksilla mittauksen epätarkkuus kasvaa voimakkaasti. Mittarivalmistajan antamat mittautarkkuudet on ilmoitettu standardiolosuhteissa. Häiriöttömien putkiosuuksien vähimmäisvaatimukset ovat tulopuolella 5xDN ja mittarin jälkeen 3xDN. Mittari tulee sijoittaa siten, että se on aina täynnä nestettä. Anturiin ei saa päästä vaahtoa tai ilmakuplia.

3.3 Ultraäänimittarit

Virtaaman mittaus ultraäänien avulla perustuu siihen, että äänen nopeus nesteessä on vakio. Ultraäänimittari mittaa virtauksen myötä- ja vastavirtaan lähetetyn ultraäänisignaalin välisen kuluaikaeron. Ultraäänimittareiden haittapuolina on herkkyyys vedessä oleville epäpuhtauksille ja virtauksen ominaisuuksien vaihtelulle. Mittari tulee sijoittaa sellaiseen paikkaan, jossa virtaustilan muutoksia ei tapahdu.

Häiriöttömien putkiosuuksien osalta ultraäänimittarille on samat vaatimukset kuin magneettiselle virtausmittarille.

Putken päälle asennettavien mittareiden heikkoutena ovat anturin ja putken sekä putken ja veden väliset rajapinnat, joissa viesti voi vääristyä esim. huonon kontaktin, hapettuman tai lian vuoksi. Lyhytaikaisessa ja huolella suoritettussa mittauksessa tätä ongelmaa ei yleensä ole.

Putken päälle asennettavan mittarin edut:

- helppo ja edullinen asentaa
- sopii myös isoille putkille
- ei kosketuksissa mitattavaan aineeseen

Heikkoudet:

- ilma häiritsee mittauksia
- ei sovellu vajaan putken mittauksiin
- rajapinnoissa viesti voi vääristyä (anturi/putki, putki/vesi)
- siirrettävät anturit → mittaus vaikeasti toistettavissa

4 VAADITTAVA MITTAUSTARKKUUS

Hinnan määrittämiseen käytettävien mittalaitteiden tulee täyttää vakauslain (219/1965) ja vakausasetuksen (370/1992) ja niitä täydentävien teknisten säädösten vaatimukset. Kiinteistöjen veden kulutusta mittaavat laitteet kuuluvat vakauslain piiriin.

Ympäristöviranomaiset ovat antaneet v. 1994 suosituksen teollisuuden jätevesipäästöjen määrämittaukseen, jonka mukaan mittauksen epävarmuuden tulisi olla pienempi kuin ± 5 %. Kunnallisten laitosten jätevesien määrämittauksen tarkkuudesta ei ole olemassa luotettavaa aineistoa (Kuoppamäki, 2007).

Jätevesien määrämittauksen osalta ei ole olemassa yksiselitteisiä tarkkuusvaatimuksia. Tässä selvityksessä mukana olevien laitosten näkemyksen mukaan jätevesien määrämittauksen osalta tavoitteellisena mittaustarkkuutena voidaan pitää ± 3 %.

5 VIRTAUSMITTAUSTEN EPÄVARMUUSTEKIJÄT

Virtausmittauksen epävarmuutta aiheuttavia tekijöitä on useita. Mittausepävarmuutta voi aiheutua itse mittalaitteesta, mittausolosuhteista, mittaussignaalin käsittelystä ja automaatiojärjestelmästä.

Yksi merkittävimmistä virtausmittauksen epävarmuustekijöistä on asennuspaikan vaikutus. Asennuspaikan vaikutus mittaustarkkuuteen vaihtelee $0\text{--}\pm 30$ %. Tietoa ei ole yleensä riittävästi virtausolosuhteista ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Tarkkuuteen vaikuttavaa myös se miten virtausolosuhteet (esim. putken pinnan karheus) muuttuvat ajan myötä. Koska pääosa virtausmittauksen epävarmuudesta aiheutuu mittarin ulkopuolisista tekijöistä, ei kokonaistarkkuutta pystytä paljoakaan parantamaan mittalaitetta vaihtamalla.

Mittaustarkkuuden vaatimukseen sisältyy käytännössä aina vaatimus tarkkuuden pysyvyydestä. Mittaustarkkuuden laadussapidolla tarkoitetaan niiden systemaattisen toimenpiteiden yhdistelmää, joilla pyritään varmistamaan mittausepä-tarkkuuden pysyminen jatkuvasti tiettyjen varmuusrajojen sisällä.

Lähteet: Halttunen Jouko ja Kuoppamäki Risto

6 VERTAILUMITTAUSJÄRJESTELYT

6.1 Mittauskohteet

Virtausmittareiden vertailumittauksia on tehty Ervastinrannan keskuspuhdistamon, Oulun Taskilan puhdistamon sekä Lakeuden keskuspuhdistamon siirtoviemäreissä. Lisäksi vertailumittauksia on tehty Ervastinrannan ja Lakeuden keskuspuhdistamolla. Vertailumittauksia on tehty yhteensä 10 kohteessa. 9 mittauskohteessa on käytössä magneettinen virtausmittari ja 1 kohteessa ultraäänimittari. Missään vertailumittauskohteessa ei ole tuplamittausta.

Kuva 1. Vertailumittauskohteet.

6.2 Mittauslaitteisto

Vertailumittauksissa on käytetty Oulun Veden omistamaa Fluxus- ultraäänimittaria. Fluxus-mittarilla mittaus tapahtuu putken päältä. Fluxus-mittareille tehdään jokaiselle anturiparille märkäkalibrointi, jossa määritetään anturivakiot, jotka tallennetaan anturissa olevaan muistiin. Kalibrointitiedot siirtyvät käyttöänoton yhteydessä automaattisesti antureilta vahvistimeen. Sertifikaatin mukainen anturien kalibrointitarkkuus on parempi kuin $\pm 0,5$ % lukemasta. Mittaria ei ole erikseen kalibroitu tämän hankkeen mittauksiin liittyen.

Vertailumittari mittaa jatkuvasti molempiin suuntiin. Tallentimeen tallentuu keskiarvovirtaamat minuutin välein. Mittarin asentaminen on suoritettu Haukiputaan Veden verkostoinsinööri Jukka Sorviston ja Oulun Veden verkostoinsinööri Tero Kilpeläisen toimesta kaikissa mittauskohteissa. Anturit asennettiin putken ulkopinnalle klo 2 kohdalle tai klo 2 ja klo 8 kohdalle putken yläosassa mahdollisesti esiintyvän ilman vaikutuksen minimoimiseksi. Mitattavaan aineeseen liittyvät parametrit (esim. lämpötila, vedenlaatu) ovat olleet kaikissa kohteissa samat. Lisäksi putken karheus on oletettu samaksi.

Ultraäänimittari ei suoranaisesti mittaa ilmapitoisuutta, mutta suuremmat ilmapitoisuudet heikentävät signaalin voimakkuutta. Mikäli ilmaa on paljon, mittaus voi ajoittain keskeytyä.

6.3 Vertailumittauksen periaate

Vertailumittauksissa on kiinteän virtausmittarin rinnalle asennettu Fluxus-ultraäänimittari. Vertailumittari on pyritty asentamaan virtausolosuhteiltaan mahdollisimman hyvään paikkaan. Kaikissa kohteissa vertailumittaria ei ole pystytty sijoittamaan yhtä hyvään paikkaan kuin kiinteä mittari on asennettu. Vertailumittaus käsittää yhden mittausjakson. Mittaukset ovat pääsääntöisesti kestäneet noin viikon. Kiinteän mittarin järjestelmään tallentuneita tuntivirtaamia on verrattu vertailumittarin tuntivirtaamiin, joiden osalta on laskettu virtaamaero.

Tässä tapauksessa ei voida olettaa, että vertailumittari näyttää absoluuttisesti oikeaa virtaamaa. Vertailumittarin asennuspaikassa on pääsääntöisesti samat ongelmat kuin kiinteällä mittarilla. Vertailumittarin ja kiinteän mittarin virtaamaeron ollessa kohtuullisen iso voidaan kuitenkin kiinteän mittauksen luotettavuutta pitää epävarmana.

6.4 Mittauskohteiden dokumentointi

Vertailumittaukset on tehty kesän 2010 ja kevään 2011 välisenä aikana. Vertailumittausten yhteydessä on kirjattu putkisto- ja mittaritiedot sekä valokuvattu kohteet. Häiriöttömät putkietäisyydet on mitattu mittarin laipoista.

7 VERTAILUMITTAUSKOHTEET

7.1 Ylikiimingin mittauskaivo, Ylikiiminki-Kiiminki siirtoviemäri

Ylikiimingin mittauskaivo sijaitsee Ylikiiminki-Kiiminki siirtoviemärissä Oulun ja Kiimingin rajalla. Mittauskaivo on välittömästi pumppaamon jälkeen. Suunnitelmapiirustusten mukaan mittauskaivon ja pumppaamon välinen etäisyys on 6,5 m. Kohteessa mitataan Ylikiimingin jätevesimäärä. Mittauskaivosta vastaa Oulun Vesi.

Paineputki on rakennettu putkella PVC160-6. Mittauskaivon kohdalla paineputki on suunniteltu 2 % nousevaksi. Mittauskaivonkaivon jälkeen paineputki on suunnitelmien mukaan loivasti laskeva.

Virtaamatieto tallentuu Kiimingin Veden sekä Ervastinrannan keskuspuhdistamon järjestelmiin.

Mittausjärjestelyt:

	betonirengaskaivo Ø 1 200, rak. v. 1992
virtausmittari	Danfoss Magflo Mag 2500 DN100, asennettu v. 1992
	vaaka-asennus
suora etäisyys	ennen mittaria olevaa suoraa etäisyyttä ei pystytty mittaamaan, arviolta riittävä mittarin jälkeen 460 mm
paineputki	PVC 160-6

Suunnitelmien mukaan häiriötön putkiosuus ennen mittaria on noin 600 mm. Häiriöttömät putkiosuudet ovat vähimmäisvaatimusten mukaiset.

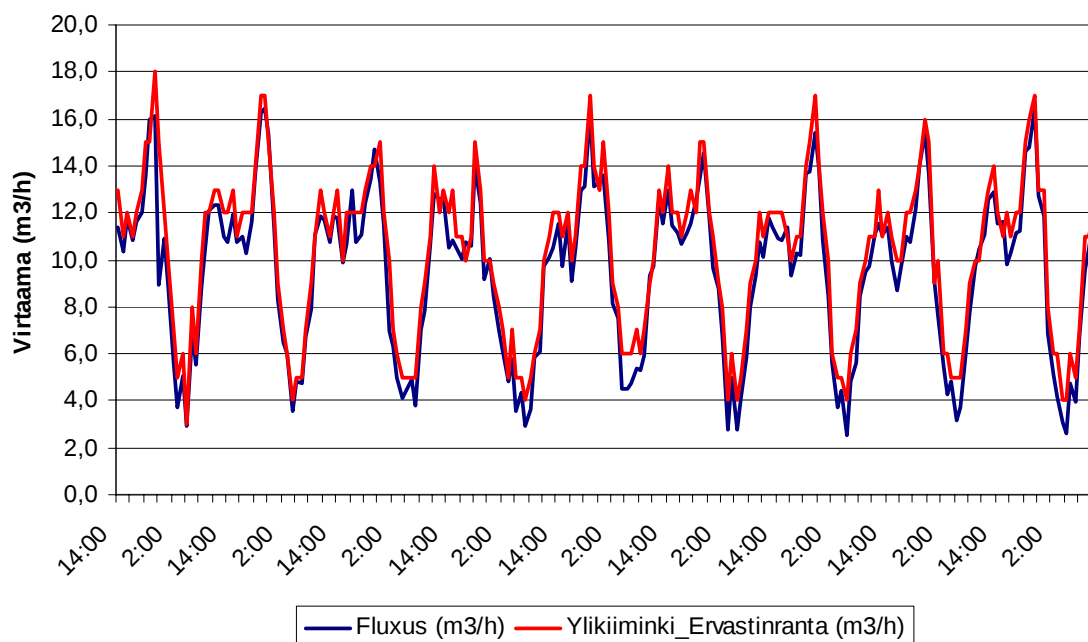


Kuva 2. Ylikiimingin mittauskaivo.

Mittaria ei ole huollettu säännöllisesti. Toiminta-aikana mittaria on korjattu kerran. Tarkistusmittaus on tehty aikaisemmin v.2010.

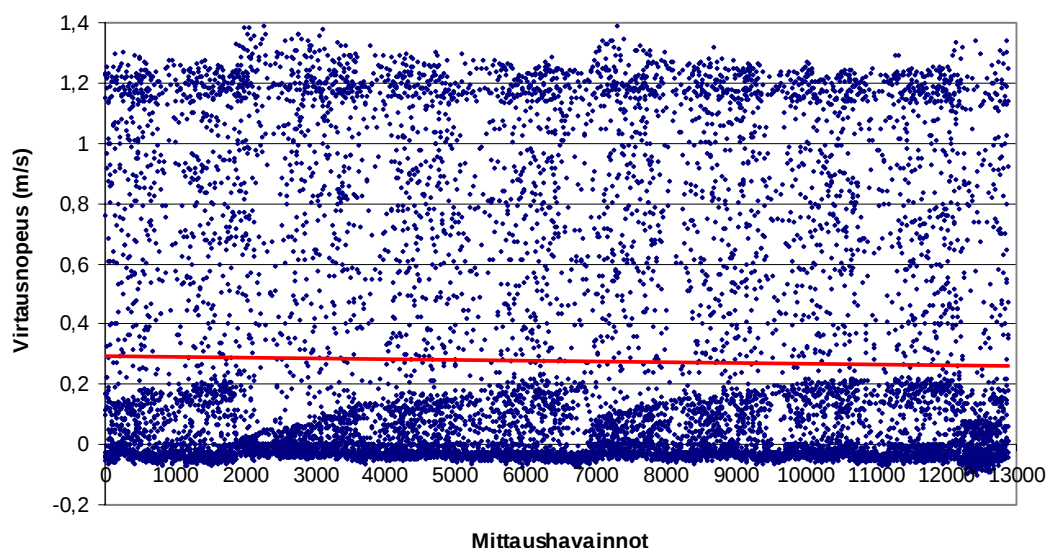
Tämän työn yhteydessä vertailumittaus tehtiin 22.6.-1.7.2010.

Pvm ja aika	Pumpun 1 käyntiaika (h)	Pumpun 2 käyntiaika (h)	Danfoss (m ³)	Fluxus-mittari (m ³)
22.6.2010 klo 13:30	3 469,93	3 345	1 170 767	
1.7.2010 klo 12:15	3 493	3 369	1 172 967	
erotus	23,07	24	2 200	2 040



Kuva 3. Ylikiimingin kiinteän mittarin ja vertailumittarin tuntivirtaamat jaksolla 22.6.-1.7.2010.

Kiinteän mittarin tuntivirtaamina on käytetty Ervastinrannan keskuspuhdistamon järjestelmän virtaamatietoja. Kiinteän mittarin virtaamat ovat olleet tuntivirtaamien perusteella 8,5 %:ia suuremmat kuin vertailumittarin. Kuvan 3 perusteella virtaamaero on suurimmillaan pienillä virtaamilla.



Kuva 4. Vertailumittarin virtausnopeudet mittausjaksolla 22.6.-1.7.2010.

Vertailumittarin virtausnopeudet ovat vaihdelleet negatiivisesta 1,4 m/s. Huomattavan suuri osa virtausnopeushavainnoista on alle 0,2 m/s. Virtausnopeuksien keskiarvo on jaksolla noin 0,3 m/s. Fluxus-mittari on tallentanut ajoittain negatiivisia virtaamia. Mittausjakson jälkeen takaiskuventtiilit on puhdistettu.

7.2 Kiimingin mittauskaivo, Kiiminki-Haukipudas siirtoviemäri

Kiimingin mittauskaivo sijaitsee Kiiminki-Haukipudas siirtoviemärissä. Siinä mitataan Kiimingin ja Ylikiimingin jätevesimäärä. Mittauskaivosta vastaa Kiimingin Vesi.

Mittauskaivo sijaitsee Kiimingin ja Haukiputaan kuntarajan läheisyydessä. Mittauskaivo on rakennettu paineputken PVC315-6 loppuosaan. Paineputken loppupää on suunnitelmien mukaan vajaan 40 metrin päässä mittauskaivosta. Mittauskaivon kohdalla paineputki on suunniteltu voimakkaasti nousevaksi. Pumppaamo sijaitsee noin 3,3 km etäisyydellä mittauskaivosta. Pumppaamon ja mittauskaivon välisellä johto-osalla on 4 ilmanpoistokaivoa, joissa on asennettu yksitoimiset ilmapoistoventtiilit. Paineputken korkein kohta sijaitsee pumppaamon jälkeen.

Paineviiemäriin on liitetty pienpumppaamoja 15-20 kpl. Pienpumppaamot on rakennettu pääosin 2000-luvulla. Pienpumppaamoita ei sijaitse välittömästi mittauskaivon läheisyydessä.

Mittausjärjestelyt:

	lasikuitukaivo Ø 3 000, rak v. 1995
virtausmittari	Euromag MC 108
	DN200, asennettu v. 2010
	vaaka-asennus
suora etäisyys	ennen mittaria 900 mm
	mittarin jälkeen 460 mm
paineputki	PVC 315-6

Suoraosuudet ovat vähimmäisvaatimusten mukaiset.

Virtausmittauksen tiedot tallentuvat Kiimingin Veden ja Ervastianrannan keskuspuhdistamon järjestelmiin.

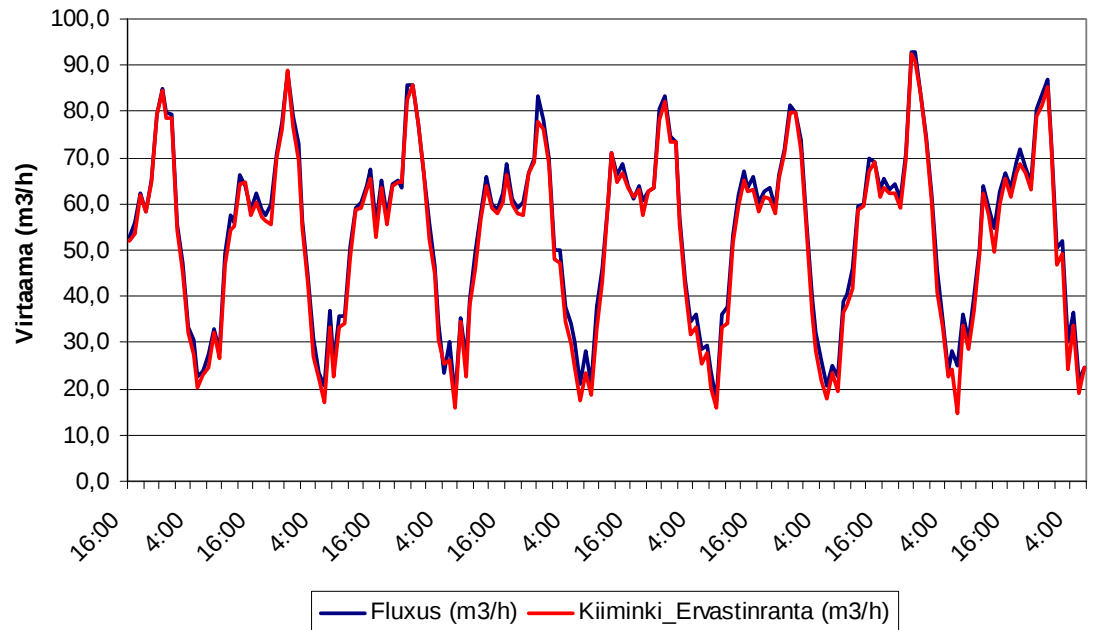
Tämän työn yhteydessä vertailumittaukset tehtiin 21.-28.7.2010.



Kuva 5. Kiimingin mittauskaivossa Fluxus-mittari asennettuna.

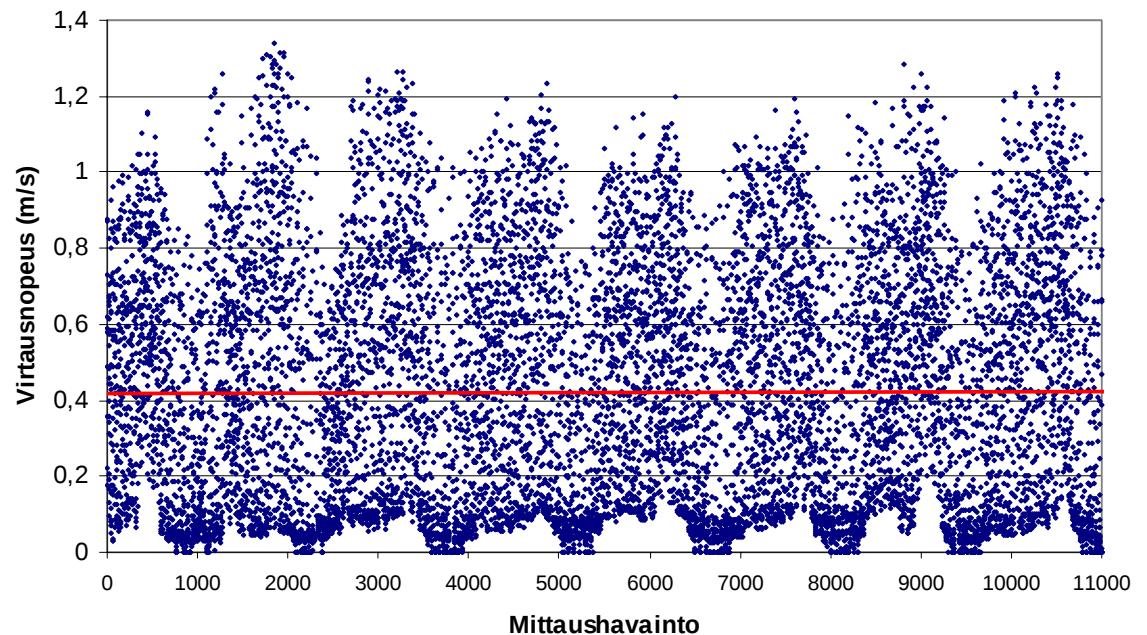
Pvm ja aika	Sähkölukemittarin lukema (kWh)	Euromag (m ³)	Fluxus-mittari (m ³)
21.7.2010 klo 15:30	39 921	152 296	29 636
28.7.2010 klo 7:20	39 953	161 954	39 619
erotus	32	9 658	9 983

Koko jakson virtaamien perusteella kiinteän mittarin virtaamat ovat olleet 3,3 %:ia pienemmät kuin vertailumittarin virtaamat.



Kuva 6. Kiinteän mittarin ja vertailumittarin tuntivirtaamat 21.-28.7.

Kiinteän mittarin virtaamatiedot (kuva 6) ovat Ervastinrannan keskuspuhdistamon järjestelmästä. Tuntivirtaamien perusteella kiinteän mittarin virtaamat ovat keskimäärin 3,5 %:ia pienemmät kuin vertailumittarin.



Kuva 7. Fluxus-mittarin mittaus tietojen perusteella piirretty jakautuma virtausnopeuksista. Havaintojen keskiarvokäyrä punaisella.

Vertailumittarin virtausmittaus tietojen perusteella havainnoissa suuri osa on pieniä virtaamia. Mittausjaksolla keskimääräinen virtausnopeus on ollut 0,42 m/s. Suurimman virtausnopeuden ollessa 1,34 m/s.

Mittauskaivon toiminnassa on ilmennyt ongelmia v. 2004 jälkeen. Käyttöönnoton alkuvuosina mittari on toiminut ongelmitta. Virtausmittari on uusittu kaksi kertaa. Kohteessa on ollut ongelmana, että mittarit toimivat vain vähän aikaa uusimisen jälkeen. Mittarin ollessa jonkin aikaa käytössä virtaamat ovat alkaneet pienenemään. Muutos virtaamissa on ajanmittaansa kasvanut huomattavan suureksi.

Virtausnopeudet mittarissa ovat alhaiset, mikä osaltaan altistaa mittarin liettymiselle. Painejohdon profiili on liitteenä 1. Paineviemärin suunnitelmien mukaisen profiilin perusteella lappo ei ole kovin todennäköinen, mutta se on tietyissä tilanteissa mahdollinen; pumppaamon vesipinnan noustessa korkealle ja pumppaamon pysähtyessä. Mittausta voi häiritä myös viemärikaasujen kertyminen mittaria ennen olevaan supistuskartioon.

7.3 Limingan ja Lumijoen jätevesien mittauspiste, Lakeuden keskuspuhdistamo

Limingasta ja Lumijoelta johdettavien jätevesien mittaus on Lakeuden Keskuspuhdistamolla. Jätevedet johdetaan puhdistamolle Halmeen pumppaamolta. Paineputkeen välille on liitetty 2 pienpumppaamoa. Lisäksi paineputkeen johdetaan Tupoksen Kaakisen pumppaamon jätevedet. Puhdistamolle tuleva paineputki on rakennettu putkella PEH 250-6 (n. 3,7 km). Paineviemäri on suunniteltu alkuosalla loivasti laskevaksi. Halmeen pumppaamolla on tasolla +1-+2. Paineputken purkukohta on suunnitelmassa tasolla +0,9. Paineputki on alun perin suunniteltu toimivaksi lappoperiaatteella.

Puhdistamorakennuksen ulkopuolella putki supistuu DN 250 → DN 150. Virtausmittari sijaitsee nousevassa putkessa aivan paineputken loppupäässä. Mittarin toiminnasta vastaa Limingan Vesihuolto Oy.

Mittausjärjestelyt:

	Lakeuden keskuspuhdistamon tulopumppaamon yhteydessä, rak. v. 1995
virtausmittari	Siemens MAG 5100 V DN 150, asennettu v. 2010
suora etäisyys	pystyasennus, nouseva virtaussuunta ennen mittaria 620 mm mittarin jälkeen 440 mm
paineputki	PEH 200

Mittarin suoraosuus ennen mittaria alittaa jonkin verran minimivaatimuksen. Mittarin oletuksena on mittaus yhteen suuntaan. Mittausväli on 0-320 m³/h. Virtausmittaria on huollettu säännöllisesti kerran vuodessa. Vertailumittaus on tehty v. 2010, jolloin ero on ollut ero +3,5 %. Vertailumittaus tehdään vuosittain.

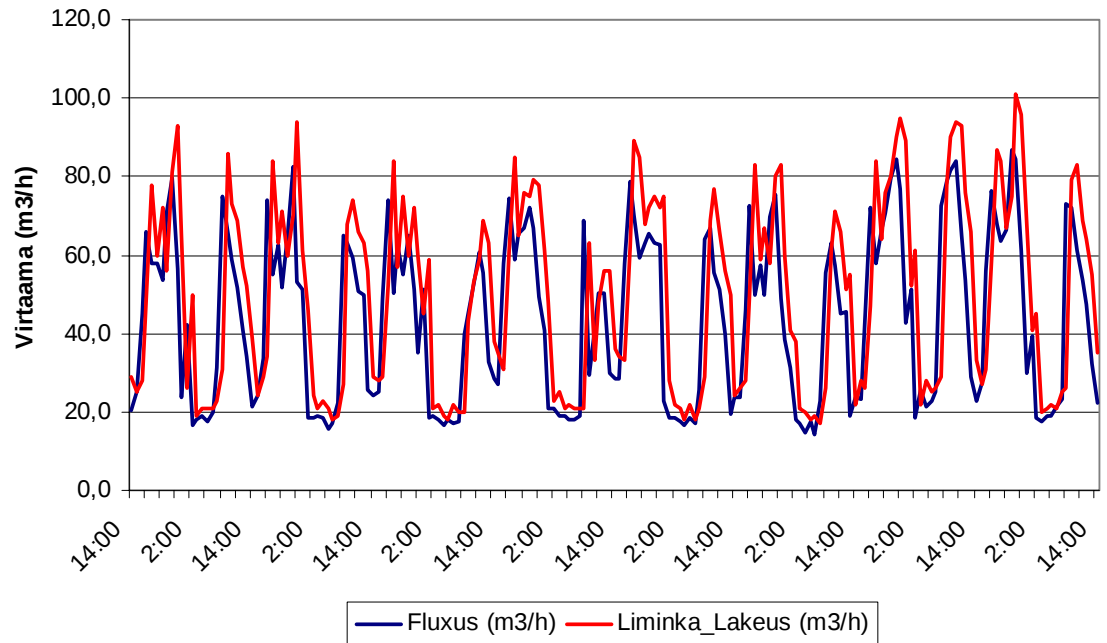
Tähän selvitykseen liittyen vertailumittaus kohteessa on suoritettu 15-23.9.2010. Vertailumittauksessa mittausolosuhteet olivat sellaiset, etteivät vertailumittarin suorat osuudet olleet riittävät.



Kuva 8. Limingasta johdettavien jätevesien mittauspiste Lakeuden keskuspuhdistamolla.

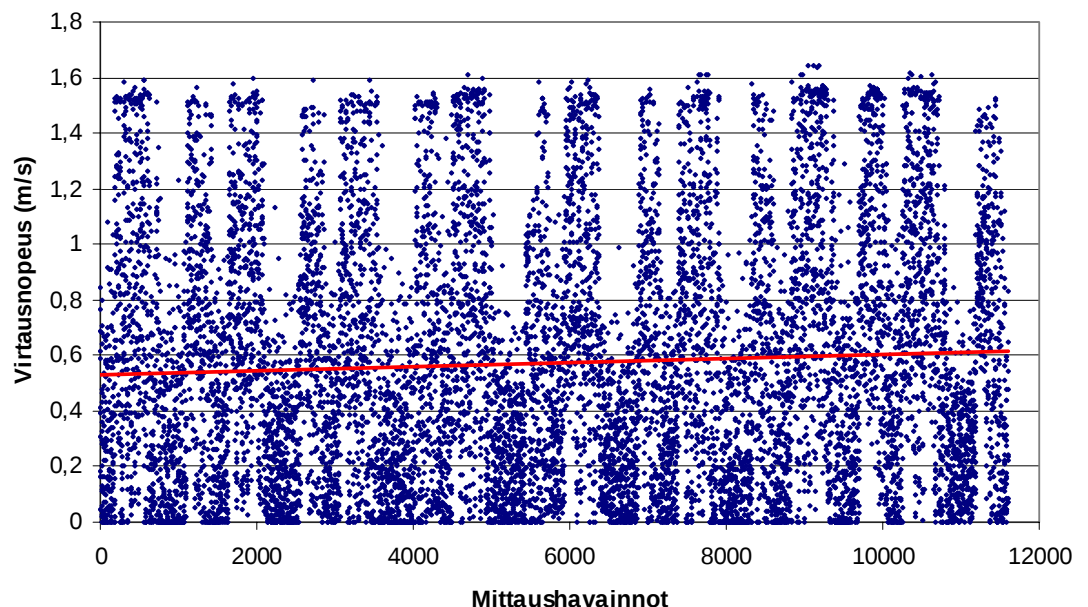
Pvm ja aika	Siemens (m ³)	Fluxus-mittari (m ³)
15.9.2010 klo 13:25	1 285 958	39619,61
23.9.2010 klo 14:50	1 295 616	48068,95
erotus	9 658	8 449,34

Mittausjakson kokonaisvirtaaman perusteella kiinteän mittarin virtaama on ollut 14,3 %:ia suurempi kuin vertailumittarin virtaama.



Kuva 9. Kiinteän mittarin ja vertailumittarin tuntivirtaamat.

Mittausjaksolla kiinteän mittarin virtaamat ovat olleet tuntivirtaamien perusteella 14 %:ia suuremmat kuin vertailumittarin virtaamat. Isommilla virtaamilla ($> 60 \text{ m}^3/\text{h}$) ero mittarien virtaamissa on suurempi kuin pienillä virtaamilla.



Kuva 10. Vertailumittausjaksolla havaitut virtausnopeudet.

Vertailumittarin virtaamatietojen perusteella veden virtaus on ollut pysähdyksissä maksimissaan 2-5 minuutin mittaisia jaksoja. Suurimmat havaitut virtausnopeudet ovat olleet noin 1,6 m/s. Pieniä virtausnopeushavaintoja on paljon, joten keskimääräinen virtausnopeus on noin 0,5 m/s.

7.4 Lumijoen mittauskaivo, Lumijoki-Liminka siirtoviemäri

Lumijoen jätevedet pumpataan tasausaltailta paineviemäriin. Jäteveden mittauskaivo sijaitsee tasausallasalueella paineputken alkupäässä. Lumijoen lähtöpumppaamolta jätevedet pumpataan PEH110-6 paineputkella (n. 2,6 km) Hirvasniemen pumppaamolle. Paineputki on suunniteltu osittain lappoperiaatteella toimivaksi. Suunnitelmien mukaan paineputkella ei ole geodeettista korkeuseroa. Mittauskaivon toiminnasta vastaa Lumijoen Vesi Oy.

Mittausjärjestelyt:

	betonirengaskaivo Ø1 500 rak. v. 1995-96
virtausmittari	DN 80, asennettu 2010 (ukkonen rikkonut edellisen mittarin) vaaka-asennus
suora etäisyys	ennen mittaria 375 mm mittarin jälkeen 170 mm
paineputki	PEH 110-6

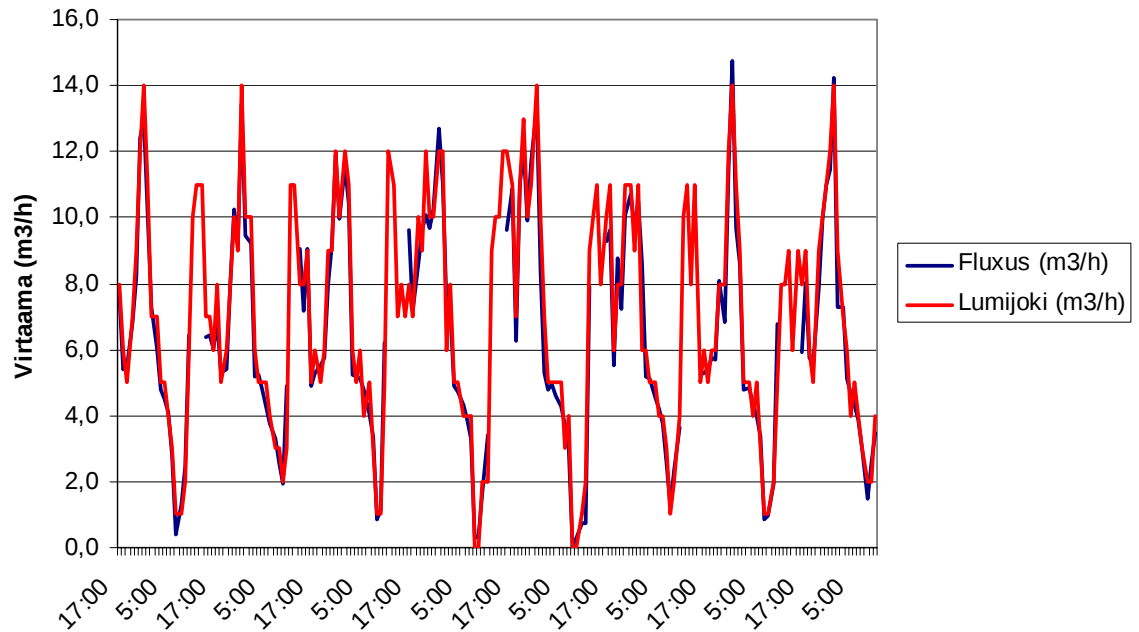
Mittarin vertailumittaus on tehty v. 2010. Mittarin suoraosuudet ovat lähes vähimmäisvaatimusten mukaiset.

Tähän selvitykseen liittyen kohteessa on tehty vertailumittaukset 2.-10.11.2010.



Kuva 11. Lumijoen mittauskaivo.

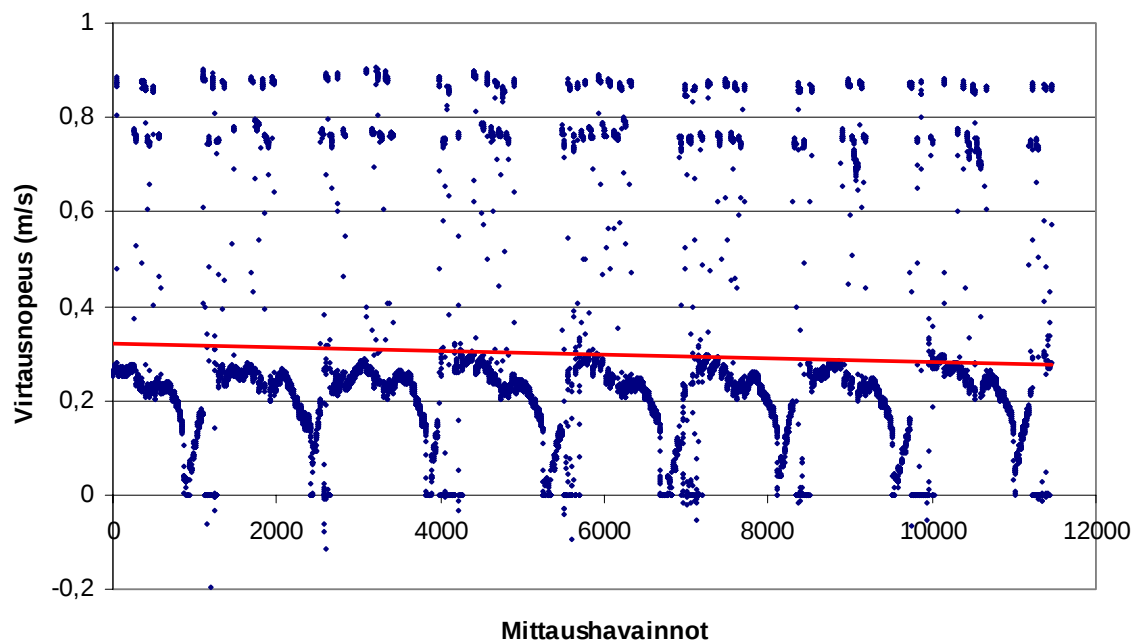
Pvm ja aika	Pumppu 1 (h)	Pumppu 2 (h)	Virtausmittari (m ³)	Fluxus-mittari (m ³)
2.11.2010 klo 15:34	3 887,65	3 809,11	28 134	107 688,557
10.11.2010 klo 14:20	3 907,81	3 823,76	29 472	108 870,500
erotus	20,16	14,65	1 338	1 182



Kuva 12. Kiinteän mittarin ja vertailumittarin tuntivirtaamat jaksolla 2.-10.11.2010.

Kiinteän virtausmittarin tuntivirtaamina on käytetty Lakeuden keskuspuhdistamon järjestelmän virtaamatietoja. Mittausjakson 2.-10.11. tuntivirtaamien perustella kiinteän mittarin virtaamat ovat olleet 3,3 %:ia vertailumittarin virtaamia suurempia.

Vertailumittarin toiminnassa on ollut mittausjaksolla ajoittain häiriötä.



Kuva 13. Virtausnopeushavainnot vertailumittausjaksolla 2.-10.11.2010.

7.5 Oulunsalon mittauskaivo, Oulunsalo-Kempele siirtoviemäri

Jäteveden mittaus tapahtuu Oulunsalon tasausaltaalla. Siellä mitataan Oulunsalon ja Hailuodon jätevedet. Tasausaltaalle on rakennettu uusi mittauskaivo v. 2007. Mittauskaivo sijaitsee lähtöpumppaamon jälkeen paineputken alkupäässä. Paineputki on mittauskaivon jälkeen putkikokoa PEH 250-6. Mittauskaivon toiminnasta vastaa Oulunsalon Vesihuolto Oy.

Mittausjärjestelyt:

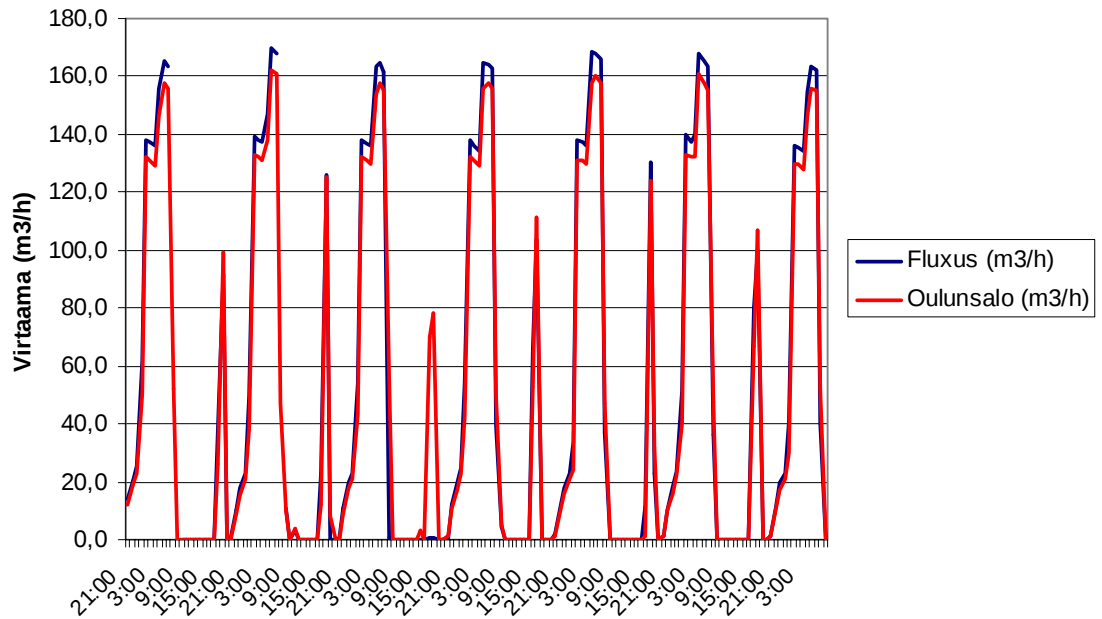
	mittauskaivo (PAVE) Ø 1540, rak. v. 2007
virtausmittari	Siemens Magflow 5100 W DN 200, asennettu v. 2007 vaaka-asennus
suora etäisyys	kaivossa ennen mittaria 675 mm, jälkeen 460 mm

Virtausmittari on tarkistettu 2010. Suunnitelmapiiirustusten mukaan häiriöttömät putkiosat ulottuvat kaivon ulkopuolelle ja ovat vähimmäisvaatimusten mukaiset.



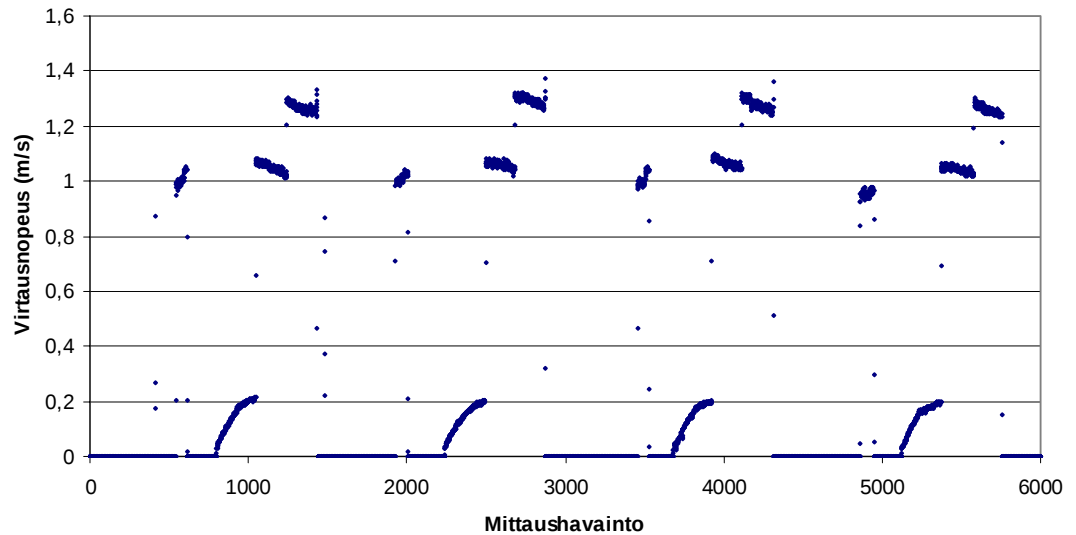
Kuva 14. Oulunsalon mittauskaivo.

Vertailumittaus on suoritettu 30.9.-11.10.2010. Vertailumittarin tuntivirtaamat ovat rekisteröityneet 4.-11.10.väliseltä ajalta.



Kuva 15. Kiinteän mittarin ja vertailumittarin tuntivirtaamat jaksolla 4.-11.10.2010.

Kiinteän mittarin tiedot ovat Lakeuden Keskuspuhdistamon järjestelmästä. Jakson 4.-11.10.tuntivirtaamien perusteella kiinteän mittarin virtaama oli 1,2 %:ia pienempi kuin vertailumittarin virtaama.



Kuva 16. Vertailumittarin virtausnopeudet.

Oulunsalosta jätevedet pumpataan pääosin yöaikaan. Tästä syystä päiväajan virtaamat ja virtausnopeudet ovat 0. Pumppujen käydessä virtausnopeudet vaihtelevat 1-1,3 m/s. Mittauskohteessa on havaittavissa pienillä virtausnopeuksilla lappoilmiota.

7.6 Muhoksen Tuohinonojan mittauskaivo, Oulujokivarren siirtoviemäri

Tuohinonojan mittauskaivo sijaitsee Muhos Oulu siirtoviemäriässä välittömästi Tuohinonojan pumpppaamon läheisyydessä. Kaivolla mitataan Muhoksen suunnasta Ouluun johdettava jätevesimäärä. Mittauskaivon toiminnasta vastaa Muhoksen Vesihuolto Oy. Pumpppaamon yhteydessä on Tuohinonojan tasausallas. Tasausaltaaseen ei normaalitilanteessa varastoida vettä. Tuohinonojan pumpppaamolta lähtevä paineputki PEH315-6 on 950 metriä pitkä.

Mittausjärjestelyt:

	lasikuitukaivo
virtausmittari	Magflow 3100 neoprenvuoraus (vastaanotin Siemens Mag 5000)
	DN200, asennettu v. 1999
	vaaka-asennus
suora etäisyys	ennen mittaria 700 mm
	mittarin jälkeen 600 mm

Häiriötön suoraosuus ennen mittaria ei täytä vähimmäisvaatimusta.

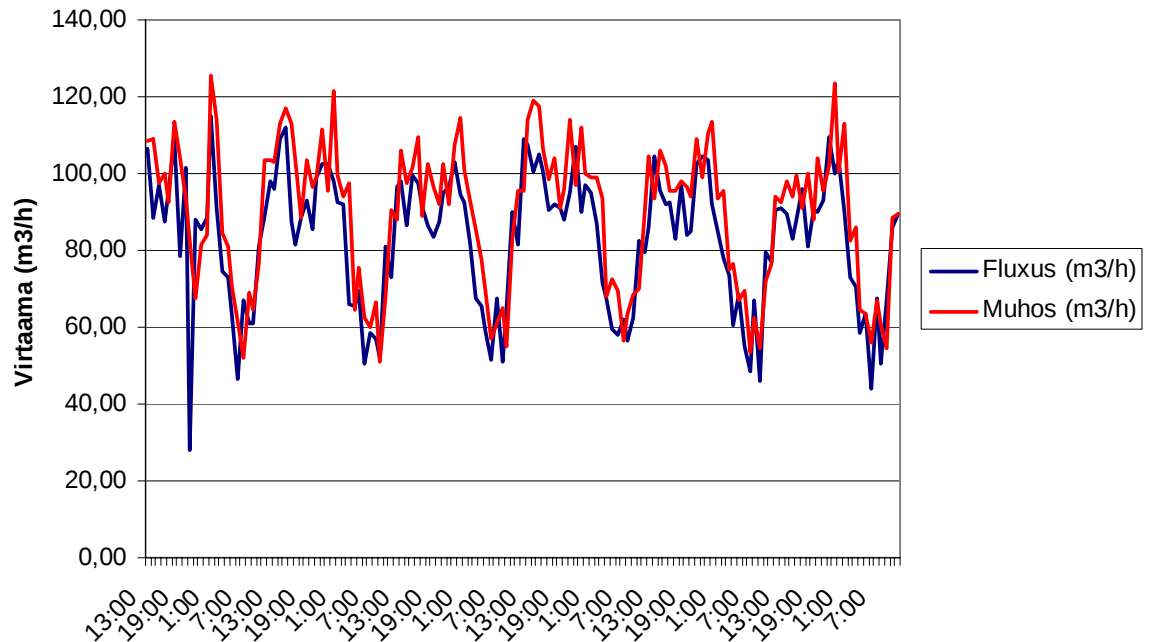
Vertailumittaukset tehtiin 11.-17.5.2010.



Kuva 17. Tuohinonojan mittauskaivo.

Pvm ja aika	Virtaus mittari (m ³)	Fluxus-mittari (m ³)
11.5.2010 klo 11:45	2 020 712	
17.5.2010 klo 12:25	2 033 685	
erotus	12 973	11 973

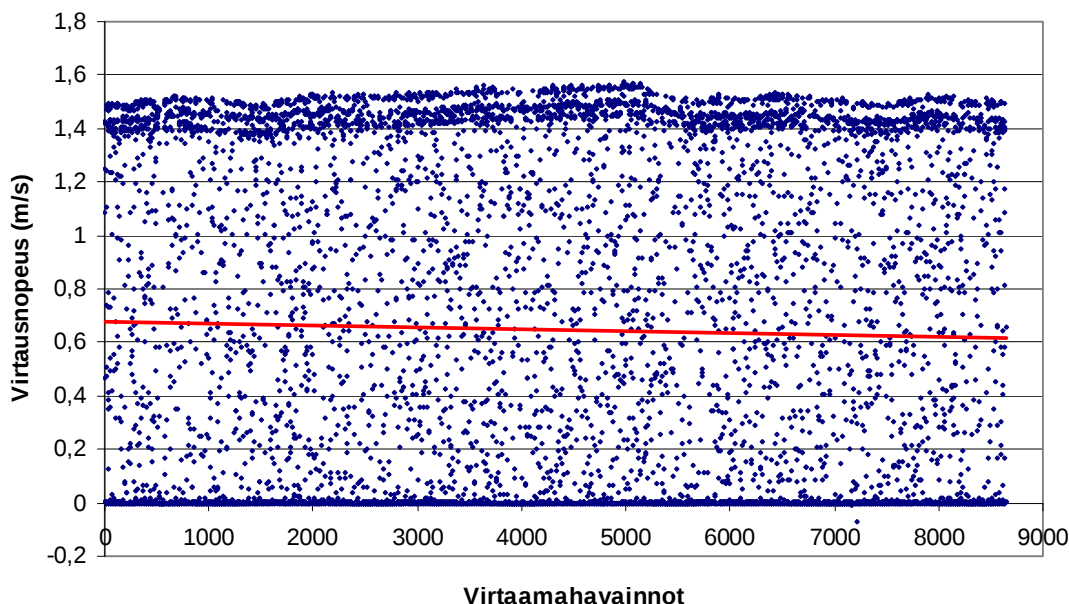
Vertailumittausjakson kokonaisvirtaaman perusteella kiinteän virtausmittarin virtaama on 8,4 %:ia suurempi kuin Fluxus-mittarin.



Kuva 18. Kiinteän ja vertailumittarin tuntivirtaamat jaksolla 11.-17.5.2010.

Kuvassa 18 on Tuohinonon kiinteän mittarin ja vertailumittarin tuntivirtaamat. Tuohinonon mittarin tiedot kirjautuvat Muhoksen Vesihuollon ja Oulun Veden järjestelmiin. Kiinteän mittarin virtaamat ovat Muhoksen Vesihuollon järjestelmästä. Tietojen siirrossa Oulun Veden järjestelmään oli tuolloin ongelmia.

Keskimääräisten tuntivirtaamien perusteella kiinteän mittarin virtaamat ovat 8,1 %:ia suuremmat kuin vertailumittarin virtaamat.



Kuva 19. Vertailumittarin virtaamahavaintojen perusteella lasketut virtausnopeudet.

Mittauskaivolla on vertailumittausten aikana takaiskuventtiili ollut rikki. Se näkyy mittaustuloksissa negatiivisina virtausnopeuksina.

7.7 Tyrnävän Murron mittauspiste, Tyrnävä-Kempele siirtoviemäri

Tyrnävän jätevedet mitataan Murron pumppaamolla. Virtausmittari on asennettu pumppaamokaivoon pumpulta lähtevään painejohtoon. Paineputken (M160-6,3) pituus on noin 6,3 km. Mittauskaivosta vastaa Tyrnävän Vesihuolto Oy.

Mittausjärjestelyt:

virtausmittari	lasikuitupumppaamokaivo Ø 1600 rak.v. 1989
	Siemens Mag 5100 V, DN100
suora etäisyys	asennettu v. 2005
	pysty asennus
	ennen mittaria 1 020 mm
	mittarin jälkeen 0 mm, mittarin jälkeen on käyrä putkessa

Ennen mittaria häiriötön putkiosuus on riittävä, mutta mittarin jälkeen suoraa putkiosuutta ei ole ollenkaan.

Vertailumittaukset suoritettiin 11.10.-2.11.2010. Vertailumittari on asennettu paineputkeen kiinteän mittarin alapuolelle. Vertailumittarin molemmilla puolilla on suorat putkiosuudet.



Kuva 20. Virtausmittaus Murron pumppaamolla.

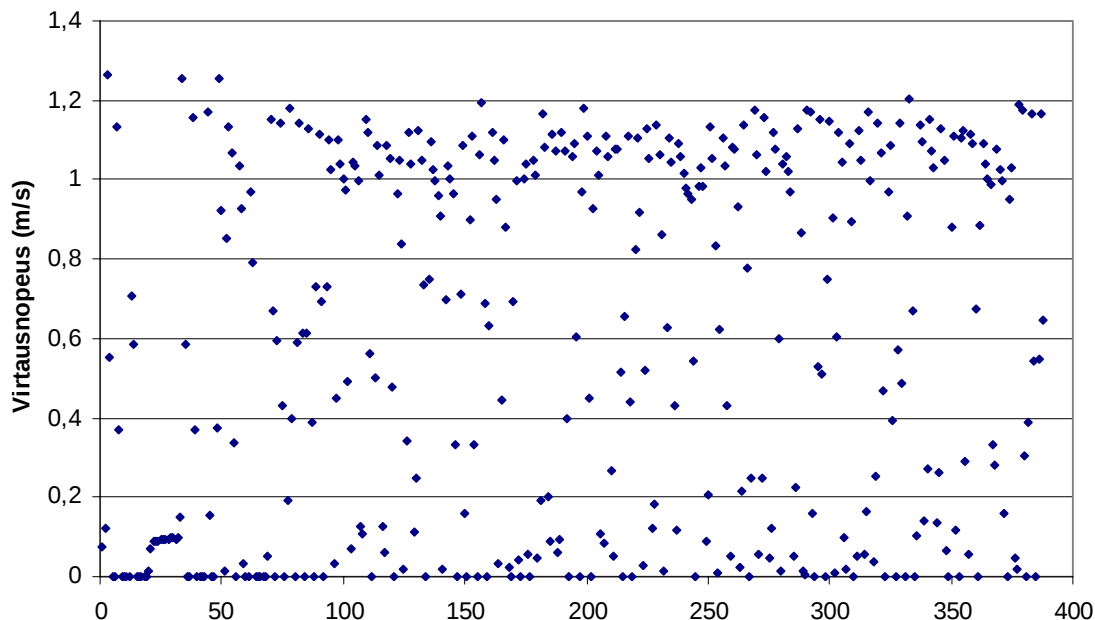
Pvm ja aika	Pumppu 1 (kWh)	Pumppu 2 (kWh)	Siemens Mag (m ³)	Fluxus-mittarin lukema (m ³)
11.10.2010 klo 14:30	14 322,90	14 253,44	803 758,7	97 826,865
2.11.2010 klo 13:30	14 453,26	14 385,50	814 265,1	107 688,504
erotus	130,36	132,06	10 506,4	9 861,64

Koko mittausjakson virtaamien perusteella kiinteän mittarin virtaama oli 6,5%:ia suurempi kuin vertailumittarin.



Kuva 21. Kiinteän mittarin ja vertailumittarin tuntivirtaamat 1.-2.11.2010.

Vertailumittarin tuntivirtaamat ovat tallentuneet mittausjaksolla vain vajaan vuorokauden ajalta 1.-2.11.2010. Mittausten keskeytyminen on tod.näk. aiheutunut pumppujen putkistoon aiheuttamasta tärinästä. Tuntivirtaamien perusteella kiinteän mittarin virtaamat olivat 5,7 %:ia suuremmat kuin Fluxus-mittarin.



Kuva 22. Virtausnopeushavainnot jaksolla 1.-2.11.2010.

Virtausnopeudet vaihtelivat 0-1,2 m/s välillä. Pumppaus on ollut välillä pysähdyksissä.

7.8 Utajärven Pällin mittauskaivo, Oulujokivarren siirtoviemäri

Pumppaamalla mitataan Utajärveltä ja Rokualta Muhokselle pumpattavat vedet. Rokuan jätevedet pyritään pumppaamaan pääasiassa öisin. Mittarin toiminnasta vastaa Utajärven vesihuoltolaitos. Virtausmittari on sijoitettu lasikuitupumppaamon yläpuolella sijaitsevaan huoltorakennukseen. Pumpuilla vesi johdetaan kolmella paineputkella, jotka yhdistyvät huoltorakennuksessa yhdeksi putkeksi. Virtausmittari on sijoitettu huoltorakennuksessa alaspäin olevaan paineputken osaan.

Pumppaamolta lähtevä paineviemäri on rakennettu putkella PEH 200-6,3. Paineputken pituus on 7,8 km. Paineputken alkuosalla noin 850 m matkalla paineputken profiili on suunniteltu nousevaksi.

Mittausjärjestelyt:

	lasikuitupumppaamon päällä oleva huoltorakennus, rak. v. 2004
virtausmittari	Siemens DN 100, v.2004
	pysty asennus, laskevassa putkessa
suora etäisyys	ennen mittaria 500 mm
	mittarin jälkeen 720 mm +pumppaamosäiliössä oleva suora putkiosuus

Häiriöttömät putkiosuudet ovat vähimmäisvaatimusten mukaiset.

Virtausmittaria ei ole huollettu eikä vertailumittauksia ole aikaisemmin tehty.



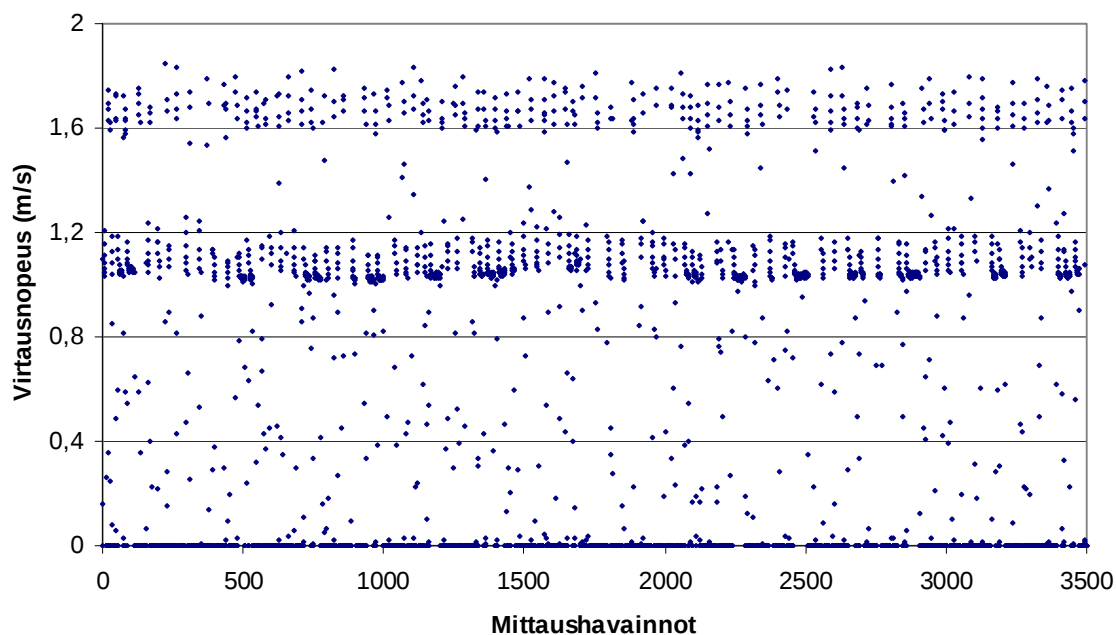
Kuva 23. Virtausmittaus Pällin pumpppaamolla

Vertailumittaus Pällin pumpppaamolla on suoritettu 22.-29.11. Vertailumittarin tuntivirtaamat ovat tallentuneet kuitenkin vain 27.-29.11. väliseltä ajalta.

Pällin mittauskaivon virtaamatiedot tallentuvat Utajärven vesihuoltolaitoksen, Muhoksen Vesihuolto Oy:n ja Oulun Veden järjestelmiin. Oulun Veden järjestelmään kirjautuneet tuntivirtaamat ko. jaksolta ovat olleet huomattavasti paljon suuremmat kuin Fluxus-mittarin virtaamat. Pumpppaamon kiinteän virtausmittarin tuntivirtaamina on käytetty Muhoksen Vesihuolto Oy:n järjestelmään tallentuneita tietoja.

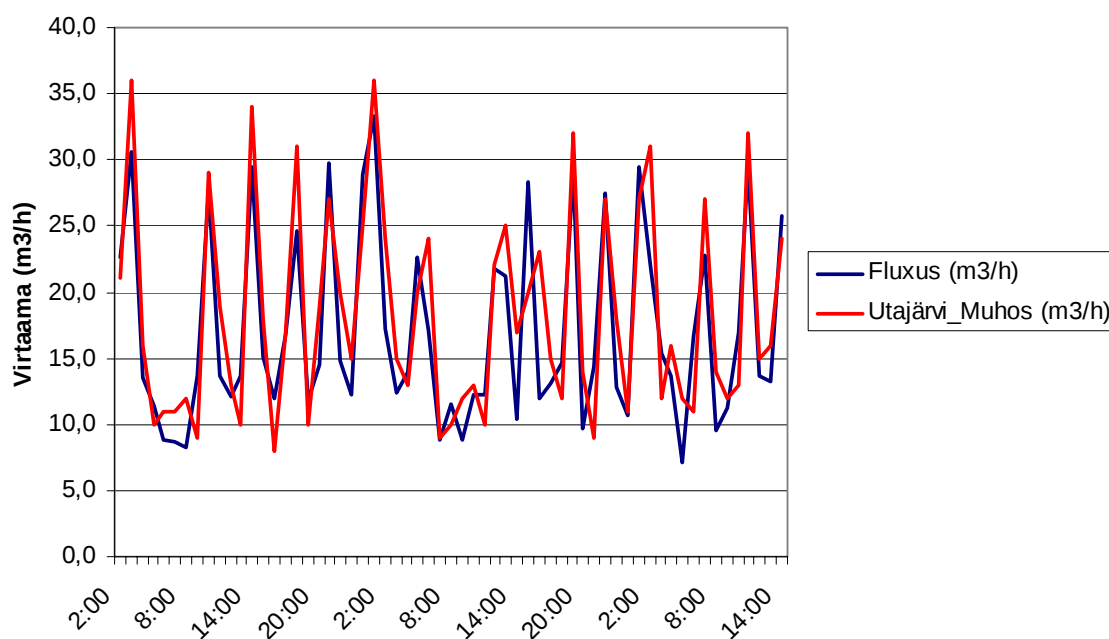
Pvm ja aika	Siemens (m ³)	Fluxus-mittari (m ³)
22.11.2010 klo 14:46	977 072	108 871,24
29.11.2010 klo 15:10	980 174	111 764,5
erotus	3 102	2 893

Koko vertailumittausjaksolla kiinteän virtausmittarin virtaama oli 7,2 %:ia suurempi kuin Fluxus-mittarin lukema. 27.-29.11. välisenä aikana tuntivirtaamien perusteella laskettuna kiinteän mittarin virtaama oli 7,4 %:ia suurempi kuin vertailumittarin virtaama.



Kuva 24. Fluxus-mittarin virtausnopeudet mittausjaksolla 27.-29.11.2011.

Pällin pumpppaamalla pumput ovat suhteellisen pitkiä aikoja pysähdyksissä. Tästä johtuen jaksolla on rekisteröity paljon 0- nopeuksia.

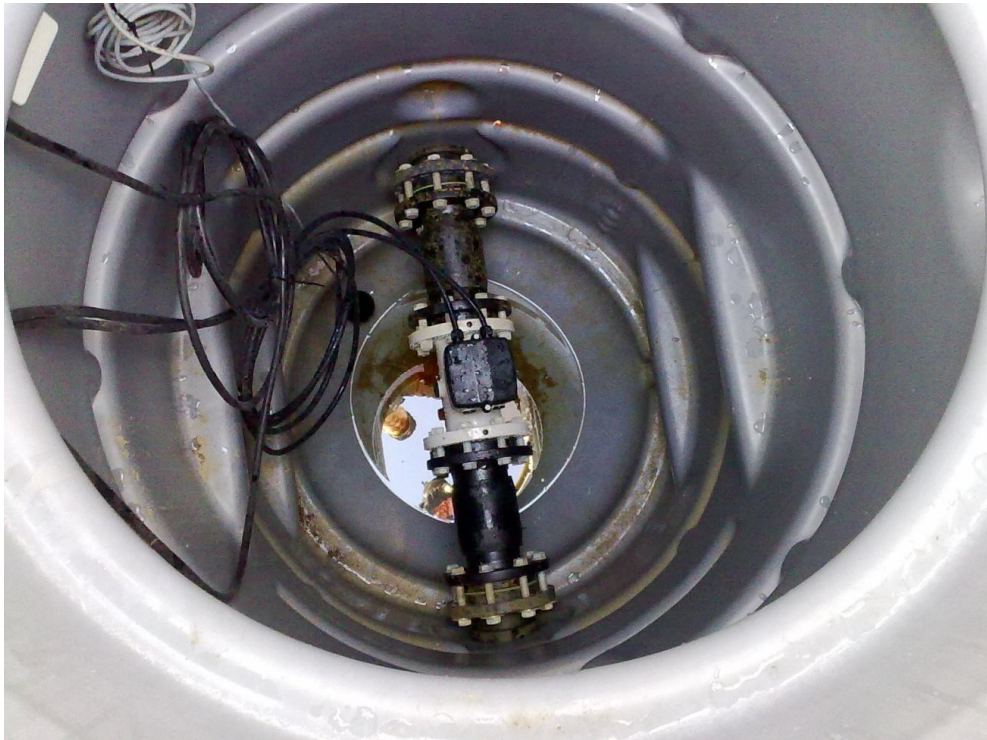


Kuva 25. Pällin kiinteän virtausmittarin ja Fluxus-mittarin tuntivirtaamat jaksolla 27.-29.11.2010.

7.9 Hailuodon siirtoviemärin mittauskaivot

Hailuodon siirtoviemärissä on virtaaman mittaukset vesistöналитusten molemmissa päissä. Vertailumittaria ei ollut mahdollista asentaa kumpaankaan mittauskaivoon.

Huikussa mittauskaivo on välittömästi pumppaamon jälkeen. Oulunsalon Riutussa mittauskaivo on ennen pumppaamoa. Paineviemäri on rakennettu molemmissa mittauskaivoissa muoviputkella mittarille asti. Myöskään Huikun lähtöpumppaamolla ei ole sellaista kohtaa putkistossa, johon mittarin olisi voitu kiinnittää.



Kuva 26. Huikun mittarikaivo.

7.10 Lakeuden keskuspuhdistamon lähtevän veden mittaus

Vertailumittaus tehtiin laitokselta lähtevän veden mittauksessa. Jälkiselkeytyksestä vesi johdetaan lähtölaatikosta putkeen. Virtausmittaus sijaitsee lähtölaatikon alapuolella olevassa putkikanaalissa. Kiinteä virtausmittari on kiinnitetty molemmin puoliin pitkiin supistuskartioihin.

Mittausjärjestelyt:

	putkikanaali
virtausmittari	Siemens Magflo Mag 5100W DN200, asennettu v. 2007
	vaaka-asennus
suora etäisyys	ennen mittaria 0 mm mittarin jälkeen 0 mm

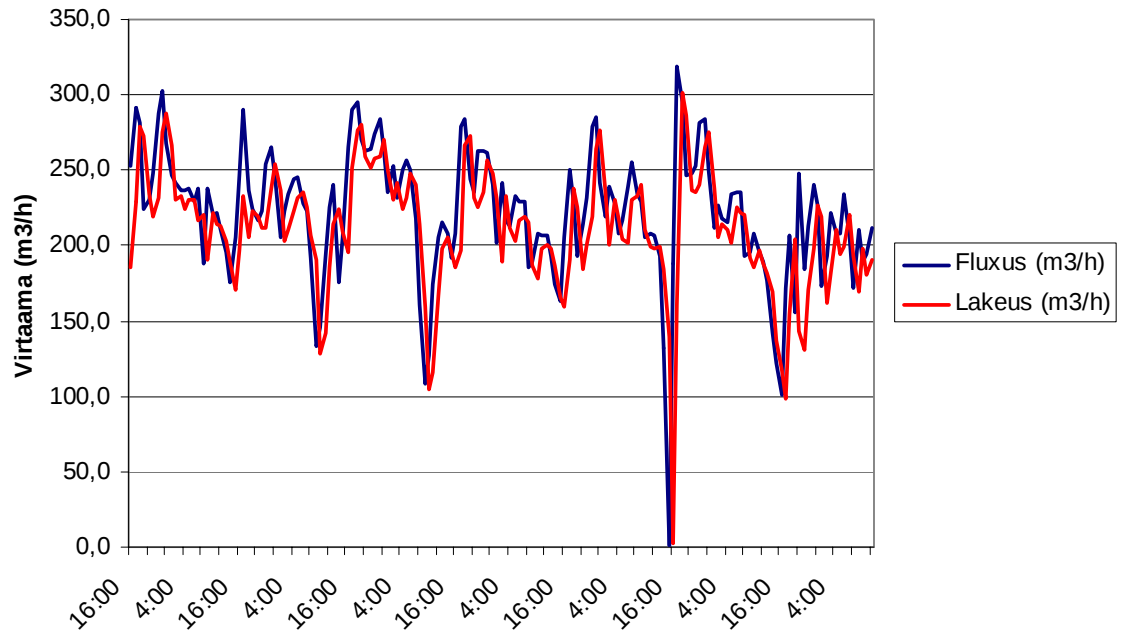
Häiriöttömiä putkiosuuksia ei ole mittarin yhteydessä. Mittarin molemmilla puolilla on pitkät supistuskartiot. Asennus on mittaritoimittajan standardien mukainen. Mittari mittaa yhteen suuntaan, mittausväli 0-600 m³/h.



Kuva 27. Lakeuden Keskuspuhdistamolta lähtevän veden mittaus.

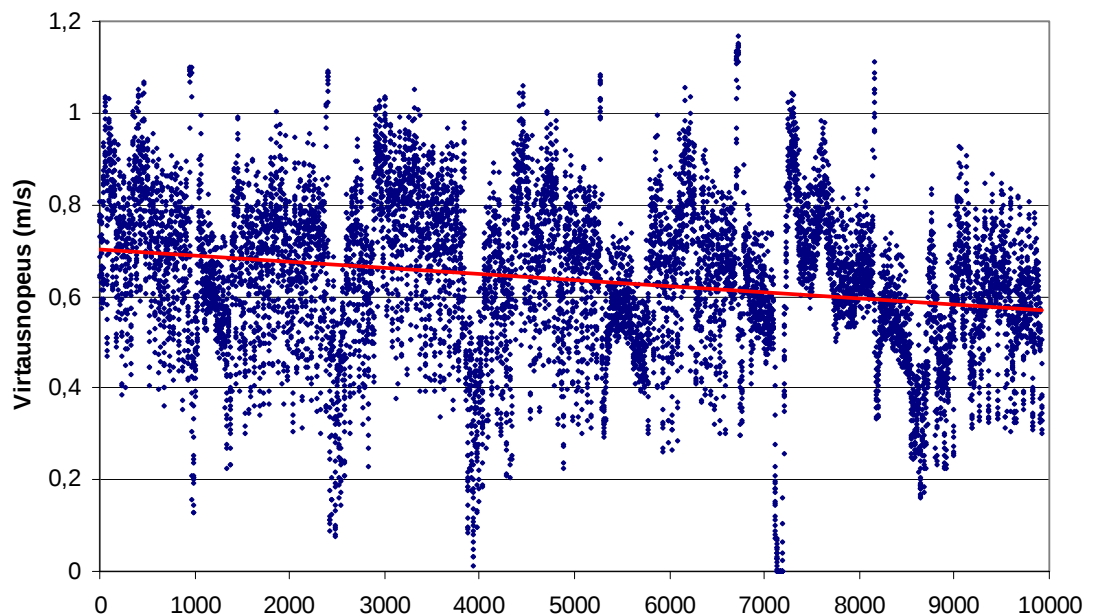
Vertailumittaus tehtiin 23.-30.9.2010. Koko mittausjakson virtaaman perustella kiinteän mittarin virtaama on ollut 4,3 %:ia pienempi kuin Fluxus-mittarilla mitattu.

Pvm ja aika	Virtausmittari (m ³)	Fluxus-mittarin lukema (m ³)
23.9.2010 klo 16:07	5 053 268	48 074
30.9.2010 klo 13:30	5 088 175	84 550
erotus	34 907	36 476

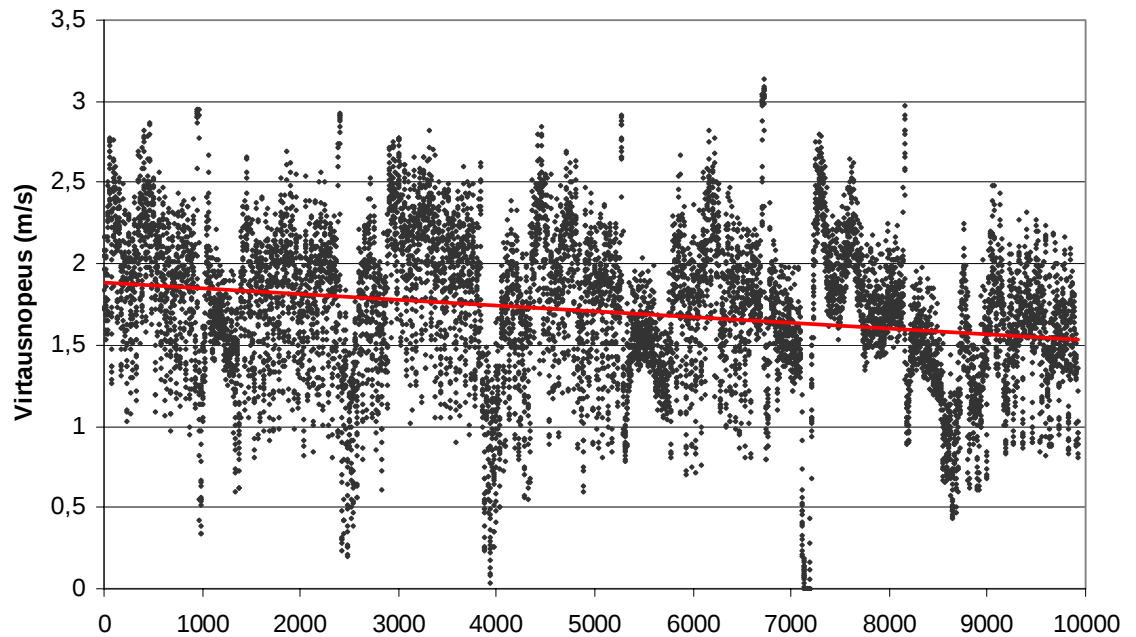


Kuva 28. Lakeuden puhdistamolta lähtevä tuntivirtaama kiinteällä mittarilla ja Fluxus-mittarilla jaksolla 23.9.-30.9.2010.

Fluxus-mittari on ollut kiinnitettynä DN 350-putkeen. Vertailumittarin virtausnopeudet ovat olleet keskimäärin 0,6-0,7 m/s. Keskimääräisten tuntivirtaamien perusteella kiinteä mittari näyttää 5,2 %:ia vähemmän kuin vertailumittarina käytetty Fluxus-mittari.



Kuva 29. Fluxus-mittarin virtausnopeudet.



Kuva 30. Kiinteän virtausmittarin laskennalliset virtausnopeudet.

Lähtevän veden mittauksessa virtausnopeudet ovat keskimäärin olleet 1,5-2,0 m/s. Kiinteän mittarin virtausnopeudet ovat laskennallisia. Lähtevän veden mittauksessa vertailumittari on ollut asennettuna DN 350 putkeen ja kiinteä mittari on kokoa DN 200.

7.11 Ervastinrannan keskuspuhdistamo

Ervastinrannan puhdistamolle Simppulan pumppaamolta tulevan jätevesimäärän mittauksena on putken pintaan asennettu ultraäänimittari.

Mittausjärjestelyt:

virtausmittari	maalainen putkistotila
	Flexim Fluxus ADM 5107, ultraäänimittari asennettu v. 2010
suoraetäisyys	putki DN 400
	ennen mittaria >1700 mm mittarin jälkeen 1 100 mm

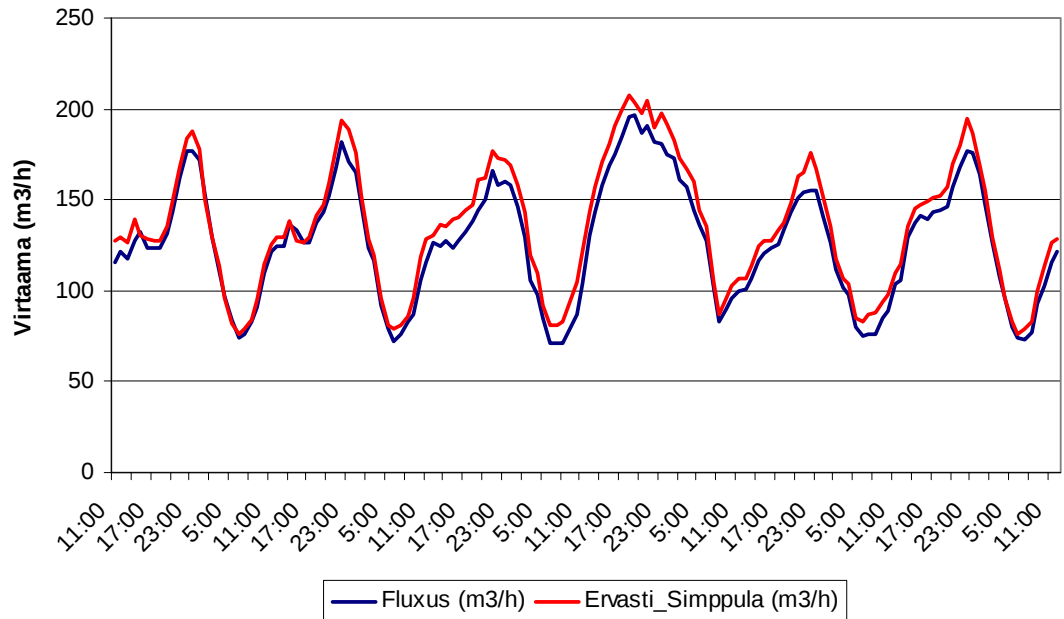
Häiriöttömät putkiosuudet ovat mittarin jälkipuolella alle minimietäisyyksien.



Kuva 31. Ervastinrannan puhdistamolle Simppulan pumppaamolta tulevan jätevesimäärän mittaust.

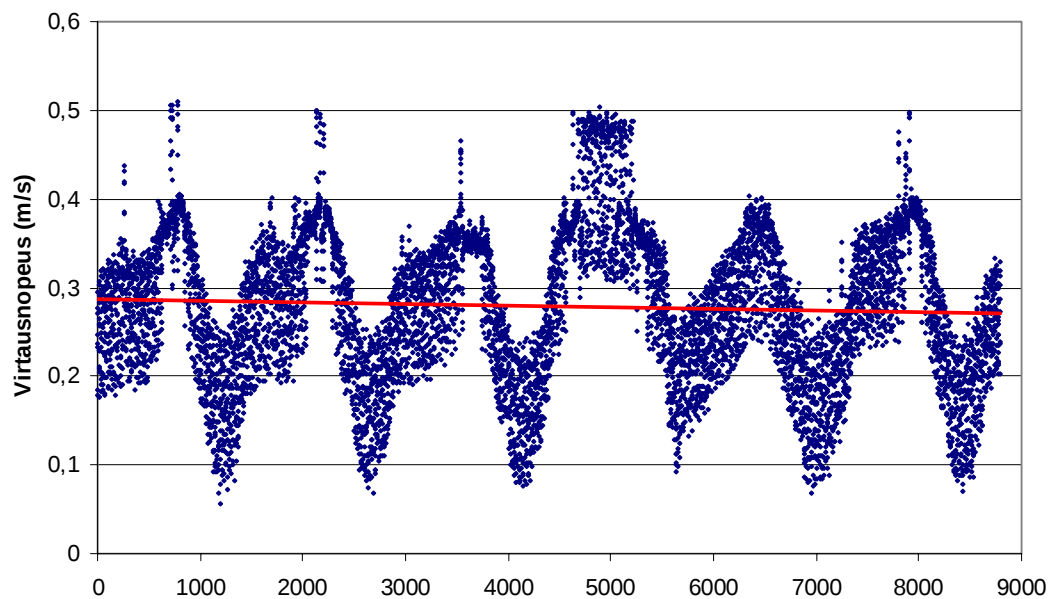
Vertailumittaus tehtiin 13.-19.4.2011. Koko mittausjakson virtaaman perusteella kiinteän mittarin virtaama on ollut 6,3 % suurempi kuin Fluxus-mittarilla mitattu.

Pvm ja aika	Virtausmittari (m ³)	Fluxus-mittarin lukema (m ³)
13.4.2011 klo 10:30	931 844	129 884
19.4.2011 klo 13:05	951 554	148 419
erotus	19 710	18 535



Kuva 32. Kiinteän mittarin ja Fluxus-mittarin tuntivirtaamat jaksolla 13.4.-19.4.2011.

Keskimääräisten tuntivirtaamien perusteella kiinteä mittari näyttää 6,4 %:ia enemmän kuin vertailumittarina käytetty Fluxus-mittari. Virtausnopeudet ovat vaihdelleet 0,1-0,5 m/s; keskimääräisen virtausnopeuden ollessa hieman alle 0,3 m/s.



Kuva 33. Fluxus-mittarin virtausnopeudet.

8 YHTEENVETO VERTAILUMITTAUKSEN TULOKSISTA

Virtausmittareiden voidaan todeta toimivan hyvin, mikäli ero mittareiden virtaamissa on alle 3 %. Oulunsalon mittauskaivolla virtaamaero oli kaikkein pienin 1,2 %. Virtausnopeudet ovat pääsääntöisesti 1-1,3 m/s. Mittauskaivolla häiriöttömät putkiosuudet ovat vähimmäisvaatimusten mukaiset.

Kiimingin mittauskaivolla ja Lumijoen mittauskaivolla ero virtaamissa oli 3 %:n luokkaa. Lumijoella keskimääräinen virtausnopeus on alhainen noin 0,3 m/s. Kiimingissä keskimääräinen virtausnopeus on vain hieman isompi (0,4 m/s).

Lakeuden keskuspuhdistamon lähtevän veden mittauksessa on ollut mittareiden välillä noin 5 %:in ero. Kiinteä mittari on asennettu loivien supistuskartioiden väliin. Mittarin virtausnopeudet ovat hyvät. Vertailumittari on ollut asennettuna suurempaan putkeen, jossa häiriötön putkiosuus jää kuitenkin melko lyhyeksi. Vertailumittarin virtausnopeudet ovat olleet valtaosin 0,6-0,8 m/s.

Tyrnävän Murron mittauskaivolla ero virtaamissa oli lähes 6 %:ia. Mittarin virtausnopeudet ovat hyvällä alueella, mutta heti mittarin jälkeen oleva 90°-käyrä aiheuttaa häiriön virtausprofiiliin. Vertailumittarin molemmilla puolilla on ollut suorat putkiosuudet, mutta pumput aiheuttavat häiriötä molempien mittareiden virtausprofiileihin.

Ervastinrannan puhdistamolla ero Simppulan pumppaamolta tulevan paineputken virtaamissa oli 6 %:ia. Virtausnopeudet olivat alhaisia; keskiarvon ollessa alle 0,3 m/s. Putken suoraosuudet ovat mittarin jälkipuolella alle minimivaatimusten.

Utajärven Pällin mittauskaivolla virtausmittari on asennettu alaspäin menevään putkeen. Myös vertailumittari on ollut laskevassa putkessa. Virtausmittausten ero oli 7,4 %. Virtausnopeudet ovat pääsääntöisesti yli 1,0 m/s.

Muhoksen Tuohinononjan mittauskaivossa virtausmittari on sijoitettu mittauskaivon yläosaan. Mittareiden välillä ero oli 8 %. Keskimääräinen virtausnopeus on 0,7 m/s. Mittarin tulopuolella suora putkiosuus ei täytä minimivaatimusta. Vertailumittarin ja kiinteän mittarin virtausolosuhteissa ei ole todennäköisesti merkittävää eroa.

Ylikiimingin mittauskaivolla ero mittareiden virtaamissa oli 8,5 %. Kohteessa esiintyy paljon pieniä virtausnopeuksia. Suurimpien virtausnopeuksien ollessa 1,4 m/s. Mittauskaivo sijaitsee pumppaamon välittömässä läheisyydessä. Mittauskaivossa ei ole merkittäviä virtaushäiriöitä aiheuttavia tekijöitä. Vertailumittari on rekisteröinyt paljon negatiivisia virtaushavaintoja.

Limingan jätevesien mittauspisteessä Lakeuden keskuspuhdistamolla ero mittareiden virtaamissa oli suuri. Vertailumittari on jouduttu sijoittamaan virtausolosuhteiltaan huonompaan paikkaan kuin kiinteä mittari. Vertailumittari on sijainnut lähellä 90°-käyrää, mikä heikentää mittauksen luotettavuutta.

Taulukko 1. Kiinteiden mittareiden virtausnopeudet sekä keskimääräinen tuntivirtaamien ero vertailumittariin verrattuna.

Kohde	Mittari	Virtausnopeuden vaihteluväli (m/s)	Virtausnopeuden keskiarvo (m/s)	Virtaamaero (%)
Ylikiiimingin mittauskaivo	magneettinen virtausmittari, DN100	-0-1,4	0,3	+8,5
Kiimingin mittauskaivo	magneettinen virtausmittari, DN200	0-1,3	0,4	-3,5
Limingan mittauspiste	magneettinen virtausmittaus, DN150	0-1,6	0,5-0,6	+14
Lakeuden kp	magneettinen virtausmittari, DN80	-0,1-0,9	0,3	+3,3
Lumijoen mittauskaivo	magneettinen virtausmittari, DN200	1,0-1,4	1-1,3	-1,2
Muhoksen Tuohinonajan mittauskaivo	magneettinen virtausmittari, DN200	0-1,5	0,7	+8,1
Tyrnävän Murron mittauspiste	magneettinen virtausmittari, DN100	0-1,2	0,6	+5,7
Utajärven Pällin mittauskaivo	magneettinen virtausmittari, DN100	0-1,8	1,1-1,8	+7,4
Lakeuden kp, lähtevä virtaama	magneettinen virtausmittari, DN 200	1-2,5	1,5-1,9	-5,2
Ervastinrannan kp, laitokselle tuleva virtaama	ultraäänimittaus, DN 400	0,1-0,5	0,3	+6,4

9 VERTAILUMITTAUKSIIN LIITTYVÄT EPÄVARMUUKSET

Ultraäänimittarin vaatimukset mittausolosuhteille ovat pääsääntöisesti samat kuin magneettisella virtausmittarilla. Vertailumittaria ei ole kaikissa kohteissa pystytty sijoittamaan virtausolosuhteiltaan yhtä hyvään paikkaan kuin kiinteä mittari on asennettu. Vertailumittarin ei voida olettaa näyttävän absoluuttisesti oikeaa virtaamaa, koska useissa kohteissa mittausolosuhteet eivät ole suositusten mukaiset.

Pienillä virtausnopeuksilla ultraäänimittarin mittaustarkkuuden pitäisi olla magneettista virtausmittaria parempi. Tämä havaittiin käytännössä Kiimingin mittauskaivolla, jossa vertailumittari mittasi pientä virtaamaa, mutta samanaikaisesti kiinteä mittari ei havainnut virtaamaa. Magneettisen virtausmittarin toimiessa suosituksen mukaisilla virtausnopeuksilla tarkkuudessa ei pitäisi olla merkittäviä eroja.

Vertailumittarin tietojen tallentamisessa on ollut katkoja. Katkojen arvioidaan johtuvan mm. pumppujen putkistoon aiheuttamasta tärinästä. Lisäksi mittauksen pätkiminen voi viitata ilman kerääntymiseen mittauskohtaan. Mikäli paineputkessa on ilmaa, virheen pitäisi olla samaa luokkaa riippumatta siitä, käytetäänkö magneettista virtausmittaria vai ultraäänimittaria.

10 VIRTAUSMITTAUSTEN TOIMIVUUTEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Yleistä

Virtausmittauksen luotettavuuden kannalta on oleellista, että itse mittalaite toimii oikealla tavalla. Vähintään yhtä tärkeää on se, ettei asennuspaikka aiheuta häiriötä mittarin toimintaan. Mikäli virtausmittauksessa on ilmennyt ongelmia, ensisijainen korjaustoimenpide on usein ollut uuden mittarin vaihto. Mittausvirhettä ei ole yleensä ensimmäisessä vaiheessa lähdetty etsimään mittausolosuhteista.

Mittausolosuhteet välittömästi virtausmittarin läheisyydessä ovat yleensä tarkistettavissa. Mutta siirtoviemäreiden osalta paineputken profiili voidaan arvioida yleensä vain suunnitelma-aineiston perusteella.

Virtausnopeudet

Pääosassa vertailumittauskohteista virtausnopeudet olivat alhaiset (alle 1m/s). Osassa vertailumittauskohteista virtausnopeudet olivat alle 0,5 m/s. Paineviemärin itsepuhdistuskyvyn vuoksi veden nopeuden tulisi olla vähintään 0,7 m/s. Mittauskaivoja suunniteltaessa on ilmeisesti ennakoitu, että jätevesimäärät tulevat merkittävästi kasvamaan. Kehityssuunta on kuitenkin ollut sellainen, etteivät jätevesimäärät ole kasvaneet vaikka viemäriverkostoon liittynyt asukasmäärä on lisääntynyt huomattavastikin. Laitokset ovat tehostaneet verkostosaneerauksia, mikä näkyy vuotovesien määrän selvänä vähenemisenä.

Oulun ympäristössä korkeuserot ovat pieniä. Osassa siirtoviemäreissä paineputken geodeettista korkeuseroa ei juurikaan ole, joten tietyissä tilanteissa virtausta voi tapahtua myös lappona pienellä virtausnopeudella. Pienellä nopeudella tapahtuva virtaus jää mittarilta usein rekisteröimättä.

Virtausprofiili

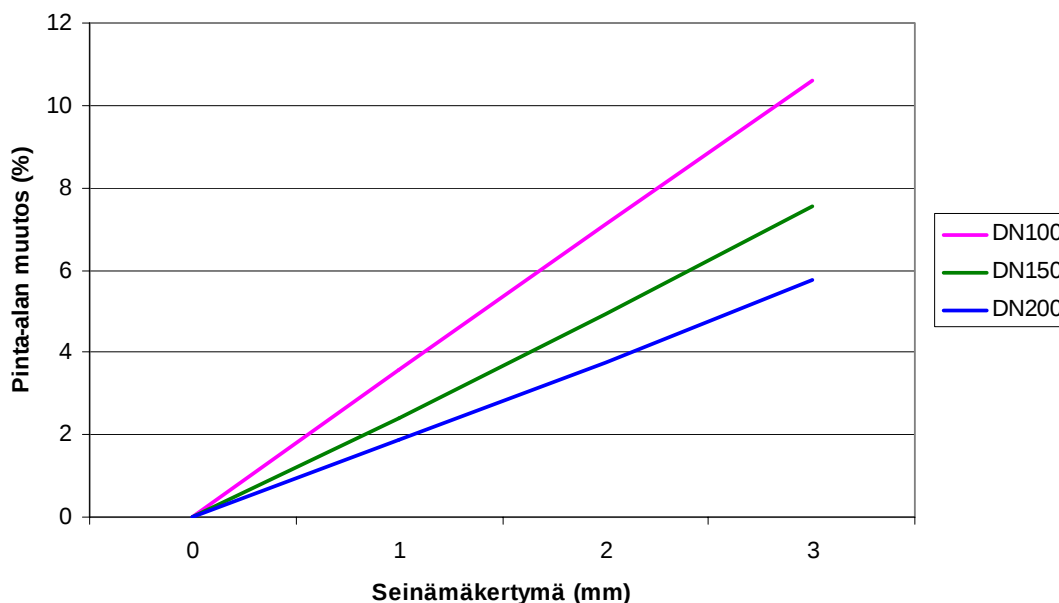
Käytössä olevissa mittareissa virtausnopeus perustuu keskimääräisen virtausnopeuden määrittämiseen. Mittaustulosten virheettömyyteen vaikuttaa paljon mittauskohdan virtausprofiili ja sen häiriöt. Merkittävimmät virtausmittaukseen vaikuttavia häiriötekijöitä ovat kulmat, esteet virtauskentässä (esim. venttiilit), putken halkaisijan laajennus tai supistus ja virtauskentän muut esteet esim. kynnykset.

Virtausmittareiden häiriöttömiä putkiosuuksien minimimittoja (ennen 5xDN-jälkeen 3xDN) on yleisesti käytetty suunnitteluarvoina. Virtausmittarin suoraosuuksien vähimmäismitoistakin on usein tingitty mm. tila- ja kustannussyistä.

Mittarin liettyminen

Mittarin sisäpinnan kertymä muodostaa eristyskerroksen, mikä heikentää magneettikenttää. Magneettisissa virtausmittareissa antureiden liettyminen osaltaan heikentää mittaustarkkuutta. Liettyminen on todennäköisempää niissä kohteissa, joissa virtausnopeudet ovat jatkuvasti pieniä.

Mahdollinen lietekertymä virtausmittarin sisäpuolella vaikuttaa pienissä kokoluokissa ($\leq$ DN100) merkittävästi virtaamaan. Kuvassa 29 on esitetty kertymän vaikutus pinta-alan muutokseen. Virtaama pienenee pinta-alan muutoksen suhteessa.



Kuva29. Seinämäkertymän vaikutus putken poikkileikkauspinta-alaan eri putkikooilla.

Runkolinjaan liitetyt pienpumppaamot

Viimeisen vuosikymmenen aikana on rakennettu merkittävästi kiinteistökohtaisia pienpumppaamoita. Paineviemäreissä, joissa on pieni geodeettinen korkeusero, on mahdollista, että pienpumppaamot tyhjenevät lappona runkoviemäriin. Sellaisia kohteita on löytynyt, joissa kiinteistöpumppaamoiden pumput eivät käy käytännössä ollenkaan. Pienpumppaamon jätevesien tyhjeneminen lappona ja sen mukana viemäriin pääsevä ilma ovat ongelmallisia mittauksen kannalta.

Mittarin asetukset ja tiedonsiirto

Magneettisissa virtausmittareissa on pääsääntöisesti oletuksena, että mittari rekisteröi virtauksen yhteen suuntaan. Esim. pumppaamon takaiskuventtiilien vuotamisen seurauksena virtausta voi kuitenkin tapahtua kahteen suuntaan.

Virtausmittareiden tiedot siirtyvät yleensä radiomodeemin välityksellä mittauskaivolta vesihuoltolaitosten järjestelmiin. Siirtoviemäreiden mittauskaivoilta tieto siirtyy sekä ao. vesilaitoksen että keskuspuhdistamon järjestelmiin. Otettaessa virtaamatiedot järjestelmästä tietojen siirrossa ja käsittelyssä voi syntyä virheitä.

Muut tekijät

Mittareiden toimintaan vaikuttavat myös inhimilliset tekijät. Mittarin asennusvaiheessa syötetään alkuasetukset, joita ei useinkaan tarkasteta mittarin toiminnan aikana.

Osassa kohteissa vertailumittarin ja kiinteän mittarin virtaamatiedoissa on havaittavissa pieni aikasiirtymä. Tämä voi johtua mm. siitä, että järjestelmän kello on ollut hieman eri ajassa.

11 SUOSITUKSET

11.1 Mittauskaivon hallinnointi ja huollon organisointi

Mittauskaivojen kunnossapidosta ja hoidosta ovat pääsääntöisesti vastanneet sijaintipaikan vesihuoltolaitokset. Keskuspuhdistamosysteemissä tämä voi joskus aiheuttaa ongelmia, koska mittauskaivojen huollon taso vaihtelee laitoksittain. Mikäli mittarin epäillään näyttävän todellisia virtaamia vähemmän, laitoksen intressissä ei ole mittarin tai mittausjärjestelyiden pikainen korjaaminen. Mittauskaivojen säännöllinen huolto voidaan varmistaa antamalla huolto- ja kunnossapitovastuu keskuspuhdistamolle tai kokonaan ulkopuoliselle organisaatiolle.

Mitattuja viemäriveresimääriä on syytä verrata säännöllisesti viemäroidyn alueen vedenkulutukseen jotta havaitaan ajoissa viemäriveresien mittauksen ongelmat. Vertailu voidaan tehdä myös ominaisviemäriveresimäärien perusteella. Viemäriveresimäärien vertailu voidaan toteuttaa automaatiojärjestelmään esim. taselaskentatyypisenä.

11.2 Tekninen toteutus

Mittalaitteiden sijoituksen suunnittelu tulee tehdä mittalaitetoimittajan ohjeiden ja standardien mukaan.

Häiriöttömien putkiosuuksien osalta tulisi pyrkiä 1,5-2-kertaisiin suoraosuuksiin minimimittoihin verrattuna. Virtausmittausten suunnittelussa suora-osuuksien mittoina on syytä käyttää tulopuolella 10xDN ja jälkipuolella 5xDN. Mikäli paineviemäri DN 200 supistetaan mittarille DN100 suositusten mukaisilla suoraosuuksilla, painehäviö viemärin virtausnopeudella 0,7 m/s on 10 cm. Tällöin virtausnopeus mittarilla on 2,6 m/s. Mikäli käytetään DN 150 mittaria ($v \sim 1,2$ m/s), painehäviö on ko. johto-osalla vain reilun 1 cm.

Mittari on sijoitettava siten, että se on aina täynnä nestettä. Mittariin ei saa päästä vaahtoa tai ilmakuplia. Magneettista virtausmittaria ei saa asentaa putkiston ylämutkaan tai sellaiseen putkiston kohtaan, johon voi syntyä alipainetta.

Virtausmittareiden koot valitaan siten, että virtausnopeudet ovat kaikissa virtaustilanteissa laitetoimittajan ohjearvojen mukaiset. Mittaria ei ole useinkaan syytä valita ennustetun jätevesimäärän kasvun mukaan.

Lappo hankaloittaa monella tavalla mittauksia. Mittarit pyritään sijoittamaan siten, ettei lapon mahdollisuutta ole. Pienpumppaamoita ei tule liittää paineviemäriin ennen mittauskohtaa. Pienpumppaamot voivat tyhjentyä lappona, jolloin jätevesi virtaa hyvin pienellä virtausnopeudella. Lapon yhteydessä pumppaamoiden kautta pääsee paineviemäriin myös ilmaa.

Mittari tulee sijoittaa siten, ettei siihen kohdistu värinää. Virtausmittaria ei tule sijoittaa välittömästi pumppaamon yhteyteen. Putkisto on tuettava siten, ettei mittariin kohdistu suuria voimia.

Mittalaitteet on syytä kalibroida säännöllisesti. Magneettiset virtausmittarit tulee irrottaa kerran vuodessa ja tarkistaa mittarin kunto. Mittarin kertymä pienentää poikkipinta-alaa. Toisaalta elektrodien liettyminen heikentää mittarin toimintaa. Mittari puhdistetaan

tarkistuksen yhteydessä tarvittaessa. Paineputkiston ja mittarin puhdistus voidaan toteuttaa myös possuttamalla.

Mittauksen tarkkuutta huonontaa selvästi jäteveden mukaan imeytyvä tai siitä erottuva ilma. Painelinjan profiilista riippuen paineputkeen on syytä pyrkiä järjestää luotettavasti toimiva ilmanpoisto ennen virtausmittaria.

Kokemusten mukaan magneettisten virtausmittareiden tekninen käyttöikä on ollut maksimissaan noin 10 vuotta. Käyttöikä vaihtelee kohteesta riippuen 2-10 vuoteen. Mittarin toimintaa tulee seurata säännöllisesti, jotta havaitaan mittaririkot ajoissa.

Mittaustarkkuutta pystytään paremmin seuraamaan, mikäli asennetaan tuplamittaus. Tällöin laskutusperusteena voidaan käyttää esimerkiksi mittarilukemien keskiarvoa. Tuplamittaus mahdollistaa mittarivirheiden havainnoimisen aikaisessa vaiheessa. Tuplamittauksella ei saada kuitenkaan poistettu ongelmia, jotka johtuvat mittausolosuhteista.

Virtausmittari on syytä sijoittaa erilliseen mittauskaivoon tai esim. pumppaamon huoltotilaan. Mittarin sijoituksessa tulee huomioida, että mittari on sijoitettu niin, että se voidaan helposti irrottaa huoltotoimenpiteitä varten. Lisäksi mittarikaivon putkijärjestelyt tulee toteuttaa siten, että mittakaivoon voidaan sijoittaa vertailumittari ja että vertailumittari on mahdollista sijoittaa virtausprofiililtaan hyviin olosuhteisiin. Tyypin kuva mittauskaivosta on liitteessä 2.

12 JATKOSELVITYSTARPEET

Mittaustarkkuuden kannalta on tärkeää, ettei mittauskohdassa esiinny ilmaa. Luotettavan ilmanpoiston järjestäminen on näin ollen keskeinen asia mittaustarkkuuden parantamisessa. Käytännön kokemusten mukaan ilmanpoistovenktilit eivät jätevedellä toimi luotettavasti tai ne vaativat paljon huoltoa.

Oulussa, 24. toukokuuta 2011

Pöyry Finland Oy
Vesi ja ympäristö

DI Hanna Sandqvist
projektipäällikkö

Lähteet:

Halttunen Jouko, TTKK. Virtausmittausten suorituskyky.

Kaasalainen Kari. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä. Puhelinhaastattelut.

Kuoppamäki Risto, Indmeas. Teollisuuden virtausmittausten laadussapito, Automaatiopäivät 1999.

Kuoppamäki Risto, Indmeas. Teollisuuden jätevesimittaukset ja niiden laadussapito, Automaatio 03, 9/2003

Kuoppamäki Risto, Vesitalous 3/2007. Jäteveden virtausmittausten laadun varmennus.