



Markus Lammi

# **KAUKOVALVONNAN HYÖDYNTÄMINEN SODANKYLÄN VESI OY:N VEDENJAKELUSSA**

**KAUKOVALVONNAN HYÖDYNTÄMINEN SODANKYLÄN VESI  
OY:N VEDENJAKELUSSA**

Markus Lammi  
Opinnäytetyö  
Syksy 2011  
Talotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Talotekniikka, suunnittelu

---

Tekijä: Markus Lammi

Opinnäytetyön nimi: Kaukovalvonnan hyödyntäminen Sodankylän Vesi Oy:n vedenjakelussa

Työn ohjaaja: Veli-Matti Mäkelä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2011 Sivumäärä: 50 + 4 liitettä

---

Opinnäytetyössä tutkittiin kaukovalvonnan tämänhetkistä tilannetta sekä toteutus- ja hyödyntämistapoja Oulun seudun ja Lapin alueen vesilaitoksilla. Sen perusteella kartoitettiin, minkä laajuinen järjestelmä olisi kannattavaa toteuttaa Sodankylän Vesi Oy:n vesijohtoverkostossa ja mitä tulee ottaa huomioon nykyistä järjestelmää laajennettaessa.

Laajan automaation ja kaukovalvonnan käyttö alkaa olla jokapäiväistä maamme vedenjakelussa. Suurin osa Suomen vesilaitoksista ei kuitenkaan hyödynnä kaukovalvontaa siinä laajuudessa, mitä nykyaikaisella tekniikalla olisi mahdollista. Syytä tähän ovat esimerkiksi järjestelmien korkea hinta ja osaavien käyttäjien puute.

Opinnäytetyö aloitettiin selvittämällä Sodankylän Vesi Oy:n vedenjakelun nykytila automaation ja kaukovalvonnan kannalta. Työn edetessä otettiin yhteyttä Lapin ja Oulun seudun vesilaitosten edustajiin. Haastatteluissa kysyttiin käyttökemuksia olemassa olevista järjestelmistä ja selvitettiin, millaisia suunnitelmia tulevaisuudelle on olemassa. Edustajat antoivat myös oman näkemyksensä, miten Sodankylän vedenjakelun automaatiota, kaukovalvontaa ja etäohjauksia tulisi kehittää.

Selvityksen perusteella Sodankylän automaatio- ja kaukovalvontajärjestelmän laajentaminen tulisi aloittaa lisäämällä kaukovalvontaa kaikkiin jo olemassa oleviin laitoksiin: vedenottamoille, pumppaamoille ja vesisäiliöihin. Sodankylän vesijohtoverkosto voidaan jakaa kuuteen eri painepiiriin ja lisätä verkostoon kaksi mittauskaivoa, jolloin verkoston kattava valvonta helpottuu. Järjestelmien kalteuden vuoksi investoinnit kannattaa toteuttaa osissa.

---

Asiasanat: Kaukovalvonta, etäohjaus, automaatio, vedenjakelu

## **ALKULAUSE**

Haluaisin kiittää Sodankylän Vesi Oy:tä harjoittelupaikasta sekä mielenkiintoisesta opinnäytetyöaiheesta. Kiitoksia vesilaitospäällikkö Alpo Lakkalalle yhteistyöstä, lehtori Tuija Juntuselle kielenohjauksesta sekä yliopettaja Veli-Matti Mäkelälle työn ohjaamisesta.

Kiitoksia vanhemmille tuesta opiskeluideni aikana sekä Sannalle ja Saraille huolenpidosta. Lopuksi vielä kiitokset livarin triolle oikealle uralle ohjaamisesta.

Sodankylässä 4.10.2011

Markus Lammi

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
1 JOHDANTO	7
2 SODANKYLÄN VESI OY	8
2.1 Vedenjako	8
2.2 Pohjavedenottamot	9
2.2.1 Pittiövaaran pohjavedenottamot	9
2.2.2 Askan pohjavedenottamo	9
2.2.3 Kyläjärven pohjavedenottamo	10
2.2.4 Pitkälampi- ja Kersilön pohjavedenottamo	10
2.3 Paineenkorotuspumppaamot ja vesisäiliöt	11
2.3.1 Keskuspumppaamo	11
2.3.2 Nilimellän paineenkorotuksella varustettu alavesisäiliö	12
2.3.3 Seitatie paineenkorotuspumppaamo	12
2.3.4 Sattasen ja Kersilön paineenkorotuksella varustetut alavesisäiliöt	13
2.4 Valvonta ja automaatio	13
2.4.1 Jätevedenpuhdistamo	13
2.4.2 Jätevedenpumppaamot	14
2.4.3 Puhdasvesiverkosto	16
3 IKÄÄNTYVÄ VERKOSTO JA VUODOT	19
4 AUTOMAATIO JA KAUKOVALVONTA	20
4.1 Vesihuoltoautomaation ja kaukovalvonnan perusteet	20
4.1.1 Automaation tavoitteet	21
4.1.2 Automaation ja kaukovalvonnan rakenne	21
4.1.3 Valvomo	23
4.1.4 Käyttöliittymä	24
4.1.5 Yhteydet	28
4.1.6 Kenttäkohteet	31
4.1.7 Mittauskaivot	32
4.2 Verkkotietojärjestelmä	33
4.3 Avoin automaatio	34

4.4 Automaation ja kaukovalvonnan tulevaisuus	36
5 SODANKYLÄN KAUKOVALVONNAN KEHITTÄMINEN	38
5.1 Palveluntarjoajat	38
5.2 Mittauspisteet	40
5.3 Ohjaukset ja ongelmatilanteet	41
5.4 Tiedonsiirto	42
5.5 Tiedon hyödyntäminen ja arkistointi	42
5.6 Kaukovalvonnan toteutus ja huolto	43
5.7 Järjestelmän suunnittelu ja tulevaisuuden näkymät	44
6 YHTEENVETO	46
LÄHTEET	48
LIITTEET	
Liite 1 Lähtötietomuistio	
Liite 2 Sodankylän Vesi Oy:n toiminta-alue	
Liite 3 Kyselykaavake	
Liite 4 Sodankylän keskustan vesijohtoverkosto	

# 1 JOHDANTO

Tärkeitä osa-alueita vesijohtoverkoston ylläpidossa ovat jakelun luotettavuus, virtausten ja painetasojen seuranta sekä mahdollisten vuotojen paikantaminen. Pumppaamoiden, vedenjakelun ja vesisäiliöiden reaaliaikainen seuranta helpottavat huomattavasti verkoston ylläpitoa ja huoltoa.

Kaukovalvontaan kuuluvat kunnallisissa vesijohdoissa, pumppaamoissa ja säiliöissä eri kohdissa olevat mittalaitteet sekä niihin liitetyt valvonta- ja ohjauslaitteet. Näillä mittalaitteilla mitataan virtauksia, painetasoja, lämpötiloja ja veden laatua. Kaukovalvonnan avulla käyttäjät saavat tietoa vesihuollon toiminnasta ja mahdollisista häiriöistä sekä voivat ohjata eri prosesseja. Tiedonsiirrossa keskusvalvomoon käytetään yleensä radiotaajuuksia sekä suojattua langatonta laajakaista- ja GSM-verkkoa. Näin voidaan reaaliaikaisesti ja luotettavasti seurata, mitä vedenjakelun eri prosesseissa tapahtuu.

Työssä tutkitaan kaukovalvonnan tämänhetkistä tilannetta sekä toteutus- ja hyödyntämistapoja Oulun ja Lapin alueella. Sen perusteella kartoitettiin, minkä laajuinen järjestelmä Sodankylään olisi kannattavaa toteuttaa ja mitä tulee ottaa huomioon nykyistä järjestelmää laajennettaessa. Työn pohjana on haastateltu lappilaisten ja Oulun alueen vesiyhtiöiden edustajia heidän tämänhetkisestä kaukovalvonnan tilanteesta ja tulevaisuuden näkymistä. Työn toteuttamiseen osallistui neljä vesilaitosta, joiden edustajia haastateltiin. Viemäriverkoston kaukovalvonnan kehittämistä ei oteta huomioon työssä. (Liite 1.)

## 2 SODANKYLÄN VESI OY

Työn tilaajana toimivassa Sodankylän Vesi Oy:ssä on työntekijöitä yhteensä yhdeksän: toimitusjohtaja, toimistopäällikkö, vesilaitospäällikkö, toimistosihteeri sekä viisi vesilaitostyöntekijää. Toimitusjohtaja ja toimistopäällikkö toimivat myös Lämpö Oy Juurakkotulen palveluksessa. Sodankylä Vesi Oy:n toimialana on veden hankinta, jakelu ja myynti sekä jäteveden vastaanotto ja käsittely. Asiakkaita ovat Sodankylän keskustan ja viiden sivukylän lisäksi Jääkäriprikaati. Puhdasvesiverkostossa on 170 kilometriä muoviputkea sekä 18 kilometriä rautaputkea. Veden kokonaiskulutus on noin 1 600 m<sup>3</sup>/vuorokausi ja vettä myydään noin 435 000 m<sup>3</sup>/vuosi. (1.)

### 2.1 Vedenjako

Sodankylän vedenjakeluun käytetään ainoastaan puhdasta pohjavettä, jota ei tarvitse puhdistaa millään tavalla ennen jakelua. Vedenjakelu kaikkina vuodenaikoina varmistetaan viidellä pohjavedenottamolla. Ylävesisäiliöitä on keskustaaajamassa yksi ja Jääkäriprikaatilla yksi. Paineenkorotuspumppaamoja on viisi, joista alavesisäiliöllisiä neljä. (2.)

Sodankylän käyttövesi otetaan pääosin pohjavedenottamoilta Pittiövaarasta ja Kyläjärveltä. Vesi pumpataan vedenottamoilta Jeesiöjoen alitse keskuspumppaamolle, josta vesi pumpataan omilla pumpuilla Jääkäriprikaatin ja keskustaaajaman ylävesisäiliöihin. Ylävesisäiliöstä vesi virtaa kuluttajille keskustaaajamaan ja tarvittaessa Askaan sekä paineenkorotuspumppaamoiden kautta keskustaaajaman itäpuolelle ja Sodankylän pohjoisiin kyliin Sattaseen, Rajalaan, Kersilöön ja Petkulaan. Sodankylän Vesi Oy:n toiminta-alue on esitetty liitteessä 2. (2.)

Askan pohjavedenottamolla pidetään yllä Askan alueen vedentuottoa ja painetasoa. Pitkäkoskenvaaran vedenottamolta vettä pumpataan pääosin Rajalan tarpeisiin. Keskustaaajaman toinen syöttöjohto on yhteydessä Pitkäkoskenvaaran siirtolinjaan. Pitkäkoskenvaarasta voidaan myös tarpeen vaatiessa häiriöti-



lanteessa pumpata vettä Sodankylän keskustaajamaan. Tällainen tilanne voi olla esimerkiksi silloin, jos Pittiövaaran ja Kyläjärven vedenottamot ovat samaan aikaan häiriössä. Sodankylän muiden kylien vesihuolto ei kuulu Sodankylän Vesi Oy:n toimialueeseen. (2.)

## **2.2 Pohjavedenottamot**

Sodankylässä on viisi pohjavedenottamoita. Pittiövaarassa vedenottamoita on kaksi. Ensimmäinen on rakennettu vuonna 1974 ja laajennusosa vuonna 1980. Askan vedenottamo tehtiin vuonna 1985 ja Kyläjärvelle vedenottamo rakennettiin vuonna 1990. Pitkähoskenvaaraan rakennettiin oma pohjavedenottamo vuonna 1997. (2.)

### **2.2.1 Pittiövaaran pohjavedenottamot**

Pittiövaaran pohjavedenottamot sijaitsevat Sodankylästä itään noin seitsemän kilometriä. Ensimmäinen pohjavedenottamo rakennettiin vuosien 1973 ja 1974 aikana Kittiläntien pohjoispuolelle. Pittiövaaraan Kittiläntien eteläpuolelle rakennettiin vuoden 1980 kesällä kaksi uutta pohjavesikaivoa. (3, s. 9 - 11.)

Vedenottamoista vesi pumpataan omilla linjoilla keskuspumppaamolle, joka sijaitsee Sodankylän keskustaajaman länsipuolella. Vanhemmassa vedenottamossa on kaksi putkipohjavesikaivoa, joiden tuotto on yhteensä 96 m<sup>3</sup>/h. Uudempien kaivojen tuotot ovat yhteensä noin 120 m<sup>3</sup>/h. Vedenottamoiden pumput toimivat automatiikan ohjaamana. Pumpuissa on myös käsinohjausmahdollisuus ja ne ovat varustettu kuivanakäynnin estolaitteilla. (3, s. 9 - 11.)

### **2.2.2 Askan pohjavedenottamo**

Vedenottamo sijaitsee 15 kilometriä keskustaajamasta etelään Askan kylässä. Kaivoissa on kaksi uppopumppua, joiden tuotto yhteensä on 14 m<sup>3</sup>/h. Pumppujen kierroslukua ohjataan kulutukseen lähtevän veden paineen mukaan taajuus-

denmuuttajalla. Pumppujen rinnankäyttöä varten vedenottamolla on kahden pumpun ohjauskeskus, jolloin taajuudenmuuttaja säätää yhden pumpun kierroslukua. Ellei sen tuotto riitä ylläpitämään riittävää painetta, käynnistyy toinen pumppu vakio kierrosluvulla avuksi. Vaihtokytkimellä valitaan, kumpi pumppu toimii taajuudenmuuttajan ohjaamana. Sodankylän keskustaajaman ja Askan vesijohdot ovat yhteydessä toisiinsa. (4.)

Vedenottamossa on 20 m<sup>3</sup>/h:n vesimittari, joka on varustettu impulssilaitteella kalkinsyötön annostuspumpun ohjausta varten. Vedenottamon ohjausjärjestelmä on liitetty aluehälytysjärjestelmän valvontapiiriin. Laitokseen on myös asennettu pH:n valvontalaitteisto, johon sisältyvät mittausanturi läpivirtauskammioineen, pH-lähetin, keskusyksikkö, osoitinkoje ja raja-arvoyksikkö. (4.)

### **2.2.3 Kyläjärven pohjavedenottamo**

Kyläjärven vedenottamo sijaitsee keskustasta seitsemän kilometriä lounaaseen samassa suunnassa kuin Pittiövaaran vedenottamot. Kaivojen tuotto on yhteensä 144 m<sup>3</sup>/h. Syöttöjohtoon pumppujen jälkeen on asennettu painemittari ja mittarikaivossa on Woltmann-virtausmittari. Vesi pumpataan omalla putkella Sodankylän keskuspumppaamolle. (5.)

### **2.2.4 Pitkälampi-vaaran vedenottamo**

Vedenottamoalue sijaitsee Sodankylän keskustasta noin 20 kilometriä pohjoiseen. Veden pumppausta ohjaa ohjelmoitava logiikka, johon on liitetty käyttöpääte. Logiikka ohjaa painelähttimen avulla verkstopumppausta kahdella puhdasvesipumpulla. Laitoksessa on myös mekaaninen impulssivesimittari. Pumppaamon hälytykset indikoidaan keskuksen merkkilampuilla ja ohjauspäätteellä. Hälytykset ovat muun automaation tavoin myöhemmin siirrettävissä sarjaliikennemuotoisena keskitettyyn kaukovalvontaan. (6.)

## **2.3 Paineenkorotuspumppaamot ja vesisäiliöt**

Paineenkorotuspumppaamot ja ylävesisäiliöt pitävät yllä vesijohtoverkostossa vallitsevaa painetta. Vesijohtoverkostossa tarvitaan tietty painetaso, jotta vesi voi kulkeutua kuluttajalle saakka. Vesisäiliöt myös varastoivat vettä, jolloin vesi ei heti lopu, jos olisi ongelmia esimerkiksi vedensyötössä vedenottamolta. Paineenkorottamoissa pumpput pumppaavat vettä verkostoon, jolloin veden paine kasvaa. Pumppaamoja voi olla alavesisäiliöllä tai ilman. Jos paineenkorotuspumppaamossa ei ole alavesisäiliötä, on vaarana, että paine laskee ongelmallisen alas siellä puolella verkostoa, josta vesi pumpataan. Vesi pumpataan ylävesisäiliöön, josta vesi kulkee kuluttajalle hydrostaattisen paineensa avulla.

### **2.3.1 Keskuspumppaamo**

Vuoden 1980 kesällä rakennettu keskuspumppaamo sijaitsee yhden kilometrin länteen Sodankylän keskustaajamasta. Pumppaamossa sijaitseva alavesisäiliö on tilavuudeltaan 400 m<sup>3</sup>. Alavesisäiliöön vesi johdetaan Pittiövaaran sekä Kyläjärven pohjavedenottamoilta omilla linjoillaan. Tällä tavoin on varmistettu vedenjakelu Sodankylään, vaikka johonkin linjaan tulisi ongelmia. Pääpumppaamolla on keskipakopumput kahdelle painepiirille: keskustaajamaa ja varuskuntaa varten. Pumppaamo on myös varustettu ohitusjohdolla, jota myöten vesi voidaan haluttaessa ohjata myös suoraan keskustaajaman verkostoon. (7.)

Varuskunnassa ja keskustaajamassa sijaitsevat tilavuudeltaan 800 m<sup>3</sup> vesitornit, joiden vedenpintojen mukaan keskuspumppaamon pumppuja ohjataan. Kauko-ohjausta varten molemmissa vesitorneissa on pinnankorkeuslähettimet sekä pääpumppaamolla osoittavat mittarit, joiden avulla pumppujen toiminnan ohjaus tapahtuu. Molempien painepiirien lähtevän veden mittausta varten on asennettu painemittarit sekä Woltmann-tyyppiset virtausmittarit. Alavesisäiliön vesimäärän seuraamista ja hälytyksiä varten on myös asennettu mittauslaitteisto, joka sisältää esimerkiksi ylä- ja alarajahälytykset sekä pinnanmittaukset. (7.)

Kesän 2011 aikana keskuspumppaamolla tullaan tekemään saneeraustöitä. Pumppaamoon asennetaan uudet energiatehokkaat uppopumput sekä automaatio ja ohjaukset tullaan uusimaan. Nykyään Sodankylän käyttövesi pumpataan Pittiövaarasta ja Kyläjärveltä keskuspumppaamon alavesisäiliöön, josta vesi pumpataan ylävesisäiliöön ja kuluttajille. Tulevaisuudessa vesi tullaan pumppaamaan pääosin vedenottamoilta alavesisäiliön ohi suoraan kuluttajille. Tällä tavalla energiatehokkuus paranee huomattavasti. Vesi siirtyy kuluttajille vedenottamoiden tuottaman paineen sekä veden hydrostaattisen paineen avulla, koska vedenottamot sijaitsevat noin 50 metriä korkeammalla kuin Sodankylän keskusta. Tämä tarkoittaa noin 5,0 bar veden omaa painovoimaista painetta. (2.)

### **2.3.2 Nilimellan paineenkorotuksella varustettu alavesisäiliö**

Vuonna 1984 rakennetusta Nilimellan paineenkorotuspumppaamosta vesi pumpataan Sodankylän keskustaajaman itäpuolelle. Alavesisäiliön tilavuus on 300 m<sup>3</sup> ja se on varustettu pinnanmittauslaitteistolla sekä lähtevässä putkessa on virtaus- ja painemittaus. Lähtöputkesta saadaan painetieto painesäätäjään, joka ohjaa taajuudenmuuttajan avulla verkoston painetta pyrkien pitämään sen asetusarvossaan (n. 5,2 bar). Virtausmittarista nähdään paljonko vedenkulutus on keskustaajaman itäpuolella. (8.)

### **2.3.3 Seitatie paineenkorotuspumppaamo**

Seitatie paineenkorotuspumppaamo on rakennettu vuonna 1994. Seitatie kautta vesi pumpataan keskustaajaman verkostosta Sodankylän pohjoisille kylille Sattaseen, Kersilöön ja Petkulaan. Pumppaamossa ei ole alavesisäiliötä. Pumppaamo ohjaa sähkö- ja pumppausautomaatiokeskus, jossa on esimerkiksi painelähetin, painemittari, käyntituntilaskin, taajuusmuuttaja sekä magneettinen virtausmittari, josta nähdään pohjoiseen päin pumpatun veden määrä. (9.)

Seitatieen läheisyydessä on myös mittauskaivo, jonka kautta vesi pumpataan pohjoiseen. Mittauskaivoon tulee myös Pitkäkosenvaarasta oma vesilinja, jota kautta vesi voidaan johtaa Sodankylän keskustaaajaman itäpuolelle mahdollisissa häiriötilanteissa. Mittauskaivosta voidaan mitata vallitsevat painetasot sekä virtaukset. (2.)

#### **2.3.4 Sattasen ja Kersilön paineenkorotuksella varustetut alavesisäiliöt**

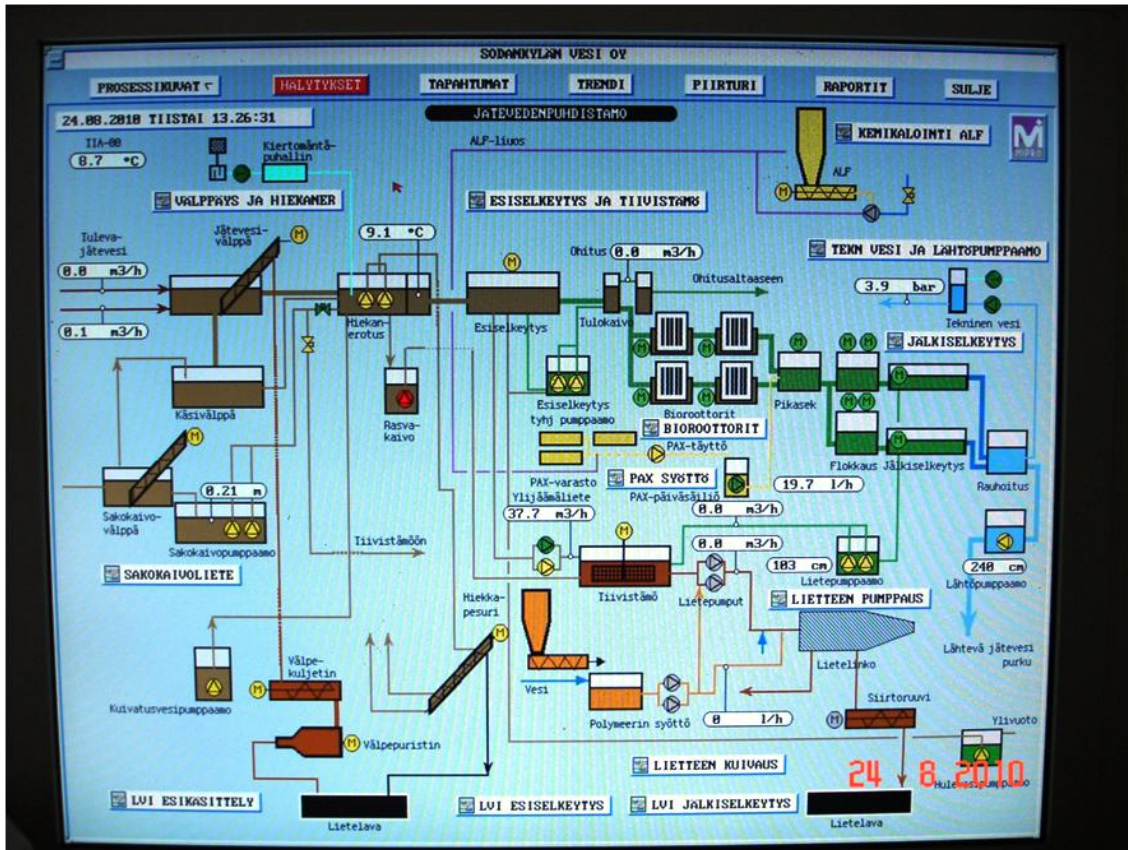
Sattasen välipumppaamo sijaitsee kahdeksan kilometriä ja kersilön välipumppaamo 22 kilometriä Sodankylän keskustasta pohjoiseen. Välipumppaamoilla pidetään yllä tarvittavaa painetta Sattasen, Kersilön ja Petkulan vesijohtoverkostoissa. Pumppujen käyntiä ohjataan kulutukseen lähtevän veden paineen mukaan painelähtetimen, pumppusäätimen ja taajuudenmuuttajan avulla. Alavesisäiliössä on pinnanmittauslaitteistot ja pumppaamoissa hälytyskeskukset. Pumppaamoille tulevissa putkissa on painemittarit ja näytteenottohanat. Lähtevissä putkissa on virtaus- ja painemittaukset. (10.)

### **2.4 Valvonta ja automaatio**

Pumppaamot ja vedenottamot toimivat itsenäisesti automaation avulla ennalta annettujen arvojen mukaisesti ja ilmoittavat ongelmatilanteista hälytyksin. Pumppaamoiden toimintaa tarkkaillaan myös päivittäin ja viikoittain tarkastuskäynneillä.

#### **2.4.1 Jätevedenpuhdistamo**

Sodankylän jätevedenpuhdistamolla on vuonna 2000 rakennettu ja vuonna 2005 täydennetty Mipro Oy:n valvonta- ja ohjausjärjestelmä. Valvontahuoneesta voidaan valvoa sekä ohjata koko puhdistamon toimintaa. Puhdistamon toimintaa ohjaavia asetusarvoja voidaan muuttaa sekä ohjata pumppujen käyntiä ja ilmanvaihtoa. (Kuva 1.) (2.)



KUVA 1. Jätevedenpuhdistamon valvontajärjestelmän prosessikuva

## 2.4.2 Jätevedenpumppaamot

Sodankylän Vesi Oy:llä on 29 jätevedenpumppaamaa. Sattasen ja Sodankylän välinen paineviemäri linja rakennettiin vuosina 1997-2000. Seitsemälle pumpaamolle asennettiin ABB:n toteuttama radiomodeemi-tekniikalla toimiva valvonta- ja hälytysjärjestelmä. Pumppaamoiden hälytykset lähetetään jätevedenpuhdistamon valvomon tietokoneelle (kuva 2) sekä päivystäjän matkapuhelimeen. Tietokoneelta nähdään myös pumppaamoiden pumppujen käyttöajat tunteina sekä käyntikerrat. (2.)



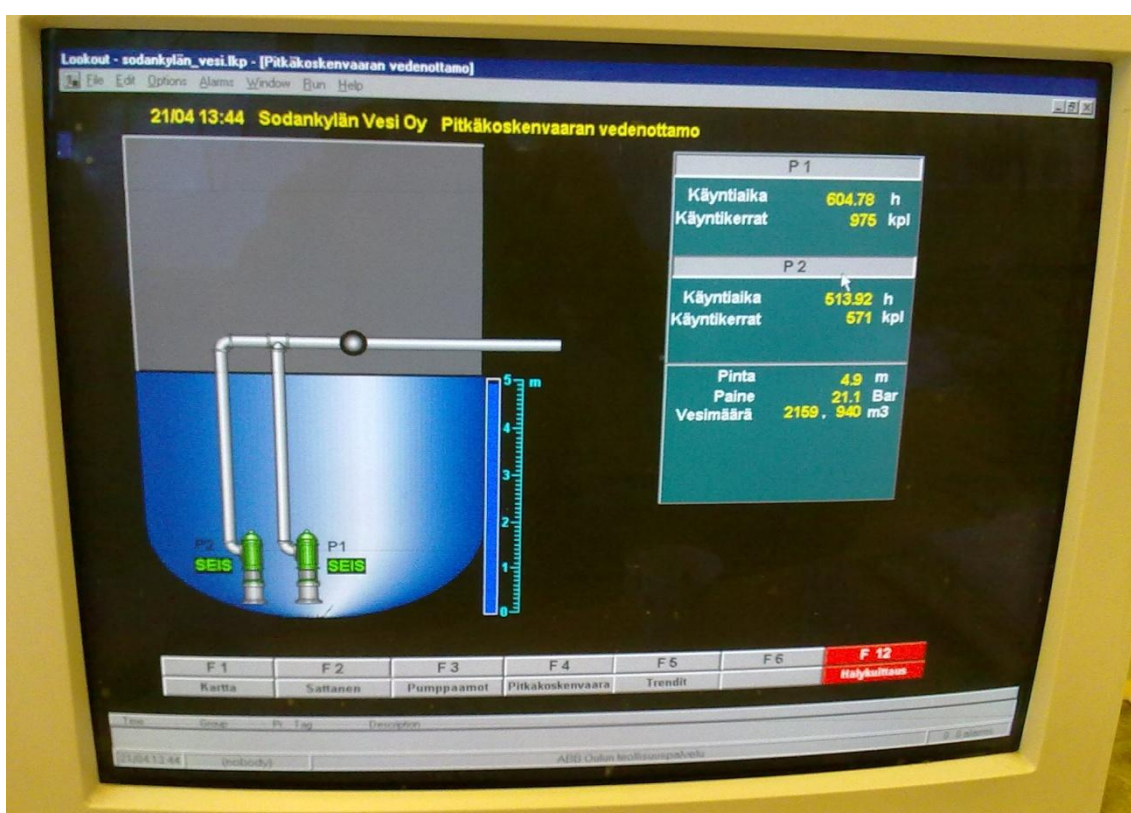
*KUVA 2. Valvontatietokone ja seinässä kiinni oleva radiomodeemi*

Vuonna 2010 kymmenelle jätevedenpuhdistamolle asennettiin Labkotec Oy:n toteuttama valvontajärjestelmä. Sodankylän Vesi Oy:n vesilaitospäällikkö voi seurata Internetin välityksellä pumppaamoiden virtaus- sekä käyntitietoja. Myös näiltä pumppaamoilta lähetetään hälytykset päivystäjän matkapuhelimeen. Vuoden 2011 aikana tullaan puhdistamolle mahdollisesti asentamaan Internet-yhteys, jolloin vesilaitostyöntekijät voisivat myös tarkkailla pumppaamoiden toimintaa. (2.)

Vuoden 2011 aikana lopuille jätevedenpumppaamoille tullaan asentamaan kaukovalvontalaitteet. Pumppaamojen hälytykset lähetetään GSM-verkon välityksellä päivystäjän matkapuhelimeen, jonka jälkeen vesilaitostyöntekijät käyvät paikanpäällä paikantamassa mahdollisen ongelman aiheuttajan ja kuittaamassa hälytyksen. (2.)

### 2.4.3 Puhdasvesiverkosto

Keskuspumppaamo ja Pitkääkoskenvaaran vedenottamo valvotaan samalla ohjelmistolla, jolla valvotaan Sattasen ja Sodankylän välistä viemäriinjaa. Kuvassa 3 olevasta käyttöliittymästä nähdään keskuspumppaamon alavesisäiliön pinnan korkeus metreinä sekä jatkuvana trendinä. Myös hälytykset ja ulkolämpötila trendinä näkyvät tietokoneella. Pitkääkoskenvaaran vedenottamolta nähdään pumppujen käynti, käyntiajat sekä -kerrat. Myös vedenottamon pinnankorkeus ja veden lähtöpaine on nähtävissä.



KUVA 3. Prosessikuva Pitkääkoskenvaaran vedenottamosta

Yhteydet toimivat keskuspumppaamolta ja Pitkääkoskenvaarasta radiomodeemeilta Sodankylän lämpölaitoksella olevan keskusantennin kautta jätevedenpuhdistamolla sijaitsevaan valvomoon (kuva 4). Jätevesipumppaamoista hälytykset välittyvät GSM- ja radiomodeemiyhteyksien kautta valvomoon sekä päilystäjän matkapuhelimeen.





*KUVA 4. Valvomon radioantenni*

Muuten verkoston toimintaa valvotaan pääasiassa kenttätyöskentelyn avulla. Vesilaitostyöntekijät käyvät päivittäin tarkastamassa ja kirjaamassa muistiin pumppausmäärät ja pumppujen käyttötunnit keskustan pumppaamoilla. Samalla luetaan mahdolliset vikakoodit sekä tarkastetaan silmämääräisesti, että kaikki on kunnossa. Viikoittain tai kuukausittain käydään kirjaamassa virtaukset ja käyttötunnit muilla pumppaamoilla. Myös pohjaveden korkeudet mitataan säännöllisesti.

Päivittäin pumpattua vesimäärää verrataan edellisten kuukausien päivittäisiin pumppausmääriin. Pumppausmääriä verratessa voidaan päätellä, onko vedenkulutus normaalin kulutuksen rajoissa. Suuret poikkeamat päivittäisissä pumpatuissa vesimäärissä viittaa esimerkiksi suurempiin vuotoihin. Mahdollinen vuotoaika voidaan rajata tiettyyn alueeseen esimerkiksi vertaamalla eri jätevesipumppaamoiden pumpattuja vesimääriä tavanomaisiin määriin.

Häiriö- ja ongelmatilanteissa paras valvontajärjestelmä on monesti veden kuluttajat. Jos vedentulo keskeytyy kotitalouksissa tai paineet laskevat, alkaa vesilaitoksen päivystyspuhelin hyvin äkkiä soimaan. Tällä tavalla häiriö voidaan myös paikallistaa tietylle alueelle.

### 3 IKÄÄNTYVÄ VERKOSTO JA VUODOT

Yleisesti putkirikkoina käsitetään putken rakenteellinen hajoaminen. Tämä huomataan verkoston paineiden alenemisena, suurentuneena pumpattuna vettä tai kun vesi nousee maan pintaan jossain verkoston kohdassa. Putkirikot ja vuotovesien korkea osuus, jopa 25 prosenttia kokonaiskulutuksesta, kertovat suomalaisten vesijohtoverkostojen vanhenemisestä. Tämä on arkipäivää kaikissa suomalaisissa vesilaitoksissa. Vuotavan veden kokonaismäärän seuranta onnistuu, kun vuosittaisesta verkostoon pumpatusta vesimäärästä vähennetään laskutettu sekä laskuttamaton luvallisesti käytetty vesimäärä. (11, s. 11.)

Vuodoista aiheutuvat riskit ja ongelmat ovat monitahoisia. Vuodot lisäävät verkoston likaantumisen riskiä. Verkostopaineen alentuessa potentiaalisten taudinaiheuttajien kulkeutuminen verkostoon ympäröivästä maa-aineksestä mahdollistuu. Lisäksi vuotavan juomaveden valmistamiseen ja pumppaamiseen kuluu paljon energiaa. Myös vuotojen etsintä ja korjaaminen vaativat paljon aikaa ja resursseja. Suoria kustannuksia vuodoista ovat esimerkiksi vauriot infrastruktuurille, kellareiden kastuminen ja menetetty vuotovesi. Epäsuoria kustannuksia ovat infrastruktuurin, teiden ja viemäreiden nopeutunut rapautuminen. (11, s. 11.)

Tehokkaalla vuotojen havainnoinnilla voidaan resurssit kohdentaa tarkoituksenmukaisesti ja siten parantaa verkoston kunnossapitoa ja hallintaa sekä vaikuttaa syntyviin kustannuksiin. Maan pinnalle kulkeutuvia ja jonkun huomaamia vuotoja lukuun ottamatta jää kuitenkin arvailujen varaan, missä lukuisat muut vuodot sijaitsevat. Mahdollisten vuotojen havainnointi ja paikallistaminen ovat erittäin haasteellisia tehtäviä, jos verkosta vuotava vesi ei kulkeudu maan pinnalle, vaan jää maakerrokseen tai valuu vesijohdon läheisyydessä olevaan viemäriin. (11, s. 11 - 12.)

## 4 AUTOMAATIO JA KAUKOVALVONTA

Vesilaitoksien toiminta-alueet ovat useimmiten maantieteellisesti laajoja. Tämän seurauksena ohjattavia ja valvottavia kohteita on paljon: vedenottoa, mahdollisia vedenkäsittelylaitoksia, paineenkorotusasemia, vesisäiliöitä ja mittauskaivoja. Kaukokäyttöjärjestelmällä voidaan hallita kaikkia vesihuollon kohteita vedenhankinnasta ja -jakelusta jäteveden pumppaukseen ja puhdistukseen. (12.)

Järjestelmän avulla käyttäjät saavat tietoa vesihuollon toiminnasta ja mahdollisista häiriöistä sekä voivat ohjata eri prosesseja. Langattoman tiedonsiirtotekniikan viimeaikainen kehitys on lisäksi helpottanut kaukokäyttöjärjestelmien rakentamista ja alentanut niiden investointikustannuksia. Kaukokäyttö välittää käyttäjille reaaliaikaista tietoa vesihuollon toiminnasta ja mahdollistaa tehokkaan tuotannon suunnittelun ja laitoksen ylläpidon. (12.)

### 4.1 Vesihuoltoautomaation ja kaukovalvonnan perusteet

Automatisoinnin tarkoituksena on saada jokin prosessi tai prosessin osa toimimaan automaattisesti, eli itsetoimisesti, ilman käyttäjän jatkuvaa valvontaa ja puuttumista prosessin kulkuun. Kenttälaitteet, kuten anturit ja toimilaitteet, ohjelmoitavat logiikat ja niiden ohjelmat ovat keinoja toivottujen automaattisten toimintojen aikaansaamiseksi. (13, s. 248.)

Automaation käyttö on tullut yhä tärkeämmäksi osaksi vesilaitosten toimintaa ja sitä tarvitaan kaikilla vesihuoltolaitoksen osa-alueilla. Automaation tehostunut käyttöönotto Suomessa on käynnistynyt voimakkaammin vasta 1990-luvulla laitosten saneerausten yhteydessä. Kuitenkaan vielääkään ei automaatiota käytetä siinä laajuudessa, kuin siihen olisi mahdollisuudet niin teknisessä kuin taloudellisessa mielessä. Osa syynsä tähän on se, että laajojen vesihuoltosysteemien muuttaminen automaation vaatimalla tavalla on suuri ja kustannuksia vaativa työ. (14, s. 300.)

#### **4.1.1 Automaation tavoitteet**

Ensimmäinen tavoite on parantaa vesilaitoksen toimintaympäristöä automatisoimalla toistuvia ja vaikeita tehtäviä. Tällaisia töitä ovat mm. venttiilien säädöt ja pumppujen ohjaukset. Toimintaympäristön parantaminen on johtanut parantuneisiin työolosuhteisiin ja mahdollistanut esimerkiksi kaukovalvonnan. Toisena tavoitteena on vesilaitoksen toiminnan parantaminen, siten että sille asetetut laadulliset tavoitteet saavutetaan. Esimerkkinä käyttöveden puhdistuksen tehostaminen ilmastuksen säädön ja kemikaalien annostuksen automatisoinnilla. Puhdistuksen luotettavuutta voidaan parantaa automatisoinnilla, jolloin käyttöveden laadun vaihtelut vähenevät. (14, s. 300.)

Kolmantena tavoitteena on vesilaitoksen tuottavuuden parantaminen automatisoinnilla. Mikäli laitoksen mitoitushuippuja voidaan pienentää, putoavat samalla myös energiakustannukset. Automatisointi vaikuttaa myös tarvittavaan työntekijämäärään, jota voidaan vähentää. Neljännessä tavoitteessa tulee mukaan vesilaitoksen kaukovalvonnan ja etäohjausten tehostaminen. Tähän kuuluvat tarvittavien antureiden asentaminen, hälytysjärjestelmän luominen, tietojen keruu ja prosessien ohjaus sekä kaikkien edellä mainittujen asioiden yhdistäminen tietokoneeseen. (14, s. 300.)

#### **4.1.2 Automaation ja kaukovalvonnan rakenne**

Tärkeimmät vedenjakelun ohjauksen ja valvonnan toimintaan liittyvät tekijät ovat käyttäjä, valvomo-ohjelma, ohjelmoitava logiikka, tiedonsiirtovälineet sekä ala-asetat eli paineenkorotuspumppaamot, vedenottamot ja vesisäiliöt sekä niiden omat ohjelmoitavat logiikat. Automaation perusrakenteessa on kaksi perusosaa: valvonta- ja prosessiosa. Ohjelmoitava logiikka antaa käskyt prosessiosaan, esimerkiksi pumppuille ja venttiileille ja vastaanottaa tietoja prosessista anturien välityksellä. Sen lisäksi, että logiikka ohjaa prosessia, se antaa tietoja



Ohjelmoitavan logiikan ulkoisista liitännöistä käytetään yleisesti termejä tulo ja lähtö. Nimitys juontuu termistä I/O, input/output. Tuloporttien kautta logiikka saa tietoa järjestelmän tilasta ja lähtöporttien kautta se voi ohjata järjestelmää. Digitaalisten signaalien ilmaisemiseksi käytetään yleensä jännitettä tai virtaa ja signaalit käyttäytyvät kuin kytkimet, eli ne ilmaisevat vain päällä- tai poissa-tilan (1 tai 0, tosi tai epätosi). Logiikka voidaan ohjelmoida käyttämään esimerkiksi 24 V DC jännitettä, jolloin 22 V ylittävät jännitteet tulkitaan päällä olevaksi signaaliksi ja alle 2 V jännitteet poissa olevaksi signaaliksi. (15.)

Analogiset signaalit toimivat siten, että ne välittävät kaikki arvot toiminta-alueensa ääripäiden väliltä. Tyypillisiä analogisen signaalin avulla välitettäviä mittaustietoja ovat virtaus-, paine- ja lämpötilalähtimet. Mitattavan signaalin arvo voi olla mitä tahansa valitulla mitta-alueella, kuten 4 - 20 mA tai 0 - 10 V. Vesilaitosautomaatiossa käytetään sekä digitaalisia ja analogisia signaaleja. (15.)

#### **4.1.3 Valvomo**

Valvomo (engl. SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition) on esimerkiksi jonkin laitoksen huone, jossa voidaan valvoa sekä ohjata laitoksen toimintaa ja prosesseja. Valvomot tulivat suosituiksi 1960-luvulla. Niiden suosio on kasvanut ja niitä kehitetään jatkuvasti. Nykypäivän valvomot ovat edenneet valvomoiden kolmanteen sukupolveen. (17, s. 7 - 8.)

Ensimmäisten valvomoiden käyttötarkoitus oli kerätä ohjattavan järjestelmän mittarit yhdelle näytölle. Valvomotekniikoiden edetessä valvomot suorittivat myös laskutoimituksia suurtietokoneissa, jotka olivat kalliita ja nimensä mukaisesti suurikokoisia. Ensimmäisen sukupolven aikana ei ollut käytössä väylätekniikkaa, joten automaatiojärjestelmät ja valvomot eivät olleet yhteydessä muihin järjestelmiin. (17, s. 8.)

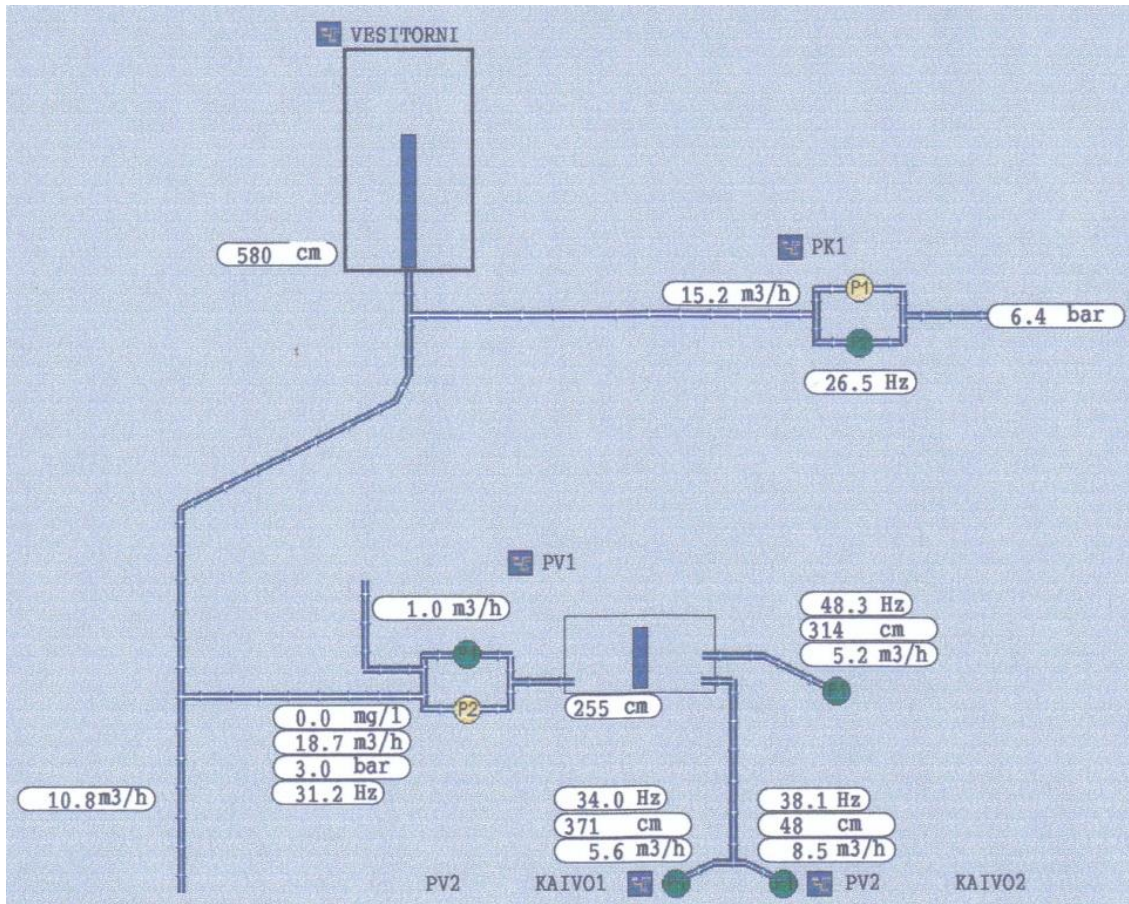
Toisen sukupolven valvomoissa ei ainoastaan näytetty järjestelmästä luettuja mittareita, vaan järjestelmää päästiin myös ohjaamaan valvomosta. Valvomot siirtyivät suurtietokoneista halvempiin PC-tietokoneisiin. Kolmannen sukupolven valvomot ovat nykypäivän tekniikkaa. Niissä käytetään avoimia standardeja aiemmin käytettyjen suljettujen protokollien ja laitteistojen sijaan. (17, s. 8 - 9.)

#### **4.1.4 Käyttöliittymä**

Valvomossa on tietokoneella toteutettu graafinen käyttöliittymä automaatiojärjestelmiin. Käyttöliittymä on nykypäivänä yleensä PC ja valvomo-ohjelma, jonka kautta prosessia valvova operaattori saa tietoa sen hetkisestä tilanteesta hälytysten, trendien, prosessikaavion ja raporttien kautta. Tunnettuja valvomo-ohjelmistoja ovat esimerkiksi ClearScada-, Vijeo Citect-, Monitor Pro-, InTouch- sekä Exo4 - valvomo-ohjelmistot. Valvomotietokone on käyttäjän näköyhteys ala-asemiin ja prosessiin. Käyttöliittymässä voi olla prosessikaavio, josta nähdään koko laitoksen toiminta tai sen osia. Positiokohtaisesta näytöstä voidaan myös ohjata esimerkiksi pumppujen käyttöä automaattisesta käsikäyttöön. (16.)

Kuvassa 6 on Mipro Oy:n MISO System -automaatiojärjestelmän prosessikaavio. Kaaviosta nähdään suoraan reaaliaikaisena esimerkiksi vesitornin pinnan korkeus, paineenkorottamoiden pumppujen taajuustiedot, veden virtaukset sekä painetasot verkoston osissa.

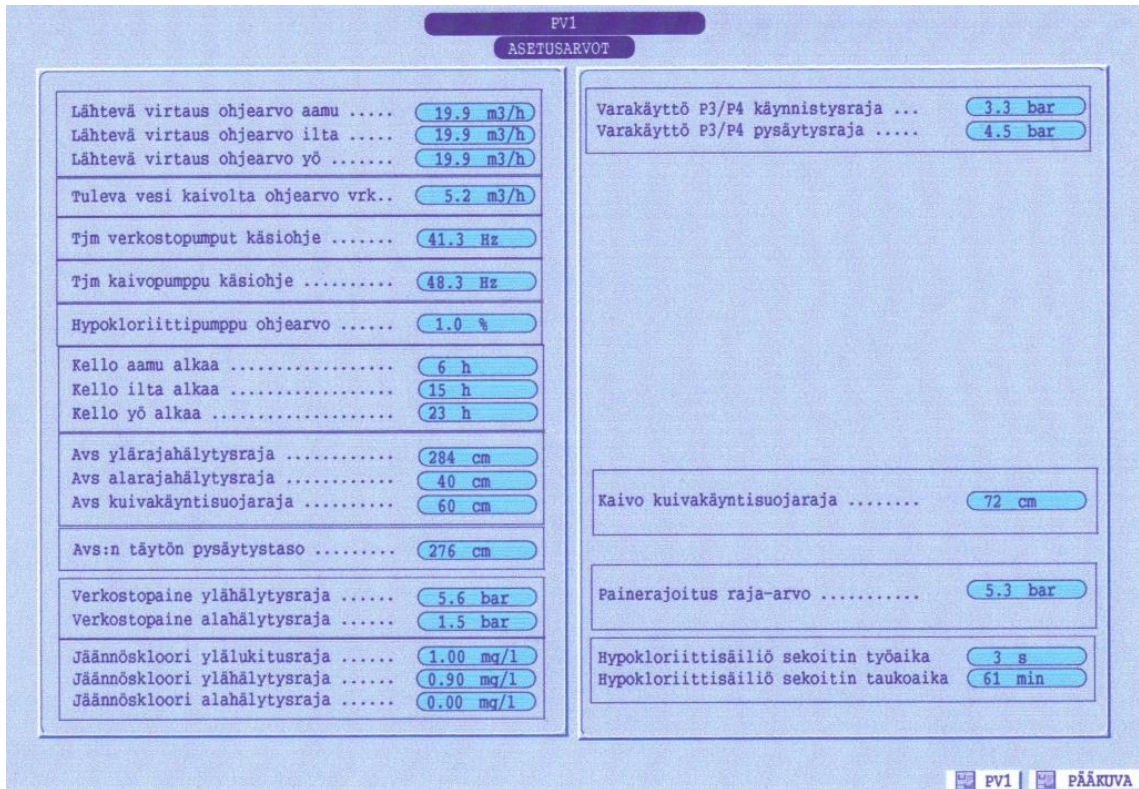




KUVA 6. Valvomotietokoneen prosessikaavio

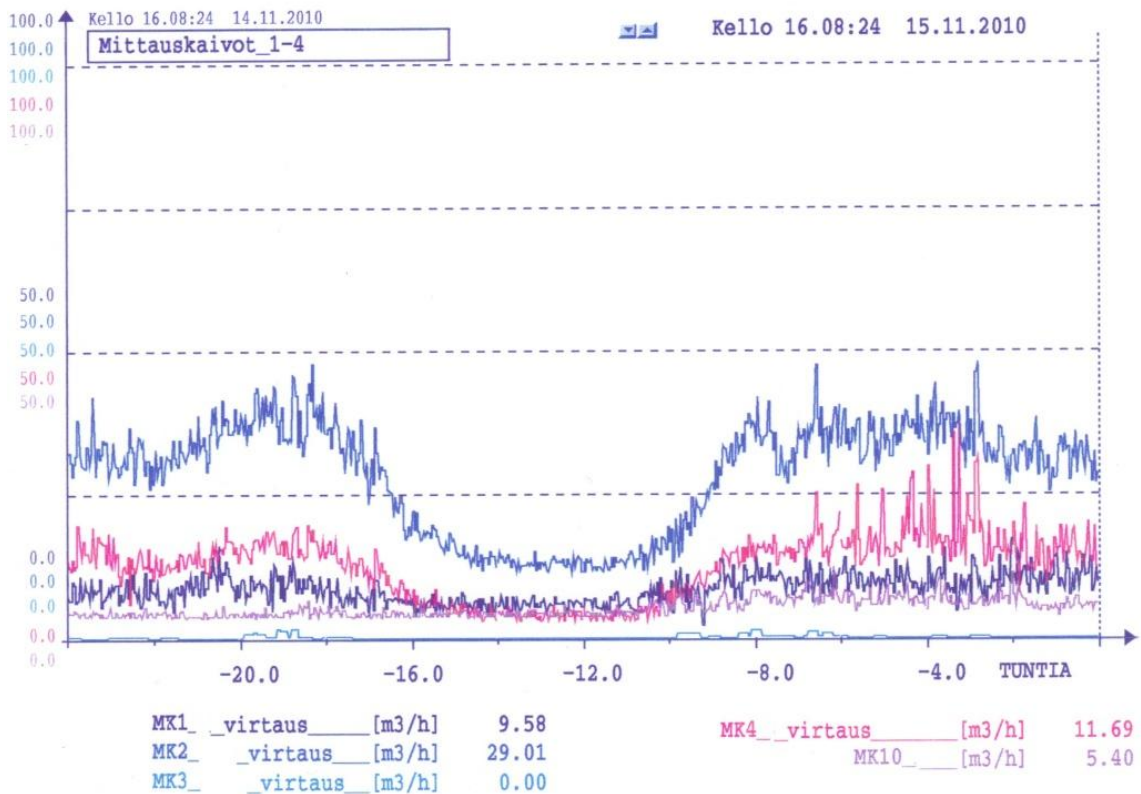
Käyttöliittymässä voi olla myös yhdistettynä samassa järjestelmässä esimerkiksi vedenjakeluverkosto, vedenkäsittelylaitos, jätevedenpuhdistamo ja viemäriverkosto. Liikkuminen prosessista toiseen onnistuu helposti hiirellä sivua vaihtamalla. Kaukokäyttö yhdistää vesihuollon prosessit yhteen järjestelmään ja tarjoaa yhtenäisen käyttöympäristön ja monipuoliset toiminnot niiden valvontaan ja ohjaukseen. (12.)

Käyttöliittymissä on yleensä monia välilehtiä, joista voidaan tarkastella lukuisia eri tietoja liittyen vedenjakeluun. Esimerkiksi vesihuoltoa ohjaavia arvoja ja rajoja, kuten hälytys- ja pysäytysrajoja sekä kemikaalien syöttöarvoja voidaan tarkastella ja muuttaa helposti. (Kuva 7.)



KUVA 7. Vedenjakelun asetusarvot

Jotta saadaan kokonaisvaltainen kuva verkoston ja vesihuollon toiminnasta, käyttöliittymään on yhdistetty tarkka tiedonkeruujärjestelmä. Virtauksia ja painetasoja voidaan seurata eri verkoston osista, joissa on pumppaamoja sekä valvontaa varten asennettuja mittauskaivoja. Virtausmääriä käsitellään erilaisten kaavioiden ja trendien avulla. Kuvassa 8 on erään kaupungin vesijohtoverkoston viiden eri mittauskaivon mittaamat vesivirtaamat yhden vuorokauden ajalta.



KUVA 8. Mittauskaivojen virtaustrendit

Trendien ja varsinkin öiden virtauksien tarkastelu ja vertaaminen edellisten päivien ja vuosien virtauksiin auttaa vuotojen havaitsemisessa. Yöllä virtaukset ovat yleensä aina pieniä ja suurentuneet virtaamat kielivät hyvin usein vuodoista. Kuvassa 9 on esitetty vuorokausiraportti, josta näkyy kahdeksan eri mittauskaivon virtaamat jaettuna jokaiselle vuorokauden tunnille.

## VESI- JA VIEMÄRILAITOS

	MK1	MK2	MK10	MK4	MK5	MK6	MK7	PK1
TUNTI	m3/h	m3/h	m3/h	m3/h	m3/h	m3/h	m3/h	m3/h
00 - 01	9	22	4	9	18	8	16	10
01 - 02	8	17	4	6	14	4	16	8
02 - 03	6	15	4	5	11	1	16	7
03 - 04	5	13	4	5	10	1	16	6
04 - 05	6	13	4	5	10	1	16	6
05 - 06	6	13	5	4	10	1	16	6
06 - 07	6	15	4	5	12	1	16	7
07 - 08	7	17	4	6	13	3	16	9
08 - 09	8	22	5	8	18	8	16	11
09 - 10	9	30	4	12	26	15	15	18
10 - 11	11	38	5	16	32	19	15	21
11 - 12	11	42	4	18	38	23	15	24
12 - 13	10	41	4	18	37	23	14	23
13 - 14	11	38	5	17	33	20	14	20
14 - 15	10	34	5	15	32	18	16	18
15 - 16	7	33	4	15	28	16	15	17
16 - 17	8	33	4	15	30	17	15	17
17 - 18	8	32	4	13	28	16	15	17
18 - 19	8	31	4	13	28	16	14	18
19 - 20	10	36	4	15	31	20	15	20
20 - 21	9	39	4	16	33	20	15	20
21 - 22	10	39	5	16	34	21	15	21
22 - 23	8	35	4	14	30	17	14	16
23 - 24	7	27	4	10	23	12	15	14
MIN	5	13	4	4	10	1	14	6
MAX	11	42	5	18	38	23	16	24
KA	8	28	4	12	24	12	15	15
SUMMA	196	674	106	278	578	300	366	353

Kuva 9. Tunnittaiset virtaukset mittauskaivoissa

#### 4.1.5 Yhteydet

Tiedonsiirtotekniikka on kaukovalvonnan osa, johon koko kaukovalvonta perustuu. Ensiarvoisen tärkeää yhteyksissä valvomon ja kenttäkohteiden välillä on turvallisuus. Koska valvonnassa ja ohjauksissa käytetään samaa tiedonsiirtoa, kukaan ulkopuolinen ei saa päästä käsiksi niihin. Joku ulkopuolinen voisi nopeasti saada vahinkoa aikaiseksi päästessään käsiksi kaukovalvontajärjestelmään ja vesijohtoverkoston toiminnan ohjauksiin.

Kaukovalvontajärjestelmän eri pisteet hajaantuvat yleensä laajalle alueelle. Tämän vuoksi on myös tärkeää, että yhteydet toimivat vaikeissakin olosuhteissa ja

kaukana toisistaan. Vesilaitosten kaukovalvonnassa tapahtui viitisentoista vuotta sitten selvä murros tiedonsiirtotapojen välillä, kun puhelinkaapeleihin perustuva tiedonsiirto hävisi kilpailun radiomodeemiverkkoon perustuville ratkaisuille niin kustannuksissa kuin luotettavuudessakin. (18.)

### **Radiomodeemiverkot**

Suurimmaksi osaksi tiedonsiirto tapahtuukin nykyään reaaliaikaisesti radiomodeemien avulla. Radiomodeemit mahdollistavat luotettavan ja langattoman tiedonsiirron. Huolella rakennettujen radiomodeemiverkkojen ukkoskestävyys on osoittautunut moninkertaiseksi verrattaessa mihinkä tahansa kuparijohtimien avulla toteutettuun tiedonsiirtoratkaisuun. (18.)

Radioverkon laitteisto koostuu mittalaitteisiin liitettävistä radiomodeemeista, antennista, reitittimistä ja keskittimistä. Reitittimiä lisätään radioverkkoon vahvistamaan signaalia, kun kuuluvuus ala-asemalta tai -asemilta keskittimeen on heikko. Tiedonsiirto tapahtuu vesilaitoksissa yleensä yhden pääaseman (master) ja useamman ala-aseman (slave) välillä point-to-multipoint -tavalla. (18.)

Radiomodeemeilla voidaan rakentaa oma paikallinen tiedonsiirtoverkko, jonka kantavuus on jopa 80 kilometriä ilman operaattoreita ja muita välikäsiä (19). Tietoturvan vuoksi vesihuollossa ei juurikaan hyödynnetä yleisesti käytettävissä olevia ilmaisia taajuuksia. Vesilaitokset haluavat varmistaa tiedonsiirtoyhteytensä toimivuuden hankkimalla radiomodeemeilleen oman maksullisen taajuuden. Radiotaajuuksia myöntävä viranomainen on Viestintävirasto. (18.)

### **GSM-verkko**

Rakennettaessa yksinkertaisempaa valvontajärjestelmää tiedonsiirtotapana voidaan käyttää GSM-tekniikkaa. GSM-toteutukset voivat toimia myös muiden tiedonsiirtotapojen täydentäjänä. GSM-tekniikan tiedonsiirron käyttökustannukset perustuvat aikaveloitukseen, eli yhteyden avulla ei ole syytä olla jatkuvasti

yhteydessä valvomoon. Luonnollisesti hälytyksen sattuessa tieto toimitetaan eteenpäin välittömästi. Varsinaisten mittaustietojen osalta joudutaan tyytymään kerran vuorokaudessa tapahtuvaan käyntiaikojen ja virtaustietojen siirtämiseen. Mikäli toisistaan etäällä sijaitsevien vesilaitoksen asemien välillä on jatkuvaa prosessi- tai mittaustiedonsiirtämisen tarvetta, ei GSM-yhteys ole käyttökelpoisiin tiedonsiirtomuoto. (20.)

Ala-aseman mittauslaitteistoon liitetään tiedonsiirtoa varten matkapuhelinverkon modeemi, joka toimiessaan avaa yhteyden teleoperaattorin tukiasemaan käyttäen matkapuhelinverkon radiotaajuuksia. Mikäli modeemi on jouduttu asentamaan yhteyden avaamisen näkökulmasta vaikeaan paikkaan, joudutaan modeemiin kuuluvuutta parantamaan. Kuuluvuuden vahvistaminen tapahtuu yksinkertaisimmillaan lisäämällä modeemiin lisäantenni, joka tuodaan teleoperaattorin tukiaseman kuuluvuuden alueelle. (21, s. 18.)

Edullisimmillaan GSM-sovellutukset ovat pienissä laitoksissa, joissa investointivaiheessa päätetään jättää PC-valvomo kokonaan hankkimatta. Kentältä tulevat hälytystiedot voidaan ohjata suoraan päivystäjän GSM-puhelimeen tekstiviestinä. Pumppujen käyntiaikatiedot, sähkönkulutusmäärät ja virtausmäärät lähetetään suoraan vesilaitoksen sähköpostiosoitteeseen. Usein myös suuremmissa kaukovalvontahankkeissa on mukana muutama yksittäinen laitos, jonka kaukovalvontaan liittäminen aiheuttaa huomattavat tiedonsiirtokustannukset esimerkiksi erillisen radiomodeemiverkon toistinaseman muodossa. Tällaisen yksittäisen kohteen toteuttaminen vaihtoehtoisella tiedonsiirtotavalla voi tuoda huomattavia säästöjä. (20.)

Matkapuhelinverkoissa on käynnissä sukupolvenvaihdos, jossa 2G-verkot siirtyvät sivuun uudempien 3G-verkkojen rakentamisen myötä. Koska nämä verkot toimivat eri radiotaajuuksilla, eivät 2G-verkon modeemit ole yhteensopivia 3G-verkon kanssa. Tämä tulee ottaa huomioon investoitaessa alas ajettavan verkon tekniikkaan. Tällä hetkellä 3G-verkon peittoalueet eivät kata kaikkia alueita Suomessa. (21, s. 18.)

## **3G-verkko**

Viimeisen parin vuoden aikana on alettu keräämään käyttökokemuksia langattomasta laajakaistayhteydestä, joka toimii 3G-verkossa. Kuten yleensä aina uuden teknologian käyttöönotossa, laajakaistayhteydestä on ollut epäilyjä tiedonsiirron luotettavuuden ja tietoturvan osalta. Jotta nämä asiat pystytään varmentamaan, on saatava pilot-kohteista käyttökokemuksia. Tällainen pilot-kohde on esimerkiksi Vihannin Vesi Oy:ssä, jossa vedenottamon valvontaa on tehty vuodesta 2009 suoraan taajuusmuuttajilta 3G-verkon kautta. Toinen kohde on Oulun Vesi Oy:ssä, jossa Ylikiimingin Vepsänkankaan pohjavedenottamon kaukovalvonnassa siirrytään 3G-verkon käyttöön vuoden 2011 aikana. (22 s. 10 - 11.)

3G-verkko tarjoaa nopean ja edullisen tiedonsiirtoyhteyden, joka mahdollistaa myös kohteiden videovalvonnan samalla yhteydellä. Nykyisin on tullut myös entistä selvemmin esille, että vesihuoltoon pitäisi saada omat ammattitason yhteydet, joihin sisältyy suljetun ja turvallisen verkon lisäksi hyvä tekninen tuki ja taattu verkon toiminta vähintään kymmeneksi vuodeksi. (22 s. 20.)

### **4.1.6 Kenttäkohteet**

Vesilaitokset jaottelevat verkostonsa yleensä eri painepiireihin. Yhden kunnan alueella voi olla esimerkiksi kymmenen eri piiriä, jotka ovat yhteydessä toisiinsa yhdellä tai useammalla yhdysvesijohdolla. Alueelliset runkojohdot ovat tärkeimpiä mittausten kannalta ja niihin mittauskaivoja yleensä asennetaan. Mittaus toteutetaan yleisemmin vedenottamalla, paineenkorotusasemalla tai mittakaivolla.

Nykytekniikalla voidaan kerätä ja käsitellä tietoa niin paljon ja niin monesta kohteesta kuin halutaan. Mittaustietojen runsaus riippuu järjestelmän tilaajan tarpeista: mitkä kaikki tiedot ja ohjaukset ovat tarpeellisia verkoston ja vedenjake-  
lun ylläpidossa. Toisaalta myös kustannustehokkuus on otettava aina huomioon

järjestelmää suunniteltaessa. Mitä laajempi ja monimutkaisempi järjestämä, sitä kalliimmaksi sen toteuttaminen tulee.

Yleisimpiä mittaustietoja, joita vesiyhtiöt keräävät verkostosta ovat vedenotto-  
moilla kaivon pinnankorkeus, lähtövirtaama ja -paine, pumppujen käynti- ja vika-  
tiedot, alarajahälytys sekä taajuusmuuttajien taajuus. Paineenkorottamoilta  
saadaan käytännössä samat mittatiedot sekä lisäksi veden tulopaine. Vesisäili-  
öiden mittaustietoja on edellisten lisäksi säiliöiden pinnankorkeudet ja ylärajahä-  
lytys.

#### **4.1.7 Mittauskaivot**

Mittauskaivoja asennetaan verkostoon tapauskohtaisesti yleisimmin päälinjoi-  
hin. Esimerkiksi alueelliset yhdysjohdot ja runkolinjat, joista pienemmät linjat  
haarautuvat ovat tärkeitä mittausten kannalta. Yhdysjohdoissa olevien mittaus-  
kaivojen ja muiden mittauspisteiden avulla jokaiselta piiriltä nähdään erikseen  
virtaukset ja painetasot, sekä tätä kautta mahdolliset ongelmat. Mittauskaivois-  
sa käytetään pääosin magneettivirtausmittareita, joiden mittaus perustuu säh-  
kömagneettiseen induktioon. Mittaus tapahtuu siten, että putken ylä- ja alapuo-  
lelle asennetaan sähkömagneetit, jotka synnyttävät väliinsä magneettikentän.  
Kun sähköä johtava aine eli vesi virtaa putkessa leikaten syntyneen magneetti-  
kentän, syntyy jännite. Tämä jännite mitataan putken kummallekin puolelle  
asennetuilla elektrodeilla. Mitä suurempi tilavuusvirta putkessa on, sitä suurem-  
pi jännite syntyy. (23.)

Mittakaivoissa mitataan virtausta magneettitilavuusvirtausmittausten lisäksi me-  
kaanisesti sekä ultraäänen avulla. Ultraäänimittareita käytetään pääosin suu-  
remmissa putkikoissa, kuten yli DN 500 -putkissa. Näin suuria putkikokoja So-  
dankylässä ei kuitenkaan ole. (24.)



Tärkeintä mittakaivoissa on, että ne ovat toteutettu oikein. Virtausmittaria asennettaessa pitää ottaa huomioon minimisuojaetäisyydet ennen ja jälkeen mittarin, jotta virtaukset eivät pyörteile haitallisesti ja häiritse mittausta. Minimisuojaetäisyydet ovat normaalisti ennen mittaria viisi dimensiota eli putken halkaisijaa ja kolme jälkeen mittarin. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, että suojaetäisyydet tulevat olla kaksinkertaiset, jotta mittaukset eivät häiriinny. Magneettimittarissa putken dimensiota kannattaa pienentää mittarin kohdalta. Normaalilla putken dimensiolla pienimmät ja vuotojen havaitsemisen kannalta tärkeimmät virtaukset ovat vaikeita mitata, koska mittaustulos ei välttämättä ole tarkka. (24.)

Mittauskaivojen asentaminen, sähköviennit ja kaukovalvontayhteyksien luominen kaivoihin on kallista. Tämän vuoksi viemäri- ja vesiputken ollessa lähellä toisiaan, kannattaa hyödyntää jätevesipumppaamon logiikkaa. Jätevesipumppaamosta vedetään yhteyskaapeli maan alla vesiverkoston mittakaivoon. Tiedonsiirto tapahtuu mittakaivosta pumppaamoon kiinteällä yhteydellä ja pumppaamosta valvomoon GSM- tai radiomodeemiverkon kautta. Kaikissa tapauksissa ei ole pakollista edes asentaa mittakaivoa. Vesijohtoputkeen voidaan asentaa porasatula, jonka päähän laitetaan painemittari. Mittari tiivistetään hartilla ja asennetaan kiinteä kaapeliyhteys jätevesipumppaamon tiedonkeruulaitteistoon. (24.)

## **4.2 Verkkotietojärjestelmä**

Valvonnan ja verkoston ylläpidon lisäksi vesilaitokset ovat viime vuosina alkaneet käyttää verkkotietojärjestelmiä tiedonhallintaan. Yksi tällainen järjestelmä on suomalainen verkkotietojärjestelmä Tekla Xpipe. Ohjelmisto on suunniteltu vesihuoltolaitosten operatiiviseen omaisuudenhallintaan ja se mahdollistaa kaikkien vesi- ja viemäriverkostoa koskevien tietojen yhdistämisen samaan tietokantaan. Ohjelmistossa on myös yhdistettynä paikkatietojärjestelmä ja se on mahdollista yhdistää muihin tietojärjestelmiin, kuten asiakastietojärjestelmään tai Xcityyn. (25.)

Käytännössä mahdollisuudet käyttää Xpipe-järjestelmää vesihuollossa ovat rajoittomat. Sille tulisi olla vesilaitoksella oma järjestelmään erikoistunut käyttäjänsä, jotta ohjelmistosta saataisiin kaikki irti. Xpipe-järjestelmästä nähdään esimerkiksi putkien ja venttiilien sijainnit sekä koot. Rakentajille ja suunnittelijoille voidaan antaa järjestelmästä sähköisenä tai paperiversiona tarvittavat lähtötiedot kuten putkien koot ja sijainnit, painetasot ja padotuskorkeudet. Ohjelmistoon voidaan tallentaa kaikki vuodot ja verkoston korjaustoimenpiteet myös asentajien toimesta. Tämän vuoksi monella asentajalla on nykyisin aina kannettava tietokone työmaalla matkassa. (26.)

Monet vesilaitokset pyrkivät nykyisin siirtämään kaikki vesilaitoksen toimintaan liittyvät tiedot verkkotietojärjestelmiin. Tällöin kaikki tarvittava tieto on heti monen eri käyttäjän käytettävissä. Sillä edellytyksellä, että eri käyttäjillä on eri oikeudet tietojen käyttöön. Kehitys mahdollistaa myös sen, että paperiversioiden arkistointi ja paperisten karttojen käyttö alkaa siirtyä historiaan.

### **4.3 Avoin automaatio**

Avoimuus tarkoittaa kaiken automaatio- ja kaukovalvontajärjestelmän asentamiseen, käyttöönottoon ja ylläpitoon tarvittavan osaamisen siirtämistä loppukäyttäjälle. Paikallisen osaamisen avulla vesilaitosten käyttövarmuus lisääntyy merkittävästi nykyisestä tasosta. Avoimen automaation myötä myös automaatiojärjestelmien välinen liitettävyyden helpottuu ja vesilaitosten väliseen yhteistyöhön tulee uusia mahdollisuuksia. (27.)

Vesihuollon automaation ongelmana on koko sen olemassaolon ajan ollut tiedon siirtäminen valmistajalta ja suunnittelijalta loppukäyttäjältä. Automaatiouraakoitsijat ja ohjelmien kehittäjät eivät ole siirtäneet osaamistaan vesilaitosten henkilökunnalle tai paikallisille yhteistyökumppaneille. Automaation käytön aikaisien ongelmien syntyessä tai järjestelmän kehittämisen yhteydessä on tällöin ollut pakko käyttää samaa urakoitsijaa, joka voi laskuttaa tekemästään työstä

kovan hinnan. Pienen ongelman korjaukseen voidaan joutua tilaamaan korjausmies satojen kilometrien päästä. (27.)

Avoim automaatio on ollut Insinööritoimisto Vilmi Oy:n Jouko Vilmin ja Rooper Ky:n Ate Perkkiön yhteishanke vesihuollon automaation kehittämiseksi vastamaan aiempaa paremmin käyttäjien tarpeita. Vilmillä ja Perkkiöllä on kummallakin yli 20 vuoden kokemus vesihuoltoalasta, ja he ovat neljän vuoden ajan kehittäneet ja tutkineet avointa automaatiota. Heidän mukaansa vesihuollon automaation työtunnin hinta on usein kaksinkertainen verrattuna ammattilaisen veloitukseen muualla teollisuudessa. Elinkaarikustannukset kaukovalvontalaitoksen rakentamisen jälkeisten huoltojen ja muutosten osalta voivat olla kymmenen vuoden ajalta jopa 100 prosenttia alkuinvestoinnin hinnasta, koska työ voidaan sen jälkeen hinnoitella ilman kilpailua. (22, s. 3.)

Avoimuuden tärkeänä periaatteena pidetään automaatiojärjestelmien liitettävyyttä, mutta ennen kaikkea osaamisen ja järjestelmän ylläpitoon tarvittavan tiedon saamisen avoimuutta sekä valmiiden vesihuoltosovellusten saatavuutta myös tulevaisuudessa. Mikäli palvelut on saatavissa vain yhdeltä toimittajalta, se voi johtaa niiden kohtuuttomaan hintatasoon myöhemmin. (28.)

Tuotteiden ja palveluiden kohtuullinen hinnoittelu koko järjestelmän elinkaaren ajalle on tärkeää. Ohjeiden ja koulutuksen tulee olla kunnossa sekä vapaasti kaikkien saatavilla. Nykyisin tämä toteutuu parhaiten julkaisemalla kaikki koulutus-, ylläpito- ja ohjeismateriaali yrityksen kotisivulla suomenkielisenä versiona. (28.)

Vilmi ja Perkkiö tutkivat myös, että noin kymmenellä kenttäpään vakioautomaatioratkaisulla voidaan toteuttaa 70 % vesihuollon prosesseista. Pienillä vesilaitoksilla vakioratkaisujen sovellettavuusaste on jopa selvästi suurempi. Avoimen automaation tavoitteena onkin kehittää automaatiojärjestelmät nykyistä pidemmälle, alentaa investointi- ja käyttökustannuksia sekä saada alalle uusia toimijoita. Avoimen automaation tärkeät osa-alueet ovat myös opastavan käyttöliit-

tymän kehittäminen, joka madaltaa kynnystä käyttää menestyksekkäästi kaukovalvontajärjestelmää, sekä pienien vesilaitosten valvomon hankinta Internetin kautta etäpalveluna, jolla mahdollistetaan mittavat kustannussäästöt. (22.)

Jouko Vilmin mukaan monet tunnetut järjestelmien valmistajat olivat aluksi enakkoluuloisia avointa automaatiota kohtaan ja jopa vastustivat sitä. Nykyisin jotkut samoista valmistajista ilmoittavat kotisivuillaan avoimuuden yhdeksi periaatteistaan. Avoimen automaation käyttöä mainostavat kotisivuillaan esimerkiksi oululainen automaatiovalmistaja Slatek Oy sekä kempeläläinen Ouman Oy. (22.)

#### **4.4 Automaation ja kaukovalvonnan tulevaisuus**

Nykyään suuri osa vesijohtoverkostojen hallintajärjestelmien ominaisuuksista jää hyödyntämättä. Professori Riku Vahala kertoo Kuntatekniikka-lehdessä, että siksi kaikki laitteiden toimittajat eivät ole kovin halukkaita kehittämään järjestelmiään. Vahalan mukaan verkoston hallintaan liittyvät järjestelmät, kuten kaukokäyttö-, asiakastieto- ja verkkojärjestelmät, ovat liiaksi eriytyneet toisistaan. Asiakastieto- ja kaukokäyttöjärjestelmien valmistajien tulisi etsiä ohjelmilleen yhteisiä rajapintoja. (29.)

Professori Riku Vahalan mielestä myös jatkuva veden laadun seuranta verkostoissa on vähäistä. Verkostojen hydraulisten ja vedenlaatumallien käyttöä ei ole jalkautettu operatiivisiksi työkaluiksi saati osaksi hallintajärjestelmiä. Uusia mahdollisuuksia tuovat kuitenkin mittaus- ja tietojärjestelmien sekä kaukoluenan nopea kehitys. Veden laadun mittausanturit ovat entistä halvempia ja luotettavampia. (29.)

Uuden tekniikan mahdollistama järjestelmä havaitsisi poikkeamat veden laadussa ja verkoston toiminnassa hyödyntäen reaaliaikaista mittaustietoa, kulutustennusteita ja ennustavaa verkostomallia. Häiriöistä aiheutuvien vesikatkosten sekä veden laatuongelmien pitäisi vähetä. Myös verkoston osien kunnon

arviointi ja saneeraustarpeiden kohdennus helpottuisivat, kuten nykyaikaisen sähköverkon ylläpidossa on pystytty tekemään. (29.)

## **5 SODANKYLÄN KAUKOVALVONNAN KEHITTÄMINEN**

Työssä otettiin yhteyttä kuuteen eri vesilaitokseen haastattelua varten, joista neljästä saatiin vastaus. Kolmessa yhtiössä käytiin vierailulla ja yksi haastattelu toteutettiin puhelimen välityksellä. Haastattelupohja on liitteenä 3. Haastatteluiden tarkoituksena oli saada tietoa kaukovalvonnan käytöstä ja ohjeita vesilaitosten edustajilta, mitkä tekijät ovat tärkeitä käyttäjän kannalta alettaessa suunnittelemaan kaukovalvontajärjestelmää.

Vesilaitosten edustajien mukaan verkoston valvontaa toteutettaessa ensimmäisenä on tärkeintä tiedostaa mitä haluaa järjestelmältä. Tämän jälkeen aletaan vasta suunnittelemaan järjestelmän teknisiä ominaisuuksia ja toteutusta.

### **5.1 Palveluntarjoajat**

Kaukovalvonnan palveluntarjoajia on Suomessa monia. Koska kaukovalvontajärjestelmän hankkiminen on vesilaitoksille suuri investointi, valmistajat kannattaa kilpailuttaa ja vertailla tarjontaa. Huomioon otettavia vertailukohteita järjestelmän toimittajaa valittaessa ovat toimintavarmuus ja kalusto; referenssikohteet, laatujärjestelmä sekä organisaatio ja talous. Lisäksi tärkeitä ovat myös tekniikka ja järjestelmän toimintavarmuus sekä avoimuus. Koska Sodankylän Vesi Oy on voittoa tavoitteleva liikeyritys, myös hinta on yksi tärkeimmistä valintaperusteista.

Kaukovalvontajärjestelmää suunnitellessa voidaan käyttää erikseen suunnittelu- toimistoja, jotka ainoastaan suunnittelevat järjestelmän. Useimmat automaatio- ja kaukovalvontajärjestelmien tarjoajat kuitenkin pystyvät toteuttamaan koko projektin itse: sähköistys, instrumentointi ja automaatio sekä tiedonhallinta-, raportointi- ja suunnitteluratkaisut. Näiden lisäksi laitehankinnat, toimintakokeet, asennukset, valvonta, käyttöönotto ja koulutus ovat osa kokonaispalvelua. Lisäksi tulevat vielä myös mahdolliset putkityöt.

Vesilaitoksen kannalta olisi hyvä, että vesilaitoksen edustajat pystyisivät myös antamaan oman panoksensa suunnittelu- ja toteutustyöhön. Tällöin osaaminen siirtyisi mahdollisimman paljon myös vesilaitokselle, eikä kaikessa uuteen järjestelmään liittyvässä osaamisessa oltaisi riippuvaisia valmistajasta. On myös mahdollista, että järjestelmää toteutettaessa käytetään hyväksi monen eri automaatiotoimittajan tuotteita ja osaamista. Nykytekniikalla ja avoimilla alustoilla eri järjestelmiä voidaan yhdistellä ja näin saada aikaiseksi toimiva kokonaisuus. Suomalaisia vesihuollon kaukovalvonta-/automaatiojärjestelmän suunnittelijoita ja toteuttajia ovat esimerkiksi

- Mipro Oy, joka on vuodesta 1980 toiminut suomalainen rautatieturvallisuuteen sekä vesi- ja lämpöhuollon hallintaan liittyviin järjestelmiin erikoistunut järjestelmätoimittaja
- Slatek Ky, joka on vuonna 1978 perustettu yhtiö, joka on erikoistunut kunnallisen vesihuollon sähkö-, instrumentointi- ja automaatiotoimituksiin
- Labkotec Oy on sähköisiin pinnankorkeuden ja virtaaman mittauslaitteisiin ja hälyttimiin sekä automaatio- ja tunnistintekniikkaan ja tiedonsiirron Internet-pohjaisiin ratkaisuihin erikoistunut suomalainen teollisuusyritys
- Ouman Oy, joka on vuonna 1988 perustettu älykästä ja helppokäyttöistä automaatiota valmistava yritys, jonka pääkonttori sijaitsee Kempeleessä
- Finnish Consulting Group Oy, joka on yksi suurimmista monialaisista konsulttiyrityksistä Suomessa; yrityksen osaamiseen kuuluvat myös kaukovalvonta- ja automaatiojärjestelmät
- Insinööritoimisto Vilmi Oy on vuonna 1986 perustettu yhtiö, joka on keskittynyt vesi- ja viemärilaitosten automaatiosuunnitteluun ja toteutukseen. Eriyisosaamisena ovat kaukovalvontajärjestelmät.

Edellisten lisäksi järjestelmiä suunnittelevat ja toteuttavat muun muassa Schneider Electric, Siemens, Fidelix, ABB, Sarlin ja Pöyry.

## 5.2 Mittauspisteet

Liitettäessä verkosto kaukovalvonnan piiriin, ensimmäiseksi on tärkeintä saada kaukovalvonnan alaiset mittaukset jo olemassa oleville asemille. Vedenottamoilta Pittiövaarasta, Kyläjärveltä, Askasta ja Pitkähoskenvaarasta mitattaisiin kaivojen pinnankorkeudet, lähtövirtaamat ja -paineet sekä pumppujen käyntiajat ja -kerrat. Pohjaveden alarajahälytys ja pumppujen hälytykset tulisivat kaukovalvonnan kautta valvomoon sekä päivystäjän puhelimeen.

Seitatie paineenkorotusasemalta otettaisiin tulo- ja lähtöpaineet ja virtaamat sekä pumppujen käynti- ja vikatiedot. Alavesisäiliöllisiltä paineenkorotusasemilta keskuspumppaamolta, Nilimellasta, Sattasesta ja Kersilöstä sekä Ylävesisäiliöstä mitattaisiin edellisten tietojen lisäksi säiliöiden pinnankorkeudet. Ala- ja ylärajahälytykset näkyisivät valvomossa ja päivystäjän puhelimesta.

Kattavan kaukovalvonnan mahdollistamiseksi Sodankylän keskustan alueen vesijohtoverkosto on mielekästä jakaa muutamaaan eri painepiiriin, jotka näkyvät liitteessä 4. Verkosto on sen verran suppea, että kovin moneen painepiiriin sitä ei ole tarpeellista jakaa. Kitinen-joen itä- ja länsipuolelle tulisi kummallekin kaksi eri painepiiriä. Kitisen länsipuolen ja Jeesiöjoen välinen alue eli Sodankylän ydinkeskusta olisi oma piirinsä ja sen painetta ylläpitää urheilukentällä sijaitseva ylävesisäiliö. Tähän alueeseen kuuluisivat myös Hampputörmän alue sekä Metsävainiontien alue. Sattasen, Kersilön, ja Rajalan painepiirit olisivat oma painepiirinsä.

Vesijohtoverkosto laajenee Hampputörmäntien alitse etelään päin ainoastaan yhdellä putkella, joten kyseisen kohdan eteläpuolisesta alueesta tulisi oma painepiirinsä. Tähän kohtaan kannattaisi myös asentaa mittakaivo, joka mittaa virtauksen ja painetason etelään menevästä vedestä. Vieressä on myös jätevesi-



pumppaamo, jonka sähköjä ja yhteyksiä olisi mahdollista hyödyntää. Askan vesijohtolinja olisi oma painepiirinsä.

Vesi virtaa Sodankylän keskustasta Kitisen alitse Nilimellan paineenkorotusasemalle, josta vesi pumpataan alavesisäiliön kautta joen itäpuolelle. Joen itäpuolen verkosto jaettaisiin kahteen eri painepiiriin. Painepiirien yhtymäkohta olisi Ammattikouluntien ja Kelujärventien sekä joen välissä oleva putkiosuus, koska tässä kohdassa putkistossa kulkee ainoastaan yksi linja. Tuossa kohdassa olisi myös sopiva paikka asentaa mittauskaivo. Tämän mittauskaivon läheisyydessä on Nilimellan paineenkorotusasema, jonka yhteyksiä olisi mahdollista käyttää hyväksi kaukovalvontaan. Kaanaanmaahan pumpattava vesi ja painetaso nähdään mittauskaivosta ja Savukoskentien, Kemijärventien ja Orajärventien alueille pumpattavan veden tiedot nähdään Nilimellan paineenkorotusasemalta. Yhteensä Sodankylän alueelle tulisi kuusi eri painepiiriä.

Mittakaivoina voidaan myös käyttää tarvittaessa moottoriventtilikaivoja. Kaivon avulla linja voidaan sulkea moottorisulkuventtiilin avulla valvomosta käsin. Tällainen voi olla tarpeen esimerkiksi vuotoja etsiessä tai korjatessa.

### **5.3 Ohjaukset ja ongelmatilanteet**

Kenttäkohteiden ohjauksia suunnitellessa on otettava normaalikäytön lisäksi huomioon ongelmatilanteet. Normaalisti kaukovalvonta- ja ohjausjärjestelmän alaiset laitteet toimivat valvomossa sijaitsevan ohjelmoitavan logiikan ohjaamana. Kesäisin esimerkiksi ukkonen saattaa häiritä radiomodeemiverkkoa, jos suojauksia ei ole hoidettu kunnolla. Tämän vuoksi jokaisessa kenttäkohteessa on oltava oma paikallislogiikka. Jos yhteydet katkeavat, oma logiikka ohjaa järjestelmän toimintaa, kunhan virtaa on saatavilla. Voi olla myös tilanteita, joissa paikallislogiikkakin rikkoutuu. Tällöin voidaan kohde ohjata paikalliskäytölle, eli laitteiston toiminta jatkuu ilman logiikan ohjausta ennalta määrättyjen arvojen mukaan.

## 5.4 Tiedonsiirto

Sodankylässä on nykyään käytössä kaukovalvontaa eri pumppaamoilla, jotka toimivat sekä radiomodeemiverkon että GSM-verkon välityksellä. Hankittavat järjestelmät tullaan yhdistämään nykyisiin laitteisiin, joten on järkevää käyttää samoja tiedonsiirtotapoja, joiden käyttöön on jo edellytykset olemassa. Jatkuvaan valvontaan käytetään radiomodeemiverkkoa ja päivystäjän kännykkään välittyviin hälytyksiin ja esimerkiksi kerran päivässä päivittyvään valvontaan GSM-verkkoa. Uuden tekniikan käytön mahdollisuudet kannattaa kuitenkin ottaa huomioon järjestelmää kehitettäessä.

Kaikki kaukovalvontajärjestelmän keräämä tieto keskitetään valvontatietokoneeseen, joka toimii järjestelmän keskuksena. Sen lisäksi kannettavia tietokoneita voi olla vesilaitospäälliköllä kotona, päivystäjällä sekä mahdollisesti asentajilla. Näistä kannettavista tietokoneista saadaan yhteys Internetin kautta keskukseseen ja pystytään tekemään kaikki samat toiminnot mitä valvontatietokoneellakin: tarkkailla virtauksia ja painetasoja, ohjata pumppuja käsikäytöllä sekä sulkea venttiileitä ja niin edelleen. Tämän lisäksi päivystäjällä on yleensä matkapuhelin, johon tulee hälytykset suoraan eri kenttäkohteista GSM-verkon kautta. Hälytykset kuitataan, viat selvitetään ja korjataan ne mahdollisuuksien mukaan.

## 5.5 Tiedon hyödyntäminen ja arkistointi

Kaukovalvontajärjestelmän tietotulvan hyödyntäminen riippuu käyttäjän aktiivisuudesta ja resursseista. Nykytekniikka mahdollistaa sen, että kaikki tieto voidaan tallentaa sähköiseen muotoon: asiakasrekisterit, verkostoon tehdyt huolto-työt, virtaushistoriat jne. Muistin varassa olevat asiat unohtuvat ajan myötä ja paperiversiot hukkuvat arkistojen paljouteen. Sähköisessä muodossa tallennetut dokumentit eri toiminnoista ovat nykyaikaa.

Tärkeää kulutustietojen hyödyntämisessä vuotojen kannalta on verrata virtauksia esimerkiksi edellisten vuosien vastaaviin virtauksiin. Olisi eduksi, jos tämä-

kin toiminto olisi automatisoitu: valvontajärjestelmässä tulisi olla raportointityökalu, joka valvoo kulutuksia ja painetasoja. Järjestelmä vertailisi uusia tietoja vanhoihin ja hälyttäisi, jos virtaukset tai painetasot muuttuisivat liikaa. Järjestelmään voisi myös tallentaa omat rajat, joiden sisällä muuttujat tulisi pysyä. Yli tai ali menneistä arvoista järjestelmä hälyttäisi.

Eräässä vesilaitoksessa verkkotietojärjestelmää käytettiin verkosto- ja saneeraus suunnittelun apuna. Verkkotietojärjestelmässä oli karttaohjelma, johon oli merkitty vesilaitoksen vesijohtoverkosto kokonaisuudessaan. Verkosto oli merkitty eri väreillä sen mukaan, millä vuosikymmenellä verkoston osa oli rakennettu. Samaan karttapohjaan oli myös merkitty vuodesta 2005 lähtien jokainen verkostoon tehty korjaus- ja huoltotyö. Tällä tavalla ohjelmasta oli helppo katsoa, millä alueella oli vanhat putket ja tehty paljon korjauksia. Näin tiedetään, minkä alueen vesijohtoverkkoa kannattaa alkaa ensimmäisenä saneeraamaan. Sodankylän vesijohtoverkosto on kuitenkin edellä mainittua verkostoa huomattavasti pienempi, joten verkostosuunnittelu on mahdollisesti mielekkäämpää toteuttaa ilman ohjelmistojen käyttöä. Ohjelmistojen käyttö on kuitenkin nykypäivää ja se voi huomattavasti helpottaa työskentelyä.

## **5.6 Kaukovalvonnan toteutus ja huolto**

Vesilaitoksille on tarjolla useita eritasoisia palveluita kaukovalvonnan toteuttamiseen. Käytännössä kaukovalvonta on mahdollista toteuttaa täysin riippumattomana omasta osaamisesta ja työvoimasta ulkopuoliselta ammattilaiselta ostettuna. Koska kaukovalvonta ja automaatio eivät ole vesilaitosten ydinosaita, pidetään usein niiden hankkimista luontevana palveluntarjoajalta, jonka toimialuetta ne ovat.

Kaukovalvontajärjestelmä on kuitenkin mahdollista toteuttaa myös hyvin pitkälle vesilaitoksen omana toteutuksena, joka voi olla edullisempi ratkaisu. Vaativin työ toimivan kaukovalvontajärjestelmän kanssa liittyy usein järjestelmän rakentamisvaiheeseen. Oikein toimivan järjestelmän käyttäminen on normaalitilan-

teessa helppoa. Olisi aina eduksi, että vesilaitoksessa olisi töissä yksi automaatioalan ammattilainen, joka kykenisi suunnittelemaan ja toteuttamaan erilaisia järjestelmiä. Pienikokoisessa yrityksessä on kuitenkin pienet resurssit toiminnalle, jolloin ammattilaisen palkkaaminen yrityksen toiminnan kaikille osa-alueille on käytännössä mahdotonta.

Nykyisin automaatiossa puhutaan avoimuuden puolesta, mutta aina se ei toteudu toivotulla tavalla. Haastatelluista vesilaitoksista jokainen oli kaukovalvonnan ja huoltotoimenpiteiden osalta jollain tavalla sidoksissa palveluntarjoajaan. kaksi laitosta pystyi hyvin pitkälti toteuttamaan ja huoltamaan laitteistonsa itse, mutta kaksi laitoksista oli täysin palveluntarjoajan ammattitaidon varassa. Eräs vesilaitos oli järjestelmää uusiessaan kilpailuttanut palveluntarjoajan ja valinnut avoimen laitteiston. Käytäntö oli kuitenkin osoittanut toista. Vikatilanteissa järjestelmän toteuttajalta täytyi aina tilata korjaaja. Pienet huoltotyöt, kuten esimerkiksi paineanturien vaihdot onnistuvat vesilaitoksen huoltomiehiltä itseltä.

Järjestelmää toteutettaessa tulee ottaa huomioon huollon toimivuus ja varaosien saatavuus. Logiikat ja ohjelmistot tulee olla avoimia järjestelmiä, joiden rajapinnat ovat teollisuusstandardien mukaisia. Tällöin eri automaatio- ja kaukovalvontajärjestelmät on teoriassa helppo liittää yhteen sekä tarvittaessa voidaan siirtyä kokonaan eri laitetoimittajan logiikkaan tai ohjelmistoon. Käytännössä liittäminen ei kuitenkaan aina ole yhtä yksinkertaista. Varaosien saatavuus tulee myös ottaa huomioon, jotta varaosia on saatavilla koko käyttöjärjestelmän elinkaaren ajalle.

## **5.7 Järjestelmän suunnittelu ja tulevaisuuden näkymät**

Haastatelluiden vesiyhtiöiden edustajat ennustivat automaation ja kaukovalvonnan tulevaisuudelta, että kaikki valvonta ja tiedonsiirto tullaan siirtämään Internetiin. Tämän myötä verkoston toimintaa voidaan ohjata ja valvoa käytännössä mistä tahansa. Automaatio tulee myös lisääntymään kaikissa prosesseissa ja toiminnoissa. Verkostoihin tullaan lisäämään kauko-ohjattavia moottoriventtiile-

jä, joilla ohjataan virtauksia ja vedensyöttöä. Myös erilaiset tietojärjestelmät sekä niiden hyödyntäminen ja yhdistäminen tulee lisääntymään.

Vesilaitosten edustajien mukaan, koska Sodankylän Vesi Oy on pienikokoinen vesilaitos, kaukovalvontaa voidaan kehittää pikkuhiljaa ja osissa käytettävissä olevien resurssien mukaan. Kaikkea ei tarvitse kerralla uusia ja hankkia. Järjestelmien suunnittelutyön kannattaisi mahdollisuuksien mukaan tehdä yksi suunnittelija yhteistyössä vesilaitoksen kanssa. Suunnittelutyö ja järjestelmän käyttö ovat helpompaa yhden yhteyshenkilön kanssa, joka ymmärtää kyseisen järjestelmän toiminnan. Avoimuus ja huollon kilpailuttamisen mahdollisuus ovat tärkeitä asioita. Pitkällä aikavälillä järjestelmän huollon kustannukset voivat kasvaa suuriksi.

Haastateltujen mielestä olisi myös tärkeää, että vesilaitoksessa olisi ainakin yksi henkilö vakituisesti töissä, jolla olisi koulutus automaatioalalle. Automaatio lisääntyy jatkuvasti vedenjakelun ylläpidossa ja yhdelle henkilölle varmasti riittää töitä automaatiolaitteiston kehittämisen ja huollon parissa. Automaatio- ja kaukovalvontajärjestelmän luotettavuus ja tietoturva tulee varmistaa varmallalla suunnittelulla ja toteutuksella. Hankittavalla laitteistolla tulisi olla myös mahdollisimman pitkä elinkaari. Järjestelmän uusiminen ja päivittäminen viiden vuoden välein tuottaa liikaa työtä ja tulee kalliiksi. Erään vesilaitoksen edustajan mielestä valvomo-ohjelmiston ja logiikkaohjelman muokkaus tulisi olla mahdollista mistä tahansa. Tällöin järjestelmätoimittaja voisi päivittää sekä korjata laitteistoa omasta toimipisteestään.

## 6 YHTEENVETO

Työssä selvitettiin Sodankylän Vesi Oy:n vesijohtoverkoston kaukovalvonnan nykytilannetta ja kartoitettiin mahdollisuuksia kehittää kaukovalvontaa. Selvitystyön perusteella voidaan todeta, että jätevesipuolen valvonta on hyvällä mallilla, mutta puhtasvesipuolella riittää kehitettävää. Uusia investointeja tehdään kuitenkin jo tulevana kesänä ja tulevaisuuden näkymät ovat hyvät.

Nykyaikana vesihuoltoalan kaukovalvontaa kehitetään kiihtyvällä tahdilla. Harvassa ovat vesilaitokset, joiden verkostot eivät ole kattavan kaukovalvonnan piirissä. Kaikki vesilaitokseen liittyvä tieto kerätään toisiinsa yhteydessä oleviin ohjelmistoihin ja yhteistyö muiden laitosten, kuten kunnan tai kaupungin kanssa on helpottunut tiedon saatavuuden ja käytettävyyden vuoksi.

Sodankylän Vesi Oy:n työntekijöillä menee nykyisin paljon työtunteja käytännössä turhaan työhön, kuten vanhojen vesijohtojen ja venttiileiden etsimiseen sekä mahdollisten vuotojen etsintään. Vesijohtoverkostosta on monilta osin vain vanhat suunnittelukuvat. Aina ei ole tietoa, mihin urakoitsija on tarkalleen putket ja venttiilit maan alle laittanut. Tarkat tiedot löytyvät monesti ainoastaan Sodankylän Vesi Oy:n vanhojen jo eläkkeellä olevien työntekijöiden muistista, jos sieltäkään. Putkilinjojen tarkat kuvat ja dokumentointi sekä verkoston tarkempi valvonta säästäisi paljon työaikaa tärkeämpiin työtehtäviin.

Sodankylän Vesi Oy on myydyn veden perustella aika pieni vesiyhtiö: esimerkiksi Oulun Vesi myy ja käsittelee noin 20-kertaisen määrän vettä Sodankylän kulutukseen verrattuna. Tämän vuoksi oman haasteensa investointeihin tuovat kustannukset. Ratkaisut ovat punnittava tilannekohtaisesti tarpeiden ja kustannustehokkuuden mukaan. Huomioon on otettava järjestelmän perustamiskustannukset, tekniset ratkaisut ja luotettavuus sekä ylläpitokustannukset.

Vastatakseen jatkuvasti lisääntyvän automaation haasteisiin Sodankylän Vesi Oy:n kannattaisi punnita mahdollisuuksia palkata automaatiokoulutuksen saa-

nut henkilö, joka samalla voisi myös mahdollisesti hoitaa muita vedenjakeluun liittyviä työtehtäviä. Tällöin ongelmien ilmetessä ei välttämättä olisi aina pakollista turvautua automaatio- ja kaukovalvontajärjestelmien tarjoajien apuun.

## LÄHTEET

1. Sodankylän kunta. Tekninen. Rakentaminen. Saatavissa:  
<http://www.sodankyla.fi/index.php?sivu=tekninen&id=8>. Hakupäivä  
22.1.2011
2. Lakkala, Alpo 2010. Vesilaitospäällikkö, Sodankylän Vesi Oy. Haastattelu  
27.10.2010.
3. Pittiövaaran vedenottamon ja syöttöjohdon rakentamisurakkaohjelma.  
13.9.1973. Laatija Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy Oulu. Tilaaja Sodankylän  
kunta.
4. Askan vedenottamo, työselitys. 22.2.1985. Laatija Insinööritoimisto Maa ja  
Vesi Oy Oulu. Tilaaja Sodankylän kunta.
5. Kyljärven vedenhankinta, urakkasopimus. 16.2.1990. Laatija Insinööritoi-  
misto Maa ja Vesi Oy Oulu. Tilaaja Sodankylän kunta.
6. Pitkälampi-vaaran vedenottamo, urakkaohjelma. 25.6.1997. Laatija Insinöö-  
ritoimisto Maa ja Vesi Oy Oulu. Tilaaja Sodankylän kunta.
7. Vedenhankinnan järjestely, välipumppaamo, työselitys. 30.11.1979. Laatija  
Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy Oulu. Tilaaja Sodankylän kunta.
8. Poikkijoen paineenkorotuspumppaamo, urakkaohjelma. 26.1.1984. Laatija  
Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy Oulu. Tilaaja Sodankylän kunta.
9. Seitätien paineenkorotuspumppaamo, suunnitelma. 22.2.1984. Laatija Insi-  
nööritoimisto Maa ja Vesi Oy Oulu. Tilaaja Sodankylän kunta.



10. Sattasen ja Kersilön välipumppaamoiden rakennustyö, urakkaohjelma.  
1.9.1987. Laatija Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy Oulu. Tilaaja Sodankylän kunta.
11. Aksela, Kia 2010. Kaikki irti vuodoista. Vesitalous 6/2010. S. 11 - 12.
12. Vesi- ja lämpöhuollon hallintajärjestelmät. 2008. Saatavissa:  
[http://www.mipro.fi/mvhome/homepage\\_item\\_view.html?id=0000140&did=295&lang=fi](http://www.mipro.fi/mvhome/homepage_item_view.html?id=0000140&did=295&lang=fi). Hakupäivä 1.2.2011.
13. Keinänen, Toimi – Kärkkäinen, Pentti – Metso, Tomi – Putkonen, Kari 2001. Logiikat ja ohjausjärjestelmät. Helsinki: WSOY.
14. RIL 124-1 vesihuolto 1. 2003. Vesihuollon teoreettiset perusteet. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL R.Y.
15. Ohjelmoitava logiikka. 2011. Vapaa tietosanakirja. Saatavissa:  
[http://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjelmoitava\\_logiikka](http://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjelmoitava_logiikka). Hakupäivä 10.2.2011.
16. Slatek. Valvontatyökalut. 2011. Saatavissa:  
<http://www.slatek.fi/sivu/fi/tuotteet/valvomot/>. Hakupäivä 10.2.2011.
17. Pehkonen, Janne 2010. CleasSCADA-valvomojärjestelmän dokumentointi. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu, sähkötekniikan koulutusohjelma. Saatavissa:  
<https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/12594/Pehkonen.Janne.pdf?sequence=2>. Hakupäivä 12.4.2011.
18. Radiomodeemiverkon soveltaminen vesihuollossa. 2004. Insinööritoimisto Vilmi Oy. Saatavissa: <http://www.vilmi.com/julkaisut/julkaisu3.php>. Hakupäivä 7.4.2011.
19. Mikä on radiomodeemi? 2011. Satel. Saatavissa:  
<http://www.satel.com/fi/tuotteet/mika-on-radiomodeemi>. Hakupäivä 7.4.2011.

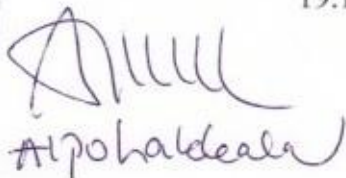
20. GSM-tiedonsiirrosta ratkaisu pienten vesi- ja viemärlaitosten kaukovalvontaan? 1999. Insinööritoimisto Vilmi Oy. Saatavissa:  
<http://www.vilmi.com/julkaisut/julkaisu7.php>. Hakupäivä 7.4.2011.
21. Pietarinen, Jari 2010. Kaukolämmön etäluennan edellytykset kaukolämpöpalveluille. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, talotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
22. Vesi ja viemärlaitosyhdistys. Vesihuoltolaitosten kehittämisrahasto. Loppuraportti; vesihuollon avoin automaatio. 2010. Saatavissa:  
[http://www.vilmi.com/automaatio/loppuraportti\\_avoin\\_automaatio\\_6\\_8\\_2010.pdf](http://www.vilmi.com/automaatio/loppuraportti_avoin_automaatio_6_8_2010.pdf). Hakupäivä 4.2.2011.
23. Frondelius, Leila 2005. Magneettinen tilavuusvirtausmittaus. Saatavissa:  
<http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/MITTAUS/MAGNEETTINEN/magnvirtausm.htm>. Hakupäivä 20.4.2011
24. Kilpeläinen, Tero 2010. Verkostoinsinööri, Oulun Vesi. Haastattelu 18.11.2010.
25. Tekla Xpipe – vesihuoltolaitosten verkkotietojärjestelmä 2011. Saatavissa:  
<http://www.tekla.com/fi/products/tekla-xpipe/Pages/Default.aspx>. Hakupäivä 20.4.2011
26. Tiuraniemi, Jukka 2011. Verkstomestari, Napapiirin Vesi. Haastattelu 15.2.2011.
27. Avoimen automaation periaatteet. 2010. Saatavissa:  
<http://www.vilmi.com/automaatio/luento%20T1.pdf>. Hakupäivä 4.2.2011.
28. Vilmi, Jouko. Perkkiö, Ate. 2010. Vesihuollon avoin automaatiohanke etenee. Vesitalous 3/2010. S. 23 - 29.

## LÄHTÖTIETOMUISTIO


Tekijä	Markus Lammi
Tilaaaja	Sodankylän vesi Oy
Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot	Vesilaitospäällikkö Alpo Lakkala
Sisällönohjaaja	Veli-Matti Mäkelä
Työn nimi	Mittaustarpeen kartoittaminen Sodankylä Vesi OY:n vesijohtoverkostossa
Työn kuvaus	Tärkeitä osa-alueita vesijohtoverkoston ylläpidossa ovat jakelun luotettavuus, virtausten seuranta sekä mahdollisten vuotojen paikantaminen. Virtausten reaaliaikainen seuranta helpottaa verkoston ylläpitoa. Työssä kartoitetaan Sodankylän vesijohtoverkoston nykytilanne ja tehdään selvitys mittaustarpeista ja -menetelmistä sekä kaukovalvonnan mahdollisuudesta.
Työn tavoitteet	Tavoitteena on selvittää erilaiset mittausmahdollisuudet Sodankylä Vesi OY:n vesijohtoverkostossa.
Tavoiteaikataulu	Lokakuun loppu: Perustiedot ja verkoston nykytilanteen kartoitus Marraskuun loppu: Mittausmenetelmät Joulukuun loppu: Mittausten hyödyntämismahdollisuudet Tammikuun loppu: Sodankylän ehdotus Helmikuun loppu: Loppuraporttiluonnos Maaliskuun loppu: Loppuraportti viimeistelty

## Päiväys ja allekirjoitukset

19.10.2010

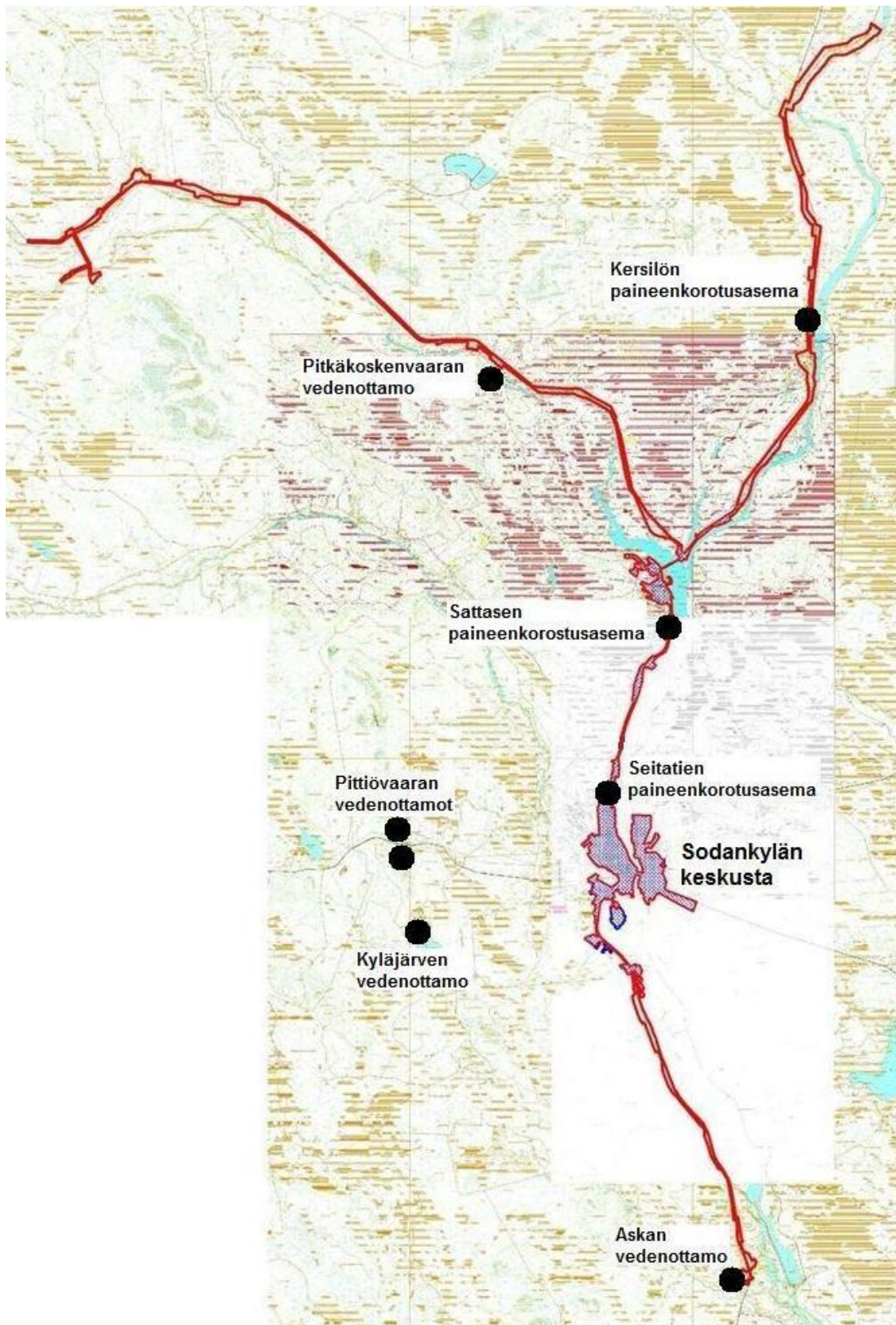


Alpo Lakkala



Markus Lammi

(Sodankylän kunta. Tekninen osasto. Muokattu)



Vesiyhtiö:  
Aika:  
Haastateltava:  
E-mail:

1. Asiakkaiden lukumäärä ja verkoston pituus/laajuus?
2. Kaukovalvonta- ja etäohjausjärjestelmä

**Kaukovalvonnan toteutus/palveluntarjoajat:**

- Kuka suunnitteli/ toteutti?
- Kuinka suuri oma panos järjestelmän toteutuksessa?
- Miten päädyitte kyseiseen järjestelmään?
- Muut suunnittelijat/valmistajat?

**Mittauspisteet ja järjestelmät:**

- Tärkeimmät ominaisuudet?
- Mihin kiinnititte huomiota mittausjärjestelmää valitessa?
- Mittauspisteiden lukumäärä ja sijainti?  
esim. mittauskaivot, pumppaamot, ala/ylävesisäiliöt?
- Mitä pitää ottaa huomioon määrittäessä mittauspisteiden sijaintia?

**Tekniikka:**

- Valvomo-ohjelmat, logiikat, kenttäväylät, ohjelmoinnit?
- Miten järjestelmä toimii ja huomioita?

**Tiedonsiirto:**

- Miten tiedon-/ohjaustensiirrot on toteutettu?  
esim. gsm, 3G, laajakaista, radioverkko, internet-etäpalvelu?
- Mihin asioihin tiedonsiirtotekniikkaa valitessa tulee kiinnittää huomiota?  
esim. tiedonsiirtonopeus, tietoturva, tekniikan tulevaisuus/elinkaari.
- Millaisia kokemuksia käytössä olevasta tekniikasta/millaisia haasteita ja mitä kehuttavaa?
- Kaukokäyttö ja ohjaukset?

**Hälytykset:**

- Mitä hälytyksiä ja mihin ne tulevat?
- Miten järjestelmä toimii vikatilanteissa? Miten otettu huomioon?

**Mitä tietoa luetaan:**

- Aika, päivämäärä, paine, lämpötilat, virtaama, min/max-arvot, vikakoodit, näytteidenotot, veden käsittely, pinnan korkeudet, pumppujen käyntitiedot?
- Kuinka tiedot ovat luettavissa?  
esim. pc, gsm?
- Mitä hälytyksiä ja mihin ne tulevat? Miten kuittaukset?

**Huolto:**

- Pystyttkö itse huoltamaan ja korjaamaan?
- Onko avoin automaatio toteutunut?
- Järjestelmän tarjoajan tekninen tuki ja koulutus?
- Varaosien saatavuus?

**Lukemien arkistointi:**

- Miten tietojen arkistointi hoidetaan?  
esim. sähköinen, cd, paperi?
- Mitä haasteita arkistoinnissa?

**Miten lukemia hyödynnetään:**

- Mihin käytetään ensisijaisesti?  
esim. vuotojen paikallistaminen, kulutustietojen hyödyntäminen, vuosikertomus?
- Miten eri tietoja hyödynnetään?  
esim. yöaikaisten virtausten seuranta?

**Tulevaisuus mittauksien ja niiden hyödyntämisen osalta:**

- Kuinka pitkä elinkaari tällä järjestelmällä?
- Mihin suuntaan tulevaisuudessa kaukovalvonnan ja vesijohtoverkoston kehityksen kannalta?
- Olisiko jotain pitänyt tehdä toisin?
- Mitä nykyään pitää ehdottomasti ottaa huomioon suunnitellessa/toteuttaessa kaukovalvontajärjestelmää?

# SODANKYLÄN KESKUSTAN VESIJOHTOVERKOSTO

LIITE 4

(Sodankylän kunta. Tekninen osasto. Muokattu)

