

Masterpact MTZ-ilmakatkaisijan modernisointi tuotantotaloudellisesta näkökulmasta.

Jarkko Jaatinen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2018
Tekniikan ja liikenteen ala
Insinööri (AMK) Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka

| | | |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Tekijä(t) Jaatinen, Jarkko | Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK | Päivämäärä Toukokuu 2018 |
| | Sivumäärä 25 | Julkaisun kieli Suomi |
| | | Verkojulkaisulupa myönnetty: x |
| Työn nimi Masterpact MTZ-ilmakatkaisijan modernisointi tuotantotaloudellisesta näkökulmasta. | | |
| Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikka | | |
| Työn ohjaaja(t) Väänänen Olli, Puttonen Pasi | | |
| Toimeksiantaja(t) Schneider Electric Finland Oy | | |
| Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Schneider Electric Finland Oy. Yrityksen vuoden 2017 lopussa lanseeraaman uuden sukupolven Masterpact MTZ – katkaisijan myymisessä modernisaatiokohteisiin huomattiin, että myyntitilanteessa oli haastavaa avata asiakasyrityksen edustajalle MTZ-katkaisijan uusien ominaisuuksien tuomia hyötyjä ja rahallisia säästöjä. Tavoitteena oli tutkia uuden katkaisijan ominaisuuksia ja selvittää mistä säästöjä syntyy. Tavoitteena oli saada esimerkkejä uusien ominaisuuksien tuomista rahallisista säästöistä.</p> <p>Toteutustapana oli katkaisijan tutkiminen ja sen uusien ominaisuuksien vertaaminen vanhoihin malleihin. Katkaisijan IoT – funktioiden ymmärtäminen vaati tutkimista IoT:n perusperiaatteista ja sen käytöstä teollisuusmaailmassa. Ennen johtopäätösten tekemistä, metalliteollisuusyrityksen tuotantopäällikön konsultointi oli pakollinen vaihe, jotta esimerkitapausten tekeminen oli mahdollista.</p> <p>Masterpact MTZ – katkaisijan uudet ominaisuudet antoivat mahdollisuuksia suurille säästöille. MTZ – katkaisijan mobiilisovellus oli selkeästi hyvä parannus katkaisijan tietojen helppoon saatavuuteen. Isoin etu löytyi reaaliaikaisen energianmittauksen mahdollistamasta energianhallinnan optimoimisesta, jolla saatiin huomattavia säästöjä tuotantolaitoksen energiankulutuksessa.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena oli aineisto Schneider Electricin myyjille, jolla pystyy antamaan konkreettisia esimerkkejä Masterpact MTZ – katkaisijan rahallisista säästöistä ja hyödyistä.</p> | | |
| Avainsanat (asiasanat) Katkaisija, Internet of Things, Masterpact MTZ – ilmakatkaisija, Schneider Electric | | |
| Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet) | | |

| | | |
|--|---|--|
| Author(s) Jaatinen, Jarkko | Type of publication Bachelor's thesis Number of pages 25 | Date May 2018 Language of publication: Finnish Permission for web publication: X |
| Title of publication Masterpact MTZ – circuit breakers modernization from production-economical point of view | | |
| Degree programme Bachelor's degree in electrical and automation technology | | |
| Supervisor(s) Väänänen Olli, Puttonen Pasi | | |
| Assigned by Schneider Electric Finland Oy | | |
| Abstract <p>When completing this form, start from this field, on the row under the instructions, so that Principal of this bachelor's thesis was Schneider Electric Finland Oy. At the end of the year 2017 company launched a new generation Masterpact MTZ circuit breaker. When selling the circuit breaker to modernization cases, it was noted soon that it is hard to open all the benefits that come from the new MTZ circuit breaker for the representative of the client company.</p> <p>The way of doing this was to examine the circuit breaker and its new features comparison with older models. Research of the IoT basics and its usage in industry was required to understand the IoT-functions of the circuit breaker. Prior to making the conclusions, metal industry company's production manager was a compulsory step in order to make examples possible.</p> <p>The Masterpact MTZ breaker's new features provided opportunities for great savings. The MTZ breakers' mobile application was a clear improvement to make accessibility to circuit breakers' information easier. The biggest advantage was found in the optimization of energy management enabled by real-time energy measurement, which resulted in significant savings in the energy consumption of the production facility.</p> <p>The final result of the thesis was the material available to Schneider Electric sales personnel, who can provide concrete examples of the financial savings and benefits of the Masterpact MTZ circuit breaker</p> | | |
| Keywords/tags (subjects) Circuit breaker, Internet of Things, Masterpact MTZ circuit breaker, Schneider Electric | | |
| Miscellaneous (Confidential information) | | |

Sisältö

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Johdanto | 4 |
| 1.1 | Schneider Electric | 5 |
| 1.2 | Schneider Electric Finland Oy | 5 |
| 2 | Katkaisija..... | 6 |
| 2.1 | Pienjännitekatkaisija..... | 7 |
| 2.1.1 | Ilmakatkaisija | 7 |
| 2.1.2 | Kompaktikatkaisija..... | 10 |
| 2.2 | Suurjännitekatkaisija | 11 |
| 2.2.1 | Öljykatkaisija ja vähäöljykatkaisija..... | 11 |
| 2.2.2 | Paineilmakatkaisija | 12 |
| 2.2.3 | SF ₆ – katkaisija | 13 |
| 2.2.4 | Tyhjiökatkaisija | 14 |
| 3 | Internet of Things | 15 |
| 3.1 | Teollinen internet | 15 |
| 3.1.1 | Toiminnan perusteet | 15 |
| 3.1.2 | Palvelumuodot ja ekosysteemi..... | 16 |
| 4 | Opinnäytetyön toteutus | 18 |
| 4.1 | Lähtökohdat ja tavoitteet..... | 18 |
| 4.2 | Masterpact MTZ – ilmakatkaisija | 18 |
| 4.3 | Säästöt ja hyödyt..... | 20 |
| 4.3.1 | Tuotantokeskeytyksen hinta | 20 |
| 4.3.2 | Katkaisijan IoT:lla saatavat säästöt..... | 21 |
| 4.3.3 | Reaaliaikaisen energianmittauksen avulla toteutettavat säästöt | 22 |

5 Pohdinta.....24

Lähteet25

Kuviot

| | |
|---|----|
| Kuvio 1. SACE Emax 2 – ilmakatkaisijoita | 8 |
| Kuvio 2. SACE Tmax T - kompaktikatkaisijoita..... | 10 |
| Kuvio 3. Vähäöljykatkaisija | 12 |
| Kuvio 4. Paineilmakatkaisija | 13 |
| Kuvio 5. Schneider Electricin SF6-katkaisija | 14 |
| Kuvio 6. Schneider Electricin tyhjiökatkaisija | 14 |
| Kuvio 7. Yritysten hyödyt teollisesta internetistä | 17 |
| Kuvio 8. Teollisen internetin palveluekosysteemi..... | 17 |
| Kuvio 9. Vaihe-energia – moduuli | 19 |
| Kuvio 10. Masterpact MTZ circuit breakers operating conditions..... | 20 |

1 Johdanto

Opinnäytetyössä tutkitaan vanhan mallisen katkaisijan modernisointia uuden sukupolven Schneider Electricin Masterpact MTZ- katkaisijalla ja sen vaikutuksia tuotantotaloudellisesta näkökulmasta. Masterpact MTZ –katkaisijassa yhdistyy perinteisten Masterpact -katkaisijoiden toimintavarmuus uudemman IoT – ajattelumallin kanssa.

Myyntityössä tyypillistä on asiakasyritysten edustajien euromääriin tuijottaminen. Eli ostopäätöstä tehdessä ei välttämättä osata ottaa huomioon pitkällä aikavälillä syntyviä säästöjä, vaan ajatellaan sillä hetkellä, että uusi laite on liian kallis verrattuna vanhan mallin huoltamiseen. Opinnäytetyön tavoitteena olikin saada juuri lanseeratun katkaisijan myyjille koottua tietoa yhteen, jolloin heillä on asiakastapaamisessa antaa konkreettisia esimerkkejä ja tietoa uuden katkaisijan mukanaan tuomista säästömahdollisuuksista.

Opinnäytetyö aloitettiin tutustumalla Masterpact MTZ –katkaisijan ominaisuuksiin ja vertaamalla niitä vanhojen katkaisijoiden ominaisuuksiin. Lisäksi uuteen katkaisijaan vahvasti liittyvään IoT:hen tutustuminen ensin yleisellä tasolla oli tärkeää, jotta pystyy ymmärtämään Masterpact MTZ –katkaisijassa olevaa IoT-ominaisuuksia. Vasta nämä asiat sisäistettyään, kykeni alkaa hahmottelemaan mahdollisia säästökohteita ja sopivia esimerkkejä asiasta.

Opinnäytetyö toteutettiin case-tutkimuksena, jossa oli käytetty osittain kvalitatiivisen tutkimuksen menettelyjä. Laadullinen tapaustutkimus on väljästi määriteltyä, eikä se pyri laajaan yleistettävyyteen. Tähän työhön tutkimusmenetelmä kuitenkin sopi, johtuen tapaustutkimuksen pyrkimyksestä auttaa ymmärtämään ja sisäistämään syvällisesti tapauksia niiden erityisessä ympäristössä. Näin se auttaa muodostamaan tietoa tapaukseen liittyvästä prosesseista, mekanismeista ja lainalaisuuksista, niin että tuloksista voidaan päätellä tuloksia myös yleisemmällä tasolla. (Tapaustutkimus 2015)

1.1 Schneider Electric

Schneider Electric on maailmanlaajuinen energianhallinnan ja automaation asiantuntija, jolla on toimintaa yli 100 maassa ja Suomessa yhtiöllä löytyy 20 toimipistettä eri paikkakunnilla. Schneider Electric on kansainvälisesti johtava toimija energia- ja infrastruktuurimarkkinoilla, teollisissa prosesseissa, rakennusautomaatiossa sekä tietoliikennekeskuksissa ja –verkoissa. Näiden lisäksi se on hyvin edustettuna myös asuin-kiinteistösovelluksissa. (Schneider Electric N.d.)

Schneider Electric syntyi, kun vuonna 1836 ranskalaiset Schneiderin veljekset ostivat Creusot-valimot ja perustivat yrityksen nimeltä Schneider & Cie. Aluksi yritys toimi rauta- ja terästeollisuudessa valmistuen raskaita koneita ja laivoja. He erikoistuivat sotatarvikkeiden valmistajaksi. 1800-luvun lopulla Schneider alkoi laajentaa toimintaansa nopeasti kehittyville sähkömarkkinoille. Toisen maailmansodan jälkeen Schneiderin sotatarvikkeiden valmistus lopetettiin ja yritys keskittyi rakennusteollisuuteen, rauta- ja terästeollisuuteen ja sähkölaiteteollisuuteen. Vuosien 1981 ja 1997 välillä Schneider-ryhmä jatkoi keskittymistään sähköteollisuuteen tekemällä monia strategisia yritysostoja ja vuonna 1999 Schneider-ryhmä sai uudeksi nimekseen Schneider Electric. Nimenmuutoksella haluttiin korostaa sähkö- ja automaatioalan osaamista ja asiantuntemusta. (Schneider Electric N.d.)

Tänä päivänä Schneider Electricin päätoimipiste sijaitsee Pariisissa Ranskassa. Yrityksen liikevaihto vuoden 2016 lopussa oli 25 miljardia euroa ja se työllisti 144 000 henkilöä ympäri maailman. (Schneider Electric N.d.)

1.2 Schneider Electric Finland Oy

Suomessa Schneider Electric toimii nimellä Schneider Electric Finland Oy. Yritys on ollut toiminnassa vuodesta 1975. Schneider Electric Finlandin päätoimipiste sijaitsee Espoossa. Muita toimipisteitä löytyy Suomesta 20 paikkakunnalta ja Schneider Electric Finland työllistääkin yli 600 henkilöä Suomessa. Yrityksen liikevaihto ylsi vuonna 2016 127,4 miljoonaan euroon. (Schneider Electric N.d.)

Tänä päivänä yrityksen toiminta on laajentunut lähes kaikkeen toimintaan sähköalalla. Sen laaja tuotevalikoima kattaa asuntojen ja kiinteistöjen sähköasennukset, kiinteistönhallinnan ja turvallisuusratkaisut, sähköjakelun, keskijännitejakelun ja sen automaation, kriittisen virransyötön ja jäähdytyksen eli ups-varavoima järjestelmät sekä teollisuusautomaation. Näin laaja tarjonta ja osaaminen mahdollistaa ratkaisujen antamisen monenlaisten asiakkaiden tarpeisiin. Yritykseltä löytyykin sekä suurempia että pienempiä asiakkaita. Näitä ovat esimerkiksi sähkötukkuliikkeet ja sähköurakoitsijat, sähköverkkoyhtiöt, teollisuusyritykset, sairaanhoitopiirit, rakennusliikkeet, kunnat ja kaupungit sekä myös yksittäiset kuluttajat. (Schneider Electric N.d.)

Yritykseltä löytyy myös paljon palvelutuotteita. Niihin kuuluvat erilaisten projektien toteuttaminen, esimerkiksi sähköjakelu- sekä erilaiset automaatioprojektit. Lisäksi Schneider Electric tarjoaa tuotteisiinsa huolto-, korjaus- sekä modernisointipalvelua ja muuta asiantuntija-apua sekä ratkaisuja. Energianhallintapalvelu on myöskin kokonaisen kasvava tuote. Schneider Electric Finland toteuttaa erilaisia hankkeita energiatehokkuuden parantamiseksi ja Schneiderilta asiakas voikin tilata tehon- ja energianhallintasuunnittelun, jolla voidaan säästää energiaa. (Schneider Electric N.d.)

2 Katkaisija

Katkaisija on mekaaninen laite, jolla pystytään sekä kytkemään että katkaisemaan normaaleissa piirin olosuhteissa esiintyviä virtoja. Vikatilanteessa katkaisija katkaisee virrat suojattavalta osalta sähköpiiriä. Laukaisu tapahtuu suojareiden raja-arvojen ylityttyä. Katkaisija kykenee kestämään jonkin aikaa vikavirtaa ja tämä aika-arvo on aseteltavissa, näin suojattavan piirin selektiivisyyttä pystytään säätämään. (IEC 60947-2:2016)

Katkaisijoiden yleisimpiä käyttökohteita ovat muuntajien, kojeistojen sekä keskuksien suojaaminen ylikuormitustilanteissa. Katkaisijat rakennetaan kestämään moninkertaisesti suurempaa virtaa kuin mikä katkaisijan nimellisvirraksi on määritetty. Näin katkaisijat pystyvät oikosulun sattuessa eristämään vikavirrat suojattavasta piiristä, ilman että katkaisija itsessään vaurioituisi. Ominaisuuksiensa vuoksi katkaisijat soveltuvatkin erittäin hyvin toimimaan piirin pääkatkaisijana, jolloin

komponentin täytyy pystyä katkaisemaan vikatilanne sekä erottamaan vika terveestä verkosta myös katkaisun jälkeen. (Elovaara & Laiho 1988, 245-250)

SFS 6000 standardikokoelmassa määritellään katkaisijat pien- ja suurjännitekatkaisijaksi katkaisijan nimellisjännitteen mukaan. Kaikki nimellisjännitteeltään alle 1000VAC tai 1500VDC ovat pienjännitekatkaisijoita ja nämä raja-arvot ylittävät ovat suurjännitekatkaisijoita. Tämän määrittelyn lisäksi katkaisijat jaetaan katkaisukammiossa syntyvän valokaaren sammutukseen käytettävän väliaineen mukaan ilmakatkaisijoihin, öljykatkaisijoihin, vähäöljykatkaisijoihin, paineilmakatkaisijoihin, SF₆ – katkaisijoihin ja tyhjiökatkaisijoihin. (Elovaara & Laiho 1988, 245-250)

2.1 Pienjännitekatkaisija

Yleisimmät katkaisijat pienjännitteelle eli alle 1000 VAC ja 1500VDC ovat kompakti- sekä ilmakatkaisijat. Näistä kompaktikatkaisija toimii pienemmillä virroilla ja yleisimmin valmistajilta löytyy kompaktikatkaisijoita 1600 A virroille ja jopa 3200 A malli löytyy. Ilmakatkaisijat toimivat sitten 630 A virtatasosta ylöspäin aina 6300 A:iin. Pienjännitekatkaisimet toimivat sulakkeettoman suojauksen peruspilarin. Ne soveltuvatkin äärimmäisen herkkiin ja kriittisiin järjestelmiin pääkatkaisijaksi kojeistoille ja keskuksille muokattavuutensa ansiosta. Nykypäivän katkaisijoiden antama feedback auttaa myöskin ennakoimaan tulevia vikoja sekä säästämään energiaa kulutusta optimoimalla. (Katkaisijat ja kuormankytkimet N.d.)

2.1.1 Ilmakatkaisija

Ilmakatkaisija on teollisuuden yleisimmin käytetty katkaisijatyyppe. Ilmakatkaisijassa katkaisukammiossa olevat pääkoskettimet ovat normaalissa ilmanpaineessa. Ilmakatkaisijoita käytetään pienjännitteellä eli alle 1000 VAC tai 1500 VDC. Nimellisvirrat taas nousevat yleisesti 6,3 kA:iin asti.

Ilmakatkaisija on valmistettu metallisesta rungosta ja katkaisu tapahtuu jousivoimalla, jolla valokaari saadaan repäistyä auki ja sammumaan. Katkaisijan pääkoskettimet on suojattu erillisillä valokaarikoskettimilla. Normaalitilassa katkaisijan ollessa

kiinni, virta kulkee pääkoskettimien kautta, mutta katkaisutilanteessa pääkoskettimet avautuvat aiemmin kuin valokaarikoskettimet. Näin valokaari syntyy valokaarikoskettimien välille, jolloin pääkoskettimet eivät vaurioidu. Itse valokaaren sammutus tapahtuu erittäin nopealla avauksella, jolloin valokaari joutuu valokaarisuojuksen sisällä oleviin lukuisilla välilevyillä toteutettuun sammutuskammioon. Sammutuskammiossa valokaari pitenee ja jäähtyy välilevyistä muodostetun kennoston välillä, jolloin se lopulta sammuu. (Elovaara & Laiho 1988, 251–252)

Nykypäivän ilmakatkaisijat ovat täysin muokattavissa käyttötarpeen mukaan. Elektronisella piirin valvonnalla ja sisään rakennetulla älyllä saadaan muokattua katkaisukäyrää haluamalla tavalla, jolloin selektiivisyys piirin suojauksessa on helppo toteuttaa. Ilmakatkaisijat voidaan integroida suoraan teollisuuslaitosten sekä rakennusten älykkäisiin verkkoihin. Tällöin niistä saa myös reaaliaikaisia mittauksia piirin tilasta sekä kulutuksista. (SACE Emax 2 N.d.)



Kuvio 1. SACE Emax 2 – ilmakatkaisijoita (SACE Emax 2 N.d.)

Ilmakatkaisijat tarvitsevat myöskin huoltoa säilyttääkseen pitkän käyttöiän. Kunnollisella ja säännöllisellä huoltamisella päästäänkin jopa 10–15 vuoden käyttöikään, jopa suurempaan, mutta varmuus heikkenee ja virhelaukaisut ovat mahdollisia. Verkon vikaantumiset ja varsinkin oikosulut tietysti lyhentävät tätä käyttöikää ja usein oikosulun jälkeen onkin tarvetta perusteelliselle huollolle. Ilmakatkaisijan tarkastuksessa huomioon otettavia osia ovat runko, pää- ja valokaarikoskettimet, kiskostojen liitokset, sammutuskammio, katkaisijamekanismi ja maadoitukset. Ulosvedettävissä katkaisijoissa on maadoitusliuskat ja kiinteissä maadoituskosketin. (SACE Emax käyttö- ja huolto-ohje 2004, 9 – 11)

Katkaisijassa syntyvä valokaari aiheuttaa suuri lämpötiloja sekä voimia katkaisijan sisälle ja runko saattaa kärsiä ajansaatossa. Tarkastaessa katkaisijaa on runko käytävä perusteellisesti läpi mahdollisten palojälkien ja halkeamien varalta. Rungon vaurioituminen aiheuttaa turvallisuusriskin, sillä sen tehtävänä on pitää valokaaren aiheuttama paine sisällään sekä vaiheet erossa toisistaan ja muista osista. (SACE Emax käyttö- ja huolto-ohje 2004, 9 – 11)

Pää- ja valokaarikoskettimien tarkastuksessa kiinnitetään huomiota kulumajälkiin ja tarkastetaan koskettimien säädöt. Koskettimen pinnoilla olevat kulumajäljet voidaan hioa tasaiseksi hiomapaperilla, mutta ne pystytään myös tarvittaessa vaihtamaan uusiin ja tärkeää onkin, että koskettimet ovat mahdollisimman hyvässä kunnossa. Huonokuntoiset koskettimet saattavat hitsaantua kiinni toisiinsa heikon kosketuksen vuoksi ja katkaisutapahtuma kestää tai sitä ei tapahdu ollenkaan. (SACE Emax käyttö- ja huolto-ohje 2004, 9 – 11)

Sammutuskammioista pitää tarkastaa muovirunko halkeamien varalta, kammiossa nokea tai pölyä ja sammutuslevyjen kulumiset. Rungon mahdollisesta halkeamisesta voi aiheutua valokaaresta syntyvän suuren paineen purkautuminen, joka aiheuttaa vaaratilanteen sekä katkaisijan tuhoutumisen. Liiallinen pöly ja noki sammutuskammiossa pienentää ilman jännitelujuutta, jolloin valokaari on hankala saada sammumaan ja se voi jopa saada voimaa metallipölystä, jolloin paine nousee liian suureksi sammutuskammiossa aiheuttaen halkeamia runkoon. Rungon halkeamat sekä liiallinen ero ensimmäisen ja viimeisen sammutuslevyjen kulumisessa pakottavat vaihtamaan sammutuskammion. Noki ja pöly pystytään huoltotoimenpiteenä puhdistamaan. (SACE Emax käyttö- ja huolto-ohje 2004, 9 – 11)

Katkaisumekanismi testataan käyttämällä sitä sähköttömänä ja tarkkaillaan laukeaako mekanismi terävästi. Katkaisumekanismiin jousi on tarkistettava hapettumien ja kulumien varalta. Huonokuntoinen jousi hidastaa katkaisutapahtumaa, jolloin valokaaren sammuminen hidastuu ja katkaisijaan kohdistuu ylimääräistä rasiutusta. (SACE Emax käyttö- ja huolto-ohje 2004, 9 – 11)

Standardissa IEC 60947-2 sanotaan, että katkaisijan on suurimman oikosulun tehollisarvon jälkeen pystyttävä eristämään suojattava verkko täysin, mutta katkaisijan ei

tarvitse säilyä toimintakykyisenä. Valmistajien on myös ilmoitettava käytönaikaisen oikosulun nimelliskatkaisukykyvirta I_{cs} , joka kertoo oikosulkuvirran suurimman tehollisarvon, jolla katkaisija pysyy toimintakykyisenä oikosulun jälkeen. Vaatimuksena katkaisijoille on tämän oikosulun jälkeen pystyä katkaisemaan nimellisvirta 25 – 75 kertaa, riippuen nimellisvirrasta. (IEC 60947-2 2016, 22–23)

2.1.2 Kompaktikatkaisija

Kompaktikatkaisija on rungoltaan muovinen ja runko muodostaa kiinteän osan katkaisijaa, jolloin koskettimet ovat täysin eristettyjä. Yleisesti kompaktikatkaisijoita käytetään suojaamaan nousu- sekä ryhmäkeskuksia ylivirroilta sekä oikosuluilta. Kompaktikatkaisijan sähköiset ominaisuudet toimivat saman lailla kuin ilmakatkaisijoissa, eli vikavirran kesto on moninkertainen nimellisvirtaan nähden. (SACE Tmax T N.d.)

Ihan kuin ilmakatkaisijaakin, kompaktikatkaisijaa voidaan muokata monipuolisemmaksi erilaisilla ohjauskeloilla ja apukoskettimilla. Kompaktikatkaisijasta voisikin sanoa, että se on kevyempi versio ilmakatkaisijasta ja käyttökohteissa ei vaadita katkaisijalta niin suurta suorituskykyä. Kuvioista 1. ja 2. näkee selvästi ilma- ja kompaktikatkaisijoiden erot, kompaktikatkaisijan muovisen rungon ja yksinkertaisemman yleisilmeen. (SACE Tmax T N.d.)



Kuvio 2. SACE Tmax T - kompaktikatkaisijoita (SACE Tmax T N.d.)

2.2 Suurjännitekatkaisija

Suurjännitekatkaisijoiden kehitys on ollut murroksessa 2000-luvun ja vanhojen mallien tilalle on tullut uutta tekniikkaa. Ennen paljon käytettyjä öljy- ja paineilmakatkaisijoita on lähdetty korvaamaan SF₆- ja tyhjiökatkaisijoilla. Viimeisenä mainitut ovatkin syrjäyttäneet jo lähes täysin vanhat tyypit.

2.2.1 Öljykatkaisija ja vähäöljykatkaisija

Nykypäivänä öljykatkaisija on vähemmän käytetty katkaisijatyyppejä. Öljykatkaisijan katkaisukyky on paljon heikompi kuin monissa muissa katkaisijatyypeissä ja ne vaativat suuren määrän öljyä valokaaren sammutukseen. (Elovaara & Laiho 1988, 263–264; Korpinen 1998, 13–14)

Öljykatkaisijan toiminta perustuu öljyn höyrystymiseen ja sen myötä paineen nousuun katkaisukammiossa, jolloin valokaari jäähtyy ja lopulta sammuu. (Elovaara & Laiho 1988, 263–264; Korpinen 1998, 13–14)

Vähäöljykatkaisijan toiminta ja periaate on samankaltainen kuin öljykatkaisijallakin. Öljyä tarvitaan kuitenkin huomattavasti vähemmän, sillä jokaisella vaiheella on erillinen sammutuskammio, jonne höyrystyneen öljyn aiheuttaman paineen sekä sammutuskammion muotoilun avulla saadaan öljy suunnattua valokaarta kohti. Vähäöljykatkaisijoita on vielä käytössä paljon, mutta niitä korvataan jatkuvasti SF₆ – katkaisijoilla sekä jossain määrin myöskin tyhjiökatkaisijoilla. Kuviosta 3. näet vähäöljykatkaisijan sisältäpäin kuvattuna. (Elovaara & Laiho 1988, 263–264; Korpinen 1998, 13–14)



Kuvio 3. Vähäöljykatkaisija (Rantala, P 2015)

2.2.2 Paineilmakatkaisija

Paineilmakatkaisija on vanhaa tekniikkaa, jota käytettiin aikanaan sähköasemilla sähkönjakelussa. Viimeinen katkaisija Fingridin kantaverkossa poistettiin käytöstä Alajärven sähköaseman päivityksen yhteydessä vuonna 2017. (Alajärven sähköasemalla viimeiset pamaukset 2017)

Paineilmakatkaisija sammuttaa valokaaren nimensä mukaisesti paineilmalla. Katkaisijassa oleva toimilaite antaa voimakkaan paineilmasykäyksen, joka saa pääkoskettimet avautumaan kammiossa. Samalla ilmavirta sammuttaa syntyneen valokaaren ja veitsikoskettimet avautuvat muodostaen riittävän erotusvälin. Toimiessaan paineilmakosketin aiheuttaa voimakkaan pamauksen, jonka vuoksi katkaisijaa avatessa oli korvat suojattava vaurioilta. (Haarla & Elovaara 2011, 181–182)

Paineilmakatkaisijoita ei valmisteta enää ja vanhentuuessaan ne vaihdetaan uudempaan tekniikkaan. (Haarla & Elovaara 2011, 181–182)



Kuvio 4. Paineilmakatkaisija (Rantala, P 2015)

2.2.3 SF₆ – katkaisija

SF₆-katkaisijoissa valokaari sammutetaan rikkiheksafluoridi-kaasulla eli SF₆-kaasulla. Kaasu on palamatonta, kemiallisesti pysyvää ja myrkytöntä. Lisäksi sen etuja katkaisijassa ovat sen suuri jännitekestoisuus sekä valokaaren jäähdytyskyky. Haittapuolena voidaan lukea valokaaren sammutuksessa katkaisijaan kaasusta muodostuvista myrkyllisistä yhdisteistä.

SF₆-katkaisijoita käytetään keskijännitteellä erittäin yleisesti niiden tehokkaan toiminnan vuoksi sekä kompaktin koon takia. Katkaisija vie huomattavasti pienemmän tilan kuin esimerkiksi vanhemmat öljykatkaisijat ja ovat erittäin huoltovapaita. Tällä tavoin esimerkiksi jakeluverkon puistomuuntamoista on saatu pienempiä ja samalla halvempia sekä helpommin sijoitettavia.

SF₆-kaasulla on heikko maine, johtuen sen kasvihuonepäästöjen lisäämisestä, mutta selvityksen mukaan katkaisijoissa olevista kaasuista muodostuu mitätön osa SF₆-kaasujen kokonaisuutena aiheutuneesta päästömäärästä. (Elovaara & Laiho 1988, 159–160; Heliö 2017, 4-6)



Kuvio 5. Schneider Electricin SF6-katkaisija (LF-SF6 katkaisija N.d)

2.2.4 Tyhjiökatkaisija

Tyhjiökatkaisijoita käytetään keskijännitteellä ja paikoissa joissa katkaisija joutuu toimimaan usein eli katkaisutiheys on suuri. SF₆-katkaisijan tapaan, tyhjiökatkaisija on huoltovapaa ja pitkäikäinen.

Tyhjiökatkaisijan toiminta perustuu katkaisukammiossa vallitsevaan pieneen ilmapaineeseen. Katkaisukammion sisällä on liikkuva sekä kiinteä kosketin. Katkaisijan avautuessa liikkuva kosketin irtautuu kiinteästä, jolloin lämmön seurauksena koskettimien pinnoilta höyrystyy metallipilvi, johon valokaari syttyy palamaan. Virran saavutettua nollakohdan, metallihöyry tiivistyy ja kiinnittyy kosketinpinnoille. Tämän seurauksena koskettimien välille syntyy suuri jännitelujuus, ja valokaari sammuu. (Korpinen 1998, 14; Elovaara & Laiho 1988, 261)



Kuvio 6. Schneider Electricin tyhjiökatkaisija (HVX-Vakuumikatkaisija N.d.)

3 Internet of Things

Internet of things eli esineiden internet tai lyhyemmin IoT. IoT mielletään usein jokapäiväisiin asioihin kuten älykelloihin, älypuhelimiin sekä käsitteisiin kuten älykodit. IoT tarkoittaa tavallisia fyysisiä laitteita, jotka kykenevät verkon välityksellä keskustelemaan keskenään. Hyviä esimerkkejä jokapäiväisestä IoT:stä on kahvinkeitin käynnistyminen herätyskellon soidessa tai pyykinpesukoneen ilmoittaminen puhelimeen pesuohjelman valmistumisesta. (Teollinen internet N.d.)

IoT:n kuluttajälähtöisestä nimestä haluttiin erottaa enemmän liiketoimintaan viittaava nimi, joka on Industrial internet. Industrial internetin eli teollisen internetin lähtökohdat ovat samat kuin esineiden internetillä, pienillä vivahde-eroilla lisättyinä.

3.1 Teollinen internet

Teollinen internet on esineiden internetin alakategoria. Teollinen internet tarkoittaa kolmen eri asian liittoa verkon välityksellä. nämä kolme pääpilari ovat älykkäät koneet, kehittynyt analysointi sekä työntekijät. Teollinen internet mahdollistaa teollisuuden aloilla täysin uusia liiketoimintamalleja sekä aroverkon uudelleenmäärittelyä. Nykypäivänä pelkästään hintakilpailulla ei enää pärjää, vaan on pystyttävä tarjoamaan myöskin palveluita. (Teollinen internet – mikä se on N.d.)

3.1.1 Toiminnan perusteet

Teollinen internet lähtee liikkeelle koneisiin asennetuista sensoreista ja niiden välisestä kommunikoinnista verkon välityksellä. Uusilla konemalleilla tämä ominaisuus on käytettävissä lähtökohtaisesti aina valmiina. Tämän jälkeen sensoreista saatavaa dataa täytyy pystyä analysoimaan ennakoivien algoritmien ja automaation syvällisen asiantuntemuksen avulla. Näillä ominaisuuksilla ja tietotaidolla pystytään ohjaamaan konetta verkon välityksellä sekä samaan koneelta tietoa esimerkiksi huoltoajankohdista. Tarkalla analysoinnilla pystytään myös optimoimaan koneen käyttöä. Tällöin myöskin työntekijöiden toimenkuva muuttuu, mutta luo samalla myös uusia työpaikkoja. (Teollinen internet – mikä se on N.d.)

3.1.2 Palvelumuodot ja ekosysteemi

Yrityksille teolliseen internetiin mukaan lähteminen ja sen avulla hyötyjen tavoittelemisen voidaan jakaa kolmeen ryhmään.

- Liiketoiminnan tehostaminen
- Pyrkiminen uuteen liiketoimintaan
- Omien tuotteiden arvon kasvattaminen

Yleisin suunta mihin yritykset lähtevät on nykyisen liiketoiminnan tehostaminen. Tämä tapahtuu laitteista ja prosesseista saatavan tiedon tehokkaalla analysoinnilla. Yritykset voivat hyödyntää näitä tietoja laitteen huoltoja ennakoimalla, jolloin prosessi voidaan ajaa suunnitellusti alas ja tuotannon uudelleenjärjestelyllä kulut saadaan minimoitua. Monia nykypäivän laitteita voidaan etähuoltaa, kun tieto huollon tarpeesta saadaan. Myöskin tarkkoja tehonmittauksia analysoimalla pystytään optimoimaan energiankulutuksia. (Martinsuo & Kärri 2017, 195 - 199)

Laitevalmistajille teollinen internet on luonut täysin uusia palvelumalleja, jolloin usein he tähtäävät uuden liiketoiminnan luomiseen vanhan rinnalle. Aikaisemmin laitevalmistajien liiketoiminnassa on panostettu lähinnä laitekehitykseen ja fyysisiin parannuksiin. Parannuksiin teollinen internetkin tähtää, mutta se tuo sitä hieman toiselta kantilta. Teollisen internetin liiketoiminnassa aletaan myymään laitteiden lisäksi niihin liittyviä palveluita kuten huollon järjestämistä ja aikataulutusta sekä säännöllisiä päivityksiä laitteen ohjelmistoon. Aikaisemmin nämä ovat jääneet monesti asiakasyrityksen itsensä huolehdittavaksi ja päivityksiä ei ole saatu tehtyä muuten kuin laitteen uusimisella. Laitevalmistajat voivat myöskin tarjota asiantuntijapalvelua datananalyysin myynnillä, esimerkiksi energian käytön tehostamisen puolella. (Martinsuo & Kärri 2017, 28 – 37)

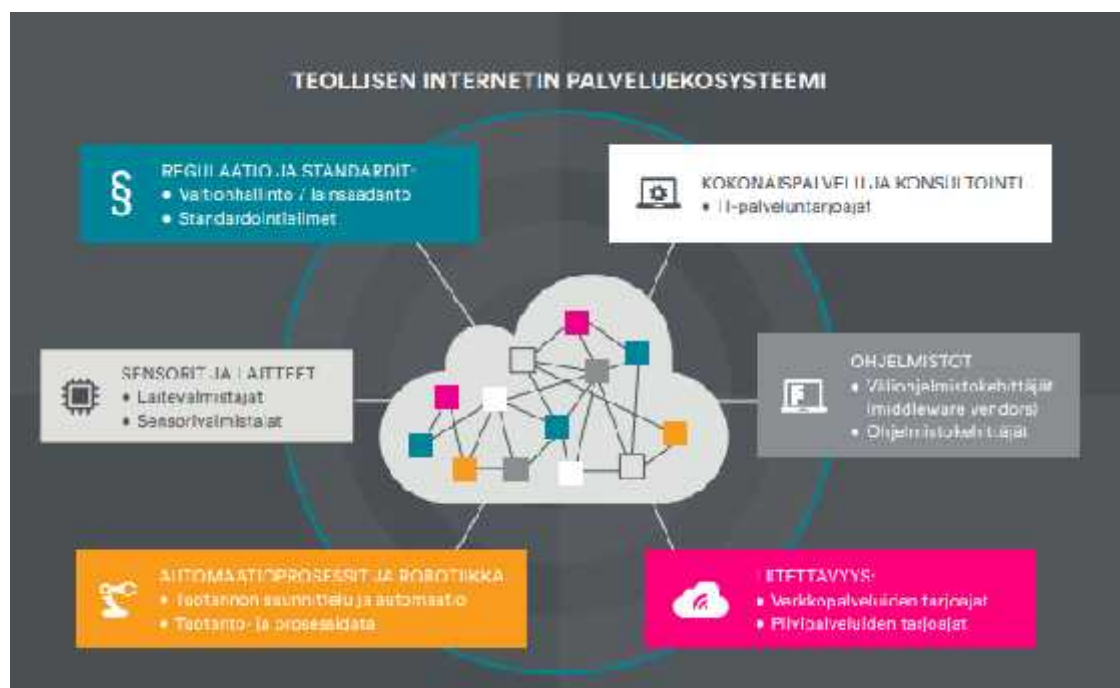
Uusien palveluiden tuomisen lisäksi laitevalmistajat pystyvät parantamaan jatkuvasti myöskin itse laitteiden kehityksessä. Älykkäät laitteet lisääntyvät tuotannoissa ja asiakkaat vaatimukset tarkoitukseen räätälöidyistä laitteista lisääntyvät. Tähän paras ratkaisu on lisätä älyn lisääminen laitteeseen ja muokattavuuden lisääminen ohjelmistoon. Esimerkiksi katkaisijasta saadaan asiakkaan haluamat mittaustiedot pelkättään ohjelmamuutoksella. (Mtz-masterpact – ilmakatkaisija N.d.)

Yritysten hyödyt teollisesta internetistä



Kuvio 7. Yritysten hyödyt teollisesta internetistä (Elinkeinoelämän keskusliitto 2016)

Teollinen internet luo täysin uudenlaisen infrastruktuurin yritysten välille laitevalmistajista asiakasyrityksiin ja niiden välimaastoon. Tässä ekosysteemissä tarvitaan monenlaisia osaajia, jotta tieto kulkee ja se saadaan käytettyä hyväksi mahdollisimman tehokkaasti. Yhdelläkään yrityksellä ei voi olla kaikkea osaamista valmiina itsellään, vaan se vaatii ympärilleen verkoston. Alla olevasta kuviosta pystyt näkemään teollisen internetin luoman ekosysteemin erilaisten yritysten välillä.



Kuvio 8. Teollisen internetin palveluekosysteemi (Älykkäistä palveluista uutta bisnestä 2016. 7)

4 Opinnäytetyön toteutus

4.1 Lähtökohdat ja tavoitteet

Schneider Electric lanseerasi vuoden 2017 lopulla uuden sukupolven Masterpact MTZ – ilmakatkaisijan. Uudet ominaisuudet oli tiedossa ja seuraavana oli vuorossa tuotteen tehokas myynti ja vanhojen katkaisijoiden modernisointi uuteen katkaisijaan.

Myyntityössä yhdeksi ongelmaksi koettiin, että miten asiakkaalle esiteltäisiin tuotteen uusien ominaisuuksien tuomat hyödyt ja pitkän aikavälin säästöt, kun vaihtoehtona asiakkaalla on vanhan katkaisijan huoltaminen, joka on sillä hetkellä halvempi ratkaisu.

Tavoitteena opinnäytetyölle oli tutkia ja avata mistä kaikesta säästöjä muodostuu ja missä suuruusluokassa rahallisesti liikutaan.

4.2 Masterpact MTZ – ilmakatkaisija

Masterpact MTZ – ilmakatkaisija tunnetun, luotetun ja turvallisen masterpact malliston uusin tulokas. MTZ – katkaisijaa valmistetaan kolmea eri kokoluokassa, jotka ovat MTZ-1, MTZ-2 ja MTZ-3. Alla näet kokoluokkien katkaisukyvyyn nimellisvirrat, joista huomaa että katkaisija sopii katkaisijakykyensä puolesta moneen eri sovellutukseen ja muokattavuutensa ansiosta sovellutukset vain lisääntyvät. (Masterpact MTZ N.d.)

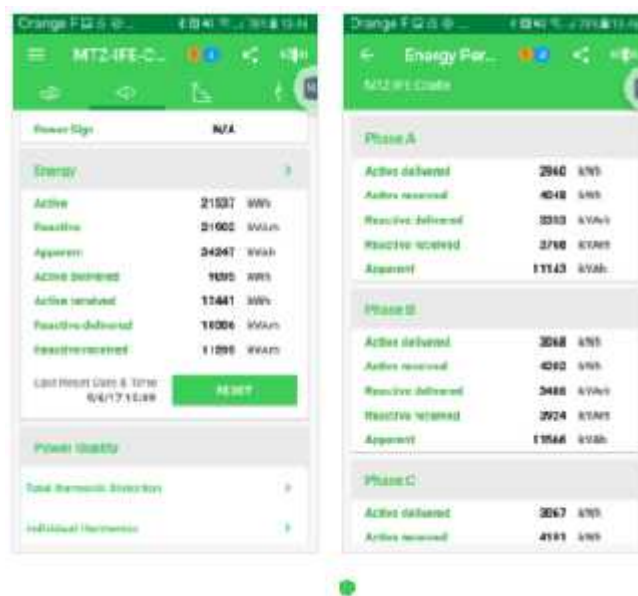
- MTZ-1: 630 A – 1600 A
- MTZ-2: 800 A – 4000 A
- MTZ-3: 4000 A – 6300 A

Uusina ominaisuuksina MZT-katkaisijassa ovat IoT:n tuominen suoraan katkaisijaan, sisäänrakennettu luokan 1 tehonmittaus, parannetut mekaaniset ja sähköiset suorituskyvyt sekä valmius integraatioon kaikkiin kiinteistön- ja energianhallintajärjestelmiin. (Masterpact MTZ N.d.)

IoT tuominen katkaisijaan mahdollistaa mittausten lukemisen etänä reaaliaikaisesti, hälytysten saaminen välittömästi eriteltyinä, katkaisijan ominaisuuksien muokkaaminen etänä sekä asentaja saa vaihteittaiset ohjeet jälleenkytkentään katkon tapahduttua.

tua. Tämä kaikki tapahtuu erikseen suunnitellulla MTZ-mobiilisovelluksella. Mobiilisovelluksen avulla voi valvoa älypuhelimella kuormituksia, tehdä katkaisijan itsediagnoosin, katkaisijalta saatavia varoituksia ja säätää suojausasetuksia. Reaaliaikaiset hälytykset ja diagnoosit sovellus erittelee tapahtuman tyyppin, vakavuuden tason ja aika-merkinnän mukaan. Tällöin hälytyksen sattuessa saadaan kunnossapidolle välittömästi tietoa ongelmista ja tarvittavista toimenpiteistä. (Masterpact MTZ N.d.)

1 luokan tehonmittauksella saadaan arvokasta ja tarkkaa dataa käyttöön energiankäytön optimoimiseksi. Vaihe-energiamoduulilla yhdistettynä toiminto laskee ja näyttää vastaanotetut ja syötetyt vaihe-energiat. Moduuli laskee ja ilmaisee vaihekohtaisesti pätö-, lois- ja näennäisenergian arvot sekä näyttää näiden kokonaisenergioiden arvon. Saatavalla datalla pystytään seuraamaan pienjänniteasennusten suuria epäsymmetrisiä vaihe-energioita tai kokonaisenergian käyttöä eri aikoina, kun käytöt on kytketty eri vaiheisiin. Alla olevasta kuvasta näet tehojen esitystavan. (Masterpact MTZ N.d.)



Kuvio 9. Vaihe-energia – moduuli (Masterpact MTZ N.d.)

Masterpact MTZ – ilmakatkaisijalla on erinomaiset kestävyysominaisuudet erilaisiin olosuhteisiin, jolloin myöskin ympäristön rasituksesta johtuvat virhekatkaisut vähenvät ja katkaisijan sopivuus erilaisiin sovellutuksiin kasvaa. Alla olevasta kuvista näet MTZ – katkaisijoiden mekaaniset ja sähköiset kestävyudet ulkoisille olosuhteille.

Designed for durability in harsh environments, Masterpact MTZ circuit breakers are built to withstand a variety of conditions in terms of temperature, humidity, vibration, altitude, corrosive atmospheres, and electromagnetic disturbances. Masterpact MTZ circuit breakers have successfully passed tests defined by the following standards.

Ambient temperature

- Operating ambient temperatures: -25 °C to +70 °C
- Shipping and storage temperatures: -40 °C to +85 °C
- Damp heat: relative humidity 95%, temperature +55 °C
- Dry cold temperature tests defined by IEC 60068-2-1
- Dry heat temperature tests defined by IEC 60068-2-2
- Damp heat tests defined by IEC 60068-2-30

Vibrations

- 2 to 13.2 Hz: amplitude ±1 mm
- 13.2 to 100 Hz: constant acceleration 0.7 g
- Vibrations tests defined by IEC 60068-2-6 and IEC 60068-2-27

Vibrations testing to these levels is required by merchant marine inspection organizations (Veritas, Lloyd's, etc.).

Vibrations, shocks, and shakes in operational conditions are compliant with IEC 60721-3-3 level 3M4.

Examples of applications with high vibration profiles:

- Wind turbines
- Power frequency converters installed in the same switchboard or close to the Masterpact MTZ circuit breaker
- Emergency generators
- High-vibration marine applications such as thrusters, anchor positioning systems, etc.

Industrial environmental atmospheric conditions

- Pollution degree: up to 4 (IEC 60947)
- Salt mist: level 2 (IEC 60068-2-52)
- Corrosive industrial atmospheres: category 3C3 (IEC 60721-3-3)
- Sea salts (IEC 60721-2-5)
- Mechanically active substances (sand, dust): category 3S3 (IEC 60721-3-3)

Altitude

Up to 2000 m, plus derating from 2000 m to 5000 m.

Electromagnetic disturbances

Masterpact MTZ circuit breakers are protected against:

- Overvoltages caused by devices that generate electromagnetic disturbances
- Overvoltages caused by atmospheric disturbances or by a distribution-system outage (e.g., failure of a lighting system)
- Devices emitting radio waves (radios, walkie-talkies, radar, etc.)
- Electrostatic discharges produced by users

Masterpact MTZ circuit breakers have successfully passed the electromagnetic compatibility tests defined by the following international standards:

- IEC 60947-2, appendix F
- IEC 60947-2, appendix B (trip units with earth-leakage function)

These tests ensure that no nuisance tripping occurs, and tripping times are respected.

Kuvio 10. Masterpact MTZ circuit breakers operating conditions (Masterpact MTZ operating conditions N.d.)

4.3 Säätöt ja hyödyt

Esimerkkitapauksena käytin SSAB Europan Hämeenlinnan tehtaalta löytyvää tuotantolinjaa ja sen tuotantokustannuksia.

4.3.1 Tuotantokeskeytyksen hinta

Tuotantolinjalla päällystetään peltiä sinkillä ja pelti rullataan kelaksi ja myyntiin. Tuotantolinjalla on pituutta 700 metriä ja keskimääräinen pellin leveys on 1,25 metriä ja

keskimääräinen paino on 10 kilogrammaa per neliometri ja se maksaa 800€/tonni. Katetta tästä hinnasta on 150€/tonni. Kun tuotanto keskeytyy yllättäen, joudutaan koko linjassa oleva pelti romuttamaan. (Saarinen, K 2018)

Romutuksen kustannus:

$$A = p \cdot l = 700m \cdot 1,25m = 875m^2$$

$$m = A \cdot \frac{m}{m^2} = 875m^2 \cdot 10 \frac{k}{m^2} = 8750k$$

$$\epsilon_{rc} = m \cdot \frac{\epsilon}{1000k} = 8,75t \cdot 800 \frac{\epsilon}{t} = 7000\epsilon$$

Eli pelkästään äkillisen keskeytyksen hinta on noin 7000€.

Jos keskeytys jatkuu, niin huomioon otettavia asioita ovat katteen osuus linjan tuotannossa tunnin aikana sekä henkilöstön tuntikustannus. Tuotantolinjan pellin keskinopeus on noin 60 tonnia per tunti ja henkilöstön keskikustannus noin 50 €/h ja tuotannossa 10 henkilöä vuorossa. (Saarinen, K 2018)

Pysähdyksen jatkumisen kustannus tunnissa:

$$\epsilon_k = k \cdot k \quad ht_1 = 150 \frac{\epsilon}{t} \cdot 60 \frac{t}{h} = 9000 \epsilon/h$$

$$\epsilon_{hlö} = he: \quad \text{ömäärä} \cdot t_1 \quad = 10hlö \cdot 50 \epsilon/h = 500 \epsilon/h$$

Yllä olevista laskemista nähdään, että ensimmäinen keskeytys tunti maksaa 16500€ ja jokainen tunti tämän jälkeen kun linja on pysähdyksissä, maksaa 9500€.

4.3.2 Katkaisijan IoT:lla saatavat säästöt

Masterpact MTZ etävalvonta tuo helpotusta esimerkitapauksen kunnossapidon hälyttämiseen. Aiemmin tuotantolinjan pysähtyessä, on vuoromestari ensin mennyt selvittämään, johtuiko pysähdys viasta vai oliko se henkilöstön aiheuttama. Tämän jälkeen vuoromestari hälyttää yleensä ensin mekaanisen kunnossapidon paikalle selvittämään vian syytä. Mekaaninen kunnossapito hälytetään yleensä ensin paikalle, koska tuotantolinjan äkkipysäytys yleensä kuulostaa ja näyttää mekaaniselta vialta. Vasta tämän jälkeen hälytetään sähkömiehet selvittämään, onko vika järjestelmissä jolloin voidaan huomata katkaisijan lauenneen. Eli kun sähkökunnossapito saapuu

paikalle, on yleensä kulunut jo tunti aikaa. MTZ:llä pystyttäisiin saamaan hälytys välittömästi vian syntyessä sähkökunnossapidolle, jolloin saataisiin koko kunnossapito välittömästi paikalle. Vaikkei vika välttämättä heti selviäisi, olisi tunti aikaa jo säästetty eli aiemmin lasketuista hinnoista voidaan arvioida karkeasti, että samalla myös noin 9500 euroa.

Tuotantolinjan vikapaikkaa voidaan alkaa myöskin haarukoida jo etukäteen MZT-mobiilisovelluksella (mikäli osioitu eri vaiheille tai usein linja jaettu useammille katkaisijoille), josta laukaisuhetken mittaustuloksista voidaan päätellä vian sijainti ja johdusto se ylikuormituksesta vai oikosulusta. Näin laukaisun tyypistä saadaan nopeutettua vian korjaamista mahdollisesti jo ennen kuin asentajat ovat edes kohteessa. Tästä voidaan esimerkkinä ottaa ison telan jumittuminen, jolloin telaa pyörittävä sähkömoottori ylikuormittuu ja moottorikäytön suojana olevan katkaisijan ylikuormitus suojaus laukeaa. Tämä voitaisiin hälytystiedoista nähdä, jo ennen kohteeseen pääsyä etänä ja vika on helpompi löytää ja sen korjaamiseen osataan varautua.

MTZ-katkaisijan ominaisuuksista löytyy myöskin tehon palautuksen avustaja, joka näyttää tapahtuman ja ilmakatkaisijan tiedot. Katkaisija auttaa määrittämään tehon syötön katkeamisen syyn, kuten aukeamiselle, mekaaniselle/sähköiselle laukaisulle. Katkaisija osaa ehdottaa todennäköisintä ratkaisua tehon palautukselle. Tämän toiminnon tarkoituksena on lyhentää kriittisten kuormien sähkökatkoja, jotka johtuvat suojauksesta aiheutuvista laukaisuista, aukiohjauksista tai jännitesyötön häviämisestä syötön puolella.

Myöskin ennakoivan kunnossapidon säästöjä syntyy, kun katkaisija osaa itse ilmoittaa huollon ajankohtaisuudesta. Säännöllisten huoltojen muistaminen on jatkuvan käytön tuotantolinjojen ongelmana, kun suunnitellut huoltotarpeet löytyvät mahdollisesti siihen varatusta excel-tilukosta tai vastaavasta ja niitä harvoin muistetaan katsoa ja usein huollot jäävät tekemättä tai ainakin myöhästyvät pahasti.

4.3.3 Reaaliaikaisen energianmittauksen avulla toteutettavat säästöt

Jotta energiankäyttö saadaan optimoitua, on pystyttävä hajottamaan energiankulutuksia pienempiin osiin, jolloin dataa pystytään yksilöimään tiettyihin prosessin vai-

heisiin ja nähdään ylimääräiset energiankulutukset ja mitä prosessissa kannattaa lähteä päivittämään energian säästön näkökulmasta. Tämän energiankulutuksen ”pilkkomisen” eri prosesseihin MTZ – katkaisijan reaaliaikainen mittausta pystyy tekemään. Saatavia tuloksia analysoimalla nähdään, missä suurin energiankulutus on ja me neekö jossain energiaa paljon hukkaan vaikka prosessi ei olisi edes käynnissä. Mahdollisia tietoja, mikä teollisuuden energianhallinnassa olisi arvokasta. (Process and Energy 2016)

- energiankulutusten eristäminen ja kohdistaminen tuotannon ollessa pysähtyneenä
- energiankulutuksen kohdistaminen tarkemmin tuotteen kustannuksiin
- tuotannossa syntyvän energiankulutuksen erottaminen kiinteistön energiankulutuksesta
- Hukkaenergian ja tuotantoprosessin välisen yhteyden tutkiminen

(Process and Energy 2016)

Todistaakseen tarkan energianmittauksen ja energianhallinnan parantamisesta saatavat hyödyt, Schneider Electric toteutti energianhallintajärjestelmän kahdella heidän omalla tuotantolaitoksellaan. Projektissa laitettiin reaaliaikaisia mittauksia useaan kohtaan järjestelmää. Prosessin tilat ja energianmittausdata uuneista, maalauslinjastosta ja rullalinjastosta integroitiin laitoksen energian- ja tehonhallintajärjestelmään. (Process and Energy 2016)

Analysoimalla kulutusmittauksia eri kohdissa koneiden tiloja, tuotantoinsinöörit eristivät hyötysuhteeltaan heikon energiankulutuksen. He tekivät tarvittavat muutokset, jotta hukkaenergiankulutus saatiin poistettua ja tuottaakseen isoja säästöjä. He lisäsivät myöskin reaaliaikaisen hälytyksen, joka valvoo epänormaaleja olosuhteita mikä tuottaa hukkaenergiaa. Tämä mahdollisti aikaisempaa nopeamman reagoinnin oikeiden toimenpiteiden suorittamiseen. (Process and Energy 2016)

Kun tulokset saatiin, säästöt olivat jopa isompia kuin oli odotettu. Yhden kuukauden seurantajaksolla saatiin 31 % energiansäästö ja myös monia muita positiivisia asioita tapahtui, esimerkiksi tuotanto pysyi paremmin aikataulussa, luotettavuus kasvoi ja

tuotanto pysyi käynnissä pidempään ilman katkoja. Takaisinmaksuajaksi koko projektille oli alle 4 kuukautta. Isommalla tuotantolaitoksella, jossa on isommat sähkömoottorit, energiansäästö on suurella todennäköisyydellä vielä isompaa ja takaisinmaksuaika lyhyempi. (Process and Energy 2016)

5 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli antaa uuden Masterpact MTZ – katkaisijan myynnille tietoja asiakastapaamiseen, jolla pystytään kertomaan konkreettisilla esimerkeillä uusien ominaisuuksien tuomat hyödyt ja mistä säästöjä syntyy tuotantotaloudellisesti.

Työ toteutettiin selvittämällä ensin erilaisten katkaisijoiden käyttökohteita ja IoT:n käyttöä teollisuudessa yleisesti, jotta voi oppia ymmärtämään uuden katkaisijan ominaisuuksia verrattuna vanhoihin malleihin ja mitä säästöjä niillä voi saada aikaiseksi. Suurimmat säästön kohteet nähtiin katkaisijan uudessa moduulissa, jonka avulla pystytään seuraamaan etänä katkaisijan tilaa, mittausdataa ja historiatietoja, sekä 1 luokan tehonmittauksessa ja sen reaaliaikaisesti tarjoamassa mittausdatassa. Tehonmittauksen avulla ja tuloksia analysoimalla teollisuusympäristössä saadaan huomattavia energiansäästöjä ja uuden mallin katkaisijan modernisointi maksaa itsensä todella nopeasti takaisin. Opinnäytetyössä myöskin huomattiin, että katkaisijan toimintavarmuus on ensiarvoisen tärkeää, jotta kalliita ja turhia laukeamisia ei tapahdu.

Opinnäytetyössä olisi ollut hyvä olla kohde, jossa modernisointi on tehty ja olisi pääsyt näkemään ja analysoimaan aitoja tuloksia. Mutta MTZ – katkaisijan lanseeraamisen ajankohdasta johtuen, modernisointien myynti ei kerennyt vielä asiakasyritysten vuoden 2018 investointibudjetteihin mukaan. Nyt vertailut perustuivat parhaisiin arvioihin, laskentoihin ja täysin uuden laitteiston mittaustuloksiin.

Tuloksia lähdetään jatkokehittämään yhteistyössä Schneider Electricin kanssa, jotta saadaan todellisia tuloksia ja pystytään arvioimaan takaisinmaksuaikoja sekä vuosittaisia säästöjä konkreettisesti. Näillä tuloksilla pystytään kuitenkin pääsemään pilotoimaan projekti, josta päästään sitten tätä jatkokehitystä todenteolla käynnistämään ja ollaan valmiita seuraavan vuoden investointeihin.

Lähteet

- Ehlmaier, A. 2017. Alajärven sähköasemalla kuullaan iltapäivällä viimeiset pamaukset. Yle Uutiset 23.8.2017. Viitattu 9.5.2018. <https://yle.fi/uutiset/3-9791292>
- Elovaara, J. & Laiho, Y. 1988. Sähkölaitostekniikan perusteet. Helsinki: Otatieto.
- Haarla, L. & Elovaara, J. 2011. Sähköverkot II: Verkon suunnittelu, järjestelmät ja laitteet. Helsinki: Otatieto.
- Heliö, R. 2017. Rikkiheksafluoridin (SF6) käyttö sähkönjakelulaitteissa. Yhteenvedo verkonhaltijoille tehdystä kyselystä. Viitattu 9.5.2018. https://energia.fi/files/1707/SF6-kaasu_2016.pdf
- HVX – Vakuumikatkaisija. N.d. Tuote-esittely Schneider Electricin www-sivuilla. Viitattu 21.5.2018. <https://www.schneider-electric.fi/fi/product-range-presentation/60665-hvx?parent-category-id=88025&parent-subcategory-id=87889&filter=business-6-medium-voltage-distribution-and-grid-automation>
- IEC 60947-2. Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers. 2016. International Electrotechnical Commission. Viitattu 4.5.2018.
- Katkaisijat ja kuormankytkimet. N.d. Tuote-esittelyt Schneider Electric Finland Oy:n www-sivuilla. Viitattu 12.5.2018. <https://www.schneider-electric.fi/fi/product-category/4200-katkaisijat-ja-kuormankytkimet/?filter=business-4-low-voltage-products-and-systems>
- Korpinen, L. 1998. Sähkövoimatekniikkaopus. Opintomateriaali. Viitattu 6.5.2018. http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/9muuntajat_ja_sahkolaitteet.pdf
- LF – SF6 Katkaisija. N.d. Tuote-esittely Schneider Electricin www-sivuilla. Viitattu 21.5.2018. <https://www.schneider-electric.fi/fi/product-range-presentation/951-lf?parent-category-id=88025&parent-subcategory-id=87889&filter=business-6-medium-voltage-distribution-and-grid-automation>
- Martinsuo, M & Kärri, T. 2017. Teollinen internet: uudistaa palveluliiketoimintaa ja kunnossapitoa. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys Promaint.
- Masterpact MTZ – operating conditions. N.d. Tekniset tiedot Schneider Electricin www-sivuilla. Viitattu 19.5.2018. https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Brochure&p_File_Name=998-19719069_GMA-US_A.pdf&p_Doc_Ref=998-19719069_GMA-US
- Masterpact MTZ – ilmakatkaisija. N.d. tuote-esittely Schneider electric Finland Oy:n www-sivuilla. Viitattu: 18.5.2018. <https://www.schneider-electric.fi/fi/work/campaign/masterpact-mtz/>
- Process and Energy: A made in industrial heaven. 2016. Artikkelit Schneider Electricin www-sivuilla. Viitattu 20.5.2018. <https://blog.schneider-electric.com/energy-management-energy-efficiency/2016/12/05/process-energy-match-made-industrial-heaven/>

- Rantala, P. 2015. Sähkölaitostekniikka. Opintomateriaali. Viitattu 20.5.2018.
http://www.oamk.fi/~pekkar/syksy_2015_aineisto/Sahkonjakelutekniikka/Materiaali_osa5_SLtekniikka.pdf
- Saarinen, K. 2018. Tuotantopäällikkö. SSAB Europe Ab. Haastattelu 18.5.2018.
- SACE Emax käyttö- ja huolto-ohje. 2004. Käyttö- ja huolto-ohjekirja ABB Oy:n www-sivuilla. Viitattu 14.5.2018.
<https://library.e.abb.com/public/be20a5bdb09a4af6c2256d09003e38a3/1SCC200001M1801.pdf>
- SACE Emax 2. N.d. Tuote-esittelyt ABB Oy:n www-sivuilla. Viitattu 12.5.2018.
<http://new.abb.com/low-voltage/fi/tuotteet/katkaisijat/emax-2>
- SACE Tmax T. N.d. Tuote-esittelyt ABB Oy:n www-sivuilla. Viitattu 12.5.2018.
<http://new.abb.com/low-voltage/fi/tuotteet/katkaisijat/tmax>
- Schneider Electric. N.d. Esittely Schneider Electricin historiasta. Viitattu 18.5.2018.
<https://www.schneider-electric.fi/fi/about-us/company-profile/schneider-electric-history.jsp>
- Schneider Electric. N.d. Yritysprofiilin esittely Schneider Electricin www-sivuilla. Viitattu 18.5.2018. <https://www.schneider-electric.fi/fi/about-us/company-profile/>
- Tapaustutkimus. 2015. Opintomateriaalit Jyväskylän yliopiston www-sivuilla. Viitattu 24.4.2018.
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/tapaustutkimus>
- Teollinen internet – mikä se on. N.d. Artikkelit Tieto Oy:n www-sivuilla. Viitattu 15.5.2018. <https://www.tieto.fi/nakemyksia-ja-visioita/teollinen-internet-mika-se-on>
- Yritysten hyödyt teollisesta internetistä. 2016. Viikon graafi Elinkeinoelämän keskusliiton www-sivuilla. Viitattu 18.5.2018.
<https://ek.fi/materiaalipankki/tietografiikka/talous/viikon-graafit/viikon-graafi-8-2016/>
- Älykkäistä palveluista uutta bisnestä. 2016. Uutiskirje. Dna Oy. Viitattu 16.5.2018.
<http://uutiskirje.dna.fi/res/sibbe/dna-wp-alykkaista-palveluista-uutta-bisnesta-2016-06-03.pdf>