



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

TINO SENGSTRÖM

Puistomuuntamoiden etävalvonta pilvipalvelun avulla

AUTOMAATIOTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA
2021

Tekijä(t) Sengström, Tino	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Maaliskuu 2021
	Sivumäärä 28	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Puistomuuntamoiden etävalvonta pilvipalvelun avulla		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittiin yrityksen toimeksiannosta etävalvonnan toteuttamista puistomuuntamoihin. Etävalvonta on alati kehittyvässä kilpailukentässä etu, jonka hyötyjä työssä myös arvioitiin. Yrityksen kanssa määriteltiin muuntamoista kerättävät tiedot ja haluttu toiminnallisuus.</p> <p>Etävalvonnan tavoite on vian mahdollinen diagnosointi suoraan palvelusta käsin. Opinnäytetyössä vertailtiin eri valmistajien laitteita ja ohjelmistoja seurannan toteuttamiseen. Tuloksena löydettiin vertailun jälkeen tarpeisiin sopiva laitteisto.</p>		
<p>Asiasanat Esineiden internet, etävalvonta, pilvipalvelu, muuntamo</p>		

Author(s) Sengström, Tino	Type of Publication Bachelor's thesis	Date March 2021
	Number of pages 28	Language of publication: Finnish
Title of publication Remote monitoring of transformer substations using a cloud-based service		
Degree program Degree of electrical and automation engineering		
Abstract The thesis was conducted for the customer company, and it studied the remote monitoring of transformer substations. The benefits of remote monitoring were also evaluated in the thesis. The data collected from the substations and the required functionality of the monitoring were defined with the customer company. The goal of the remote monitoring system is to provide diagnostic tools to the customer. Remote monitoring systems will help to solve the problems without necessarily visiting the transformer stations. The hardware of various manufacturers was compared in the thesis. Conclusion of the thesis was the selection of hardware and software that was suitable for the needs of the customer company.		
<u>Key words</u> Internet of things, remote monitoring, cloud service, transformer		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 HARJU ELEKTER OY	7
2.1 Palvelut.....	7
2.2 Sähkökojeistot.....	7
2.3 Automaatiokeskukset	8
2.4 Aurinkoenergia.....	8
2.5 Puistomuuntamot	8
2.6 Lataus- ja lämmitysjärjestelmät	9
3 PUISTOMUUNTAMOT	9
3.1 Muuntajan rakenne.....	10
3.2 Puistomuuntamot yleisesti	10
3.3 Harju Elekter Oy:n puistomuuntamot	11
4 ETÄVALVONTAJÄRJESTELMÄT	12
4.1 Keskusvalmistajien tarjoamat palvelut	13
4.1.1 UTU Oy.....	13
4.1.2 ABB	13
4.1.3 Maviko Oy	13
4.2 Markkinatilanne	14
5 ESINEIDEN INTERNET	14
5.1 Historiaa	15
5.2 Esineiden internetin toiminta	16
5.3 Yksityisyys ja tietoturva.....	17
6 PUISTOMUUNTAMOISTA KERÄTTÄVÄT TIEDOT	17
6.1 Yksinkertaiset tilatiedot	17
6.2 Verkon vikaantuminen.....	18
6.2.1 Oikosulut.....	19
6.2.2 Maasulut.....	19
6.2.3 Seurattavaksi valitut tiedot.....	20
7 KOMPONENTIT JA LAITTEISTOT	20
7.1 Xortec Oy	20
7.1.1 Leak Guard -vuotovahti	21
7.1.2 Multi Guard -olosuhdevahti	21
7.1.3 Sigfox	22
7.2 ABB	22
7.2.1 ABB E-Hub 2.0.....	23

7.3 Phoenix Contact Oy	24
7.3.1 Phoenix Contactin komponentit	24
7.4 Telemecanique/ Schneider Electric	24
7.4.1 Anturit	24
8 PILVIPALVELUT	25
8.1 Yleistä	25
8.2 Haluttu toiminnallisuus	26
8.3 ABB Ability Electrical Distribution Control System	26
8.4 AWS	26
8.5 Microsoft Azure	26
9 TULOKSET	27
10 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Harju Elekter Oy tuottaa vuosittain noin 1500 puistomuuntamoita Suomen verkkoyhtiöille. Alati kehittyvässä kilpailukentässä etävalvonta voi näytellä tulevaisuudessa merkittävää roolia, ja siitä voidaan saada myös etua kilpailijoihin nähden.

Tässä opinnäytetyössä kerrotaan puistomuuntamoista, niiden toiminnasta, etävalvonnan peruseräkkeistä ja pilvipalveluista. Työssä selvitetään etävalvonnan tarve perustuen muuntamoiden vikaantumiseen, sekä asiakasyrityksen toiveisiin. Työssä vertaillaan eri valmistajien laitteistoja, joita valvonnan seuraamiseen voitaisiin käyttää.

Tietolähteinä opinnäytetyöhön käytetään internetjulkaisuja, sekä aiheeseen liittyviä teoksia. Tietoa Harju Elekterin omista tuotteista, sekä laitevalmistajien tuotteista on kerätty yritysten kanssa käydyistä palavereista, sekä yritysten nettisivuilta.

Työn teoriaosuuden, sekä eri valvontalaitteiden tarkastelun jälkeen esitetään johtopäätös tarpeisiin sopivasta laitteistosta, sekä pilvipalvelusta.

2 HARJU ELEKTER OY

Harju Elekter Oy on vuonna 1988 perustettu sähkö- ja automaatioalan yritys. Vuoteen 2021 saakka yritys toimi nimellä Satmatic Oy. Harju Elekter Oy toimii Keravalla ja Ulvilassa, jossa sijaitsee myös yhtiön pääkonttori. Harju Elekter Oy on osa virolaista AS Harju Elekter konsernia. Satmatic on ollut osa Harju Elekter konsernia vuodesta 2002. Harju Elekter Oy työllistää Ulvilassa ja Keravalla noin 100 ihmistä, koko Harju Elekter konsernin palveluksessa taas toimii yli 500 henkilöä. (Harju Elekter Oy:n www-sivut 2020.) Harju Elekter Oy:n liikevaihto vuonna 2019 oli 46 miljoonaa euroa, ja liikevoitto 3 miljoonaa euroa. (Finder.fi www-sivut 2020). Heinäkuussa 2020 As Harju Elekterin toimitusjohtaja Jan Osa kertoi Satakunnan Kansalle, että yli puolet yhtiön liikevaihdosta tulee Suomesta tai Suomen kautta. (Autio 2020).

2.1 Palvelut

Harju Elekter Oy tarjoaa automaatiojärjestelmiä sopimus- ja projektivalmistusperiaatteilla. Sopimusvalmistus soveltuu erityisesti asiakkaille, joilla on jatkuva tarve keskuksille. Harju Elekter Oy tarjoaa myös suunnittelu-, asennus- ja huoltopalveluita. Näiden lisäksi Harju Elekter Oy tarjoaa myös komponenttimyyntiä. Ulvilan varastosta on saatavilla noin 5000 eri tuotetta. (Harju Elekter Oy:n www-sivut 2020.)

2.2 Sähkökojeistot

Harju Elekter Oy tarjoaa pienjännitejärjestelmiä erilaisiin käyttökohteisiin, kuten metalli-, kaivos- ja meriteollisuuteen, koneenrakennukseen, puunjalostukseen ja voimalaitoksiin. Lähtökohtana sähkökojeistojen toimitukselle ja suunnittelulle toimivat aina asiakkaan tarpeet ja vaatimukset. (Harju Elekter Oy:n www-sivut 2020.)

2.3 Automaatiokeskukset

Harju Elekter Oy valmistaa vuosittain noin 2500 erilaista automaatiokokonaisuutta. Automaatiotuotteisiin kuuluvat automaatio- ja ohjauskeskukset, ohjauspulpetit, -paneelit ja kotelot, rele- ja suojarahkeskukset sekä pneumatiikkakeskukset. Automaatiokeskukset ovat Harju Elekter Oy:n päätuote. (Harju Elekter Oy:n www-sivut 2020.)

2.4 Aurinkoenergia

Harju Elekter Oy tarjoaa aurinkoenergiaratkaisuja kotitalouksista ja vapaa-ajan asunnoista aurinkovoimalapuistoihin. Harju Elekterin aurinkosähköjärjestelmät myydään jälleenmyyjien kautta. Kotitalouksiin Harju Elekter tarjoaa 2kW-6kW yksivaiheisen invertterijärjestelmän ja 3kW-10kW kolmivaiheisen invertterijärjestelmän. Harju Elekter tarjoaa akkujärjestelmiä ja sähköverkkoon liitettäviä järjestelmiä. (Harju Elekter Oy:n www-sivut 2020.)

2.5 Puistomuuntamot

Harju Elekterin tuotteisiin kuuluvat betoniset ja teräksiset puistomuuntamot. Betoniset muuntamot on suunniteltu erityisesti kaupunkiympäristöön. Betoniset muuntamot ovat sisältä hoidettavia, toisin kuin ulkopuolelta hoidettavat teräksiset muuntamot. Molemmat muuntamomallit ovat tehdasvalmistettuja ja testattuja, sekä valmiita liitettäväksi keskijännite- tai pienjänniteverkkoon. Puistomuuntamoita Harju Elekter toimittaa vuosittain noin 1500. (Harju Elekter Oy:n www-sivut 2020.)

2.6 Lataus- ja lämmitysjärjestelmät

Harju Electerilla on laaja valikoima ajoneuvojen lataus- ja lämmitysratkaisuja. Pääosa suunnittelusta ja valmistuksesta tapahtuu Ulvilassa. Kaikissa lämmitysrasioissa on perusvarustuksena 16A:n johdonsuoja-automaateilla. Piharasioissa on kaksi maadoitettua pistorasiaa. Sähköautojen latausratkaisuksi Harju Elekter tarjoaa eTolppa-aseman, joka on älykäs latausasema. Auton lämmityskustannuksista pystytään säästämään jopa 65 prosenttia eTolpan avulla. Ohjaamiseen käytetään esimerkiksi internetiä tai mobiilisovellusta. (Harju Elekter Oy:n www-sivut 2020.)

3 PUISTOMUUNTAMOT

Muuntaja on sähkölaite, joka muuntaa jännitettä kahden tai useamman käämityksen välillä. Muuntajan toiminta perustuu sähkömagneettiseen induktioon. Kolmivaihemuuntaja voi rakenteeltaan olla joko yksi kolmivaiheyksikkö, tai se voi koostua kolmesta yksivaiheyksiköstä. Useimmiten kolmivaihemuuntaja muuttaa jännitteen lisäksi myös jännitteen vaihekulmaa. Vaihekulma muuttuu aina samalla vakiomäärällä, joka riippuu käämien kytkennästä. (Elovaara & Haarla 2001, 141.)

3.1 Muuntajan rakenne

Suurissa muuntajissa käytetään eristämiseen yhä paperia, prespaania sekä muuntajaöljyä. Tällaisessa järjestelmässä muuntajaöljy toimii myös jäähdytysaineena, sillä se siirtää käämissä ja muuntajan rautasydämessä syntyvän lämmön muuntaja-astian pinnalle. Muuntaja-astia rakennetaan yleensä mahdollisimman lujasta ja sitkeästä teräksestä. Muuntajia on myös ilmajäähdytteisiä, joissa hartsia käytetään eristeenä. Muuntajan rautasydämen valmistamiseen käytetään tavallisesti 0,25–0,35 mm paksuista sydänlevyjä. Muuntajan häviöiden pienentämiseksi näille levyille voidaan tehdä myös laserkäsitteily. Suurmuuntajien käämit valmistetaan useimmiten kuparista, mutta pienempien jakelumuuntajien kohdalla ne voidaan valmistaa myös alumiinista. (Elovaara & Haarla 2001, 141–142.)

3.2 Puistomuuntamot yleisesti

Puistomuuntamo on pohjimmiltaan niin sanottu koteloitu ulkokojeisto. Puistomuuntamon tarkoitus on muuttaa 10kV-20kV keskijännite 400V tai 230V pienjännitteeksi. Puistomuuntamot valmistetaan tehtaalla kokonaisuutena, joka toimitetaan asennuspaikalle testattuna. Asennuspaikalla muuntamo nostetaan nosturilla perustuksen päälle. Perustus tehdään joko vaakapalkki- tai pohjalaattaperustuksena. Puistomuuntamoissa kytkinlaitteiden lisäksi kokonaisuuteen on asennettu myös jakelumuuntaja. Kytkinlaitteena toimii SF₆- tai tyhjiökatkaisijaa, kuormanerotinta tai varokekuormaerotinta. (Elovaara & Haarla 2001, 122) Puistomuuntamo suositellaan sijoittamaan vähintään 5 metrin etäisyydelle lähimmästä rakennuksesta. Uusille rakennusalueille puistomuuntamot pyritään rakentamaan aikaisessa vaiheessa. Muuntamoa rakennettaessa on myös huomioitava, että veden pääsy muuntamotilaan on kyetty estämään. Myös muuntajaöljyn pääseminen luontoon vikatilanteen sattuessa on estettävä. Myös muuntamon kaapelikanavat suojataan lattialevyillä paloturvallisuuden parantamiseksi. Lattialevyillä voidaan estää mahdollisen tulipalon eteneminen kaapelikanavaa pitkin. (Pussinen 2014, 4.)

3.3 Harju Elekter Oy:n puistomuuntamot

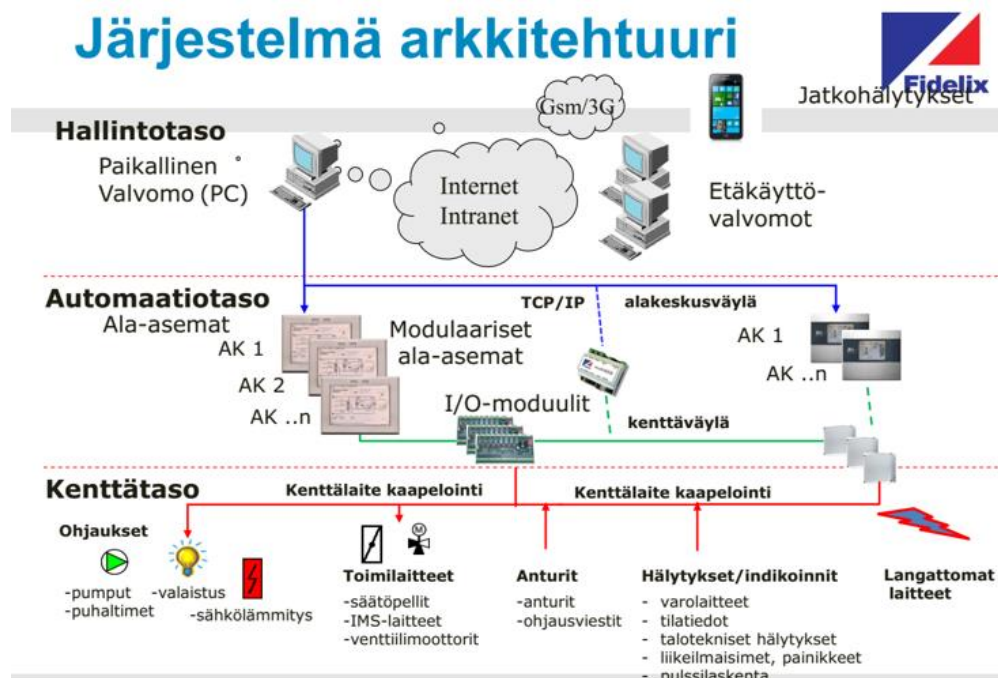


Kuva 1. Finnkumu Oy:n muuntamo (Finnkumu Oy:n www-sivut 2020).

Harju Elekter Oy:n puistomuuntamovalikoima käsittää erikokoisia muuntamoita aina 1600kVA asti. Yllä olevassa kuvassa 1 on esimerkkimuuntamo Finnkumu Oy:lta. Kaikki muuntamot ovat SFS EN 62271-202 ja SFS EN 61439-5 standardien mukaisia. Muuntamoiden kotelointiluokka on IP23D, ja valokaarikoe on tehty 20kA, 1 s mukaan. Itse muuntamorakennus valmistetaan 1,5–2,4 mm paksusta kuumasinkitystä teräslevystä. Pinnan maalaamiseen käytetään polyesterijauhemaalia. Muuntamoiden asennukset toteutetaan sorapetille, betoni- tai teräslaattojen päälle, osittain maahan upottaen. Työmaakäyttöä varten on saatavilla myös 300 mm betoninen lisäsokkeli tai kiinteä terässokkeli. Keskijänniteosa muuntamoissa on joko SF₆- tai ilmaeristeinen tai niiden yhdistelmä. Keskijänniteosan ollessa kojeistoton, syöttö voidaan tuoda muuntajalle suoraan tai kiskopakettin kautta. Asennusajan lyhentämiseksi paikan päällä välikaapelit päätteineen asennetaan tehtaalla. Pienjännitekojeiston kiskot ovat kosketus-suojattua Z-kiskoa tai Kabeldon kiskoa. (Finnkumu Oy:n www-sivut 2020.)

4 ETÄVALVONTAJÄRJESTELMÄT

Etävalvontajärjestelmillä pyritään ehkäisemään vikatilanteita ja lisäämään käyttövarmuutta valvottavassa laitteistossa. Etävalvontaa ja etäohjausta on hyödynnetty paljon kiinteistöautomaatiossa, esimerkiksi ilmanvaihdon, lämmityksen tai valojen säätelyyn.



Kuva 2. Etähallintajärjestelmän tasot (Fidelix Oy:n www-sivut 2020).

Etävalvontajärjestelmä jaetaan yleisesti kolmeen tasoon, kuten kuvassa 2. Kenttätasolla ovat toimilaitteet, anturit, hälytykset ja ohjaukset, joita järjestelmässä valvotaan. Automaatiotasolla sijaitsevat hallinnan ja ohjauksen toteuttavat laitteet, joita lopulta monitoroidaan hallintotasolla.

4.1 Keskusvalmistajien tarjoamat palvelut

Kilpailutilanteen ja teknisten ratkaisujen vertailemiseksi on tärkeää tutustua markkinoilla saatavilla oleviin, muiden keskusvalmistajien tarjoamiin palveluihin. Opinnäytetyön yhteydessä on pyritty erityisestiselvittämään, tarjoavatko muut muuntamovalmistajat etävalvontaratkaisuja verkkoyhtiöiden käyttöön.

4.1.1 UTU Oy

UTU tarjoaa muuntamoihinsa etävalvontaratkaisuja. Palvelu mahdollistaa muuntamon pääkomponenttien kunnonvalvonnan, sekä yksinkertaisempia olosuhdetietoja muuntamolta. Näitä olosuhdetietoja ovat muun muassa kulunvalvonta, lämpötila, kosteus ja kolhut. Tietojen lukemiseen tarjotaan portaali. (UTU Oy:n [www-sivut 2020.](#))

4.1.2 ABB

ABB:n muuntamoihin on saatavilla vianpaikannusmenetelmiä. RIO600-yksikkö mittaa virtaa ja jännitettä keskijänniteverkossa ja mittausten perusteella paikantaa maasulkujen sijainnin. Yksikkö mahdollistaa myös vikaindikoinnin ainoastaan virran perusteella, jolloin yksikkö on integroitavissa myös vanhempiin puistomuuntamoihin, koska niistä on usein mitattavissa vain virta. (ABB:n [www-sivut 2020.](#))

4.1.3 Maviko Oy

Maviko Oy:llä on tarjolla i1000 älymuuntamo, jossa on lukitusten- ja kulunvalvonta. Muuntamo on mahdollista liittää mihin vain yleisimmillä protokollilla varustettuun viestiliikenneverkkoon. (Maviko Oy:n [www-sivut 2020.](#)) Maviko Oy:n sivut eivät juuri tarjonneet tietoa etävalvontaratkaisuihin.

4.2 Markkinatilanne

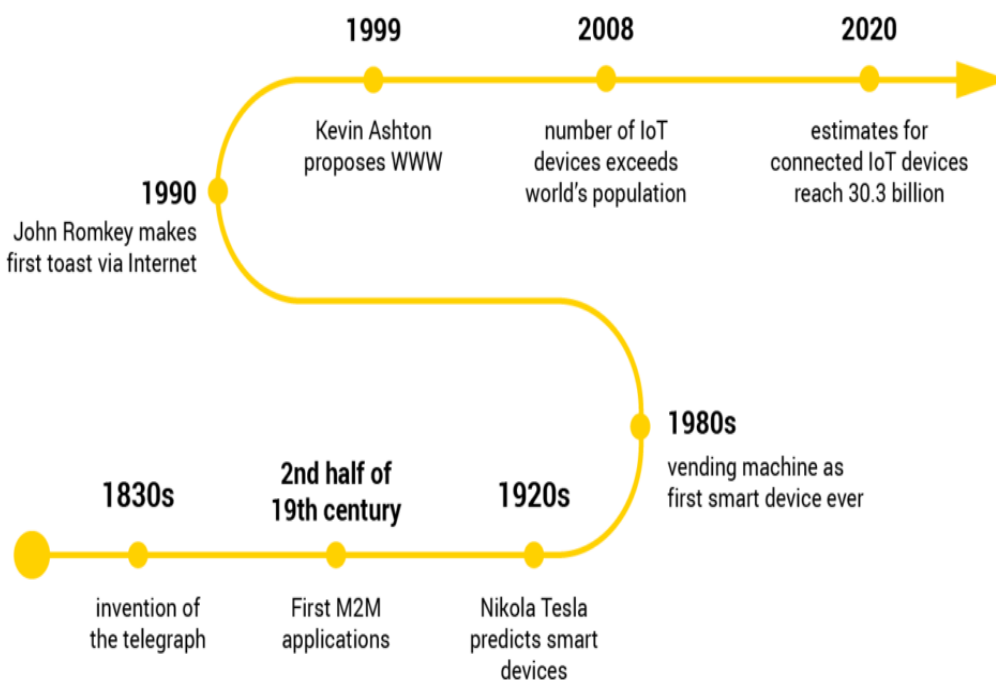
Kuten edellä huomattiin, ainoastaan ABB, UTU ja Maviko vaikuttavat tarjoavan merkittäviä etävalvontaratkaisuja. Tämän perusteella voidaan päätellä etävalvonnan tarjoamisesta olevan kilpailuetua verrattuna useimpiin valmistajiin, ja suurimpien kilpailijoiden kohdalla etävalvonta tasoittaa pelikenttää.

5 ESINEIDEN INTERNET

Esineiden internet, yleisemmin IoT tai Internet of Things, on sensoreilla tai ohjelmistoilla varustettujen laitteiden, internetin välityksellä tapahtuvaan automaattisen tiedonsiirtoon perustuva käsite. Esineiden internetissä oleva esine voi olla mikä vain ihmisen valmistava esine, jolle voidaan määrätä IP-osoite ja jonka tiedonsiirto ei vaadi ihmisen osallistumista. Tällainen laite voi olla esimerkiksi auton renkaiden ilmanpainetta seuraava anturi. ICT-yhtiö Gartnerin määritelmän mukaan esineiden internetissä toimivat laitteet ovat laitteita, jotka pystyvät aistimansa perusteella toimimaan älykkäästi. (Gartnerin www-sivut 2020). Useimmiten esineiden internet yhdistetään kodin älylaitteeseen kuten varashälyttimet, palohälyttimet, lämmönsäätely tai älykaiuttimet. Usein kodin älylaitteet kuuluvat samaan ekosysteemiin ja niitä voidaan ohjata esimerkiksi käyttäjän mobiililaitteella. Antureiden avulla esineiden internet on esimerkiksi teollisuudessa hyödyllinen työvaiheiden automatisointiin, kun laitteet pystyvät jatkuvasti mitattavan datan perusteella säätämään tai ennakoimaan toimintaansa. (Gillis 2020.)

5.1 Historiaa

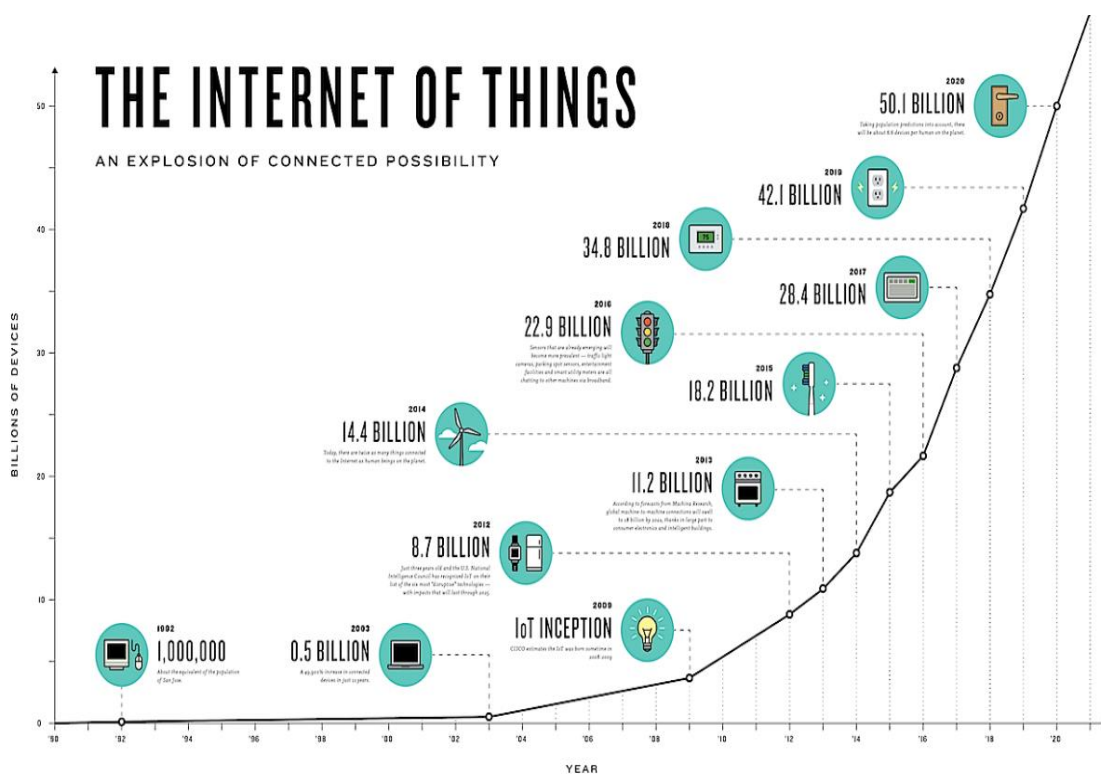
Internetiin yhteydessä olevien laitteiden konseptista on keskusteltu jo vuonna 1982. Silloin paikalliset ohjelmoijat saivat internetin kautta yhteyden Carnegie Melon Universityn Coca-Cola -automaattiin tarkistaakseen, että virvoitusjuomaa oli jäljellä ennen sen hakemista. Käsite on ollut ensimmäistä kertaa käytössä jo 1990-luvulla, ja sen englanninkielistä termiä ehdotti vuonna 1999 brittiläinen insinööri Kevin Ashton. Ashton uskoi RFID-teknologian olevan tärkeä osa esineiden internetin perustaa. RFID, eli Radio Frequency Identification, tarkoittaa radiotaajuista etätunnistusta. Yksinkertaisimmillaan se on RFID-tägillä varustettujen esineiden tiedonvaihtoa. IoT otti kuitenkin merkittävästi tuulta alleen vasta vuonna 2010, kun Kiina nosti esineiden internetin yhdeksi strategisista tavoitteistaan. Alla olevassa kuvassa 3 nähdään muutamia IoT:n historian pääkohdista. (Foote 2016.)



Kuva 3. IoT aikajana (Techydoon www-sivut 2020).

5.2 Esineiden internetin toiminta

Esineiden internetin ekosysteemi muodostuu internetiin yhdistetyistä laitteista, jotka lähettävät keräämäänsä dataa muille laitteille automaattisesti. Tällaisen ekosysteemin keräämää dataa voidaan seurata joko paikallisena tai erilaisten pilvipalveluiden kautta etäyhteyden avulla. Rajapinnassa toimiva laite kerää alemman kenttätason laitteiden lähettämän datana ja lähettää kokonaisuuden eteenpäin haluttuun kohteeseen. Mikäli datan keräämisestä halutaan tehdä entistä dynaamisempaa, voidaan datan keräämisen apuna käyttää myös tekoälyä. Kuvassa 4 nähdään IoT -laitteiden määrän kasvu vuosien saatossa. (Gillis 2020.)



Kuva 4. IoT-laitteiden määrän lisääntyminen miljardeissa (Mesh-Net www-sivut 2020).

5.3 Yksityisyys ja tietoturva

Esineiden internet on kerännyt osakseen myös kritiikkiä, liittyen erityisesti tietoturvaan ja yksityisyyteen. Esineiden internetiin on yhteydessä joka hetki miljardeja laitteita, joiden kaikkien pitää liittyä rajapintaan turvallisesti. Vuonna 2016 bottiverkko Mirai toteutti yhden suurimmista DDoS-hyökkäyksistä koskaan käyttämällä huonosti tietoturvattuja IoT-laitteita portteina verkkoon pääsyyn. IoT-laitteiden yhteystavasta johtuen yksi heikkous laitteessa mahdollistaa hakkerin pääsyn kaikkeen dataan. Erityisesti päivittämättömät laitteet ovat haavoittuvaisia tämän kaltaisia hyökkäyksiä kohtaan. Kodeissa käytettävät älylaitteet usein myös pyytävät käyttäjältä henkilökohtaisia tietoja, kuten nimen, iän, osoitteen tai puhelinnumeron. Tietoturvan lisäksi yksityisyys on käyttäjille huolenaihe. Koska IoT-laitteet ovat niin tiivis osa käyttäjän arkea erityisesti älykotiratkaisuissa, laitevalmistajilla on pääsy valtavaan määrään käyttäjien tietoja. Tämän vuoksi huoli tietoturvasta ja omien tietojen yksityisyydestä on täysin ymmärrettävää. (Gillis 2020.)

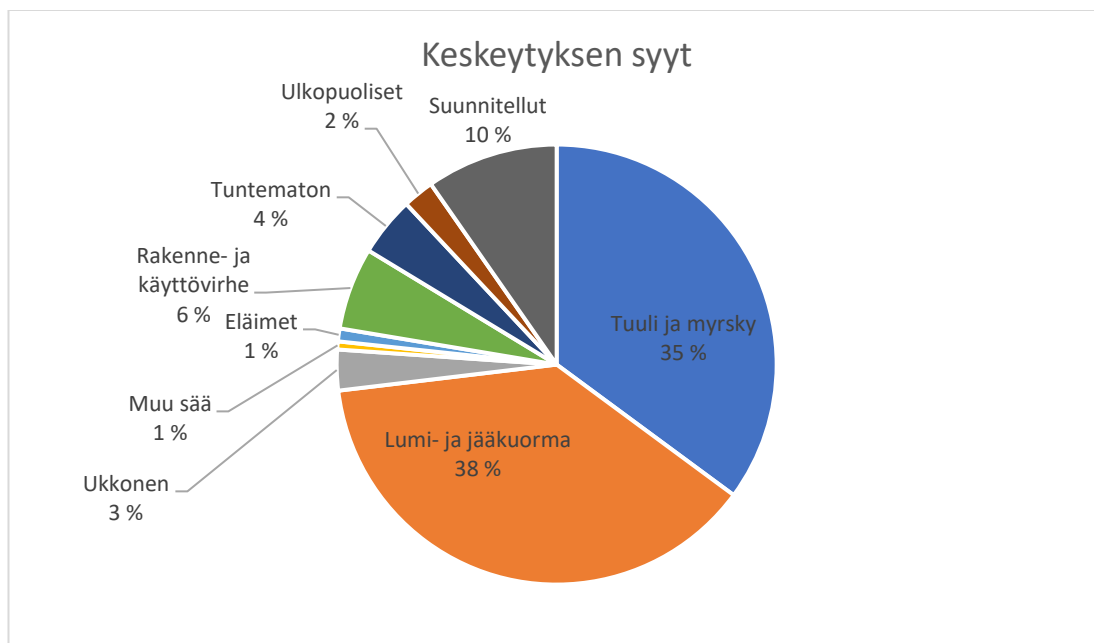
6 PUISTOMUUNTAMOISTA KERÄTTÄVÄT TIEDOT

Etävalvontajärjestelmällä pyritään monitoroimaan ja ennaltaehkäisemään vikatilanteita verkon toimintavarmuuden parantamiseksi. Muuntamoiden kohdalla vikatilanteiden ennakointi on tärkeää, sillä hajoamassa olevien komponenttien vaihtaminen on suunnittelemattomia käyttökatkoksia halvempaa. Muuntamoiden komponenteista suurin osa on toiminnalle kriittisiä, jolloin vikatilanteen odottaminen johtaa useimmiten verkon toimintahäiriöihin.

6.1 Yksinkertaiset tilatiedot

Asiakasyrityksen toiveisiin kuuluivat muutamat muuntamosta kerättävät yksinkertaiset tilatiedot. Muuntamosta olisi hyvä saada mitattua lämpötilaa, kosteutta ja oven tila. Myös liiketunnistin muuntamon sisäpuolella voisi olla hyödyllinen.

6.2 Verkon vikaantuminen



Kuva 5. Suomen jakeluverkkojen keskeytysajan syyt 2019 (Sähkön keskeytystilasto 2019).

Kuten kuvasta 5 huomataan, kaikkien verkkojen keskeytysaikojen selkeä pääsyy on sääolosuhteissa. Kaikki sään aiheuttamat keskeytykset yhteenlaskettuna kattavat peräti 77 prosenttia kaikista katkotilanteista. Taajama-alueilla keskijänniteverkko koostuu käytännössä poikkeuksetta säävarmasta maakaapelista, kun taas haja-asutusalueilla käytössä on pääasiassa sääolosuhteille herkkää ilmajohtoa.

Noin 90 % verkon käyttäjien kokemista keskeytyksistä on peräisin keskijänniteverkosta. Yleisimmät viat keskijänniteverkossa ovat yksi-, kaksi- ja kolmivaiheiset oikojen ja maasulut. Nämä viat johtavat verkon käyttökatkoihin ja ongelmatilanteisiin muuntamossa. Näitä ongelmia voivat olla esimerkiksi laitteiden ja komponenttien lämpeneminen, valokaaret ja vaaralliset jännitteet. Kuten aiemmassa kappaleessa kerrottiin, muuntamosta olisi hyvä seurata lämpötilaa. Näin komponenttien lämpeneminen olisi havaittavissa ennen komponentin vikaantumista. (Lakervi & Partanen 2008.)

6.2.1 Oikosulut

Oikosulku on yksi yleisimmistä sähköverkkojen häiriöiden aiheuttajista. Oikosulku tarkoittaa jännitteisten osien välistä johtavaa yhteyttä tilanteessa, jossa niiden ei tulisi olla kontaktissa. Oikosulkuja on sekä symmetrisiä että epäsymmetrisiä. Symmetrisiin oikosulkuihin kuuluvat kolmivaiheiset oikosulut, joissa kaikki johdon vaiheet päätyvät johtavaan yhteyteen toisiinsa. Vastuksettomana tällainen oikosulku voi johtaa jopa normaaliin virtaan verrattuna 10–40 kertaiseen vikavirtaan. Verkon laitteiden kestävyys määritellään sysäysoikosulkuvirralla, joka on oikosulun alussa esiintyvä suurin hetkellisarvo. Tämän hetkellisarvon avulla määrytyy lähes kokonaan induktiivisen vikavirran tasavirtakomponentti. Tasavirtakomponentti vaimenee verkon rakenteesta johtuvan aikavakion mukaan. Epäsymmetriset oikosulut ovat kaksi- tai yksivaiheisia oikosulkuja. Yksivaiheinen epäsymmetrinen oikosulku on maasulku. (Elovaara & Laiho 1990.)

6.2.2 Maasulut

Maasulku, eli epäsymmetrinen oikosulku, johtuu yhden tai useamman vaiheen joutumisesta johtavaan yhteyteen maan kanssa. Maasulku aiheuttaa maasulkuvirran, jonka suuruus riippuu johdon pituudesta, vikavastuksesta ja maakapasitanssista. Maakaapeloinnin laajan yleistymisen seurauksena kapasitiiviset maasulkuvirrat kasvavat, ja kosketusjännitteille asetettujen rajoitusten saavuttaminen edellyttää maasulkuvirtojen kompensointia. Yksivaiheinen maasulku tarkoittaa tilannetta, jossa yksi vaihe joutuu johtavaan yhteyteen maan kanssa. Kaksivaiheisessa maasulussa sen sijaan esiintyy kahdessa eri vaiheessa, eri kohdissa verkkoa samanaikainen maakontakti. Näiden maasulkujen lisäksi maakaapeliverkossa esiintyy myös katkeilevia maasulkuja, jolloin valokaari syttyy ja sammuu uudelleen ja uudelleen. (Elovaara & Laiho 1990.)

6.2.3 Seurattavaksi valitut tiedot

Yrityksen kanssa päädyttiin keskittymään näihin fyysisten tilatietojen seuraamiseen, sillä seuraavaksi esiteltävien maa- ja oikosulkujen seuraaminen on huomattavasti kalliimpaa, ja täten tekee palvelusta asiakkaalle vähemmän houkuttelevan. Todettiin siis kannattavaksi seurata yksinkertaisempia tietoja, joiden tarkkaileminen on merkittävästi edullisempaa. Näin asiakkaalle tarjottavan palvelun hintaa voidaan laskea, kun komponentit eivät asiakasyritykselle kustanna merkittävää osuutta muuntamon hinnasta.

7 KOMPONENTIT JA LAITTEISTOT

7.1 Xortec Oy

Xortec Oy on suomalainen, vuodesta 1992 asti toiminut elektroniikkavalmistaja. Xortec Oy työllistää noin 30 henkilöä. Yrityksen liikevaihto vuonna 2019 oli 4,9 miljoonaa euroa ja tilikauden tulos 90 tuhatta euroa. Xortec Oy:n toimipiste sijaitsee Lempäälässä ja sen päätoimiala on sähkötekniinen suunnittelu. (Xortec Oy:n [www-sivut](http://www.xortec.fi) 2020.)

7.1.1 Leak Guard -vuotovahti

Xortecin IoT-tuoteperheeseen kuuluu vuotovahti, joka on herkästi veteen reagoiva anturi. Kuten aiemmin käytiin läpi, kosteus on yksi muuntamoista mitattavaksi halutuista parametreista. Xortec lupaa vuotovahdille 10 vuoden toimintavarmuuden. Ilmoitukset vuodoista on saatavilla suoraan puhelimeen, Sigfox-IoT verkkoa hyödyntäen. Koska Sigfox-IoT verkko ei ole suorassa yhteydessä internetiin, siinä on korkea tietoturva. Sigfox -verkko ei myöskään kärsi häiriöistä, vaikka mobiiliverkossa olisikin häiriöitä. Vuotovahdin avulla pystytään valvomaan vuotoja muuntamosta tarkasti, mutta se on vuotovahdin ainoa toiminnallisuus. Vuotovahti on kuitenkin hyvin edullinen, yhdellä anturilla varustettu Leak Guard -vuotovahti on hinnaltaan 79 euroa ja kahdella anturilla 99 euroa. (Main-IoT www-sivut 2020.)

7.1.2 Multi Guard -olosuhdevahti

Toisin kuin vuotovahdilla, Multi Guard -olosuhdevahdilla voidaan valvoa useampia parametreja. Multi Guardilla voidaan seurata lämpötilaa, kosteutta ja ilmanpainetta, sekä kuuntelemaan esimerkiksi palohälytyksiä. Näistä valvottavaksi halutaan lämpötila ja kosteus. Kuten vuotovahdilla, myös olosuhdevahdilla voidaan välittää tiedot suoraan mobiililaitteeseen. Tiedot voidaan myös kerätä ja lähettää keskitetysti asiakkaan rajapinnalle. Valvontalaite on myös IP21 luokiteltu. (Xortec Oy:n www-sivut 2020.)

7.1.3 Sigfox

Sigfox on ranskalainen maailmanlaajuinen verkko-operaattori, jonka erikoisalaa on pienivirtaisten, jatkuvaa datan lähetystä vaativien laitteiden ja komponenttien yhdistäminen langattomaan IoT -verkkoon, eli esineiden internetiin. Sigfox perustettiin vuonna 2010. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2017 noin 50 miljoonaa euroa, ja yrityksen henkilöstöön kuului 375 työntekijää. (Sigfoxin www-sivut 2020.) Sigfoxissa toimivien anturien ja laitteiden matalan virrankulutuksen vuoksi verkossa toimivat laitteet ovat energiatehokkaita, sillä paristokäyttöisten laitteiden paristot joudutaan vaihtamaan vain noin kerran kymmenessä vuodessa. Suomessa Sigfox aloitti toimintansa vuonna 2016, jolloin verkko kattoi 40 % väestöstä. (Saarelainen 2016). Vuoteen 2020 mennessä Sigfoxin väestöpeitto Suomessa on noussut jo 90 %. Sigfox toimii jo 70 maassa, ja sillä on peräti miljardin ihmisen väestöpeitto. Suomessa Sigfoxin operaattorina toimii Connected Finland. (Connected Finlandin www-sivut 2020).

7.2 ABB

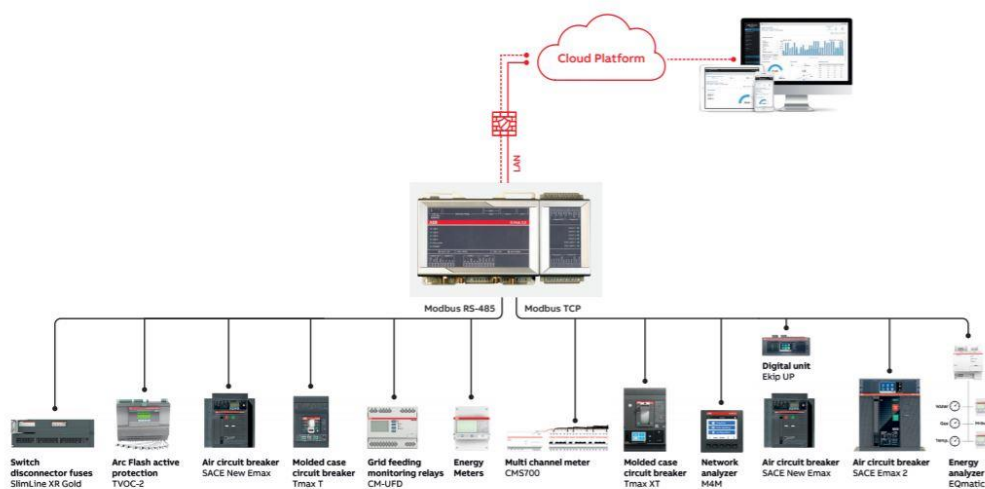
ABB on ruotsalais-sveitsiläinen teollisuusalan yritys. ABB:n pääkonttori on Zürichissä Sveitsissä. ABB syntyi vuonna 1988 ruotsalaisen ASEA:n ja sveitsiläisen Brown, Boveri & Cie:n yhdistyttyä. Historiaa konsernilta löytyy kuitenkin yli 120 vuoden takaa, sillä Brown, Boveri & Cie. perustettiin vuonna 1891. ABB työllistää maailmanlaajuisesti noin 110 000 ammattilaista, joista Suomessa työskentelee noin 5000. (ABB Oy:n www-sivut 2020.) Liikevaihto Suomessa oli vuonna 2019 2,2 miljardia euroa. (Finder.fi www-sivut 2020).

7.2.1 ABB E-Hub 2.0

E-Hub 2.0 on IoT -laite, joka kerää dataa kenttälaitteilta ja lähettää tiedot pilvipalveluun. E-Hubin tietojen lähetys toimii joko ethernet-kaapelin, Wi-Fi yhteyden tai mobiiliverkon kautta. E-Hub 2.0 mahdollistaa siis 4G verkon käytön etävalvontadatan siirtämiseen. Kuvassa 6 nähdään tyypillinen laitehierarkia käytettäessä ABB E-Hub järjestelmää.

The Architecture

Below is an example of a typical architecture:



Kuva 6. ABB:n esimerkki tyypillisestä laitehierarkiasta (ABB:n E-Hub-esite 2020).

E-Hub pitää sisällään 4GB tallennustilaa. Portteina 2 Ethernet -porttia, 2 USB 2.0 -porttia ja 2 RS-232/486-porttia. Lisävarusteena saatavissa 6 DI ja 2 AI -porttia 4-20mA, sekä 2 AI -porttia 0-36V. Toimintalämpötila välillä -20–70 astetta Celsiusta. E-Hub ei itsessään sisällä antureita vaan se on tarkoitettu kenttälaitteiden tarjoamien tietojen keräämiseen ja lähettämiseen pilvipalveluun. (ABB:n www-sivut 2020.) Lisäksi kokonaishintaan vaikuttavat valvonnan toteuttamiseksi tarvittavat anturit sekä ABB:n tarjoama pilvipalvelu.

7.3 Phoenix Contact Oy

Phoenix Contact on kansainvälinen sähkö- ja automaatioalan yritys. Phoenix Contact perustettiin vuonna 1923. Kokonaisuudessaan konsernissa on 17 600 työntekijää ja 47 tytäryhtiötä. Yhtiön liikevaihto vuonna 2019 oli 2,48 miljardia euroa. (Phoenix Contact Oy:n www-sivut 2020.) Suomessa Phoenix Contactilla oli tilikaudella 2019 52 työntekijää, yrityksen liikevaihto kyseisellä tilikaudella Suomessa oli 31,9 miljoonaa euroa. (Finder.fi www-sivut 2020).

7.3.1 Phoenix Contactin komponentit

Phoenix Contactilta valitut komponentit mahdollistavat tietojen keräämisen ja lähettämisen puistomuuntamosta. Laitekustannusten lisäksi kokonaisuuden hintaan vaikuttavat pilvipalvelun hinta erilliseltä toimijalta, sekä anturit tilatietojen seuraamiseen. Kuten ABB:n E-Hubin kohdalla, anturit eivät kuulu Phoenix Contactin tarjoamaan pakettiin. Yhteensopivat anturit on siis hankittava muualta.

7.4 Telemecanique/ Schneider Electric

Telemecanique on vuonna 1924 perustettu ranskalainen sähköalan yritys. Nykyisin Telemecanique on osa Schneider Electric -konsernia. Schneider Electric hankki Telemecaniqueen vuonna 1988. (Schneider Electricin www-sivut 2020.)

7.4.1 Anturit

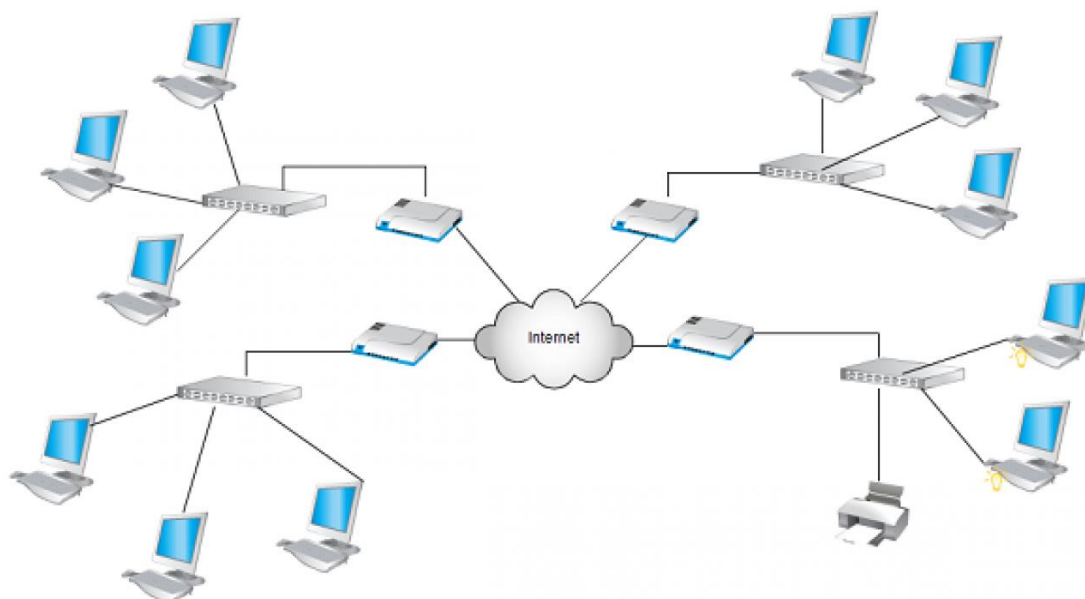
Telemecanique Sensors valmistaa monenlaisia antureita ja kytkimiä. Yhteytenä tässä ratkaisussa käytetään aiemmin mainittua Sigfox -verkkoa, joten kantama ja energiatehokkuus ovat hyvät. Hinnoiltaan anturit sijoittuvat muutamista kymmenistä euroista satoihin euroihin. Yhteiskustannusta antureista syntyisi valittavien anturien mukaan noin 500 euroa muuntamo kohden. Lisäksi kokonaiskustannukseen vaikuttaa pilvipalveluun yhdistettävä anturi, sekä, aiempien ratkaisujen tapaan, pilvipalvelu ulkoiselta toimijalta. (Telemecanique Sensors www-sivut 2021.)

8 PILVIPALVELUT

Asiakasyrityksen kannalta usein helpoin ratkaisu on vuokrata pilvipalveluun liittyvät toiminnot ulkopuoliselta toimijalta. Useissa edellä mainituista ratkaisuista komponenttien valmistajayritys tarjoaa myös tietojen tallennusta varten pilvipalvelua. Seuraavaksi esitellään erilaisia mahdollisia ratkaisuja pilvipalvelun osalta.

8.1 Yleistä

Etävalvontasovelluksissa käytettävä pilvipalvelu perustuu tarpeen mukaan toimitettaviin palveluihin, kuten tallennustilaan ja laskentatehoon, joista maksetaan käytön mukaan. Sen sijaan että yritys omistaisi oman IT-infrastruktuurinsa, voi se vuokrata palvelinta sitä tarjoavalta yritykseltä. Hyötynä palvelun vuokraamisessa on se, että yritys välttyy aloituskustannuksilta ja ylläpidon kustannuksilta. Nykyisin lähes mikä vain palvelu, joka ei vaadi käyttäjää olemaan fyysisesti lähellä tietokonetta voidaan toteuttaa pilvipalvelun avulla. Pilvipalvelun perusajatus on, että palvelun sijainti, sekä sitä pyörittävät laitteistot ja ohjelmistot ovat pitkälti käyttäjälle samantekeviä. Ajatus ”pilvessä” sijaitsevasta palvelusta on johdettu vanhoista verkkokaaviosta, joissa internet kuvataan usein pilvenä, jonka yksityiskohdilla ei juuri ollut väliä. Kuvassa 7 nähdään esimerkki aiemmin mainitusta kaaviosta. (Ranger 2018.)



Kuva 7. Esimerkkikaavio. (Creately www-sivut 2020).

8.2 Haluttu toiminnallisuus

Tarkoituksena on tarjota pilvipalvelussa antureilta saadut tiedot luettavassa muodossa asiakkaalle. Suurelta osin tiedot ovat yksinkertaista IO-tietoa, sekä lämpötilan tieto analogisesti. Pilvipalvelun pohjan on syytä olla siinä määrin yksinkertainen, että tiedot ovat siitä helposti nähtävissä.

8.3 ABB Ability Electrical Distribution Control System

ABB Ability Electrical Distribution Control System, eli ECDS, on ABB:n pilvialusta, johon E-Hub 2.0 keräävät tiedot kenttälaitteilta tallennetaan. Palvelu kerää jokaisen yhdistetyn kenttälaitteen tiedot monitoroitavaksi pilvipalvelusta. (ABB:n www-sivut 2020).

8.4 AWS

AWS, eli Amazon Web Service, on Amazonin tarjoama julkinen pilvipalvelualusta. Amazonin palveluun pohjautuen kuka vain voi vuokrata pilvipalvelua pyörittävän serverin. Erilaisille toiminnoille on erilaisia hinnoittelumalleja laskentatehon ja tarvittavan muistikapasiteetin mukaan. AWS on ollut toiminnassa vuodesta 2006. (AWS:n www -sivut 2020.) Vuonna 2020 AWS:n markkinaosuus pilvipalveluista oli peräti 32 prosenttia. (Statista www -sivut 2020).

8.5 Microsoft Azure

Microsoft Azure on Microsoftin vaihtoehto aiemmin esitellylle AWS-palvelulle. Kuten Amazoninkin tapauksessa, myös Microsoft Azuren erilaiset palvelut hinnoitellaan erinäisten muuttujien mukaisesti. Microsoft Azuren osuus pilvipalveluista oli vuonna 2020 20 prosenttia, ainoa Azurea suuremman osuuden omaava palvelu oli AWS. (Statista www -sivut 2020.)

9 TULOKSET

Yhdessä asiakasyrityksen kanssa päädyimme valitsemaan etävalvontajärjestelmän pohjaksi ABB:n tarjoaman vaihtoehdon. Valintaan vaikuttivat erityisesti ABB:n ratkaisun tarjoama Plug & Play mallinen toteutus, jossa anturitiedot keräävä ja lähettävä laitteisto, sekä pilvipalvelu ovat saman yrityksen tuotteita. Seurattavista attribuuteista päädyttiin lopullisessa analyysissä seuraamaan lämpötilaa, oven tilaa, sekä liikettä. ABB:n paketin hinnan lisäksi valmiiseen laitteistoon lisätään PR Electronicsin lämpötila-anturi, Schneider Electricin mekaaninen rajakytkin oven tilan valvontaan, sekä Schneider Electricin liiketunnistin. Näiden lisäksi ABB:n pilvipalvelu. Pilvipalvelun hinta vuodessa kuluu vain muuntamoilta, joille asiakas haluaa ottaa käyttöön palvelun. Valmistusvaiheessa muuntamoon asennettavan etävalvontajärjestelmän, sekä ABB:n pilvipalvelun hintatietoja käsiteltiin opinnäytetyön ulkopuolella.

10 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoite saavutettiin, ja asiakasyritykselle valikoitui haluttuun toiminnallisuuteen sopiva laitteiston ja ohjelmiston yhdistelmä. Opinnäytetyössä tutustuin muuntamoiden toimintaan ja vikaantumiseen, esineiden internetiin, sekä useiden eri valmistajien valvontalaitteisiin.

Työtä tehdessäni tutustuin myös Harju Elekterin tuotevalikoimaan, sekä historiaan. Opinnäytetyön aikana tietoni muuntamoiden toiminnasta, vikaumisesta ja rakenteesta syveni merkittävästi. Pääsin myös vertailemaan erilaisia tuotteita keskenään ja tutustumaan pilvipalveluiden toimintaan. Suurimman osan työssä käytetystä tiedosta löysin internetistä, osan sain ohjaajaltani asiakasyrityksessä sekä aiheeseen liittyvistä teoksista.

LÄHTEET

ABB:n www-sivut. 2020. Viitattu 4.11.20. <https://global.abb/group/en>

Autio, A. 2020. Virolaisyrietykset ostavat yhä enemmän suomalaisyrityksiä ja niiden brändejä – tytäryhtiöiden perustamisia silti enemmän. Viitattu 25.10.20

<https://www.satakunnankansa.fi/a/b835c466-9ed3-4a57-b075-1d56b7195d47>

AWS www-sivut. 2020. Viitattu 25.3.2021. <https://aws.amazon.com/about-aws/>

Connected Finlandin www-sivut 2020. Viitattu 24.11.2020 <https://www.connectedfinland.fi/>

Creately www-sivut. 2020. Viitattu 8.12.2020 <https://creately.com/blog/>

Elovaara J. & Haarla L. 2011. Sähköverkot II. Tallinna: Gaudeamus

Elovaara J. & Laiho Y. 1990. Sähkölaitostekniikan perusteet. <http://www.leenakorpi-nen.fi/archive/sahkoverkko/vikatilanteet.pdf>

Fidelix Oy:n www-sivut. 2020. Viitattu 4.11.20. https://www.fidelix.fi/?_ga=2.219045658.245497718.1604467684-1412073774.1604467684

Finder.fi www-sivut. 2020. Viitattu 25.10.20. <https://www.finder.fi/>

Finnkumu Oy:n www-sivut. 2020. Viitattu 26.10.20. <https://www.finnkumu.fi/>

Foote, K. 2016. A Brief History of the Internet of Things. Viitattu 25.3.2021. <https://www.dataversity.net/brief-history-internet-things/>

Gartnerin www-sivut. 2020. Viitattu 31.3.2021. <https://www.gartner.com/en/about>

Gillis, A. 2020. Internet of Things (IoT). Viitattu 19.3.2021 <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>

Harju Elekter Oy:n www-sivut. 2020. Viitattu 25.10.20. <https://www.harju-elekter.fi/index.php>

Main-IoT www-sivut. 2020. Viitattu 24.11.2020 <https://main-iot.fi/>

Mesh-Net www-sivut. 2020. Viitattu 25.3.2021. <https://www.mesh-net.co.uk/what-is-the-internet-of-things-iot/>

Phoenix Contact Oy:n www-sivut. 2020. Viitattu 25.11.2020. <https://www.phoenixcontact.com/online/portal/pc>

Pussinen J. 2014. Muuntamon saneerauksen/rakentamisen työn tehostaminen. AMK-opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Viitattu 26.10.20
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/83226/Pussinen%20Jouni.pdf?sequence=1>

Ranger, S. 2018. What is cloud computing? Everything you need to know about the cloud explained. Viitattu 8.12.2020 <https://www.zdnet.com/article/what-is-cloud-computing-everything-you-need-to-know-about-the-cloud/>

Saarelainen, A. 2016. Suomen ensimmäinen esineiden internetin operaattori aloittaa. Viitattu 24.11.2020. <https://www.tivi.fi/uutiset/suomen-ensimmainen-esineiden-internetin-operaattori-aloittaa/880caf9e-1c2e-3120-b8ec-c17190ce2a5f>

Sähkön keskeytystilasto 2019. 2020. Viitattu 12.11.2020. https://energia.fi/files/4972/Sahkon_keskeytystilasto_2019.pdf

Schneider Electricin www-sivut. 2020. Viitattu 8.12.2020. <https://www.se.com/uk/en/>
Sigfoxin www-sivut. 2020. Viitattu 24.11.2020 <https://www.sigfox.com/en>

Statista www-sivut. 2020. Viitattu 25.3.2021. <https://www.statista.com/chart/18819/worldwide-market-share-of-leading-cloud-infrastructure-service-providers/>

Techydoon www-sivut. 2020. Viitattu 25.3.2021. <https://techydoo.com/what-is-iot/>

Telemecanique Sensors www-sivut. 2020. 31.3.2021. <https://tesensors.com/global/en>

UTU Oy:n www-sivut. 2020. Viitattu 4.11.20. <https://www.utu.eu/>

Xortec Oy:n www-sivut. 2020. Viitattu 24.11.2020 <http://xortec.fi/en/>