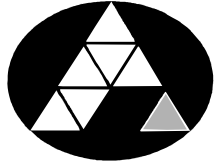


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Jonne Mertanen

VEDENJAKELUN TOIMITUSVARMUUDEN PARANTAMINEN

Opinnäytetyö
Toukokuu 2012



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2012
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6906

Tekijä
Jonne Mertanen

Nimeke
Vedenjakelun toimitusvarmuuden parantaminen

Toimeksiantaja
Joensuun Vesi

Tiivistelmä

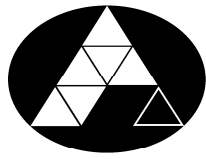
Tämän opinnäytetyön lähtökohtana oli parantaa Joensuun Veden vedenjakelun toimitusvarmuutta. Työn tarkoituksena oli auttaa henkilökuntaa ja varmentaa vedenjakelua mahdollisten sähkönjakelun keskeytysten aikana. Työssä tehtiin Niinivaaran vesitornille lisämittauksia ja lisättiin varavoiman liitännät Uimaharjun siirtopumppaamolle ja Savikon paineenkorotusasemalle.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin toimiva lisämittausjärjestelmä Niinivaaran vesitornille ja varavoiman syötöt Uimaharjun siirtopumppaamolle ja Savikon paineenkorotusasemalle. Näiden muutosten ansiosta vedenjakelu on paremmin turvattu sähkönjakelun keskeytysten aikana.

Kieli
suomi

Sivuja 36
Liitteet 2
Liitesivumäärä 4

Asiasanat
Sähkökatko, varavoima, mittaus, vesilaitos



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
May 2012
Degree Programme in Electrical Engineer
Karjalankatu 3
FIN 80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-260 600

Author

Jonne Mertanen

Title

Improvement of the reliability of the water delivery

Commissioned by

Joensuun Vesi

Abstract

The purpose of this thesis was to improve Joensuun Vesi water delivery reliability. The purpose was to help staff and to secure the water delivery during the possible interruptions of the distribution of electricity. In thesis was done to the water tower of Niinivaara additional measurements and add back-up power connections to the transfer pumping station of Uimaharju and the pressure raising station of Savikko.

Thesis resulted in additional operating system for measuring water tower Niinivaara and back-up power connections to the transfer pumping station of Uimaharju and the pressure raising station of Savikko. Results to these changes the water supply has been better secured during the interruptions of the distribution of electricity.

Language

Finnish

Pages 36

Appendices 2

Pages of Appendices 4

Keywords

Power outage, Back –up power, measurement, water works

SISÄLTÖ

Tiivistelmä

Abstract

1 Johdanto	6
2 Joensuun Vesi	7
2.1 Joensuun Veden historia	8
2.2 Computec- kaukovalvontajärjestelmä	8
2.3 Viemäriverkosto	9
2.4 Vesijohtoverkosto	10
3 Vedenjakelussa käytettävät mittaukset	11
3.1 Pinnanmittaukset	11
3.1.1 Paikalliset mittaukset	12
3.1.2 Uimurimittaus	12
3.1.3 Magnetrostriktiivinen pinnanmittaus	13
3.1.4 Hydrostaattiseen paineeseen perustuva mittaus	13
3.1.5 Kapasitiivinen pinnanmittaus	13
3.1.6 Ultraääni pinnanmittaus	13
3.1.7 Painelähetin pinnanmittaus	14
3.1.8 Mikroaaltotutka	14
3.1.9 Punnitukseen perustuva mittaus	14
3.2 Virtausmittaukset	14
3.2.1 Rotametri	15
3.2.2 Massavirtausmittaus	15
3.2.3 Kalorimetrinen virtausmittaus	15
3.2.4 Magneettinen virtausmittaus	16
3.2.5 Mekaaninen virtausmittaus	16
3.2.6 Paine-eroon perustuva virtausmittaus	16
3.3 PH-mittaus	16
4 Tiedonsiirto	17
4.1 GPRS- modeemi	17
4.2 GSM-modeemi	18
4.3 Radiomodeemi	18
4.4 Soittomodeemi	18
5 Sähkönjakelun keskeytykset	19
5.1 Varavoima	20
5.2 Varavoimakoneet	20
6 Vedenjakelun toimitusvarmuuden parantaminen	23
6.1 Lisämittaukset Niinivaaran vesitornille	24
6.2 Uimaharjun siirtopumppaamon varavoimansyöttö	28
6.2 Savikon paineenkorotuspumppaamon varavoiman syöttö	30
7 Pohdinta	33
Lähteet	35

Liitteet

Liite 1 Uimaharjun siirtopumppaamon tarkastuspöytäkirja

Liite 2 Savikon paineenkorotusaseman tarkastuspöytäkirja

Kiitokset

Haluan kiittää Joensuun Vettä mahdollisuudesta tehdä tämä opinnäytetyö sekä mahdollisuudesta olla kesätöissä ja saaden näin arvokasta työkokemusta. Erityisesti haluan kiittää Joensuun Veden sähköasentajaa Pekka Jelkästä ja automaatioasentaja Pekka Karjalaista projektissa avustamisessa.

Joensuussa 16.5.2012

Jonne Mertanen

1 Johdanto

Ollessani kesällä 2011 työharjoittelussa Joensuun Vedellä sain tämän opinnäytetyön idean Joensuun Veden sähköasentajalta. Oli jo jonkin aikaa ollut suunnitelmissa, että vesitorneille pitäisi tehdä lisämittauksia ja joihinkin sähkökatkoille alttiille kohteille varavoiman syöttöjä. Työssä tehdään varavoiman syöttö Uimaharjun siirtopumppaamolle ja Savikon paineenkorotusasemalle. Tärkeimmäksi kohteeksi tehdä lisämittaukset arvioitiin Joensuussa Niinivaaran kaupunginosassa sijaitseva Niinivaaran vesitorni, johon tässä opinnäytetyössä tehdään pinnanmittaus, virtausmittaus ja vaihevahti.

Niinivaaran vesitorni on Joensuun kaupungin vesijohtoverkoston korkein kohta, joten sen tehtävänä on yhdessä vedenottamoiden verkostopumppujen kanssa taata verkostoon tarvittava vedenpaine. Vesitornille tehtävä järjestelmä antaa tiedon vikatapauksista välittömästi valvomo- ja päivystyshenkilökunnalle, jotta pystyttäisiin toimimaan nopeammin vikatapauksissa. Tieto välitetään tekstiviestein ja tiedot ovat tarkastettavissa myös internetistä LabkoNet-palvelimelta. Tämä järjestelmä otetaan testikäyttöön ja mikäli järjestelmä todetaan toimivaksi, se otetaan mahdollisesti käyttöön myös muihin vesitorneihin. Lisäksi opinnäytetyössä lisätään Uimaharjun jätevesipumppaamoon ja Savikon paineenkorotusasemalle varavoiman syötöt. Näissä kohteissa on usein sattunut sähkökatkoja ja olisi tärkeää, että sähkökatkon sattuessa tätä pystyttäisiin käyttämään varavoiman avulla.

Työn alussa käsitellään Joensuun Veden historiaa, yleisiä tietoja vesilaitoksesta, kerrotaan käytössä olevasta Computecin valmistamasta kaukovalvontajärjestelmästä ja perehdytään jätevesi- ja puhtasvesiverkostojen toimintaperiaatteeseen.

Seuraavaksi käsitellään erilaisia mittauksia, joita nykyaikainen vedenjakelu vaatii. Osiossa syvennytään enemmän erilaisiin pinnanmittaus- ja virtausmittaustapoihin.

Neljännessä osiossa perehdytään erilaisiin tiedonsiirtotapoihin, mitä nykyisin pääasiassa käytetään vedenjakelun tiedonsiirrossa. Viides osio sisältää tietoa sähkökatkoista ja sähkökatkojen aiheuttajista. Työn samassa osiossa käsitellään varavoimaa ja varavoimakoneita.

Työn viimeisessä osassa kerrotaan vedenjakelun parantamiskeinot, ja tehdään Niinivaaran vesitornille lisämittaukset ja vaihevahti, joka ilmoittaa sähkökatkoista. Tässä luvussa käsitellään myös varavoiman syötön tekemistä edellä mainittuihin kohteisiin Uimaharjun siirtopumppaamolle ja Savikon paineenkorotusasemalle, jossa on usein ollut sähkönjakelun keskeytyksiä.

2 Joensuun Vesi

Joensuun Veden tehtävänä on huolehtia kaupungin vesihuollosta, jätevesien johtamisesta ja puhdistuksesta sekä sadevesien johtamisesta voimassa olevien laatuvaatimusten mukaan. Joensuun Vesi vastaa lisäksi sopimuksen tehneiden naapurikuntien vesihuollosta sopimusten mukaisessa laajuudessa. [1.] Joensuun Veden kulutukseen toimittama vesi on hyvälaatuista pohjavettä ja täyttää talousvedelle asetetut laatuvaatimukset. Tästä johtuen varsinaista veden käsittelyä ei tarvita, ainoastaan veden pH:n ja kovuuden säätämiseksi veteen lisätään hieman kalkkia. Tämän lisäksi vesisäiliöillä on käytössä UV-säteilytyslaitteistot varmuusdesinfiointia varten. Vuonna 2011 Joensuun Veden toimittaman talousveden pH:n keskiarvo oli noin 7,9 [1]. Vuonna 2010 Joensuun veden liikevaihto oli n. 12,69 milj. euroa ja vakituista henkilöstöä oli 54 henkilöä. Vuonna 2010 suurin osa tuotoista tuli jätevesimaksuista, jonka osuus oli 43 % ja vesimaksuista 39 % osuudella kokonaistuloista. Suurimmat kulut vuonna 2010 olivat poistot, jonka osuus kokonaiskuluista oli 29 %, henkilöstökulut 21 %:n osuudella ja aineet, tarvikkeet 21 %:n osuudella. [1.]

Vettä toimitettiin vuonna 2010 Joensuun Veden toiminta-alueelle 3,98 milj. m³ ja lisäksi Joensuussa ja Kontiolahden kunnassa sijaitseville vesiosuuskunnille yhteensä 164 000 m³. Keskimääräinen veden kulutus vuonna 2010 Joensuun Veden toiminta-alueella oli n. 220 l/asukas päivässä. Joensuun Veden vesijohtoverkoston liitettyjen kiinteistöjen asukasmäärä vuoden 2010 lopussa on arvioitu 61 000 henkilöksi, joka on noin 83 % kaupungin koko asukasmäärästä. Tämän puhdas vesi jakeluverkoston pituus on n. 738 km. Vuonna 2010 jätevesiverkoston piiriin kuului n. 59 000 henkilöä, joka on noin 80 % asukasluvusta. Viemäriverkoston pituus oli vuoden 2010 lopussa 790 km ja käytössä oli 162 jätevesipumppaamo. Vuonna 2010 Joensuun Vedellä oli käytössä 15 vedenottamoita, joista kolme toimi varavedenottamona. Ottamoista neljä sijaitsee Kontiolahden kunnassa ja loput Joensuun kaupungin alueella. Veden pH:n ja kovuuden

säätäminen hoidetaan alkalointilaitoksissa ja näitä laitoksia Joensuun Vedellä on kymmenen. Alkalointilaitoksilla on käytössä UV-laitteistot veden varmuusdesinfiointia varten [1.]. Joensuun Vedellä on käytössä 12 vesisäiliötä, joista 8 kappaletta on ylävesisäiliöitä. Yhteensä näillä säiliöillä on käyttöallastilavuutta 11 430 m³ [1].

2.1 Joensuun Veden historia

Joensuun ydinkeskustaan oli jo 1800-luvun lopulla rakennettu alkeellinen puusta valmistettu viemäriverkosto, mutta järjestäytyneen vesi- ja viemärilaitoksen katsotaan alkaneen vasta vuonna 1927, jolloin tehtiin päätös sekä pohjavedenottamon rakentamisesta että Niinivaaran vesitornista. Vuoden 1927 lopussa vesijohtoverkoston piiriin kuului 40 taloutta. Vuonna 1929 valmistui keskikaupungin vesijohtoverkosto ja kokonaisliittymäärä kasvoi 231 talouteen. 1940-luvulla alettiin aktiivisesti etsiä uutta pohjavesialuetta, koska vedenjakelua rajoitti saatavilla oleva pohjaveden määrä. Vuonna 1947 sattui lavantautiepidemia ja se jälkeen rakennettiin uusi pohjavedenottamo Jynkkään ja sieltä 8 km:n pituinen vesijohto kaupunkiin. Siitä lähtien on pidetty yllä jatkuvaa rakennus- ja kehittämistyötä. Seuraavina vedenottamoina rakennettiin Jynkän vedenottamo 1950. Kerolan pohjavedenottamon toiminta alkoi vuoden 1997 alussa. [2, s.11.]

Viemäriverkosto rakennettiin 1960-luvulle asti sekaviemäreinä, tästä lähtien sade - ja jätevesille on rakennettu omat verkostonsa. Vuonna 1975 valmistui Joensuun ensimmäinen jätevedenpuhdistamo, Kuhasalon jätevedenpuhdistamo. Tätä ennen jätevedet oli johdettu erilaisten sakokaivojen kautta Pielisjokeen.[2, s.11.]

2.2 Computec- kaukovalvontajärjestelmä

Kaukovalvonnan tärkeimpänä tehtävänä on keskittää säätö-, ohjaus- ja valvontatoiminnot yhteen järjestelmään. Joensuun Vedellä on käytössä puhdasvesipuolella ja suurimmassa osassa jätevedenpumppaamoita YIT:n Computec kaukovalvontajärjestelmä, tosin osa jätevedenpumppaamoista on Grundfosin valmistaman kaukovalvontajärjestelmän piirissä. Computec on tehokas automaatiojärjestelmä, jota voi käyttää monipuolisesti mm. kiinteistöjen, vesihuollon tai tuotantolaitosten kaukovalvontaan. Computecin järjestelmällä on mahdollista valvoa sekä pieniä kohteita kuin suuria kohteita ja laitoksia. [3.] Joensuun Veden Computecin

kaukovalvontajärjestelmällä voidaan valvoa sekä ohjata erilaisia vedenottoa, pohjavesikaivoja, pumppaamoita sekä jopa yksittäisiä pumppuja.

Kaukovalvontajärjestelmä koostuu valvomosta, josta kaukovalvontaa pääasiassa käytetään, ala-aseamista, jonne ohjaus-, säätö- ja mittauslaitteet keskittyvät ja niiden välillä toimivasta tiedonsiirrosta. Kaukovalvontajärjestelmän tärkein ominaisuus on hälytysvalvonnalla. Hälytysvalvonnan avulla voidaan ohjata kunnossapitotoimintaa ja vähentää kunnossapitokustannuksia. Lisäksi huoltohenkilöstö saa hälytyksestä tärkeää tietoa itse huoltoa varten esim. mitä tarvikkeita/varaosia kannattaa varata mukaan.

Computec kaukovalvontajärjestelmä toimii modeemin kautta puhelinverkossa, lähiverkossa tai radioverkossa. Kaukovalvontajärjestelmä mahdollistaa, että tarvittaessa järjestelmää voidaan valvoa sekä muokata muuallakin kuin varsinaisessa valvomotilassa. Kaukojärjestelmän käyttö on suojattu käyttäjätunnuksella sekä salasanalla.

Joensuun Veden valvomossa käytetään Computecin valmistamaa Comsystem valvomo-ohjelmistoa. Ohjelmistolla hallitaan pumppaamoiden käyttöönotto, käyttö ja ylläpito. [3.] Joensuun Vedellä käytössä oleva Comsystem valvomo-ohjelmisto sisältää lisäksi hälytysten käsittelyn, aikaohjelmat, tilastointiohjelmat ja piirto-ohjelman. Näiden lisäohjelmien avulla saadaan tärkeitä raportteja esimerkiksi vesien virtaamista, pumppujen käyntiajoista ja pumppujen ottamista virroista.

2.3 Viemäriverkosto

Viemäroinnillä tarkoitetaan järjestelmää, jonka avulla jätevedet kerätään ja johdetaan puhdistamoille ja josta ne johdetaan puhdistettuina vesistöihin. Suomessa noin 80 % asukkaista on liitetty keskitetyn viemärintiverkoston toimintaan. Keskitetyn viemäriverkoston ulkopuolelle jäävät taloudet sijaitsevat pääasiassa haja-asutusalueilla. Viemäriverkoston alku pisteeksi voidaan katsoa esim. kodin WC-istuin tai lavuaari, josta jätevedet ohjataan kiinteistön omaa kiinteistöviemäriä pitkin katujen varsilla oleviin kokoomaviemäreihin, johon kiinteistöviemärit on liitetty. Kokoomaviemäreistä jätevedet johdetaan edelleen runkoviemäreihin. Runkoviemäreitä pitkin jätevedet johdetaan jätevedenpuhdistamoille. Viemärointi on mahdollista toteuttaa viettoviemäreinä tai paineviemäreinä. Usein käytetään viettoviemäreitä, jossa jätevedet

virtaavat korkeammalta sijainnilta alaspäin. Paineviemäreitä käytetään, kun maaston korkeuserot sitä edellyttävät. Paineviemäri toteutetaan jätevedenpumppaamoilla. [4.]

Viemäri putkien valmistus materiaalina käytetään joko muovia tai betonia. Viemäri putkien halkaisijat vaihtelevat aina 110 mm kiinteistöjen viemäröinnistä yli 1000 mm halkaisijoilla oleviin kokoomaviemäreihin. [4.]

Viemäriverkoston osiin kuuluvat myös tarkastuskaivot ja välipumppaamot. Tarkastuskaivon tunnistaa kaduilla näkyvistä valurautakansista ja ne ovat noin 100 metrin välein toisistaan. Viemäriverkoston välipumppaamoiden tehtävänä on tarvittaessa nostaa jätevedet korkeammalle tai kuljettaa jätevedet pidempiä matkoja siirtoviemäriä pitkin jätevedenpuhdistamoille. [4.]

Viemärijärjestelmä voidaan toteuttaa joko sekaviemäreinä tai erillisviemäreinä. Erillisviemäröinti sisältää erilliset viemärit jätevesille ja hulevesille. Hulevesillä tarkoitetaan sade- ja sulamisvesiä. Nykyisin myös perustusten kuivatusvedet ohjataan hulevesiviemäriin. Suomessa ei yleensä käsitellä hulevesiä puhdistamoilla, koska ne ovat melko puhtaita, lukuun ottamatta esim. teollisuuslaitosten alueita, joiden hulevedet johdetaan jätevesiviemäriin. Sekaviemäröinnissä molemmat sekä jäte- että hulevedet johdetaan samaan viemäriin. Sekaviemäreitä on käytössä yleensä vanhoilla asuinalueilla ja Suomessa taajamien viemäreistä alle 10 % on sekaviemäreitä. Nykyisin sekaviemäröintiä pyritään kuitenkin välttämään, koska se aiheuttaa ongelmia jätevedenpuhdistamoilla puhdistusprosessissa. Sekaviemäröinnin takia myös puhdistamoiden altaat joudutaan mitoittamaan suuriksi. [4.]

2.4 Vesijohtoverkosto

Yhdyskuntien vedenhankinta palvelee ihmisiä jokapäiväisessä elämässä. Vesijohto verkoston tärkein tehtävä on tarjota ihmisille laadukasta talousvettä joka päiväsiin tarpeisiin. Lisäksi teollisuus yms. laitokset tarvitsevat runsaasti vettä eri toimintoihin ja työvaiheisiin. Suomessa yli 90 % väestöstä kuuluu vesijohtoverkoston piiriin. Loput hieman alle 10 % väestöstä on omien kaivojen varassa. Talousveden valmistamiseen käytetään pinta- tai pohjavettä. Yleensä pohjaveden laatu on pintavettä parempaa ja pohjavettä pyritäänkin käyttämään enemmän. [5.] Suomessa vesilaitosten tarjoamasta talousvedestä noin 60 % on pohjavettä.

Vesijohto verkosto koostuu vedenottamoista, joissa raakavesi otetaan joko pintavetenä (järvet, yms. vesistöt) tai maanpinnan alaisina vesinä eli pohjavetenä. Vedenottamoilta vesi kuljetetaan käsiteltäväksi vesilaitoksille, jossa vedestä valmistetaan talousvettä. [5.] Pohjavesilaitoksilla riittää yleensä yksinkertainen käsittely, johon kuuluu happamuuden säätö ja desinfiointi esimerkiksi UV-käsittelyllä. Pintavesistä valmistettu talousvesi joudutaan yleensä valmistamaan monivaiheisen prosessin kautta, johon voi kuulua esimerkiksi siivilöinti, happamuudensäätö, saostus, selkeytys, suodatus ja desinfiointi. [6.] Veden käsittelyn jälkeen talousvesi pumpataan säilytykseen alavesisäiliöihin tai ylävesisäiliöihin. Viimeisessä vaiheessa talousvesi johdetaan vesisäiliöistä vesijohtoverkkoa pitkin kiinteistöihin ja muihin talousveden käyttökohteisiin. [5.]

3 Vedenjakelussa käytettävät mittaukset

Nykyaikainen vedenjakelujärjestelmä vaatii useita erilaisia mittauksia. Mittausten avulla saadaan tietoa veden määrästä, virtaamista, paineesta ja laadusta. Erilaisten mittausten avulla saadaan tietoa nopeasti myös mahdollisista häiriöistä tai vioista. Mittaukset ovatkin erittäin tärkeä osa kaukovalvontajärjestelmää. Myös Joensuun Vedellä on käytössä useita erilaisia mittauksia, joilla varmistetaan ja ohjataan veden jakelua. Näitä mittauksia on käytössä useissa eri kohteissa mm. vesisäiliöillä ja alkalointilaitoksilla. Tärkeimpiä mittauksia vedenjakelun kannalta ovat pinnan-, virtaus, vedenpaineen-, pH:n- ja sameudenmittaus. Työssä tehdään Niinivaaran vesitornille pinnanmittaus ja virtausmittaus, joten osiossa keskitytään käsittelemään erilaisia tapoja hoitaa näiden mittaamista.

3.1 Pinnanmittaukset

Tässä osiossa käsitellään nesteiden pinnanmittausta. Pinnan mittaaminen on yksi tärkeimmistä mittauksista vesilaitoksen toiminnassa. Pinnanmittauksella tarkkaillaan ylä- ja alavesivesisäiliöiden pintaa ja pyritään pitämään pinta tietyissä rajoissa. Pinnan laskiessa tiettyyn rajaan, lähtee tieto vedenottamoille veden tarpeesta. Pinnankorkeuden mittaamisen voi liittyä tiettyjä ongelmia. Ongelmia voi olla esimerkiksi aineen tiheyden muuttuminen mittaamisen aikana, joidenkin nesteiden sähkönjohtokyky ei pysy vakiona, aineen sakeus tai tarttuvuus estää ainetta koskettavat mittaukset, nesteen yläpuolella oleva höyry tai vaahto häiritsee ainetta koskettamattomia mittalaitteita.

Ongelmana voi olla myös se että ulkona oleva mittalaite jäätyy tai tarvitsee lämmityksen. Aina onkin syytä valita tarkkaan käytettävä pinnanmittaustapa ja sen soveltuvuus kohteeseen. Myös pinnanmittauksen sijoittaminen tulisi suunnitella huolella [7.]

3.1.1 Paikalliset mittaukset

Paikallisella mittauksella tarkoitetaan mittausta, joka on nähtävillä paikanpäällä ja ne ovat mekaanisia. Paikallisia mittauksia ovat mittatikku, näkölasi ja magneettinen näkölasi. Nämä ovat erittäin yksinkertaisia ja varmoja mittaustapoja.

Mittatikku soveltuu ainoastaan nesteille, jotka ovat tarttuvia ja mitattavan säiliön on oltava paineeton.

Näkölasi mittauksessa mitattavassa säiliössä on näkölasi, josta pintaa voidaan tarkkailla. Näkölasi mittaus ei sovellu tahraaville nesteille.

Magneettiset näkölasit perustuvat kelluvan uimurin liikuttamaan kestromagneettiin, joka takaa turvallisen ja varman toiminnon paikallinäytölle, pintakytkimille ja jatkuvatoimiselle pinnankorkeuden mittaukselle. Magneetin ohjainkisko on integroitu paikallinäyttöön ja se varmistaa että uimurin magneetti on oikeassa asennossa ja polariteetti oikein.[7.]

3.1.2 Uimurimittaus

Uimurilla toimiva pinnanmittaus on hyvin yksinkertainen ja luotettava pinnamittaus tapa. Uimurimittaus toimii siten, että uimuri liikkuu pinnan mukana ohjaimessa, joka mekaanisesti siirretään esim. vastuksen liikkeeksi. Uimurin on oltava ontto ja mitattavaa ainetta kevyempi. Yksinkertaisesta rakenteesta johtuen se on edullinen ja erilaisia uimureita on saatavilla lukuisia eri vaihtoehtoja. Tämän pinnanmittaus tavan huono puoli on, että likaantuessaan se alkaa takerrella ja pinnan sekoittuminen haittaa sen toimintaa.[7.] Uimurimittausta käytetään yleisesti esimerkiksi autojen bensatankin pinnanmittauksessa.

3.1.3 Magnetostriktiivinen pinnanmittaus

Magnetostriktiivisessä pinnanmittauksessa pinnan aseman ilmaisimena toimii uimurissa oleva kestopagneetti. Lähetin lähettää virtapulssin ferromagneettiseen sauvaan, joka heijastuu kesto magneetista takaisin ultraäänipulssina, jonka kulku-aika mitataan ja saadaan tietoon pinnan asemasta. [7.]

3.1.4 Hydrostaattiseen paineeseen perustuva mittaus

Tämä pinnanmittaus perustuu siihen, että nestepinnan alapuolelle muodostuu aina hydrostaattinen paine, P joka riippuu pinnankorkeudesta seuraavan kaavan mukaisesti $P = \rho * g * h$. Kaavassa ρ on nesteen tiheys, g on putoamiskiihtyvyyden ja h on nesteen korkeus. Avoimen säiliön pinnankorkeutta mitattaessa voidaan painelähetin asentaa säiliön kylkeen mieluummin nolatasoon. Puhtaiden aineiden, kuten vesikin pinnankorkeutta mitattaessa voidaan lähetin liittää prosessiin impulssiputkella. [7.]

3.1.5 Kapasitiivinen pinnanmittaus

Kapasitiivisen pinnanmittauksen mittausperiaatteessa anturi ja säiliön seinä muodostavat kondensaattorin, jonka kapasitanssi muuttuu mitattavan aineen pinnankorkeuden mukaan. Kapasitiivisessä mittauksessa ei ole liikkuvia osia ja siten se on toimintavarma. Nykyisin kapasitiiviset anturit voidaan varustaa tarvittaessa mm. kerrostuman kompensoinnilla tai ei-aktiivisella alueella. Kapasitiiviset anturit voidaan toimittaa kompaktirakenteisena tai erillisellä vahvistinyksiköllä riippuen prosessiolosuhteista. [7.]

3.1.6 Ultraääni pinnanmittaus

Perustuu äänen kulkuajan mittaamiseen. Mitataan äänen etenemisajan perusteella välimatkaa. Kaiutin lähettää ultraäänipulsseja, joiden etenemisnopeus on riippuvainen lämpötilasta ja jotka heijastuvat mitattavan aineen pinnasta takaisin anturiin. Tässä mittauksessa on siis muistettava lämpötilan kompensointi. Äänipulssin kulku-aika on verrannollinen pinnan etäisyyteen anturista. Anturi sijoitettava siten, ettei seinämistä tai rakenteista aiheudu virhekaikuja. Joskus voidaan sijoittaa myös säiliön pohjaan, jolloin ääni heijastuu nesteen ja ilman rajapinnasta. Ääniluotaus soveltuu periaatteessa

suurillekin etäisyyksille jopa 50 metriin asti. Ultraääni mittauksen huonoina puolina voidaan mainita, että kosteus anturin pinnalla voi häiritä mittausta ja se ei oikein sovellu käytettäväksi suljetuissa säiliöissä.[7.]

3.1.7 Painelähetin pinnanmittaus

Joensuun Vedellä on suurin osa pinnanmittauksista hoidettu upotettavilla paine lähettimillä. Upotettavia painelähettämiä voidaan käyttää pinnankorkeuden mittaamiseen monenlaisissa erilaisissa kohteissa esim. säiliöissä, kaivoissa ja porausaukoissa. Painelähetin on toimintavarmuudeltaan ja tarkkuudeltaan hyvä pinnanmittaus.[7.] Painelähetin antaa analogista viestiä, joka on yleensä 4-20 mA. Tämä viesti on verrannollinen mitattavaan pintaan.

3.1.8 Mikroaaltotutka

Mikroaaltotutka pinnanmittaus tavassa anturi asennetaan mitattavan säiliön yläreunaan, josta se lähettää sähkömagneettisen pulssin alaspäin kohti mitattavaa pintaa. Anturin elektroniikka tulkitsee kulkuajan ja muuttaa sen etäisyydeksi. Mikroaaltotutka pinnanmittaus on mitattavaan aineeseen koskematon mittaus, joten siihen ei vaikuta väliaineen muutokset. Tätä pinnanmittaustapaa voi hyvin käyttää myös haastavammissa kohteissa, koska sen huollontarve on vähäinen, se kestää hyvin lämpöä, painetta ja sitä voi käyttää myös syttymisherkkien nesteiden mittaamiseen.[7.]

3.1.9 Punnitukseen perustuva mittaus

Punnitukseen perustuvassa pinnanmittauksessa antureita sijoitetaan säiliön jalkojen alle ja niistä lasketaan keskiarvo. Tämä menetelmä yleensä tarkka vaikka punnitusanturin päällä on myös säiliön paino. Tässä menetelmässä säiliön on oltava irti muista rakenteista, jotta painon muutos kohdistuu antureihin.[7.]

3.2 Virtausmittaukset

Virtausmittaukset ovat teollisuudessa ja kuntatekniikassa erittäin tärkeitä prosessin hallinnan, optimoinnin ja turvallisuuden kannalta. Virtausmittaukseen on olemassa tarkkoja mittalaitteita, mutta mittaukseen voi liittyä virheitä, jotka sotkevat tarkkuutta.

Tällaisia virheitä ovat mm. mittareiden väärä sijoitus putkistossa, mitattava aine ei ole homogeenista ja virtauksessa voi tapahtua odottamattomia ilmiöitä [8]. Virtausmittareiden kunnossapito ja vaihtaminen on monesti hankalaa ja se vaatii tuotannon keskeytyksen, sen takia onkin tärkeää että kohteeseen valitaan oikeanlainen ja luotettava virtausmittaus. Joensuun Vedellä Niinivaaran vesitornilla mitataan virtausta tuntivirtaama perusteella. Virtaaman lisäksi tärkeää on tietää virtauksen suunta. Joensuun Vedellä virtausmittaukset on hoidettu magneettisilla virtausmittauksilla.

3.2.1 Rotametri

Rotametrin toiminta perustuu läpinäkyvään rakenteeltaan kartiomaiseen putkeen, jonka poikkileikkaus pinta-ala kasvaa alhaalta ylöspäin. Tämän putken sisässä on kelluke, joka nousee ylöspäin putkessa kulkevan nesteen virtausnopeuden kasvaessa. Jossakin vaiheessa kelluke löytää tasapainoaseman, jossa kellukkeen paino on yhtä suuri kuin nesteen ja sen aiheuttaman työntövoiman summa. Virtausnopeus saadaan katsottua putkessa olevasta asteikosta, siitä kohdasta jossa kellukkeen tasapainoasema on. Rotametrin putki on yleensä valmistettu lasista tai muovista. [8.]

3.2.2 Massavirtausmittaus

Massavirtausmittauksen toiminta perustuu maapallon pyörimisliikkeestä aiheutuvaan Coriolisvoimaan ja Newtonin toiseen lakiin. Massavirtausmittarin toiminta perustuu siihen, että virtauksen muuttuessa, muuttuu samassa suhteessa myös virtausputken värähtely. Tästä saatu mittausviesi kertoo virtauksen kokonaismassan. Anturin ilmaisema liikemäärä on suoraan massa kerrottuna nopeudella. [8.]

3.2.3 Kalorimetrinen virtausmittaus

Kalorimetrinen virtausmittaus perustuu siihen, että mitataan virtauksen muutosta termoelementissä. Terminen elementti, joka yleensä on vastuslanka tai kalvo pidetään lämpimänä sähkövirralla, tähän elementtiin syntyy tasapainotila, kun siihen tuotu sähköinen lämmitysteho on samansuuruinen kuin sitä jäähdyttävä virtaus. Termoelementin resistanssi kertoo virtausnopeuden.[7.]

3.2.4 Magneettinen virtausmittaus

Magneettinen virtausmittaus soveltuu ainoastaan nesteille, jotka johtavat sähköä. Magneettisessa virtausmittauksessa putkessa virtaava vesi on magneettikentässä liikkuva johdin, johon indusoituu jännite, joka on verrannollinen virtausnopeuteen eli mitä suurempi tilavuusvirtaus sitä suurempi jännite. Jännite mitataan putkien seinämiin asennetuilla mittauselektrodeilla. [7.] Magneettinen virtausmittaus soveltuu hyvin myös jätevesille ja syövyttävälle nesteille, koska mikään liikkuva osa ei ole tekemisissä nesteen kanssa.

3.2.5 Mekaaninen virtausmittaus

Mekaanisia virtausmittauksia nesteille on mm. siipipyörämittari, turbiinimittari ja soikioratasmittari. Yhteistä näille mittauksille on, että nesteen virtaus pyörittää siipipyörää, ratasta tms. ja tämä liike välitetään laskijalaitteelle mekaanisesti. Siipipyörämittaria käytetään tunnetusti vedenkulutuksen mittaukseen.[7.]

3.2.6 Paine-eroon perustuva virtausmittaus

Paine-ero virtausmittaus on yksi vanhimmista ja yleisimmin käytetyistä virtausmittauksista. Paine-eroon perustuvassa virtausmittauksessa mitattavaan putkeen tehdään kuristus esim. mittalaipalla, venturiputkella tms. , jonka kautta virtaus joutuu kulkemaan. Paine ennen supistusta kasvaa ja laskee taas supistuksen jälkeen. Tämä paine-ero mitataan ja se on verrannollinen tilavuusvirran neliöön. Haittapuolena paine-ero virtausmittauksessa on, että virtauksen kuristaminen aiheuttaa tehohäviöitä.[7.]

3.3 PH-mittaus

Veden happamuus ilmoitetaan tavallisesti logaritmisella pH-asteikolla. PH:n mittaus onkin yksin laajimmin käytetty mittaus vesihuollossa. Puhtaan veden pH 25 C lämmössä on n. 7 ja tämä arvo onkin määritelty neutraaliksi. PH:n mitta asteikko on 0...14, siten että 0 tarkoittaa hapanta ja 14 vastaa emäksisyyttä. Talousveden pH saa

vaihdella 6,5- 7,5 välillä. Joensuun Veden vuonna 2011 toimittaman talousveden pH oli keskimäärin 7,1.[1.]

PH:n mittaukseen käytettävä anturi koostuu kahdesta tai joissakin tapauksissa kolmesta elektrodista. Nämä elektrodit ovat mittauselektrodi, lämpötilan vaikutuksia kompensoiva elektrodi ja joihinkin antureihin kuuluu vertailuelektrodi. Mittauselektrodin tehtävä on kehittää sähköinen potentiaali, joka perustuu vetyionin aktiivisuuteen. Vertailuelektrodi välittää yhteyden tutkittavasta nesteestä pH-mittarille ja lämpötilaelektrodi kompensoi lämpötilan vaikutuksen niin, että arvo vastaa standardiolosuhteita. Toistaiseksi ei ole pystytty kehittämään täysin huoltovapaata pH-anturia. PH-anturi tarvitsee ajoittain puhdistusta ja tarvittaessa uudelleen kalibroinnin.[9.]

4 Tiedonsiirto

Valvomon ja pumppaamoiden ala-asemien välillä on tiedonsiirtoyhteys, jolla välitetään tieto pumppaamoiden mittauksista ja hälytyksistä. Valvomon ja ala-asemien välinen tiedonsiirto on toteutettu modeemin avulla. Modeemi yhteys voidaan toteuttaa GPRS-, GSM-, radio- tai soittomodeemilla. Näistä yhteyksistä jatkuvia yhteyksiä ovat GPRS- ja radio-yhteydet. GSM- ja soittoyhteyksillä yhteys pumppaamoiden ala-asemaan on voimassa vain puhelun ajan eli ne ovat hetkellisiä yhteyksiä. Jatkuvat yhteydet ovat tekniikan kehittyessä syrjäyttäneet hetkelliset yhteydet nopeamman ja luotettavamman tiedonsiirtonsa ansiosta.

4.1 GPRS- modeemi

GPRS yhteys on jatkuva yhteys ja sen toimii GSM- verkossa hyödyntäen pakettipohjaista GPRS- tiedonsiirtopalvelua. GPRS käyttää radioaaltoja tiedonsiirtoon. GPRS- modeemi ottaa yhteyden liittymän operaattorin palvelimen kautta Internettiin, jota kautta valvomo- ohjelmisto pääsee siihen käsiksi. GPRS- yhteys on langaton ja jokainen modeemi vaatii oman GSM- liittymän, joka sallii GPRS yhteyden käytön.[10.] Opinnäytetyössä käytettävä Labcom 200 tiedonsiirtolaite käyttää GPRS yhteyttä siirtäessä tietoja LabkoNet- palvelimelle.

4.2 GSM-modeemi

GSM-modeemi käyttää nimensä mukaisesti hyväkseen matkapuhelin eli GSM-verkkoa. Suomessa GSM- verkko käyttää 900 MHz:n ja 1800 MHz:n taajuuksia. GSM- modeemi on langaton ja se muodostaa hetkellisen yhteyden valvomon ja ala-aseman välille. Tiedonsiirrossa kaksi modeemia muodostavat datayhteyden välilleen.[11.] Pumppaamojen tiedonkeruu hoidetaan pääasiassa kerran päivässä jolloin valvomosta otetaan soittoyhteys ala-asemalle. Vikatapauksissa ala-aseman modeemi ottaa yhteyden valvomon päässä olevaan modeemiin ja ilmoittaa vikatapauksesta. Opinnäyteyössä käytettävä Labcom 200 tiedonsiirtolaite käyttää GSM-verkkoa tekstiviestein tapahtuvassa viestinnässä.

4.3 Radiomodeemi

Radiomodeemi käyttää tiedonsiirtoonsa radioyhteyttä, jonka se muodostaa kahden modeemin välille. Radiomodeemi on vapaa operaattoreista vapaa, koska se muodostaa yhteyden suoraan modeemilta toiselle. Radiomodeemeista on mahdollista luoda kokonainen verkko, jossa on yksi keskusmodeemi, joka jakaa tietoa muiden modeemien kanssa. Radiomodeemilla toteutettu tiedonsiirron modeemi on muita modeemi malleja kalliimpi, mutta sen käyttökustannukset ovat pienemmät eikä se ole riippuvainen operaattorin toiminnasta. Radiomodeemia voidaan käyttää tiedonsiirto tapana n. 5-20km. säteellä valvomosta riippuen olosuhteista. Radiomodeemien käyttämät taajuudet ovat luvanvaraisia ja niiden käyttöön tulee anoa lupa viestintävirastolta. [12.]

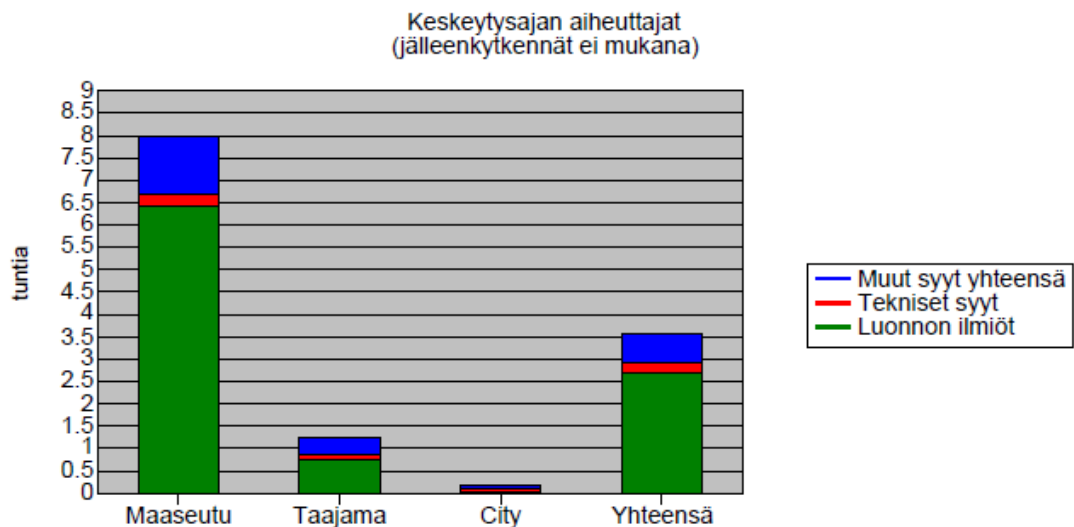
4.4 Soittomodeemi

Soittomodeemin toiminta perustuu lankapuhelinverkkoon. Jokaiselle modeemille on hankittava oma liittymänsä. Soittomodeemi yhteys on voimassa vain soiton ajan eli se on hetkellinen yhteys. Yleensä valvomosta otetaan kerran päivässä soittokierros, jolloin kerätään tieto pumppaamoilta. Mahdollisen hälytyksen sattuessa pumppaamo ottaa

yhteyden valvomoon. Soittomodeemiin perustuva tiedonsiirto on vanhempaa tekniikka ja nykyisin se korvataan mm. GPRS ja radio tiedonsiirto tekniikoilla.[13.]

5 Sähkönjakelun keskeytykset

Sähkönjakelun keskeytysten aiheuttajia ovat luonnonilmiöt ja tekniset viat. Luonnonilmiöiden sähköverkolle aiheuttamia vahinkoja ovat johdoille kaatuvat puut, ukkonen ja salamointi, lumi- ja jääkuormat, tulvat ja kovan pakkasen aiheuttamat viat. Suurin vikojen aiheuttaja on tuuli ja myrskyt, jotka aiheuttavat sähkön jakelun keskeytyksistä 51 %. Toiseksi suurin jakelun keskeytysten aiheuttaja on lumi ja jääkuorma, jonka osuus keskeytyksistä on 12 %. Myös katkon pituuteen ja laajuuteen luonto vaikuttaa oleellisesti. Teknisistä vioista aiheutuvat keskeytykset eivät yleensä ole pitkäaikaisia eivätkä laajoja, sillä vika-alue voidaan eristää muusta verkosta. Kovien myrskyjen aikaan puolestaan vikoja esiintyy paljon yhtä aikaa ja korjaustyöt ovat muutenkin hankalia. Kustannukset ja katkojen määrät myrskyistä ovatkin nousseet viime aikoina korkeiksi. Suomessa sähkön keskimääräinen keskeytysaika on vuositasolla maaseudulla noin 3 tuntia ja taajamissa vastaava aika jää alle tunnin. [14.] Kuvassa 1 on nähtävillä keskeytysaikojen aiheuttajat eri ympäristöissä.



Kuva 1. Keskeytysaikojen aiheuttajat. [14.]

5.1 Varavoima

Varavoimalla tarkoitetaan energiantuotantokapasiteettiä, jota käytetään silloin kun perusvoima on poissa käytöstä tai sen kapasiteetti ei riitä. Suomessa on paljon haja-asutus alueita, joilla sähkönjakelu on hoidettu ilmajohdoin. Ilmajohdot ovat alttiimpia luonnonvoimille ja muille häiriöille, kuin maakaapelit. Viime vuosina luonnonvoimien aiheuttamat sähkökatkot ovat lisääntyneet ja varavoimaa onkin aloitettu käyttämään lisääntyvissä määrin. Suomessa varavoimaa käytetään pääasiassa tärkeimpien toimintojen turvaamiseen, kuten vedenjakelun turvaamiseen, sairaaloissa ja teollisuuslaitoksissa. Viimeaikoina varavoiman käyttöä on alettu käyttämään lisääntyvissä määrin myös omakotitaloissa.

5.2 Varavoimakoneet

Varavoimalaitteistolle on asetettu tiettyjä asetuksia ja odotuksia. Varavoimakoneen tulisi olla riippumaton muista järjestelmistä, varmakäyttöinen, käytön tulisi olla turvallista ja varavoimakoneen pitäisi olla riittävän suorituskykyinen kohteeseensa. Varavoima laitteiston tulee täyttää Suomen ja EU:n viranomaisten asettamat normit ja säädökset. Lisäksi laitteisto ei saisi aiheuttaa haittaa ympäristölleen. Varavoima järjestelmän sähkötekniinen osa-alue tulisi noudattaa voimassaolevia SFS 6000 standardeja [15, s.11- 12.]. Sähköverkoissa tapahtuvien jakelun keskeytysten takia kriittisimpiä kohteita, joissa sähköä tarvitaan, tulisi turvata varavoimamenetelmällä.

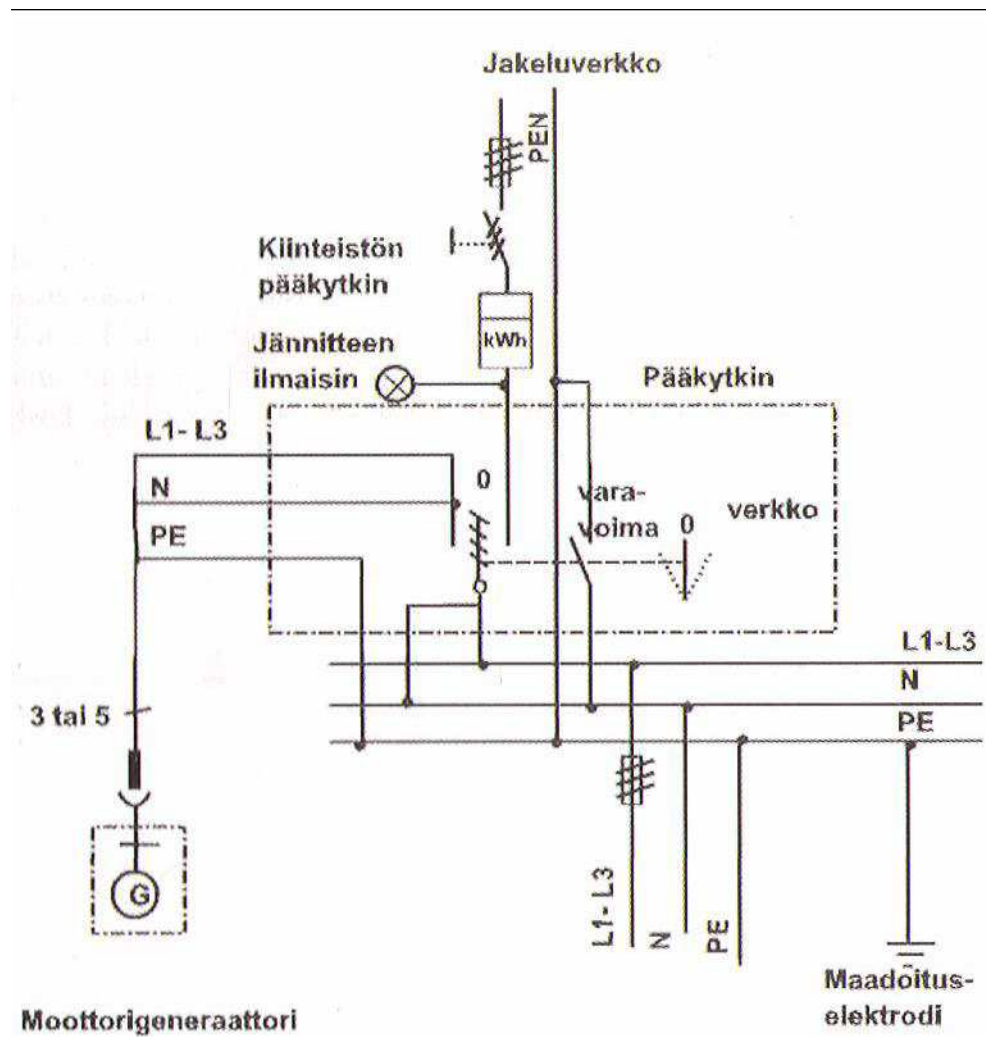
Varavoimajärjestelmä, jota syötetään siirrettävällä aggregaatilla, tulee varustaa suojalla, joka vikatapauksissa automaattisesti suorittaa nopean ja varman johtojen tai aggregaattiin liitettyjen kohteiden irtikytkemisen. Suojalaitteiden pitää suojata sähköiskuilta ja myös vahingollisilta lämpövaikutuksilta johdoissa tai muissa järjestelmään liitetyissä laitteissa. Suojalaitteet voidaan asentaa joko aggregaattiin tai sen välittömään läheisyyteen. Omistajan tai käyttäjän velvollisuutena on tarkistaa, että tämänkaltaiset suojat ovat olemassa. Suojaus on voitu toteuttaa monin eri tavoin. Yksinkertaisimmillaan suojaus on pienessä, siirrettävässä aggregaatissa, jonka on tarkoitus syöttää erilaisia siirrettäviä sähkölaitteita, kuten sähkötyökaluja. Tämänkaltaisissa tapauksissa suojalaitteet ovat tavallisesti valmiina aggregaatissa, eikä käyttäjän tarvitse tehdä muuta kuin käynnistää aggregaatti ja liittää kulutuskojeet sen pistorasioihin. [16.]

Määräyksissä on sanottu, että liitäntäpistorasia ei saa olla jännitteinen, kun kiinteässä sähköverkossa on jännite. Tämä vaatimus toteutetaan yleensä verkon vaihtokytkimellä. Tämä määräys voidaan vaihtoehtoisesti toteuttaa kuormanerotimella, joka on asennettu siten, että liitäntäpistorasia ei voi tulla jännitteiseksi ulkoisesta verkosta sekä siten, että takasyöttö sähköverkkoon tai rinnankäyttö sähköverkon kanssa ei ole missään tapauksessa mahdollista. Järjestelmässä pitää myös olla merkkilamppu, joka osoittaa verkkojännitteen palautumisesta.[16.]

Varavoima järjestelmän toteutus voidaan hoitaa monenlaisilla erilaisilla järjestelmillä, kuten tuulivoimalla, vesivoimalla, aurinkopaneeleilla jne. Yleisimmin kuitenkin käytetään diesel- tai bensiini- käyttöistä varavoimakonetta. Näistä diesel käyttöinen on yleisempi sen pienemmän kulutuksen, korkeamman väännön ja paremman käyntivakauden vuoksi. Diesel käyttöinen varavoimakone koostuu diesel käyttöisestä polttomoottorista, generaattorista, joka muuttaa mekaanisen liike-energian sähköenergiaksi ja näitä ohjaavasta järjestelmästä. Suuremmilla tehoilla käytetään tyypillisesti ahdettuja dieselmoottoreita paremman hyötysuhteen, halvemman hinnan ja pienemmän koon vuoksi. Ahdettujen moottorien huonona puolena voidaan mainita, että ne eivät kuitenkaan heti käynnistyksen jälkeen pysty ottamaan yhtä suurta kuormaa kuin vapaasti hengittävät versiot. Voidaan myös mainita, että vapaasti hengittävä malli on tekniikaltaan yksinkertaisempi ja huoltovapaampi [17, s.110.]. Polttomoottoria käyttävien generaattorilaitteistojen moottorien tulee olla ISO8528-12 standardin mukainen. Generaattori käyttöön suunnitellut moottorit ovat suunniteltu kestäämään pitkäkestoisiakin käyttöjaksoja ja kestäämään useiden tuhansien tuntien käyttöä ajatellen.[18.] Joensuun Vedellä on useita varavoimakoneita, jotka ovat polttomoottori käyttöisiä ja pääasiassa diesel moottoreilla varustettuja. Suurin osa Joensuun Veden varavoimakoneista on siirrettäviä, mutta esimerkiksi Rantakylän alkalointilaitoksella on iso kiinteä Valmet merkinen varavoimakone. Generaattorikäytössä moottorin kierrosluvun säätö pitää olla tarkka. Kierrosluvun laskeminen alle asetusten voisi aiheuttaa moottorin sammumisen tai suojiin laukeamisen. Generaattorikäytössä olevien moottorien kierrosluvun säätö on yleensä toteutettu keskipakosäätimellä. Säädin kasvattaa moottorin tehoa mikäli moottorin kierrosluku uhkaa laskea alle asetetun arvon. [18.]

Varavoimakoneet käyttävät generaattoreinaan yksilaakerisia, harjattomia, tahtigeneraattoreita, jotka ovat kolmivaiheisia. Varavoima käytössä generaattoreiden nimellinen pyörimisnopeus on yleensä 1500 1/min. Polttomoottori pyörittää tahtigeneraattoria tahtinopeudella, joten erillistä vaihteistoa ei tarvita. Tämän etuna on myös, että järjestelmä pysyy näin yksinkertaisena, helppona huoltaa ja varmatoimisena. Varavoimakoneiden generaattorit on yleensä varustettu häiriösuojatulla elektronisella jännitteensäätäjällä. Elektroninen jännitteensäätäjä mahdollistaa tarkan jännitteensäädön ja sen käynnistyskyky on parempi kuin muilla jännitteensäätö tavoilla. [19.]

Joensuun Vedellä varavoimakoneita käytetään saarekekäytössä eli varavoimakoneen ja sähkönjakeluverkon rinnakkaiskäyttö estetään. Rinnakkaiskäytön estäminen on tärkeää, jotta sähköverkon huoltotöitä tekevät asentajat saataisiin suojattua takajännitteiltä.



Kuva 2. Varavoimakoneen kytentäkaavio[15.]

Varavoimakone on mahdollista käynnistää käsiohjauksella tai automaattisesti, kun verkosta katkeaa sähkö. Saarekekäyttö hoidetaan käsikäyttöisellä verkon vaihtokytkimellä tai automaattisella vaihtokytkimellä. Varavoimakoneesta saatava sähkö voi sisältää pieniä taajuuden ja jännitteen heittelyitä, joten aivan sähkönlaadulle herkempiä laitteita sillä ei voi käyttää. Lisäksi sähköjen katketessa verkosta tapahtuu aina jonkin pituinen sähkökatkos ennen kuin varavoima lähtee päälle, joten kuorman tulisi kestää lyhyt sähkökatkos. [15, s.26.]

6 Vedenjakelun toimitusvarmuuden parantaminen

Veden toimittaminen on riippuvaista sähköstä ja varsinkin pitkäaikaiset sähkön saannin keskeytykset aiheuttaa haittaa vedenottamoilla, vedenkäsittelylaitoksilla, järjestelmän pumppaamoissa ja vesijohtoverkostossa.

Tärkeimmäksi kohteeksi, johon tehdä lisämittaukset arvioitiin Joensuussa sijaitseva Niinivaaran vesitorni (kuva 3). Niinivaaran vesitornin vesisäiliön tilavuus on 2400m³. Ylä- ja alavesisäiliöt ovat tärkeässä tehtävässä ja niiden tärkeimpinä tehtävinä on tasata veden kulutuksen huippuja ja toimia vesivarastoina. Ylävesisäiliöiden tehtävänä on lisäksi taata vesijohtoverkoston riittävä vedenpaine yhdessä paineenkorotus pumppujen kanssa. Lisämittaukset tehdään siltä varalta, jos käytössä oleva Computecin kaukovalvonta järjestelmä vioittuu tai sähkönjakelu Computecille katkeaa. Niinivaaran vesitorni on tärkeä osa vesijohtoverkosta ja onkin tärkeää saada tietoa sen tilasta myös sähkökatkojen aikana.



Kuva 3. Niinivaaran vesitorni.[20.]

Toisena vedenjakelun toimitusvarmuuden parantamiskeinona tehdään varavoimansyötöt Uimaharjun siirtopumppaamolle ja Savikon paineenkorotuspumppaamolle. Molemmat ovat tärkeitä osia veden toimittamisen kannalta ja olisi tärkeää, että näitä pumppaamoita voitaisiin käyttää erityisesti pitempiaikaisten sähkökatkojen sattuessa.

6.1 Lisämittaukset Niinivaaran vesitornille

Niinivaaran vesitornille tehdään lisäpinnan- ja virtausmittaukset ja vaihevahti. Järjestelmään on mahdollista myöhemmin lisätä myös pH- mittaus ja veden paineen mittaus. Näille ei tällä hetkellä nähty tarvetta, koska esimerkiksi pH mitataan jo vedenkäsittelylaitoksella, josta vesi tulee vesitornille. Järjestelmän tiedonsiirtoa mietittäessä esillä oli useiden eri valmistajien tarjoamia tiedonsiirtolaitteita. Näistä parhaaksi vaihtoehdoksi valikoitui Labkotecin valmistama Labcom 200 tiedonsiirtolaite.

Labcom 200 tiedonsiirtolaitteen suurimpana etuna muiden valmistajien tarjoamiin tuotteisiin oli LabkoNet- palvelin. LabkoNet on Internet- pohjainen valvontajärjestelmä. LabkoNet järjestelmän etuja pelkkään matkapuhelinliittymään ovat mm. jatkuva yhteyden valvonta, mittaus- ja hälytystietojen säilytys ja visuaalinen esittäminen. Labcom 200 tiedonsiirtolaite on suunniteltu teollisuuden ja kotitalouksien mittauksen kaukovalvontaan. Labcom 200 tiedonsiirtolaite lähettää hälytykset ja mittaukset

tekstiviesteinä GSM- puhelimeen tai GPRS- yhteydellä LabkoNet- palvelimeen. Laitteen asetukset asetetaan ja muokataan GSM- puhelimella tekstiviestein. [5.] Kuvassa 5 kuvataan Labcom 200 tiedonsiirtoyksikön toimintaperiaate.



Kuva5. Labcom200 – toimintaperiaate.[21.]

Labcom 200 tiedonsiirto laite vaatii vähintään 2M GPRS tiedonsiirron ja nämä ehdot täyttäväksi sopivaksi liittymäksi valikoitui Elisan Data Plus. Joensuun Vesi on jo aikaisemmin käyttänyt Labcom 200 tiedonsiirtolaitetta pohjavesi tutkimuksissa. Kohteeseen valittiin käytettäväksi 230 VAC jännitteellä toimiva versio, joka soveltuu jatkuvatoimisiin mittauksiin. Laitteeseen kuuluu 600mAh paristovarmennus sähkökatkojen varalle ja optiona otettiin myös tunnukset Labkonet- palvelimelle. Tässä tapauksessa käytössä on 3 kanavaa, joten sähköjen katketessa laitteen pitäisi toimia paristovarmennuksella vähintään 1,5 h. Tämä paristovarmennuksen kesto on todettu epäedullisimmassa tilanteessa ja todellisessa tilanteessa pariston kesto pitäisi olla pitempi.[21.] Labcom tiedonsiirtolaite sijoitettiin vesitornilla samaan tilaan, jossa computecin alakeskus sijaitsee. Tila on kuiva ja talvisin siellä on patteri lämmitys.



Kuva 6. Labcom 200 tiedonsiirtolaite asennettuna sähkötyötilaan.

Asennusohjeen mukaan Labcom 200 tiedonsiirtolaitteen läheisyyteen on asennettava erotuskytkin huolto- ja käyttötoimenpiteitä varten. Erotuskytkimenä päätettiin käyttää pistorasiaa ja pistotulppaa, jolloin laite on helposti irrotettavissa verkkovirrasta.

Järjestelmään asennettiin oma pinnanmittaus anturi, jotta järjestelmä ei ole riippuvainen Computecistä tai häiritse Computecin käyttämää pinnanmittausta. Pinnanmittaukseen käytettiin Hyxon valmistamaa paine- ero anturia, joka lähettää analogista 4..20mA viestiä. Niinivaaran vesitornin syvyys 6 metriä on harvinaisempi altaan syvyys ja pinnanmittaus anturi jouduttiin tilaamaan erikoistilauksena 0.6m. sopivaksi. Kaapelointi hoidettiin riittävän häiriösuojaustason ylläpitämisen vuoksi parisuojatulla JAMAK 2x(2+1)x 0.5 instrumentointikaapelilla. Pinnanmittauksen

yläraajaksi asetettiin 91 % ja alarajaksi 40 %, jolloin laite antaa hälytykset valvomo ja päivystys henkilökunnalle.

Kohteeseen asennettiin ryhmäkeskus 2:een Garlo Cavazzin valmistama 3-vaiheinen vaihevahti antamaan tieto sähköjen katkeamisesta. Kaapelointi hoidettiin JAMAK 2x(2+1)x 0.5 instrumentointikaapelilla. Vaihevahti kytkettiin Labcomin kytkintulo lähtöön aukeava kytkintulona, jolloin sähköjen katketessa vaihevahdin apukoskettimet aukeavat ja tiedonsiirtolaite antaa hälytyksen ”Uusi vesitorni vaihevahti toiminut.” Sähköjen takaisin palattua laite antaa ilmoituksen ”Vaihevahti lepotila”.



Kuva 7. Vaihevahti asennettuna ryhmäkeskukseen

Virtausmittaukseen käytettiin valmiina olevaa magneettista virtausmittaria, tältä otettiin tieto galvaanisen erottimen kautta labcom 200 tiedonsiirtolaitteelle. Kaapelointi hoidettiin JAMAK 2x(2+1)x0.5 instrumenttikaapelilla.

Virtausmittauksesta saatava tieto on analogista 4...20mA viestiä, joten virtausmittaus kytkettiin Labcomin analogia tuloon.

6.2 Uimaharjun siirtopumppaamon varavoimansyöttö

Viime aikoina oli useasti sattunut sähköjakelun keskeytyksiä Uimaharjun siirtopumppaamon alueella. Sähköjakelun keskeytyksistä johtuen Uimaharjun kylän jätevesien toimittaminen Enon Cellillä toimivalle puhdistamolle oli sotkeutunut. Siirtopumppaamo on jätevesiverkoston viimeinen pumppaamo ennen puhdistamaa, joten se on tärkeässä asemassa. Pahimmassa tapauksessa voisi sattua ylivuoto, jolloin jätevettä pääsisi ympäristöön aiheuttaen riskin asukkaille ja ympäristölle.

Uimaharjun siirtopumppaamolla on kolme pumppua, joista jokainen tarvitsee 3-vaihe sähköä 400 V jännitteellä. Järjestelmä on TN-S eli käytössä on erilliset PE ja N johtimet. Uimaharjun siirtopumppaamolla oli jo valmiiksi asennettuna vaihtokytkin. Vaihtokytkin on ABB valmistama QT125F4C ja se soveltuu 125A kuormitukselle. Enon ja Uimaharjun alueella Joensuun Veden varavoimakoneena käytettävää siirrettävää Genesetin valmistamaa 40kW tehoista varavoimakonetta säilytetään Enon valliniemessä. Tämä varavoimakone on niin kutsuttu perävaunumallinen varavoimakone, jota voidaan siirtää henkilö- tai pakettiautolla. Tämän varavoimakoneen suurin lähtö on 63A pistokkeella varustettu syöttölähtö. Laitteisto päätettiinkin mitoittaa tämän lähdön mukaan ja kojevastakkeeksi valittiin PCE:n valmistama 63 A kuormitukselle soveltuvaan kojevastaketta. Ylivirta- ja oikosulku-suojauksen hoitaa aggregaatin lähtöä suojaavat sulakkeet. Lisäksi pumput on suojattu C-tyypin 32A:n johdonsuoja automaateilla.



Kuva 8. Verkonvaihtokytkin.

Kaapeli varavoimansyöttöä varten siis valittiin kuormituksen 63 A mukaan. Kaapelin mitoituksessa apuna käytettiin D1 Käsikirjaa rakennusten sähköasennuksista. Kaapeli asennetaan pinta-asennuksena levyseinällä. Taulukosta 52.2 valittiin johdon kuormitettavuuden 63A mukaan ja asennustavan C eli pinta-asennuksen mukaan sopivaksi kupari johtimeksi 16mm² kaapeli, jonka kuormitettavuus on 80A. Tätä edellinen johdinkoko 10mm² kuormitettavuus oli taulukon mukaan 60A, joka taas ei riitä 63A kuormitukselle. Sopivaksi kaapeliksi valikoitui MMJ 5X16mm².

Uimaharjun siirtopumppaamon pumput ovat 20kW tehoisia. Pumppuja vuorotellaan siten, että vuorollaan on käynnissä ainoastaan yksi pumppu. Sähköä pumppaamalla tarvitsee myös Computecin kaukovalvontajärjestelmä, valaistus ja talvisin lämmitys. Lämmitys on hoidettu yhdellä 500W tasolämmittimellä ja valaistus hoidettu 2X36W loisteputkilla. Pumput käynnistetään pehmytkäynnistimien kautta, jotta pumppujen ottama virta ei nouse käynnistyshetkellä niin rajusti. Näiden yhteenlaskettu teho ei kuitenkaan missään tapauksessa nouse yli 25kW:n, joten 40kW tehoisen Genesetin tehoreservi riittää kattamaan siirtopumppaamon tehontarpeen. Varavoimakonetta

säilytetään aina täydellä tankilla ja käyttökuntoisena mahdollista tarvetta varten. Valmistajan ilmoittama kulutus n. 75 % kuormituksella on noin 7 litraa per tunti. Tankin koko on 65 litraa, joten tällaisella kuormituksella tankin riittoisuus olisi noin 9 tuntia.

Lopuksi varavoiman syötölle tehtiin käyttöönotto tarkastus, joka on nähtävillä liitteenä Liite 1. Tarkastukseen kuului silmämääräinen tarkastelu, eristysresistanssi mittaus, kiertosuunnan tarkastus ja suojamaan jatkuvuuden testaus.



Kuva 9. Kojevastake asennettuna Uimaharjun siirtopumppaamon ulkoseinälle.

6.2 Savikon paineenkorotuspumppaamon varavoiman syöttö

Opinnäytetyössä lisättiin myös Savikon paineenkorotuspumppaamolle varavoiman syöttö. Savikon paineenkorotuspumppaamo sijaitsee Niittylahdessa Joensuussa.

Paineenkorotuspumppaamoiden tehtävänä on ylläpitää vesijohto verkoston painetaso riittävän korkeana kaikkiin se kulutuspeisteisiin. Ilman paineenkorotuspumppaamoita verkoston veden paine voisi päästä laskemaan, eikä paine riittäisi enää verkoston loppupäässä. Paineenkorotuspumppaamo käyttää 3- vaihe sähköä 400V jännitteellä. Päävarokkeet paineenkorotusasemalla on Gg- tyypin 25A tulppa sulakkeet, joten varavoiman syöttö päätettiin mitoittaa 25A kuormituksen mukaan. Kaapelin mitoituksen apuna käytettiin D1 Käsikirjaa rakennuksien sähköasennuksista. Kaapeli asennetaan pinta-asennuksena kiinnitettynä seinälle. Taulukosta 52.2 tarkasteltiin johdon kuormitettavuutta, jolloin 4mm² kupari johdin olisi riittänyt pinta-asennuksilla 31A kuormitettavuuteen, mutta 4mm² kupari kaapelia ei ollut saatavilla tukkuliikkeessä, joten päädyttiin käyttämään 6mm² kaapelia, jonka kuormitettavuus riittää 39A asti. Kaapelina käytettiin 5x6mm² MMJ kaapelia. Savikon paineenkorotusasema sijaitsee maan alla lasikuidusta valmistetussa tilassa, joten parhaaksi ratkaisuksi varavoiman syötölle päätettiin tehdä se maan päälle omaan 60mm rosteri tolppaansa. Tolppa kiinnitettiin sähkötilan kylkeen 60mm tolppalle soveltuvilla sivukiinnikkeillä.



Kuva 10. Kojevastake asennettuna Savikon paineenkorotuspumppaamolla.

Kojevastakkeeksi valittiin 32A:n PCE valmistama vastake, joka kytkettiin Fiboxin valmistaman IP- luokitukseltaan 67 olevan kotelon kylkeen. Fiboxin kotelon sisään laitettiin ABB: n valmistaman IP- luokitukseltaan 44 olevan kotelon sisään C25 johdonsuoja automaatti hoitamaan oikosulku- ja ylivirtasuojauksen. C-tyypin johdonsuoja sopii juuri käytettäväksi kuormilla, jotka sisältävät suuria käynnistysvirtoja, kuten moottorit. Läpivientien tiivistys hoidettiin käyttämällä TET-läpivientejä. Kohteeseen asennettiin 63A:n kuormitukselle soveltuva vaihtokytkin, jolla estetään verkon rinnakkaiskäyttö. Kohteen huipputehoa mitoitettiin pääsulakkeiden mukaan, koska pumppujen tarkkaa kokoa ei ollut saatavilla. Huipputeho laskettiin alla olevan 3 -vaiheisen pätötehon kaavan mukaan. Pääsulakkeiden pitempiaikainen suurin sallima kuormitus kohteessa olisi alla olevan kolmivaihe pätötehon kaavan mukaan siis n. 17,3 kW, olettaen, että tehokerroin $\cos\phi = 1$. Tässä laskennassa ei otettu huomioon loistehoa.

$$P = \sqrt{3} * U * I, \text{ joten } P = \sqrt{3} * 400V * 25A \approx 17,3kW$$

Tällöin sopivaksi varavoimakoneeksi soveltuu Joensuun Vedellä oleva 30kW Mosa, joka on ns. siirrettävä perävaunu malli, jota pystyy siirtämään henkilö- tai pakettiautolla. Toinen kohteeseen soveltuva malli olisi Joensuun Vedellä oleva 20kW John Deeren valmistama varavoimakone, joka myös on ns. perävaunumalli. Molempia Varavoimakoneita säilytetään Muuntamotiellä Joensuun Veden toimipisteessä. Nämä varavoimakoneet säilytetään aina täyteen tankattuina ja huollettuina valmiina mahdolliseen käyttötarpeeseen. Valmistajien ilmoittaman mukaan molempien koneiden toiminta- aika täydellä tankilla on vähintään 8h. Molempien varavoimakoneiden kulutus on noin 75 % kuormalla on noin 7 litraa per tunti ja tankin koko 65 litraa.



Kuva 11. Mosa perävaunu mallinen varavoimakone.[22.]

Lopuksi Kohteeseen tehtiin käyttöönottotarkastus, johon kuului aistinvarainen tarkastaminen, eristysresistanssin mittaaminen, suojamaanjatkuvuuden testaus ja kiertosuunnan testaus. Käyttöönottotarkastus pöytäkirja on nähtävillä liitteenä 2.

7 Pohdinta

Työ oli mielenkiintoinen ja sopivan haasteellinen. Haasteellisinta työssäni oli aiheiden rajaus ja lähdemateriaalin etsintä. Haasteita asetti myös tarvikkeiden hankkiminen ja valinta työhön, koska vaihtoehtoja oli lukuisia erilaisia tarjolla.

Tavoitteenani työssä oli tehdä toimivia parannuskeinoja Joensuun Veden vedenjakelun varmistamiseksi. Lisäksi työssä oli tarkoituksena antaa lukijalla tarpeeksi pohjatietoa työn ymmärtämiseen. Mielestäni onnistuin työssä hyvin ja tehdyt vedenjakelun varmistelut on todettu toimiviksi ja hyödyllisiksi. Työn loppuvaiheessa sain kuulla päätöksestä, jossa Niinivaaran vesitornille tehdyn lisä varmennusjärjestelmän kaltaisia järjestelmiä asennetaan myös muihinkin kohteisiin. Lisäksi opinnäytetyön teko hetkellä sattui kaksi kertaa, jolloin Computecin tiedonsiirto ongelmien takia valvomo ei saanut hälytystä ala- ja ylä- pinnanrajoista ja tehdyn järjestelmän ansiosta henkilökunta pystyi reagoimaan tapauksiin nopeammin.

Työn edetessä vastoinkäymisinä sattui tarvikkeiden toimitusaikojen pidentymisiä ja siitä johtuen aikataulujen uusiksi meneminen. Muuten työ sujui pääasiassa ongelmitta ja suunnitelmien mukaisesti. Niinivaaran vesitornille tehtyä mittausjärjestelmää voisi myöhemmin kehittää vielä lisää ja lisätä siihen muitakin mittauksia.

Lähteet

1. Lemmetyinen Juha. Johtaja. Joensuun Vesi. Vuosikertomus 2010[Verkkodokumentti]. [Viitattu 20.02.2012]. Saatavilla: <http://www.jns.fi/dman/Document.phx/~sivut-tekniset/Lomakepankki/Vesihuolto/Vuosikertomus+2010?folderId=%7Eesivut-tekniset%2FLomakepankki%2FVesihuolto&cmd=download>
2. Joensuun Vesi. Esite 2002.2002. [Viitattu 25.2.2012].
3. YIT Oyj. Computec Asennus- ja käyttöohje.2006. [Viitattu 25.2.2012].
4. Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu. Viemäröinti [Verkkodokumentti]. [Viitattu 2.4.2012].Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=6568&lan=fi>
5. Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu. Talousveden valmistus [Verkkodokumentti]. [Viitattu 2.4.2012].Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=6743&lan=fi>
6. Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu. Talous- ja juomavesi [Verkkodokumentti]. [Viitattu 2.4.2012].Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=560&lan=fi>
7. Hirvonen, Matti. Laboratorioteknikko. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Anturitekniikka WI2102[Kurssimateriaali]. [Viitattu 15.2.2012].
8. Kukkonen, Ari. Suomen Automaatioseura ry. Virtausmittausmenetelmiä[Verkkodokumentti]. [Viitattu 11.03.2012].Saatavilla: http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/4_1_2_04.pdf
9. Karttunen, Erkki. RIL 124 Vesihuolto 2.Saarijärvi:Saarijärven Offset oy.2004.
10. Telecomspace. General Packet Radio Service[Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.3.2012].Saatavilla: <http://www.telecomspace.com/datatech-gprs.html>
11. Telecomspace. GSM Overview[Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.3.2012]. Saatavilla: <http://www.telecomspace.com/gsm.html>
12. Satel Oy.Mikä on radiomodeemi[Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.3.2012].Saatavilla: <http://www.satel.com/fi/tuotteet/mika-on-radiomodeemi>
13. Jelkänen, Pekka. Sähköasentaja. Joensuun Vesi. Keskustelut ajalta 1.-31.3.2012
14. Energiateollisuus ry. Sähkökatkot ja jakelun keskeytykset[Verkkodokumentti]. [Viitattu 20.3.2012]. Saatavilla: <http://www.energia.fi/sahkomarkkinat/sahkoverkko/sahkokatkot-ja-jakelun-keskeytykset>
15. Sähkötieto ry. ST- käsikirja 31 Varavoimalaitokset. 2003.
16. Sähköturvallisuuden edistämiskeskus, Sähköä aggregaatista[Verkkodokumentti]. [Viitattu 11.4.2012].Saatavilla: http://www.stek.fi/oikopolut/sahkoa_monessa_muodossa/fi_FI/sahkoa_aggregaatista/ luettu 19.04.2012
17. Bovellan, K., Hakanen, P., Heikkilä, J., Kapp, H., Kivekäs, S., Kousa, P., Poikonen, P., Sahlström, T. & Tumma vuori, J. Varmennetut sähkönjakelujärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy .2005.
18. Hollolan sähköautomaatiikka Oy. Polttomoottorit generaattorikäyttöön[Verkkodokumentti]. [Viitattu 11.4.2012]. Saatavilla: http://www.hsaoy.com/Apua/Moottori/Polttomoottorit_generaattoriin.pdf

19. Hollolan sähköautomaatiikka Oy. Generaattorin valinta sähköaggregaattiin [Verkkodokumentti]. [Viitattu 11.4.2012]. Saatavilla:
http://www.hsaoy.com/Apua/Generaattori/Gen_Valinta_Aggregaattiin.pdf
20. Oppilinkki- sivusto. Niinivaaran ylävesisäiliö.[Viitattu 11.4.2012]. Saatavilla:
<http://oppilinkki.jns.fi/vesi/3.jpg>
21. Labkotec Oy. Labcom 200 tiedonsiirtolaite Asennus- ja käyttöohje.[Viitattu 5.3.2012]
22. Gotas. Electric generators.[Viitattu 10.4.2012]. Saatavilla:
http://www.gotas.lt/gotas_nuom/item.php?lang=en&group=14&item=515&link=_40kvt_dizelnyi_elektrogenerator_mosa_ge55_psx_


ST 51.21.06 1 (2)

**KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA
RYHMÄJOHTOTASON SÄHKÖASENNUKSILLE**

Pöytäkirjan nro	Käyttöönottotarkastus Muu <input checked="" type="checkbox"/> Mikä? Varavoiman syöttökaapeli
-----------------	---

PERUSTIEDOT

Kohteen tiedot	Työnnumero	Kohteen nimi ja yksikkö Uimaharjun sirtto pumppaamo	Osoite ja postitunnus 81280 Uimaharju
	Ryhmätunnukset		

Sähköasennuksen rakentaja	Rakentajan nimi Joensuun Vesi Sähköisten johtaja	Osoite ja postitunnus Muuntamo 6 80100 Joensuu
	Puhelinnumero	Sähköpostiosoite

1. AISTINVARAINEN TARKASTUS

Asemukset on aistinvaraisesti suoritussa tarkastuksessa todettu vaatimusten mukaiseksi

Liitteitä

2. SUOJAJOHTIMIEN JATKUVUUS (PE-, PEN-, maadoitus-, pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimet)

Todettu kaikista laitteista ja potensioista Suurin resistanssi: 0,21 Ω ryhmässä Varavomakaapeli

Jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi

Liitteitä

3. ERISTYSRESISTANSSI

Kohde	Ryhmä nro	R _p /MΩ	Huom	Kohde	Ryhmä nro	R _p /MΩ	Huom
Varavomakaapeli		>500					

Eristysresistanssit todettu vaatimusten mukaiseksi

Erikoismitatukset mitattujen suoritusarvoissa:

Liitteitä

4. SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ

	I _n /A	Z _n /Ω	Suojalaite	IVA (suojalaite)
Riskit				
Epäedullisin piste (0,4 s)				
Epäedullisin piste (5,0 s)				

Oikosulkuvirta- ja silmukkampejännitearvot saatu mittamalla Oikosulkuvirta- ja silmukkampejännitearvot saatu laskemalla

Saadut arvot ovat standardin vaatimusten mukaiset

Liitteitä

Vikavirtasuojat

Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvoimitattu arvo		Painke- testaus	Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvoimitattu arvo		Painke- testaus
		I _{ns}	I _{un}				I _{ns}	I _{un}	

Toiminnot todettu standardin vaatimusten mukaiseksi Käyttömerkitys: VS = vikasuojaus, LS = lisäsuojaus, PS = palosuojaus

Liitteitä

5. KIERTOSUUNNAN TARKASTUS

3-vaihepiirissä Ei saally asennukseen

6. TOIMINTA- JA KÄYTTÖTESTIT

Koneet ja laitteet Toiminnalliset kokonaisuudet Ei saally asennukseen

© Sähköteko Oy 11/10 - Sähköteko ry:n julkaisu

Liite 1 2(2)

2 (2)

7. EMC-SUOJAUS	
EMC-suojauksen toteuttamiseksi on kohteessa käytetty seuraavia menetelmiä	
TV-S-järjestelmä <input checked="" type="checkbox"/>	
Muuta, mitä? _____	
Liitteitä _____	
Sähkölaite täyttää sähköturvallisuuden ja voltinuoiston vaatimukset (1466/2007) sähkömagneettista yhteensopivuuksia koskevat vaatimukset <input checked="" type="checkbox"/>	
8. HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMAN TARVE	
Toimitettu tilaajalle <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> erillisellä ohjeella varsinna laitteita tai asennuksia	
10. KOHTEEN TOTEUTUKSESSA KÄYTETYT STANDARDIT	
Toteutuksessa on käytetty standardikäsikirjaa SFS 60020 11 ja _____	
muuta, mitä? _____	
Kohde on toteutu edellä mainittujen standardien vaatimusten mukaisesti toteutuksi <input checked="" type="checkbox"/>	
11. PALOVAROITTIMET	
<input type="checkbox"/> Vakuutamme, että asennetut palovaroittimet täyttävät niille säädettyissä ja määrätyissä asennus- ja käyttövaatimukset (palovaroittimen laitelaki, asetus palovaroittimien tekniistä ominaisuuksista, sähköturvallisuusvaatimukset jne.) ja että ne on asennettu so. suunnitelman mukaisesti.	
<input type="checkbox"/> Palovaroittimen käyttö- ja huolto-ohjeet on luovutettu.	
Selvitys kuinka palovaroittimen väran ja varaviran syytö on toteutettu.	
Liitteitä _____	
<input type="checkbox"/> Palovaroittimien osalta on laadittu erillinen asennustodistus, jossa on mainittu edellä esitetyt asiat ja joka on tämän pöytäkirjan liitteenä.	
12. TARKASTUKSEN TEKIJÄ(T)	
Päiväys 5.3.12	Päiväys 5.3.12
Aikajohdus ja nimen selvitys	Aikajohdus ja nimen selvitys
Mittauksessa käytetyt mittalaitteet	
Fluke 165Bix	
13. LUOVUTUSMERKINTÄ	
a) Käytön opastus <input type="checkbox"/>	Sovittu pidettäväksi pvm _____ 20____
b) Käyttöohjeiden ja käyttöohjeiden luovutus liitteineen <input type="checkbox"/>	
Liitteet _____	
c) Piirustukset ja muut dokumentit luovutettu <input type="checkbox"/>	
Luettelo piirustuksista ja dokumenteista _____	
Liitteitä _____	
Päiväys 5.3.12	Aikajohdus ja nimen selvitys
14. TILAAJAN TAI HÄNEN EDUSTAJANSA KUITTAUS	
Olen vastaanottanut kohdassa 13, Luovutusmerkintä, ilmoitetut suoritusaset.	
Pöytäkirja säilytetään ja tarvittaessa esitettävänä koko sähkölaitteiston käyttöajan.	
Päiväys 5.3.12	Aikajohdus ja nimen selvitys
Käyttöohjeiden ja käyttöohjeiden täyttöohje, ks. liite 1.	
Mittauksessa tarvittavaa perustietoa, ks. liite 2.	

Liite 2 1(2)



ST 51.21.06

1 (2)

**KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA
RYHMÄJOHTOTASON SÄHKÖASENNUKSILLE**

Pöytäkirjan nro		Käyttöönottotarkastus Muu <input checked="" type="checkbox"/>	Miks? <u>Varavoiman syöttökaapeliin</u>						
PERUSTIEDOT									
Kohteen tiedot	Työnumero	Kohteen nimi ja yksilöinti Savikon paineenkorotus asema	Osoite ja postitoimipaikka Nittylähti 82220						
	Ryhmätunnukset								
Sähkölaitteiston rakentaja	Rakentajan nimi Joensuun Vesi Sähkölaitteiden johtaja	Osoite ja postitoimipaikka Muuntamoite 6 80100 Joensuu							
	Puhelinnumero	Sähköpostiosoite							
1. AISTINVARAINEN TARKASTUS									
Asennukset on aistinvaraisesti suoritettuna tarkastuksessa todettu vaatimusten mukaiseksi <input checked="" type="checkbox"/>									
Lisätietoja									
2. SUOJAJOHTIMIEN JATKUVUUS (PE-, PEN-, maadoitus-, pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimet)									
Todettu kaikista laitteista ja pistorasioista <input type="checkbox"/>		Suurin resistanssi <u>0,21</u> Ω, ryhmässä <u>Varavoimakaapeli</u>							
Jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi <input checked="" type="checkbox"/>									
Lisätietoja									
3. ERISTYSRESISTANSSI									
Kohde	Ryhmä nro	$R_{p}/M\Omega$	Huom	Kohde	Ryhmä nro	$R_{p}/M\Omega$	Huom		
Varavoimakaapeli		>500							
Eristyresistanssit todettu vaatimusten mukaisiksi <input checked="" type="checkbox"/>									
Erikoistoimenpiteet mittauksen suorittamisessa:									
Lisätietoja									
4. SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ									
		I_{k}/A	Z_{k}/Ω	Suojalaite		I_{n}/A (suojalaiteet)			
Keskus									
Epäedullisin piste (0,4 s)									
Epäedullisin piste (5,0 s)									
Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssiarvot saatu mittaamalla <input type="checkbox"/>				Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssiarvot saatu laskemalla <input type="checkbox"/>					
Saadut arvot ovat standardin vaatimusten mukaiset <input type="checkbox"/>									
Lisätietoja									
Vikavirtasuojat									
Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike-testaus	Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike-testaus
		I_{nms}	I_{n}				I_{nms}	I_{n}	
Toiminnot todettu standardin vaatimusten mukaisiksi <input type="checkbox"/>					Käyttötarkoitus: VS = vikasuojaus, LS = lisäsuojaus, PS = palosuojaus				
Lisätietoja									
5. KIERTOSUUNNAN TARKASTUS									
3-vaihepistorasiat <input checked="" type="checkbox"/> Ei sisälly asennukseen <input type="checkbox"/>									
6. TOIMINTA- JA KÄYTTÖTESTIT									
Koneet ja laitteet <input type="checkbox"/> Toiminnalliset kokonaisuudet <input type="checkbox"/> Ei sisälly asennukseen <input checked="" type="checkbox"/>									

Liite 2 2(2)

2 (2)

7. EMC-SUOJAUS					
EMC-suojauksen toteuttamiseksi on kohteessa käytetty seuraavia menetelmiä					
TN-S-järjestelmä	<input checked="" type="checkbox"/>				
Muuta, mikä?					
Lisätietoja					
Sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuuslain ja valvontuväestön asetusten (1495/2007) sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset					
	<input checked="" type="checkbox"/>				
8. HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMAN TARVE					
Toteutettu silloin	<input type="checkbox"/>				
Ei erillisiä ohjeita vaativia laitteita tai asennuksia	<input checked="" type="checkbox"/>				
10. KOHTEEN TOTEUTUKSESSA KÄYTETYT STANDARDIT					
Toteutuksessa on käytetty standardikäsikirjaa SFS 60020 11 ja					
muuta, mikä?					
Kohde on toteutettu edellä mainittujen standardien vaatimusten mukaisesti toteutetusti					
	<input checked="" type="checkbox"/>				
11. PALOVAROITTIMET					
<input type="checkbox"/> Vakuutamme, että asennetut palovaroittimet täyttävät niille säädöksissä ja määräyksissä asetetut vaatimukset (pelastusviran laitelaki, asetus palovaroittimien teknisistä ominaisuuksista, sähköturvallisuusdirektiivi jne.) ja että ne on asennettu an. suunnitelman mukaisesti					
<input type="checkbox"/> Palovaroittimen käyttö- ja huolto-ohjeet on luovutettu					
Selvitys kunkin palovaroittimen virran ja varavirran syöttö on toteutettu					
Lisätietoja:					
<input type="checkbox"/> Palovaroittimien osista on laadittu erillinen asennusohjeistus, jossa on mainittu edellä esitetyt asiat ja joka on tämän pöytäkirjan liitteenä.					
12. TARKASTUKSEN TEKIJÄ(T)					
Päiväys	Päiväys				
26.3.12	26.3.12				
Alekkijotus ja nimen selvitys	Alekkijotus ja nimen selvitys				
Mittauksessa käytetyt mittalaitteet					
Fluke 1650xx					
13. LUOVUTUSMERKINTÄ					
a)	Käytön opas	<input type="checkbox"/>	Sovittu pidettäväksi ppm	___	20
b)	Käyttöohjeet tarkastuspöytäkirja luovutettu liitteeseen	<input type="checkbox"/>			
Liitteet					
c)	Piirustukset ja muut dokumentit luovutettu	<input type="checkbox"/>			
Luotelo piirustuksista ja dokumenteista					
Lisätietoja:					
Päiväys	Alekkijotus ja nimen selvitys				
26.3.12					
14. TILAAJAN TAI HÄNEN EDUSTAJANSA KUITTAUS					
Olen vastaanottanut kohdassa 13, Luovutusmerkintä, ilmoitetut suoritukset.					
Pöytäkirja säilytettävä ja tarvittaessa esitettävä koko sähkölaitteiston käyttöajan.					
Päiväys	Alekkijotus ja nimen selvitys				
26.3.12					

Käyttöohjeet tarkastuspöytäkirjan täyttöohje, ks. liite 1.
Mittauksessa tarvittavaa perustietoa, ks. liite 2.

