

1. Johdanto

Tässä työssä esittelen ja vertaan vesijohtoverkoston kunnontarkkailuun sekä vesijohtojen vuodonhakuun ja paikantamiseen soveltuvia erilaisia menetelmiä. Työlleni on tilaus, koska eri vuodonhaku- ja paikantamismenetelmiä ei ole aiemmin koottu yhteen. Tämän lisäksi yrityksellemme luodaan parhaillaan prosessikuvauksia eri työprosesseista. Vuodonhaku on yksi tärkeä työprosessi. Tämä työ on apuna prosessikuvauksen tekemisessä.

Lähdeaineiston hankkiminen on ollut haasteellinen tehtävä. Aiheesta on kirjoitettu erilaisia muistioita ja tiedotteita. Varsinaista kirjallisuutta tässä työssä edustaa Suomen Rakennusinsinööri Liitto RIL ry:n toimittama käsikirja RIL 124-1 Vesihuolto I ja RIL 124-2 Vesihuolto II. Uusin lähdeaineistomateriaali löytyy laitemyyjien lähinnä englanninkielisistä laite-esitteistä. Näiden aineistojen lisäksi on käytetty jonkin verran aiheeseen liittyvää luentomonistomateriaalia.

Vesilaitoksen toimintaa ohjaavat useat eri lait, säädökset ja asetukset. Niitä ovat:

- vesihuoltolaki
- vesipolitiikan puitedirektiivi
- laki vesienhoidon järjestämisestä
- vesilaki
- ympäristönsuojelulaki
- asetus haja-asutuksen jätevesien käsittelystä
- terveydensuojelulaki
- maankäyttö- ja rakennuslaki
- laki ympäristövaikutusten arvioinnista
- laki vesihuollon tukemisesta
- lannoitevalmistelaki

Tämän lisäksi kaikkiin edellä mainittuihin lakeihin liittyvät asetukset. (Anneli Tiaisen esitelmä 28.1.2006 Hämeenlinnassa, Vesihuollon keskeiset säädökset).

Tässä työssä tärkeimmäksi laiksi nousee vesihuoltolaki ja sen 15 §. Se määrää vesihuoltolaitoksen tarkkailemaan käyttämänsä raakaveden määrää ja laatua sekä veden hävikkiä omassa verkostossaan.

Vesijohtoverkko on vesilaitoksen kallein investointikohde. Sen osuus alkuihastoinneista on keskimäärin yli 70 prosenttia. Vesijohtoverkon kustannuksista lähes 40 prosenttia on verkon putkien ja laitteiden hankinta- ja asennuskustannuksia. Kun vesilaitoksen kokonaiskustannuksista yli 60 prosenttia on pääomakustannuksia ja lähes puolet verkon rakennus- ja kunnossapitokustannuksia, verkon hyvä toimivuus ja pitkä käyttöikä ovat keskeisiä tekijöitä koko vesilaitoksen talouden kannalta. (Cormet Oy Insinööritoimiston julkaisu, 1980, 53).

Verkoston jatkuvaa huoltoa ja kunnossapitoa ei voi laiminlyödä. Putkiverkon kunnossapito tulee olla ennaltaehkäisevää ja suunnitelmallista.

2.0 Vesijohtoverkon vuodot LV Lahti Vesi Oy:n toiminta-alueella

Lahden kaupungin talousvesi on pohjavettä, joka otetaan käyttöön kuudesta omasta pohjavedenottamosta. Sen lisäksi vettä johdetaan kaupunkiin Hollolan ja Lahden kuntayhtymän yhteiseltä Ruopan pohjavedenottamolta. Yhteensä vettä pumpattiin 8,577 Mm³ vuonna 2004.

Lahden asukasluku on 98 255. Vesijohtoverkoston piirissä on 98,3 prosenttia asukkaista. Koko vesilaitoksen pumppaama vesimäärä oli keskimäärin 23 498 m³/d. Vuoden keskimääräinen ominaiskulutusluku oli 227 litraa/asukas/vuorokaudessa. (LV Lahti Veden julkaisu Tarkkailutulokset pohja- ja verkostoveden laadusta, 30.3.2004, 1-2).

Verkostolinjojen kokonaisvaltainen saneeraaminen on tärkeää sekä kuluttajien että yrityksen kannalta. Vesijohtoverkoston huono kunto ja vuodot aiheuttavat sekä taloudellisia että teknisiä ongelmia. Asiakkaille tekniset ongelmat ilmenevät jakeluhäiriöinä ja ruskeana vetenä. Pahimmillaan ne voivat aiheuttaa mahdollisen terveystarpeen. Liitteessä yksi esitetään LV Lahti Vesi Oy:n putkirikkojen syyt vuosilta 2001-2004. (Liite 1).

Suuret vuodot voivat aiheuttaa häiriöitä vedenjakelussa. Kun vuoto on suuri ja putken korjaaminen aloitetaan, joudumme usein keskeyttämään vedensaannin alueen kuluttajilta. Tällaisissa tapauksissa tiedotuksen täytyy toimia moitteettomasti.

Vesi- ja viemäriverkostoja voidaan pitää yllä joko korjaamalla verkostojen viat siinä vaiheessa, kun niitä ilmaantuu, tai huoltamalla verkostoja jatkuvasti ja suunnitelmallisesti, jolloin vältetään kustannuksiltaan usein kalliita käyttökatkoksia ja verkoston vaurioiden korjauksia. Suunnitelmallisella ylläpidolla ja toimenpiteiden koordinoimisella muiden verkostojen ylläpidon kanssa voidaan saavuttaa huomattavia kustannussäästöjä. (M.Salo ja K.Saarikoski, 1988, 10).

Vesijohtoverkoston saneeraamista täytyy jatkaa laajamittaisena, jotta pystymme pitämään mittaamattoman kulutuksen kasvun sekä siitä johtuvat kustannukset minimissä. Vesijohtoverkosto kattaa niin runkojohdot kuin tonttijohdotkin. Tonttijohdot uusitaan samalla, vaikka ne ovatkin kiinteistöjen omaisuutta. Suunnitelmallisen saneeraustyön pohjana tulee olla verkoston tämän hetkisestä kunnosta riittävän laajat tiedot sekä jatkuva kunnossapitotietojen dokumentointi. Kaikki verkostossa tehtävät uudistustyöt on dokumentoitava tarkasti, jotta tuleville tekijöille taataan optimaaliset edellytykset ylläpitää verkostoa. Vesijohtoverkoston vuotojen dokumentointi on rakennettu siten, että suunnittelijat näkevät kunnossapitotiedoista missä verkoston osissa on ollut häiriöitä ja vuotoja.

2.1 Vuotojen havaitseminen

Toiminta-alueemme kattaa lähes koko Lahden kaupungin alueen. Vastaamme toiminta-alueellamme vesihuollosta. Verkoston rakenne on tehty siten, että se on jaettu yhdeksään mittauspiiriin. Mittauspiirin alueelle syötetään vettä mittarin läpi. Näin tiedämme alueen kulutuksen. Jos kulutus kasvaa, voimme reagoida siihen nopeasti. Arkipäiväisin saamme mittarikaivoista tai vedenottamoilta edellisen vuorokauden kulutustilastot sekä minimi- ja maksimivirtaamien määrät. Tiedämme ja tunnemme eri alueiden minimivirtaamat. Osaamme reagoida kulutuksen kasvuihin. Sen lisäksi olemme suurimmilla toiminta-alueillamme yrittäneet etsiä vuotoja tehokkaammin. Käytämme apuna erilaisia apuvälineitä, joita esitellään tässä työssä myöhemmin sekä saneeraamme vanhaa verkostoa, vaikkei vuotoja juuri silloin olisikaan.

2.2 Vuototyypit

Vesijohtovuodot jaetaan kahteen eri ryhmään: Piilovuotoihin sekä pintaan tuleviin vuotoihin. **Piilovuodot** voivat olla esim. hiekkaharjuissa, joissa ne häviävät erityisesti Lahdessa Salpausselänharjuun eivätkä tule koskaan näkyviin pulppuavana vetenä. Vaikka putken kaivaisi esiin ja antaisi paineen olla päällä, vuodon havaitseminen on silti hankalaa. Hiekkaharjuisten alueiden mittaus täytyy järjestää erityisen hyvin, jotta vuotoihin pystytään reagoimaan ajoissa. Piilovuotojen paikallistamiseen tarvitaan yleensä erikoislaitteita.

Pintaan tulevat vuodot ovat sellaisia, että niiden seurauksena esim. talojen alakerta voi kastua tai maanpinnalle ilmestyy runsasta veden virtausta. Vuodot havaitaan myös niin, että kuluttajille jaettava normaali vesimäärä ei enää riitä. Kuluttajat ilmoittavat, että paineet ovat poissa eikä esimerkiksi suihku pysy enää päällä. Pintaan tulevat vuodot voivat aiheuttaa välillä yllätyksen siinä, että ne tulevat pintaan aivan eri paikasta, kuin ne todella vuotavat. Maaston mäkisyys voi aiheuttaa haastetta todellisen vuotopaikan löytymisessä.

2.3 Syyt vuotoihin

Verkkovuodot ajoittuvat voimakkaasti vuodenaikojen mukaan. Ilmeisesti routimisen ja maaperän kosteusolojen muutoksista aiheutuvan maaperän liikkumisen seurauksena on, että suurin osa vuodoista ilmenee keväällä ja syksyllä. (Cormet Oy insinööritoimiston julkaisu, 1980, 65). Verkon vuotojen esiintyminen LV Lahti Veden toiminta-alueella painottuu ennemminkin alkutalveen kuin kevääseen ja syksyyn. Vuotojen syntyyn vaikuttaa tässäkin tapauksessa maaperän routiminen.

Verkon vuotojen esiintymisessä on havaittavissa myös alueellisia eroja. Verkon keskiosissa ja lähellä pumppaamoja, joissa virtaukset ovat suuria, vaurioita on huomattavasti vähemmän kuin laitaosissa. (Cormet Oy insinööritoimiston julkaisu, 1980, 65). Yrityksemme toiminta-alueella ei ole havaittu suurempia alueellisia eroja vuotojen esiintymisessä.

Yleisin syy vuotoon on se, että putki tai putket ovat vuodoilla poikki, halki tai jokin liitososa on murtunut. Rauta- ja SG-valurautaputkiin tulee usein reikä tai reikiä. Ne eivät mene poikki tai halki. Muutamissa tapauksissa väärä liitosmateriaalin valinta on aiheuttanut vuodon. Putken sisäpuolinen korroosio voi johtua vedenlaadusta. Ulkopuolinen korroosio voi johtua maaperän syövyttävyydestä. Vuotoja korjattaessa on aina selvítettävä syy vuotoon. Syiden selvittäminen on tärkeää, jotta samanlaiset syyt voidaan jatkossa välttää tai niihin voidaan varautua paremmin.

2.4 Vuotojen aiheuttamat kustannukset

Vuotoveden prosenttiosuus oli vuonna 2004 vedenottamoilta pumpatusta vedestä 10,7 prosenttia. Toimintakertomuksessa tavoitteeksi asetettiin seitsemän prosenttia. Asetettua tavoitetta ei saavutettu. Esimerkiksi vastaava luku Turussa on 18 prosenttia. Lahden verkosto on hyvässä kunnossa, jos sitä verrataan Turkuun tai muihin Suomen isoihin kaupunkeihin.

2006 vuoden alussa siirryimme ennakoivaan kunnossapitoon. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että kahden asentajan pääasiallinen työ on vuotojen etsintä. Vuotojen etsintään ei ole panostettu viimeisten vuosien aikana yhtä paljon resursseja kuin aiemmin. Vuonna 2001 vuotovesimäärä oli 6,8 prosenttia. Kyseisenä vuonna vuotojen etsintä oli erittäin laajamittaista. Työhön keskityttiin usean miehen työpanoksella. Tämän lisäksi panostettiin ennakoivaan verkoston saneeraukseen.

Liitteessä 2 esitetään yhtiömme tilastot pumpatusta ja myydystä vedestä vuosilta 1960-2005. Tilastossa esitellyt luvut eivät ole keskenään täysin vertailukelpoisia, koska verkoston mittaus on tarkentunut ja verkosto on laajentunut suuremmalle alueelle ensimmäisten mittausten ajoista. Tilaston viimeisessä sarakkeessa näkyy mittaamattoman veden kulutuksen kehittyminen ko. ajanjaksolta. Vuoden 2001 panostus vuotojen etsinnässä ja ennakoivassa kunnossapidossa näkyy huomattavana muutoksena mittaamattoman veden määrän prosentuaalisena laskuna (Liite 2).

Panos- ja tuotossuhteessa on tehtävä valintoja. On huolehdittava siitä, että mittaamattoman kulutuksen ja vuotojen etsinnästä aiheutuvien kustannusten välinen suhde on järkevä. Mitä pienemmäksi vuotoprosentti saadaan, sen vaikeammaksi ja kalliimmaksi niiden löytäminen tulee. Tämän seurauksena voidaan kysyä, missä vaiheessa säännöllinen vuotojen etsiminen kannattaa lopettaa tai ainakin vähentää? Mikä tavoite on taloudellisesti järkevä taso?

Toisaalta myös vesihuoltolain 15 §:ssä vesihuoltolaitokselle asetetaan tarkkailuvelvollisuus. Laissa sanotaan: "Vesihuoltolaitoksen on tarkkailtava käyttämänsä raakaveden määrää ja laatua sekä veden hävikkiä laitoksen verkostossa." (Finlex, ajantasainen lainsäädäntö 9.2.2001 / 119). Mittaamattoman kulutuksen eli hävikin määrää täytyy valvoa myös lain asettaman velvoitteen mukaisesti. Laki ei määrittele veden hävikin määrää, joten vesihuoltolaitos asettaa oman tavoitemääränsä omalle toiminta-alueelleen.

Yrityksemme vedenottamoilta pumpataan vuodessa 8,5 miljoonaa kuutiota vettä. 10 prosentin vuotovesimäärällä hukkaan vuotaa 850 000 kuutiota vettä. Vedenottamon käyttökulut ovat 0,10 e/m³ sekä sähkön kulutus on 0,41 kwh/m³.

Näillä tiedoilla vuodot aiheuttavat vuodessa 69 700 euron kustannukset.

(0,41kwh /m³ * 850 000m³= 348500kwh * 0,1e= 34850e + 34850e= 69700e/ vuosi).

Yhden prosentin vaikutus on 85 000 m³ ja sen rahallinen vaikutus on 6 970 euroa vuodessa.

Tämän lisäksi loppulaskuun on lisättävä paineenkorotusasemien käytön lisääntyminen vuotoveden takia, sekä pohjavedenottamoilla kemikaaleista aiheutuvat kustannukset hukkaan menevästä vedestä. Vuotovedestä ei saada myöskään myyntituloja.

Vuotovesimäärän pienentäminen hyödyttää yritystä myös siten, että pohjaveden pumppaamista voidaan vähentää ja uusien lisävedenottamoiden tarve vähenee. Rahallisten säästöjen lisäksi pohjaveden pumppaamisen vähentäminen tuo pitkällä aikavälillä suuremman hyödyn ympäristön kuormituksen vähentämisenä.

Suurten, äkillisten vuotojen merkitys ja korjaamistarve on ilmeinen. Pienien salavuotojen korjaamisen tarpeellisuus on arvosteltava lähinnä taloudellisin perustein. Tässä suhteessa asian arvostelu on helpompaa, jos hukkavesimäärät arvioidaan vuotuisina vuotoveden määrinä.

Taulukosta voidaan todeta, että yhden millimetrin reikä tuhlaa vettä yhden suurehkon perheen vedentarpeen verran, kymmenen millin reikä aiheuttaa jo lähes sadan perheen vedentarvetta vastaavan tappion.

Vuotoreiästä virrannut vesimäärä, kun paine putkessa on 500kPa.

Reiän läpimitta mm	Vuotoveden määrä			
	l/s	l/h	m ³ /d	m ³ /a
1,0	0,016	58	1,39	510
2,0	0,053	190	4,56	1 660
3,0	0,136	490	11,75	4 300
4,0	0,246	890	21,40	7 800
5,0	0,372	1 340	32,00	11 600
6,0	0,500	1 800	43,20	15 800
7,0	0,660	2 360	56,80	20 700
8,0	0,870	3 130	75,00	27 300
9,0	1,110	4 030	95,80	35 000
10,0	1,360	4 910	117,50	42 800

(Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL R.Y. Helsinki 2004, 638)

2.5 Vuotojen aiheuttamat haitat

Vuotovesi voi aiheuttaa maan sortumista, hiekan häviämistä viemäriin ympäriltä ja tämän seurauksena viemäri voi vaurioitua. Jos vuotovedet pääsevät viemäriin, ne voivat aiheuttaa puhdistamoilla häiriöitä prosessiin. Tällöin puhdasta vettä joudutaan käsittelemään turhaan. Vuotovedet voivat imeytyä maaperään ja maaperän vesipitoisuus voi tämän seurauksena muuttua. Rakennuksissa ja rakenteissa vuotovesien tekemät vauriot ja niiden korjaaminen aiheuttavat suuria kustannuseriä. Liikenneväylille vuotovedet aiheuttavat rakennekerrosten ja päällystysten rikkoutumista ja sen seurauksena kantavuuden heikkenemistä. Lisäksi liikenne häiriytyy yleensä korjaustöiden vuoksi.

Vesijohdon korjaustöiden yhteydessä esiintyy useimmiten veden jakeluhäiriöitä. Vuotava vesijohtolinja joudutaan korjauksen ajaksi sulkemaan muusta verkostosta. Vuodot eivät yleensä varoittele tulostaan etukäteen. Korjaukset tehdään mahdollisimman nopeasti vuorokaudenajasta välittämättä. Kuluttajille järjestetään vedensaanti tilapäisratkaisuin, jos se on mahdollista.

Vanhojen linjojen putkiin on kertynyt ruostetta ja erilaisia saostumia. Paineen vaihtelut ja virtaussuuntien muutokset voivat näkyä kuluttajille jaettavassa vedessä esteettisinä haju- ja makuhaittoina. Erittäin epäedullisissa olosuhteissa putkistoihin voi syntyä imua ja pienenkin vuotokohdan välityksellä vesijohtoverkoston voi joutua epäpuhtauksia. Terveydellisten haittojen poistamiseksi korjattu putki huuhdellaan aina ennen käyttöönottoa. Joissakin tapauksissa vedelle asetetut laatuvaatimukset varmistetaan vielä näytteenotolla tai jopa putkiston desinfioinnilla.

Vuotojen aiheuttamien haittojen vähentämiseksi vesijohtoverkoston suunnittelussa ja rakentamisessa olisi otettava huomioon mahdolliset verkoston huoltotyöt. Venttiilejä pitäisi sijoittaa tarpeellinen määrä, jotta huoltotyöt olisi mahdollista järjestää parhaalla ja kustannuksia säästävällä tavalla. Näin vältetään tarpeettoman suurten alueiden sulkemiselta pois verkostosta korjaustöiden aikana.

3.0 Vuodonhakumenetelmät

3.1 Vesijohtojen kunnan tarkkailu

Jatkuvana vesijohtoverkoston kunnan tarkkailuna voidaan pitää verkostoon pumpatun vesimäärän pitkäaikaista seuranta mittausasemien kautta, maastotarkastuksia vesijohtolinjojen kohdalta, sekä viemäreiden vesimäärien seuraamista viemärikaivoista ja pumppaamoilta. Sen lisäksi verrataan verkostoon pumpatun vesimäärän ja vuositason myydyin vesimäärän erotusta.

3.2 Verkostoon pumpatun ja kulutetun vesimäärän vertailu

Vesilaitoksissa seurataan verkostoon pumpatun ja laskutetun vesimäärän eroa. Pumpattu vesi ja asiakkaille jaettava vesimäärä mitataan mittareilla. Näiden kahden luvun erotus on hukkaveden määrä, josta voidaan määritellä hukkavesiprosentti. Hukkaveden määrä eli mittaamaton kulutus voi sisältää myös vuotovettä, sammutusvettä sekä huuhteluvettä. Tämän mittauksen lisäksi meillä on painepiirejä, joilla mitataan kulutetun veden määrää. Eri painepiireistä saamme tietoa alueellisesta kulutuksesta. Painepiireistä saadun tiedon perusteella voimme arvioida verkostojen kuntotasoa eri alueilla.

Vuotoprosentin pienenemiseen voi olla monta syytä. Siihen voi vaikuttaa vanhojen huonokuntoisten vesijohtolinjojen saneeraaminen, ylisuurten vesimittareiden vaihtaminen oikeankokoisiksi tai järjestelmällinen vesijohtovuotojen etsiminen ja korjaus. Mittauspiirien rakentaminen on vaikuttanut positiivisesti siihen, että olemme voineet reagoida nopeasti ja tehokkaasti tietyn alueen kulutusmäärien kasvuun.

Yrityksemme toimintatapoihin on kuulunut perinteisesti järjestelmällinen vuotojenetsintä. Mittausasemien rakentaminen aloitettiin jo 10 vuotta sitten. Mittausasemien rakentaminen on helpottanut vuotojen etsintää. Asemilta saadaan tiedot minimivirtauksista jokaisen mittauspiirin alueelta. Toisena keinona on käytetty yöaikaista minimikulutuksen seuranta. Jollekin jakelualueelle järjestetään ylimääräistä kulutuksen seuranta, jos alueella ei ole vettä käyttävää yritystä, tuntikulutuksen tulisi olla 1-1,5% koko vuorokauden kulutuksesta.

3.3 Yökulutusseurannan työvaiheet

Alueellisen yökulutuksen seuranta valmistellessa pitää ottaa huomioon seuraavat asiat:

- seuranta-alueen määrittely
- seuranta-alueen jakomahdollisuus pienempiin alueisiin
- mittausalueella esiintyviin jatkuviin kuluttajiin valmistautuminen
- käytettävien venttiileiden toimivuuden tarkistaminen etukäteen
- mittaukseen osallistuvien yhteinen neuvonpito
- tiedotetaan alueen asukkaille kyseisestä toimenpiteestä
- tiedotetaan yhtiön sisällä erityisesti päivystäjiä
- yökulutusmittauksen suoritus
- saatujen mittaustulosten analysointi, raportointi ja jatkotoimenpiteistä sopiminen sekä tietojen syöttö x-pipe kunnossapito-ohjelmaan.

3.3.1 Yökulutusseurannan suunnittelu

Suunnittelun alussa määritellään alue, jota aiotaan mitata. Lisäksi määritellään tutkittavat osa-alueet. Seuranta-alueeksi valitaan alue, joka on irrotettavissa verkostosta 2-6 venttiilillä. Lisäksi alueella on oltava vesi-asema tai paloposti, josta voidaan syöttää vettä sekä seurata vesimittarin avulla kulutusta. Alueen kokoon ja rajaukseen vaikuttavat putkiston materiaali ja ikä. Näiden kahden tiedon perusteella voidaan arvioida alueen vuotoherkkyys. Alueen koon määrityksessä kannattaa ottaa huomioon, että kaikille kuluttajille riittää varmasti vettä mittauksen ajaksi. Kulutuksen seurantaan vaikuttaa myös se, onko tutkittavalla alueella teollisuutta tai yritystoimintaa, joka tarvitsee vettä ympärivuorokautisesti.

Osa-aluejakoa tehtäessä on hyvä selvittää kaikki alueella olevien sulkuventtiilien paikat. Käytännössä öiseen aikaan sulkujen etsiminen on paljon työläämpää kuin päivän valossa. Lisäksi jakoa suoritettaessa pitää muistaa huomioida kuluttajien veden saanti. Yökulutusmittausta suoritettaessa on muistettava, että jokaisen suljetun venttiilin molemmilla puolilla oleva verkostopaine pidetään niin lähellä normaalia, kuin se on mahdollista. Näin minimoidaan mittauksen aikana venttiilien läpivuoto ja sen seurauksena väärä mittaustieto.

3.3.2 Yökulutusmittauksen laitteet

Yökulutuksen mittaus voidaan suorittaa verkoston vesimittauspisteissä, paineenkorotusasemilla, vesiasemilta tai paloposteista. Tarvittava pääkomponentti on paineauto, jossa on vesisäiliö. Vesisäiliöllä varustetun paineauton on pystyttävä pitämään suljetun verkoston osa vedessä tarvittava aika. Sen lisäksi tarvitaan vesimittari, joka kytketään auton ja palopostin välille, jotta nähdään paljonko verkostoon menee vettä.

3.3.3 Yökulutusmittauksen suorittaminen

Varsinainen mittaus suoritetaan niin, että paineauto kytketään osaksi verkostoa ja tämän jälkeen katsotaan verkoston käyttöpaine. Sen jälkeen suljetaan suunnitelman mukainen alue. Tarvittaessa paineautosta syötetään vettä verkostoon. Koko alueen virtausmääriä seurataan. Jos veden virtausta ei ole, alue on tiivis. Jos veden virtaus on niin suurta, että vuotoa oletetaan olevan, aloitetaan tarkasteltavan alueen pienentäminen. Ensin avataan yhden verkoston yhteys seuranta-alueelle, etteivät kuluttajat jää ilman vettä. Sen jälkeen pienennämme seuranta-aluetta yhden osa-alueen verran sulkemalla lisää venttiileitä. Pois suljetun osa-alueen vedensaanti turvataan ensin avatun yhteyden kautta. Seuranta-aluetta pienennetään niin kauan, että tunnistamme sen osa-alueen jossa vuoto todellisuudessa on. Samalla voidaan tutkia muunkin alueen minimivirtaus.

3.3.4 Yökulutusmittauksen tulosten analysointi

Mittauksen aikana dokumentoinnin tärkeys korostuu. Työtä helpottaa, jos venttiilien asennot kirjataan ylös tutkimusten eri vaiheissa. Ilman dokumentointia voi käydä niin, että vuodon jäljityksen aikana joku venttiileistä jää kokonaan kiinni. Kaikki minimikulutus ei ole verkosta ohi vuotavaa vettä. Siihen voi sisältyä kuluttajilta vuotamaan jääneitä vesipisteitä. Pienillä alueilla näillä ei ole suurta merkitystä, mutta isolla alueella kerrannaisvaikutuksen myötä merkitys kasvaa. Tämän tyyppinen kulutus täytyy ottaa huomioon ja vähentää tiedoista, jotta saisimme selville mahdollisemman tarkan todellisen vuotomäärä.

3.4 Mittauspiirit

Yrityksemme on vuosien varrella rakentanut suurimman painepiirin alle kuusi mittauspiiriä. Rakennettuihin piireihin on tehty yksi tai kaksi syöttöpistettä. Mittauspiirin läpi menevän veden määrää mitataan. Mittauksista saadaan tarkat tiedot mm. yön alimmasta kulutustiedosta. Vuotojenetsintäryhmä voi seurata kulutustietoja joka aamu tulevasta raportista. Jos piirissä on tapahtunut isoja muutoksia, ryhmä tekee tarkemman kartoituksen ko. piiristä. Osa mittauspiireistä on tehty niin, että niitä voidaan vaihtaa keskenään. Jos tällaisessa piirissä havaitaan suuria muutoksia, voidaan osa vedenjakelusta siirtää toiseen piiriin. Seuraavan aamun raportista katsotaan, miten muutos on vaikuttanut veden kulutukseen. Perusidea on sama kuin yökulutusmittauksessa jota on selvitetty aiemmin. Mitattavaa aluetta pienennetään kunnes vuotava osuus pystytään paikallistamaan mahdollisimman tarkasti. Tämän jälkeen vuodon paikantaminen on helpompaa.

Mittauspiirit on todettu monessa vuodon etsinnässä todella hyödyllisiksi. Mittauspiirien lisärakentamista pitäisi jatkaa. Verkostossamme on monta osaa, joiden hallintaa ei ole hoidettu parhaalla mahdollisella tavalla. Uusien alueiden suunnittelussa ja rakentamisessa olisi otettava huomioon mittauspiirien rakentaminen. Monia isoja, uusia asuinalueita rakennetaan eikä niihin ole suunniteltu minkäänlaisia mittausvälineitä vedenkulutuksen vahtimiseksi.

3.5 Vuotoääniloggerit



Kuva 1. Vuotoääniloggeri

Yrityksemme vuokrasi Englannissa kehitetyn vesijohtoverkoston jatkuvaan tarkkailuun soveltuvan vuotoääniloggerilaitteen. Menetelmä on erittäin tehokas tilapäiseen vuotojen hakuun. Loggereiden asentaminen on helppoa voimakkaan magneetin avulla esim. venttiilikaivoon. Suojausluokka IP 68 mahdollistaa häiriöttömän toiminnan, vaikka kaivo täyttyisi vedellä. Virtalähteenä loggerissa on akku, jonka toiminta-aika on noin 10 vuotta. Vuotoääniloggerit kuuntelevat verkoston ääniä. Ellei laite havaitse mitään normaalista poikkeavaa, se viestittää antamallaan signaalilla ”ei vuotoa”. Kun laite havaitsee mahdollisen vuotoäänien, se antaa vuotoilmoituksen keskusyksikölle eli ”Patrollerille”. Patroller on akkutoiminen kannettava yksikkö. Patroller lukee loggereiden antamat signaalit esim. autosta, joka ajaa loggerin ohi. Tiedot tallentuvat yksikköön. Tiedoista saadaan näkyviin loggerin numero ja tallentuneiden äänien voimakkuus ja hajonta.

Loggerit ovat varsin toimiva vuodonetsintämenetelmä. Huonoina puolina voidaan pitää sitä, että se ei erota venttiilin poksivuotoa, eikä ääntä pitävää kiertovesipumpun ääntä. Tämän seurauksena se löytää paljon vuotoepäilyjä, joita on tarkistettava jälkikäteen. Loggereiden sijoittelu verkostoon on tehtävä noin 200 metrin välein, joko venttiileihin, vesiasemiin tai paloposteihin. Seuraavana aamuna lukulaitteen lukema voidaan käydä lukemassa. Talvella loggereita on hyvä pitää samassa paikassa kaksi vuorokautta ja tarkistaa, että lukema pysyy saman suuruisena. Tämä siksi, että esimerkiksi talvella kovien pakkasten aikana kotitaloudet voivat valuttaa vettä ympäri vuorokauden putkien jäätyksen estämiseksi. Veden kulutus on tällöin suurempaa kuin normaalisti. Loggereiden sijoituspaikan ja siirtojen tarkka dokumentointi on tärkeää. Tiedot viedään x-pipe kunnossapito-ohjelmaan. Ohjelmaan syötetään tiedot, milloin ja mitä arvoja loggeri on antanut kuuntelun aikana. Vuotoäänien antaneet kohteet tutkitaan tarkemmin.

4. Vuodonpaikantamismenetelmät

Edellä esitellyillä menetelmillä pystytään määrittelemään vuodon todennäköinen karkea sijaintipaikka. Jotta varsinainen vuotopaikka voidaan

paikallistaa, tarvitaan seuraavissa kappaleissa esiteltäviä erilaisia vuotojen paikantamismenetelmiä ja välineitä.

4.1 Stetoskooppitekniikka



Kuva 2. Vuodon korvakuuntelu

Stetoskooppitekniikalla kuunnellaan putkistoista kuuluvia ääniä. Vuotokohdan määrittely tapahtuu äänisignaalien voimakkuuksia vertailemalla. Menetelmällä kuunnellaan sulkuventtiilin päästä eli karasta tai palopostista vesijohdosta kuuluvia ääniä. Harjaantunut korva erottaa vuodon äänen. Menetelmää käytetään yleensä ensimmäisenä paikoissa, joissa epäillään vesijohtovuotoa. Menetelmästä käytetään myös nimeä ”korvakuuntelu”.

4.2 Maamikrofonimenetelmä

Vuotokohta voidaan määrittellä myös kuuntelemalla vuotoveden purkautumisesta aiheutuvaa ääntä maanpinnalta. Kuuntelu suoritetaan herkällä mikrofoniilla, jossa on voimakas vahvistin. Vahvistimen kojeistolla leikataan häiritseviä äänitaajuuksia, jotka eivät ole vuodon aiheuttamia. Näyttöä ja kuuloaistimusta hyödyntäen määritellään vuotopaikka. Menetelmä on herkkä muille äänille, jonka seurauksena kuuntelu kannattaa suorittaa hiljaisena aikana. Suoraan maasta kuunnellessa suositellaan asfalttipohjaa, koska pohjalevy ottaa häiriötä muista alustoista.

Paikannettaessa vesijohtoverkoston vuotokohtaa vuotoääneen perustuvalla laitteella kuten maamikrofonilla, vuoto pitää ajatella äänilähteeksi. Vuotokohtaa etsittäessä on mietittävä, miten vuotoääni saadaan erottumaan muista alueen äänistä mahdollisemman selvästi.

4.2.1 Maamikrofonikuuntelun suoritus

Karoista kuuntelua käytetään pienentämään etsintäaluetta, jolta vuotoa on maamikrofonilla mielekkäintä kuunnella. Kuunneltavia kohteita ovat kaikki verkoston näkyvillä olevat osat, kuten venttiilien karat, palopostit, vesipostit, vesimittarit, esiin kaivetut putket jne. Näistä kohdista kuunnellaan kuuntelupistimellä. Metallisista putkista ääni on kuultavissa runkoäänenä hyvinkin kaukaa.

Maamikrofonikuuntelu aloitetaan kulkemalla vuotavaksi epäiltyä putkilinjaa ja suoritetaan kuunteluita kaikista näkyvillä olevista verkosto-osista. Kun

kuuntelussa löydetään voimakkaimman äänen alue, voidaan äänen voimakkuuksista päätellä mahdollinen vuodon alue ja aloittaa tarkempi vuodon kuuntelu tältä alueelta. Jos vuotavaksi epäillyssä verkostonosassa on muovisia materiaaleja, eikä vuotoääniä näkyvillä olevista verkosto-osista kuulu, koetetaan venttiileitä sulkemalla ja raottamalla selvittää vuotoava venttiiliosuus.

Jos vuodosta poistuva vesi on tullut maanpintaan, on usein viisainta aloittaa maamikrofonikuuntelu pintaantulokohdan läheisyydestä. Maamikrofoni asetetaan kuuntelualueelle ja laitteen herkkyys ja suodattimet valitaan ympäristöolosuhteille sopiviksi. Kuuntelua suoritetaan noin metrin välein ja havaittuja äänentasoja verrataan toisiinsa. Vuoto sijaitsee yleensä suurimman äänenvoimakkuuden kohdalla, jos aikaisemmin luetellut häiriötekijät on saatu poistettua.

Kun epäilty vuotokohta on saatu paikallistettua, voidaan asia varmistaa sulkemalla vedentulo epäiltyyn putkiosuuteen. Jos ääni muutaman minuutin kuluttua sulkemisen jälkeen häviää ja palaa nopeasti vettä putkiosuudelle johdattaessa, voidaan olla suhteellisen varmoja vuodon paikantumisesta.

4.3 Akustokorrelaattori

Akustokorrelaatiotekniikka perustuu nimensä mukaisesti äänien vertailuun. Korreloinnin yhteydessä kuunnellaan verkoston ääniä kahdesta eri kohteesta. Kuuntelukohdat valitaan niin, että mahdollinen vuotokohta on kuuntelupisteiden välissä, mutta ei kuitenkaan keskellä. Vuotoäänien on oltava kuunneltavissa molemmista kuuntelukohdista.

Vuodosta lähtevä ääni on aina vaihteleva. Korreloidessa laitteisto erittelee molemmista kuuntelukohdista tulevista äänistä saman äänilähteen lähettämät äänet. Lisäksi laitteiston taajuus seuranta pyrkii tarkistamaan, että äänien on mahdollista olla vuodon aiheuttamat.

4.3.1. Toimintaperiaate

Akustokorrelaattorilaitteisto mittaa vuodon synnyttämän äänen saapumisajankohdan aikaeron kahteen kuuntelupisteeseen. Kahden kuuntelupisteen äänet johdetaan keskusyksikköön mikrofoniin ja radiolähtetimen avulla. Kone määrittelee äänen nopeuden putkessa tutkittavalla välillä seuraavien taustatietojen avulla: putkimateriaali, putken halkaisija ja kuuntelupisteiden välimatka. Äänen nopeuden ja mittaamansa aikaeron perusteella akustokorrelaattori laskee vuotopaikan. Vuotopaikan tarkkuus riippuu olennaisesti annettujen lähtötietojen oikeellisuudesta.

4.3.2 Ennen vuodon paikantamista

- Varmista, että kuuntelualueella on vuoto.
- Selvitä lähtötiedot mahdollisemman tarkasti.
- Aloita karoista kuuntelulla
- Varaa riittävästi aikaa.

4.3.3 Vuodon paikannus korrelaattorilla



Kuva 3. Korrelaattorin tulkintaa

Vuodon paikantaminen korrelaattorilla aloitetaan yleensä kuuntelemalla runkoääniä verkoston näkyvistä osista. Jos runkoääniä havaitaan, on tehtävä päätös käytettävistä kuuntelupisteistä. Kun kuuntelupisteet on valittu, asennetaan lähettimet ja mikrofonit puhdistettuihin kuuntelupisteisiin magneettien avulla. Kytetään virta lähettimiin ja asetetaan lähettimet lähetystilaan painamalla TxLo-nappulaa, jos matka on alle 150 metriä, ja jos kuunneltava matka on yli 150 metriä, tulee painaa TxHi-nappulaa. Tämän jälkeen kytetään virta keskusyksikköön. Kuuntelupisteiden välinen etäisyys mitataan ja syötetään korrelaattorille. Selvitetään kuunneltavan putkiosuuden materiaalit ja halkaisijatiedot ja syötetään tiedot myös niistä korrelaattorille.

Tämän jälkeen korrelaattori on valmis antamaan tiedon vuotokohdasta. Kuunteleminen ja tulosten tuleminen kestää ilman ennakkovalmisteluja yleensä puolesta minuutista viiteen minuuttiin. Korrelaattori ilmoittaa vuotopaikan etäisyyden lähettimestä. Korrelaattorin toinen pää on punainen ja toinen on sininen.

Selvissä tapauksissa akustokorrelaattori piirtää yhden ainoan terävän piikin vuotopaikaksi. Vaikeammissa tapauksissa piikki saattaa olla hyvinkin leveä tai näytössä on havaittavissa useampia piikkejä. Tällöin korrelointitulos täytyy saada selvemmäksi. Yksi keino tulosten selventämiseen on suodattimien kaventaminen kuuntelualueella. Näin häiritsevät äänet jäävät kuuntelualueen ulkopuolelle.

Vuotopaikalla on suoritettava vähintään kaksi korrelointia. Toisella korreloinnilla muutetaan toisen kuuntelupisteen sijaintia. Vuotopaikan osoituksen pitäisi pysyä samassa paikassa. Jos vuotopaikka muuttuu, on syytä epäillä näytön oikeellisuutta. Vuotopaikan muuttuessa kahden mittauksen välillä on syytä tarkistaa lähtötiedot ja suorittaa uudet korreloinnit. Korrelointitulos on muutenkin aina hyvä tarkistaa esim. maamikrofonilaitteistolla.

Korrelaattori on helppokäyttöinen laite vuodon etsinnässä. Sen optimaalinen käytettävyys vuotojen etsinnässä edellyttää hyvää perehdytystä ja koulutusta

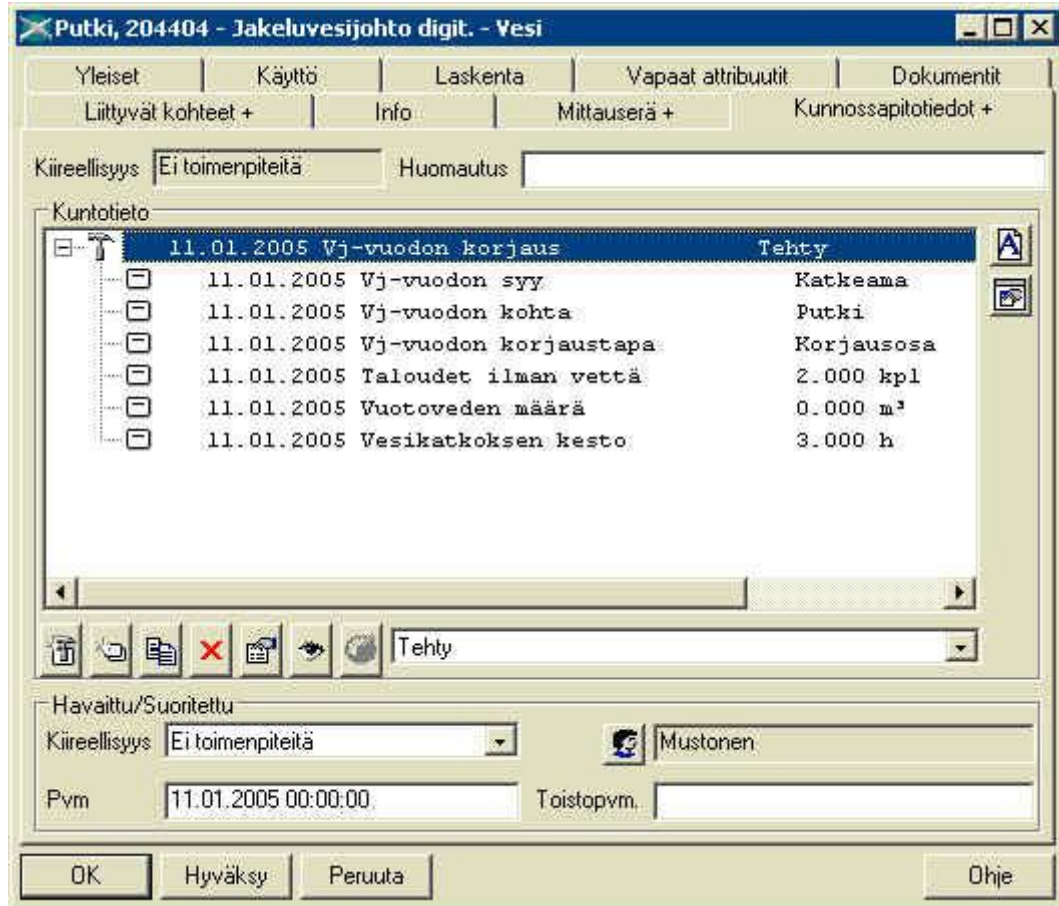
laitteen käytöstä. Korrelaattori on tehokas vuodon paikantaja jokapäiväisessä käytössä.

5. Vuotoepäilyistä korjaukseen

Jos aamulla saatavista mittauspiiriraporteista havaitaan, että yön aikana mittareiden läpimenevä virtaus on lisääntynyt, ensimmäisenä on kartoitettava, mikä alue on kyseessä. Jos alueen maastolle on ominaista vuotovesien pintaan tuleminen, määritellään kartan avulla alueen potentiaaliset vuotokohtat. Lisäksi käytetään olemassa olevaa muistitietoa ko. alueen isojen sadevesien purkuojien ja suurimpien viemäreiden haaroituskaivojen sijainnista alueella. Sen jälkeen otamme alueen kartan ja siirrymme maastoon. Kantakarttaan on merkitty mm. putkilinjojen sijainnit ja maaston muodot.

Osa mittauspiirialueista voidaan jakaa osiin, tai jopa irrottaa siitä osa toiseen alueeseen, jossa vuotoa ei ole. Ajamme tarkastamaan rumpujen päät ja isoimmat viemärihaaroituskaivot. Pienennämme mittauspiiriä seuraavana yönä, jotta saamme mittaustiedon ja pystymme arvioimaan mille alueelle mahdollinen vuoto jää, jos vuotoa ei ole sitä ennen löydetty. Seuraamme miten alueiden kulutus muuttuu seuraavana yönä. Pienennämme muuttuneen piirin aluetta niin kauan, kunnes vuotokohta voidaan paikallistaa. Kaivojen ja rumpujen päistä voi saada hyödyllistä tietoa ja niitä seuraamalla voidaan päästä lähelle vuotoa. Joskus vesijohdot vuotavat suoraan heikkokuntoiseen viemäriin. Sen takia on tärkeää seuralla viemärikaivoissa esiintyvää kirkasta vettä. Ongelmia aiheuttavat sujutetut putket, koska ne kulkevat toisten putkien sisällä. Sujutetun putken vuodon ulostulokohta on aina liitoskohta, eikä välttämättä todellinen vuotokohta. Tällaisten vuotojen määrä on ollut onneksi vielä vähäinen. Vuotojen paikantaminen on erittäin hankalaa. Vertailuna teräs- ja valurautaputkissa olevat vuodot antavat sulkuihin tai paloposteihin äänen, jonka tarkkakuuloiset voivat havaita. Kuulohavainnon tekemistä helpottaa, jos paikka on suojassa liikenteen melulta, koska ääni on hyvin heikko ja matala. Kun saadaan suunta, millä putkiosuudella vuoto mahdollisesti on, se voidaan korreloimalla paikantaa. Jos korrelaattori antaa selvän piikin vuodosta, sitä voidaan kuunnella vielä maamikrofonilla. Tämän jälkeen vuoto kaivetaan esiin ja korjataan. Jos vuoto jää kiinteistön putkeen, asiakkaan kanssa solmitaan uusimissopimus. Rikkoutuneen putken sisälle sujutetaan uusi putki vesimittarille saakka. Vuodon syyt tutkitaan ja dokumentoidaan valokuvien kanssa x-pipe kunnossapitojärjestelmään. Alla olevassa kuvassa on esitetty yhdestä vuodosta järjestelmään viedyt raportointitiedot. Järjestelmään viedään tiedot mm. vuodon:

- syistä
- kohdasta
- korjaustavasta
- kuinka montaa taloutta oli ilman vettä
- vuotoveden määrä
- vesikatkoksen kesto tunteina



Kuva 4, x-pipe kunnossapitojärjestelmä

6. Kehitystoimenpiteet

Yrityksemme käyttämät vuodonpaikannuslaitteet ovat huippuluokkaisia. Vuodelle 2006 olemme saaneet määrärahat uuden korrelaattorin hankintaan. Tämä helpottaa muoviputkista etsittävien vuotojen löytymistä. Muoviputkien vuotojen etsintä on ollut vanhalla korrelaattorilla lähes mahdotonta. Uuden korrelaattorin hankinnan jälkeen uusien laitteiden lisääminen ei tuo lisää tehokkuutta vuotojen etsintään. Vuodonetsintäteknologia kehittyy koko ajan. Kehityksen seuraaminen on todella tärkeää laitteiston ja menetelmien tason ylläpitämisessä tulevaisuudessakin.

Huippuluokkaisten laitteiden käyttöä pystyttäisiin tehostamaan, jos x-pipe-kunnossapitojärjestelmä voitaisiin liittää kannettavaan tietokoneeseen. Näin saisimme maastossa työskennellessämme karttatiedot suoraan järjestelmästä käyttöömmek. Tämä lisäisi aktiivisen työajan määrää, koska asemapaikalla käynnit vähentyisivät nykyisestä. Osa vuodonhaku- ja paikantamisvälineiden tuloksista voidaan analysoida vain tuomalla laite luettavaksi tietokoneelle. Tietojen purkaminen järjestelmään voitaisiin hoitaa jo laitteen sijoituspaikassa, jos käytössämme olisi kannettava tietokone.

Jotta mittaamattoman veden kulutusta voitaisiin pienentää entisestään, mittauskaivojen määrää olisi lisättävä. Löyttymäen painepiiriin olisi hyvä saada joitain uusia mittauskaivoja. Mittauskaivojen avulla voitaisiin tarkemmin seurata alueen kulutusta ja todennäköisesti voitaisiin löytää muutama piilovuotokin. Alueelle voitaisiin rakentaa halvempia mittauskaivoja. Näiden mittauskaivojen tekniset ominaisuudet olisivat vaatimattomampia kuin nyt käytössä olevien mittauskaivojen. Uusi mittauskaivo tehtäisiin siten, että vesijohto kaivetaan esiin ja kaivon renkaat istutetaan sen päälle. Uudesta mittauskaivosta voitaisiin saada lukemia virtausmittarin avulla. Virtausmittari pystyy mittamaan vesijohdon ulkopuolelta virtauksen määrän. Näin saisimme tarkan tuloksen putkessa olevasta virtauksen määrästä.

Uusia alueita suunniteltaessa pitäisi ottaa huomioon mittauspiirien laajennettavuus tulevaisuudessa. Jo suunnitteluvaiheessa on huomioitava mittauksen tekemisen mahdollisuus. Rakennusvaiheessa mittauskaivojen perustaminen on vielä helppoa.

Mittauspiireistä saatujen tulosten järjestelmällisen dokumentointijärjestelmän luominen on välttämätöntä. Dokumentoinnin perusteella on luotava pitkän aikavälin seurantajärjestelmä. Näin saadaan dokumentoitua tietoa tiettyjen piirien normaaleista vaihteluväleistä eikä kaikkiin muutoksiin välttämättä tarvitsisi heti reagoida. Ilman mittautustietojen tallettamista ja niiden lukutaitoa teemme turhaa työtä ja resurssien käyttö ei ole optimaalista.

Kehitystoimenpiteenä voidaan pitää myös prosessikuvaustyön aloittamista. Vuodenhaku kuvataan osaprosessina. Prosessin eri vaiheiden tarkoituksenmukaisuus kartoitetaan suhteessa kokonaisprosessiin.

Vesijohtoverkoston mallintaminen aloitettiin syksyllä 2005.

Vesijohtoverkoston hydraulinen malli rakennetaan solmupisteistä ja niitä yhdistävistä johdoista. Mallintamisella etsitään laskennallisesti verkoston heikot virtauspaikat. Tällä tarkoitetaan vesijohtoverkonkohtia, joissa veden vaihtuvuus on liian pientä tai vaihtoehtoisesti liian suurta.

Vuotamatonta verkostoa ei ole, eikä tule olemaan. Verkostosta voidaan tehdä sellainen, että hallitsemme sen kaikki osat ja pystymme reagoimaan siinä tapahtuviin muutoksiin nopeasti ja aiheuttamatta asiakkaille suurta harmia.

7. Pohdintaa

Tämän työn johdannossa on esitetty tavoitteeksi selvittää käytössä olevat vuodenhakuun ja paikantamiseen käytettävät laitteet ja menetelmät. Selvityksen perusteella on tarkoitus määrittää parhaat laitteet ja menetelmät, jotka sopivat yrityksemme käyttöön.

Olen koonnut laitteet ja menetelmät alla esitettyihin taulukoihin. Taulukossa yksi on esitetty vuodenhakuun liittyvät menetelmät ja arvio niiden käytettävyydestä yrityksessämme. Taulukossa kaksi on esitelty vuodonpaikantamismenetelmät ja niiden käytettävyyttä. Eri menetelmien ja laitteiden paremmuusjärjestyksen

laittaminen on haasteellista, koska kaikissa esitetyissä laitteissa ja menetelmissä on omat hyvät ja huonot puolet. Paras lopputulos saadaan käyttämällä useampia eri laitteita ja menetelmiä yhdessä.

Taulukko 1. Vuodohakumenetelmät

Menetelmät	Sopii hyvin/ huonosti/ Siltä väliltä	Sopii	Perustelut
Yökulutusseuranta	Siltä väliltä		- työkustannukset nousevat - suoritetaan yöaikaan + vuotoalue löytyy varmasti.
Mittauspiirit	Siltä väliltä		+ antaa impulssin vuodosta - alueen vedenkulutuksen kasvu saattaa aiheuttaa väärän impulssin
Vuotoääniloggerit	Sopii hyvin		+ ilmoittaa vuodoista + helppo käyttää + varma tulos - ei erottele pumppujen ääniä

Taulukko 2. Vuodonpaikantamismenetelmät

Menetelmät	Sopii hyvin/ huonosti/ Siltä väliltä	Sopii	Perustelut
Stetoskooppitekniikka	Siltä väliltä		- vaatii erittäin harjaantuneen kuulon - liikenteen melu häiritsee + ammattilainen kuulee vuodon äänen varmasti valuraudasta
Maamikrofonimenetelmä	Siltä väliltä		- vaatii harjaantuneen kuuntelijan - liikenteen melu häiritsee - vaatii asfalttipohjan
Akustokorrelaattori	Sopii hyvin		+ löytää vuodon helposti + uudella laiteversiolla löytää vuodon muoviputkesta

Vuodon paikantamiseen ja vuodon hakuun käytettyjä menetelmiä ei saa sekoittaa toisiinsa. Esimerkiksi korrelaattorin käyttö suurten alueiden tutkimisessa olisi erittäin hidasta ja harhaosumien todennäköisyys kasvaisi, koska kone yrittää löytää vuotoäänien vaikka väkisin. Tämän seurauksena työn kustannukset nousisivat huomattavasti, eikä työn suorittaminen olisi mielekäästä. Maamikrofonin käyttäjän täytyy olla harjaantunut. Ensin on opeteltava kuuntelemaan, mikä on minkäkin materiaalin antama vuotoääni. Maamikrofonia on erittäin hankala ellei mahdotonta käyttää esimerkiksi vilkkaasti liikennöidyillä kadulla tai edes jalankulkijoiden joukossa, koska sillä ei saa vuotoääntä kuuluville häiriötekijöiden takia. Samat häiriötekijät vaikeuttavat myös korrelaattorilla työskentelyä. Tämän seurauksena kuuntelun ajankohdan valitseminen on tärkeää. Kuunteluajankohta on hyvä valita sellaiseksi, että häiriötekijöiden vaikutus olisi mahdollisimman pieni.

Yökulutusmittauksia suunnitellessa kannattaa ottaa huomioon viikonpäivä ja televisio-ohjelmat. Kuluttajien toimintoja ohjailevat suhteellisen paljon tiedotusvälineiden aikataulut. Myöhään tulevien tv-ohjelmien päättymisen jälkeen, keskimääräinen yökulutuksen taso saavutetaan vasta noin 1 – 1,5 tunnin jälkeen. Yökulutusmittauksia suoritettaessa on huomioitava käytettävissä olevan työajan pituus. Yhden yön työaika on alle kuusi tuntia. Mittauksia suoritettaessa on muistettava tehdä tarkat muistiinpanot yön tapahtumista jatkoanalyysijä varten. Venttiilit on syytä tarkistaa edellisenä päivänä, ettei aika kulu yöllä hukkaan venttiilejä etsiessä.

Ääniloggeri on paras vaihtoehto vuodonhakuun soveltuvista laitteista. Loggereiden sijoittaminen verkoston keskeisille paikoille on helppoa. Laitteen antamat lukemat voidaan lukea seuravana päivänä. Jos loggeri antaa vuotoepäilyä, sen jälkeen ko. paikka voidaan ottaa tarkempaan tarkasteluun. Yrityksellämme ei ole omia loggereita, mutta otamme kaksi kertaa vuodessa tarvittavat loggerit vuokralle Suomen Putkisto Tarvikkeelta. Vuokratuilla laiteilla voidaan käydä koko verkosto läpi.

Yökulutusmittaus on erittäin hyvä vuodonhakumenetelmä, mutta siitä aiheutuvat kustannukset nousevat korkeiksi. Korkeita kustannuksia syntyy, koska työ joudutaan tekemään öisin. Yötöistä tulee ylityökustannuksia sekä työ sitoo neljä miestä, jotta työ etenisi joutuisasti. Sen lisäksi yön jälkeen on uusi työpäivä, ja työvire on heikompi valvotun yön jälkeen.

Paras vuodonpaikantamislaitte on yrityksellemme hankittava uusi korrelaattori. Laitte helpottaa huomattavasti muoviputkissa olevien vuotojen paikantamista. Toiset käyttäjät ovat saavuttaneet sillä loistavia tuloksia muoviputkien vuotojen etsinnässä.

Työssä esitellyistä menetelmistä maamikrofoni, alueellinen yökulutuksen seuranta sekä korrelaattorin käyttö ovat yksinään käytettyinä menetelminä puutteellisia. Näiden eri menetelmien yhteiskäyttö antaa parhaan lopputuloksen. Menetelmät täydentävät siis toisiaan.

Vuodon haussa ja paikantamisessa ei saisi koskaan olla kiire. Työt tulisi saada suorittaa rauhassa. Alan uutuuksiin kouluttautuminen, kehityksen seuraaminen

ja omien vuodonkuuntelutaitojen ylläpito ovat tärkeässä asemassa. Jos olet vähän aikaa tekemättä kuuntelutyötä, korva unohtaa helposti kuunneltavat äänet. Alalle tulee uusia laitteita ja kehityksessä kannattaa pysyä mukana. Olisi myös suotavaa että, hankintahetkellä laite edustaa sen hetkistä parasta teknologiaa. On hyvä myös muistaa, ettei vuodon paikantamiseen ole vielä yhtään täysin varmaa menetelmää. Vaikka vettä on totuttu pitämään ehtymättömänä luonnonvarana ja lähes itsestään selvyytensä, on kuitenkin hyvä muistaa, ettei käyttövesi ole kuitenkaan ilmaista.

Tätä työtä tehdessäni olen miettinyt ja pohtinut jokapäiväisessä työssä itsestään selviä asioita monesta eri näkökulmasta. Oman työn kuvaaminen tekstinä paperille ymmärrettävästi on haastava tehtävä. Kirjoittamista voi oppia vain kirjoittamalla ja olen harjoitellut tässä työssä kirjoittamista. Asioiden perusteleva kirjallisuus, miksi tietty työvaihe tehdään näin jne. tuo täysin uutta perspektiiviä asian sekä oman työn jäsentämiseen. Tämän työn tekemiseksi hankin taustamateriaalia. Taustamateriaalin hankinnassa ja sieltä löytyvien tietojen perusteella huomasin, että yrityksemme toimintaa säädellään lainsäädännön perusteella ja toisaalta toimintaa ohjaavat kaupungin taloudelliset näkökulmat. Lakiperusteiden sitovuus tai määräävyys ei näy jokapäiväisessä työssäni.

Lähteet:

Anneli Tiainen. Hämeenlinna 28.1.2006. Esitelmä: Vesihuollon keskeiset säädökset.

Cormet Oy Insinööritoimiston julkaisu Korroosio vesilaitoksilla, vesijohtoverkossa ja kiinteistöjen käyttövesilaitteissa. Sarja B nro 55. Helsinki, 1980.

Finlex. Ajantasainen lainsäädäntö 9.2.2001 / 119.

LV Lahti Veden julkaisu. Tarkkailutulokset pohja- ja verkostoveden laadusta, 30.3.2004, 1-2.

Markku Salo ja Kari Saarikoski. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tiedotteita 860. Vesi- ja viemäriverkostojen ylläpitotarpeen määrittäminen. VTT OFFSETPAINO. Espoo. 1988.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL R.Y. 124 – 1 Vesihuolto I. Helsinki 2004.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL R.Y. 124-2 Vesihuolto II. Helsinki 2004.

Suomen Vuototekniikka. Vuodon paikallistaminen. Internet sivut 16.2.2006.

Tapio Tolvanen Suomen Putkisto Tarvike OY : Akustokorrelaattorin käyttökoulutus. Ylöjärvi 26.4.2000.

Tapio Tolvanen Suomen Putkisto Tarvike OY : Maamikrofonin käyttökoulutus. Ylöjärvi 2002.