



# SIURONKOSKEN VOIMALAITOK- SEN MODERNISOINTI

Jarkko Karvinen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2015  
Sähkötekniikan koulutusoh-  
jelma  
Automaatiotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Automaatiotekniikka

KARVINEN, JARKKO:  
Siuronkosken vesivoimalaitoksen modernisointi

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 9 sivua  
Toukokuu 2015

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kustannusarvio Siuronkosken vesivoimalaitoksen muutostöiden kustannuksista. Kustannusarvion avulla asiakas voi tehdä päätöksen projektin jatkototeutuksesta. Tämä opinnäytetyö tehtiin Kuljetinsähkö Tampere Oy:n asiakkaalle Siuronkosken vesivoimalaitokselle.

Muutostöiden kustannusarviot tehtiin neljälle eri osa-alueelle. Modernisoinnin kohteena olivat herätegeneraattorit, ohjauskaappien ja koko vesivoimalaitoksen pääkatkaisijat, hydraulijärjestelmä ja logiikat.

Kustannusarvion lähtökohtana oli antaa asiakkaalle työkalut, joilla voidaan vertailla eri laitevalmistajien tarjouksia, muutostöiden tuomia hyötyjä ja kustannuksia. Eri osa-alueilta haettiin mahdollisimman laajasti eri laitevalmistajia. Näin voitiin arvioida uusien laitteiden keskimääräiset hinnat ja antaa asiakkaalle mahdollisuus valita eri vaihtoehdoista mieleinen.

Haettujen laitteiden hinnat taulukoitiin. Laitteiden hintatietojen lisäksi taulukkoon arviointiin laitteiden sähköiset ja mekaaniset asennuskustannukset. Kustannusarvioon otettiin mukaan muutostöihin liittyvät lisäkustannukset. Hintatietojen ja uusista laitteista tehtyjen selvitysten avulla annettiin asiakkaalle kattava kuva muutostöiden kustannuksista ja uusien laitteiden valikoimasta. Luottamuksellinen tieto on poistettu opinnäytetyöstä.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Electrical Engineering  
Option of Automation Technology

**KARVINEN, JARKKO:**

Modernization of Siuronkoski Hydro-electric Power Plant.

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 9 pages  
May 2015

---

The objective of this thesis was to estimate the costs of the modification of Siuronkoski hydro-electric power plant. With the help of the quotation the client can make a decision on continuing the project. This thesis was commissioned by Kuljetinsähkö Tampere Oy, whose client Siuronkoski hydroelectric power plant is.

The quotation of the modification costs was drafted for four different areas. The target areas of the modernization were excitation generators, main circuit breakers of the drive cabinets and the entire plant, hydraulic system and logics.

The starting point of the quotation was to give the client the tools to compare the offers from various device manufacturers and the benefits and costs of the modification. Our attempt was to seek as many different device manufacturers as possible in different areas. When having many different manufacturers we could estimate the average prices of devices and give the client an opportunity to make an agreeable choice.

The costs of the devices found were tabulated. In addition to the device costs, the costs of electronic and mechanical installation were estimated and tabulated. The quotation included the related costs of modifications. A full picture of the modification costs and range of devices was given to the client through the price information and the accounts made of the devices. Confidential information was removed from the thesis.

---

Key words: hydro-electric power plant, reform, quotation

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	YRITYSESITTELYT .....	6
2.1	Kuljetinsähkö Tampere Oy .....	6
2.2	Siuronkosken voimalaitos .....	6
3	HERÄTEGENERAATTORI .....	8
4	PÄÄKATKAISIJAT .....	11
4.1	OSAP 20-W2 -suurjännitekatkaisija.....	11
4.2	Generaattoreiden pääkatkaisijat .....	12
4.2.1	Uusien katkaisijoiden valinta .....	13
4.2.2	ABB:n ilmakatkaisijat.....	14
4.2.3	Schneider Electricin ilmakatkaisijat .....	15
4.2.4	Legrandin ilmakatkaisijat.....	16
4.2.5	Mitsubishi Electricin ilmakatkaisijat.....	17
5	HYDRAULIJÄRJESTELMÄ .....	19
5.1	24 V tasasähkömoottorit .....	22
5.2	Moottorinohjaus ja akkulaturit.....	24
5.3	Karamoottorit.....	25
5.4	Hydraulimoottorit ja -koneikot .....	26
6	LOGIIKAT .....	28
7	KUSTANNUSLASKELMAT.....	30
8	POHDINTA.....	31
	LÄHTEET.....	34
	LIITTEET .....	36
	Liite 1. Kustannusarvio .....	36
	Liite 2. Vähäöljykatkaisijoiden elinkaaren vaiheen muutos .....	38
	Liite 3. OTNB 3A 100A DK25 – kytkimen periaatekuva. ....	39
	Liite 4. Esimerkki katkaisijan tarjouskyselystä. ....	40
	Liite 5. Jarrun periaatekuva .....	41
	Liite 6. Kuvakaappaus 24V tasasähkömoottoreiden laskelmista. ....	42
	Liite 7. Digitaalikortin I/O-luettelo .....	43
	Liite 8. Analogiakortin I/O-luettelo.....	44

## 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli tutkia Siuronkosken voimalaitoksen nykyisten laitteiden käyttöikä, huollon tarvetta, mahdollisesti laitteiden vaihtoa ja millaisia kustannuksia näistä tulee. Samalla määritettiin mahdollisten uusien hankintojen hintakustannuksia ja tuomia hyötyjä. Näiden pohjalta asiakas voi päättää tehdäänkö muutokset.

Siuronkosken voimalaitoksessa on tällä hetkellä osa tekniikasta 1950-luvulta, mutta ajansaatossa on vaihdettu osia uusiin. Osa tutkittavista laitteista on 1980-luvulta.

Tutkittavia kohteita kokonaisuuksia on neljä kappaletta.

Herätysgeneraattoreita on kolme kappaletta, joista yksi oli uusittu. Tarkoituksena oli vertailla vanhan ja uuden järjestelmän välisiä etuja ja kustannuksia.

Ohjauskaappien vanhojen ilmakatkaisijoiden uudistaminen, nykyiset katkaisijat toimivat, mutta apukoskettimet ovat kuluneet. Uudella älykkäällä ilmakatkaisijalla oli tarkoitus myös korvata vanhat ylijännite-, ylivirta- ja lämpörelemittaukset. Myös kokolaitoksen 2 kV 220 DC vähäöljykatkaisijan käyttöikä määriteltiin, jonka mukaan voitiin päätätä, että huolletaanko vai uusitaanko laite.

Tarkoituksena oli määritellä hydraulikkalaitteiston ikä ja mahdollisesti sen uusiminen. Laitteiston toiminta on tällä hetkellä epävarmaa. Tarkoituksena oli selvittää kustannukset, jos jarrusylinterit vaihdetaan karamoottoreihin. Suulakkeiden nestehydraulimoottorien tilalle oli tarkoitus vaihtaa tasasähkömoottorit. Asiakasta varten kartoitetaan, myös uusien nestehydraulismoottoreiden hinta.

Tarkoituksena oli kartoittaa logiikoiden käyttöikä, varaosien saantia ja mahdollisesti logiikoiden uusimista. Tällä hetkellä on käytössä Autologin logiikka, joka on 1980-luvulta.

## 2 YRITYSESITTELYT

### 2.1 Kuljetinsähkö Tampere Oy

Työn teettäjänä toimii Kuljetinsähkö Tampere Oy. Kuljetinsähkö Tampere Oy on perustettu vuonna 1982. Tällä hetkellä yrityksessä työskentelee kaksi työntekijää. Yritys on teollisuusautomaatioon erikoistunut, joka toimittaa teollisuudelle sähkö- ja automaatiojärjestelmien osa- ja kokonaistoimituksia.

Kuljetinsähkö Tampere Oy on erikoistunut automaattisten maalaamoiden ohjauksiin ja asennuksiin. Yritys toteuttaa automaatio-ohjauksia monenlaisille logiikkalaitteille, kuljetinjärjestelmille ja laitekokonaisuuksille. Asiakkaan toiveiden mukaan voidaan toteuttaa suunnittelu, keskusvalmistus, asennus, logiikkaohjelmointi, käyttöönotto ja käyttökoulutus. Yritys tekee myös huoltoja ja laitekorjauksia.

Kuljetinsähkö Tampereen Oy:n asiakkaina on isoja suomalaisia teollisuusyrityksiä, koko suomen alueelta. Yritys tekee myös toteutuksia alihankkijana.

### 2.2 Siuronkosken voimalaitos

Vesivoimalaitoksen modernisoinnin kustannusarvion tilaajana toimii Sami Oksanen, joka omistaa Siuronkosken voimalaitoksen. Voimalaitoksen keskivirtaama on  $27 \text{ m}^3/\text{s}$  ja pudotuskorkeus on 3 metriä. Voimalaitos on valmistunut Nokialle vuonna 1904. Vesioikeudellisessa luvassa hakijalle on myönnetty oikeus rakentaa voimalaitos ja neulapato, jonka leveys on 24 metriä ja jonka kynnyksen korkeus on 59,30 m.

Voimalaitoksen yhteydessä on toiminut saha, joka lopetti vuonna 1930. Laitoksessa on aikaisemmin ollut kaksi turbiinia, jotka olivat suoraan kytkettynä hiomakoneisiin. Nämä turbiinit tuottivat yhteensä 360 kW. Näiden lisäksi oli kaksi sähköistettyä turbiinia, jotka tuottivat yhteensä 740 kW.

Vesivoimalaitos uusittiin 1938. Kolme uudistettua turbiinia tuottivat yhteensä 1200 kW. Silloinen keskiveden korkeus oli 60,66 metriä ja Kuloveden korkeus luonnontilassa 57,10 metriä. Vuonna 1957 Tyrvään Voima alkoi säännöstellä alapuolista Kulovettä. Nokia Oy osti laitoksen 1980 luvulla. Nokia Oy peruskunnosti turbiinit ja rakensi uuden

neulapadon. Nokia Oy myi laitoksen Hämeen Sähkölle. Hämeen Sähkö fuusioitui Vattenfall Oy:n kanssa 2000 vuoden lopussa.

Vuonna 2001 Vattenfall myi laitoksen Timo Oksaselle, jolloin voimalan maksimituotto oli 620 kW. Vuonna 2005 yläkanava syvennettiin viiteen metriin ja uusittiin käytössä pois ollut neljäs turbiini. Vuonna 2006 tehtiin kalatie ja neljästä patoluukusta tuli kaukokäyttöisiä. Vuonna 2012 Veden virtaamisen parantamiseksi alakanava avarrettiin ja luotiin poikkiuoma viereisen uoman kautta. Näillä toimenpiteillä saatiin voimalaitoksen maksimituotoksi 820 kW.

Vuonna 2010 sukupolvenvaihdoksessa Sami Oksasesta tuli voimalaitoksen omistaja. Tällä hetkellä koko voimalaitos on kaukokäytössä, GSM-yhteydellä, Kangasalan puutarhasta käsin.

### 3 HERÄTEGENERAATTORI

Tällä hetkellä Siuronkosken voimalaitoksen kahta turbiinin käynnistystä ohjataan herätegeneraattoreilla, generaattorit 1 ja 3. Kuvassa 1 on esiteltyä herätegeneraattori. Generaattorin 2 ohjauksen rikkoutumisen johdosta, se oli vaihdettu magnetointilaitteeksi. Magnetointilaite on esiteltyä kuvassa 2. Tarkoituksena oli määrittellä, mitä hyötyä on herätegeneraattoreiden uudistamisesta ja kuinka nopeasti uudistukset maksavat itsensä takaisin.



KUVA 1. Generaattorin 3 herätegeneraattori.



KUVA 2. Generaattorin 2 magnetointilaite ja sen ohjaus.



Alun perin ajatuksena oli, että verrataan vanhan ja uuden systeemin hyötysuhteita, jotta saadaan enemmän faktapohjaa uudistusten tarpeelle. Tämä tapa hylättiin, koska herätegeneraattoreista ei löytynyt tarvittavia tietoja ja mittaukset olisivat olleet liian työläitä. Vertailutavaksi valittiin uuden laitteiston tuoma tehon kasvu, huollon tarve ja kuinka nopeasti kyseinen laiteuudistus maksaa itsensä takaisin.

Vertailuarvoina käytettiin tilannetta, jossa veden korkeus on normaali ja kolme turbiinia on käynnissä. Vertailuarvot luettiin näyttöpäätteeltä. Vanhalla tekniikalla maksimituotto oli 220 kWh ja uudella tekniikalla maksimituotto oli 230 kWh. Tuottojen erotukseksi saadaan 10 kWh. 10 kWh tuotosta vähennetään 3 kWh, joka oli uuden järjestelmän otto-teho. Uudella järjestelmällä saadaan 7 kWh enemmän tuottoa.

Tämän jälkeen arvioitiin, että laitoksen turbiinit tuottavat tällä teholla noin kahdeksan kuukautta vuodessa ja kilowattitunnin hinnaksi arvioitiin 0,04 euro. Tarkkaa hintaa oli vaikea määritellä, sillä hinta ei ole vakio. Näillä arvoilla voidaan laskea arvioitu hinta uuden laitteen vuosituotolle, kaava 1.

$$7 \text{ kW} \cdot 24 \text{ h} \cdot 30 \text{ pv} \cdot 8 \text{ kk} = 40\,320 \text{ kWh} \quad (1)$$

Vuosituotoksi tuli 40 320 kWh, tämä kerrotaan kilowattitunnin hinnalla, 0,04 euroa. Tästä tuli yhden uuden laitteen rahalliseksi tuotoksi 1 612 euroa vuodessa. Tämän lisäksi vanhojen laitteiden huoltoihin meni noin kaksi työpäivää vuodessa, joiden kustannukset ovat noin 900 euroa. Huoltoihin kuuluu hiilien vaihto, puhdistuksia ja laakereiden öljyjen tarkistus. Huoltokustannuksissa on otettu huomioon myös matkakustannukset. Uuden laitteiston huoltoon kuuluu yhden tai kahden vuoden välein suodattimien vaihto. Tämän työn asiakas voi tehdä itsekin. Tästä johtuen voidaan vanhojen koneiden huoltokustannukset lisätä uusien koneiden tuottoon.

Liitteessä 1 on määritelty magnetointilaitteen hinta, johon kuuluu asennuskustannukset. Tarkoituksena oli muuttaa generaattoreiden 1 ja 3 ohjaus. Tästä johtuen voidaan rahallinen vuosituotto kertoa kahdella ja lisätä tuottoon vanhojen laitteiden huoltokustannukset. Näin saadaan kahden uuden laitteen vuoden tuotoksi 4 124 euroa. Tällä tuotolla jaetaan kahden laitteen muutoskustannukset. Näin saadaan selvitettyä, kuinka pitkään menee, että muutokset maksavat itsensä takaisin. Muutokset maksavat itsensä takaisin noin yhdeksässä vuodessa.

Yhdeksän vuotta on lyhyt aika kuoletukselle. Yhden herätegeneraattorin rikkoutuminen puoltaa muutostöiden tekoa, jos laitteet uusitaan ajoissa, voidaan välttyä koneiden enenaikaiselta hajoamiselta. Tällä tavoin voidaan vähentää yllättäviä kuluja. Toisaalta laskelmissa oli muuttujia. Esimerkiksi ei voida sanoa, kuinka paljon tuottoa tulee uudistuksesta, koska tuotto perustuu vesitilanteeseen ja kuinka paljon laitteita voidaan ajaa vuoden aikana. Sähkön hintaa ei välttämättä pysy samana, mutta tuoton kasvu ja generaattoreiden epävarmuus tuovat hyvän syyn muutostöille.

## 4 PÄÄKATKAISIJAT

Siuronkosken voimalaitoksen pääkatkaisijana toimii Strömberg Ab:n tekemä suurjännitekytkin OSAP 20-W2. Kytkin on 2 kV:n kytkin ja ohjausjännitteenä on 220V DC. Tämän kytkimen ikä, huollon tarve ja mahdollinen uusiminen määritettiin.

Generaattoreiden 1, 2 ja 3 ohjauskaappien pääkytkinten uusiminen oli ajankohtainen asia. Tällä hetkellä ohjauskaappien pääkatkaisijoina toimii Strömberg Ab:n OTNB 3A 100A DK25 -katkaisijat. Katkaisijat toimivat hyvin, mutta niiden apukoskettimet ovat kuluneet.

### 4.1 OSAP 20-W2 -suurjännitekatkaisija

Kuvassa 3 on esiteltyä suurjännitekatkaisija, laitteeseen kuuluu kytkinkotelo. Kytkimen ikää yritettiin määrittää internetin avulla. Tästä kytkimestä ei löytynyt mitään tietoa tätä kautta. Tästä johtuen jouduttiin ottamaan yhteyttä ABB Oy:hyn. Strömberg siirtyi Asealle 1986. ABB-yhtymä syntyi, kun Asea ja sveitsiläinen Brown Boveri yhdistivät sähkötekniiset liiketoimintansa. Sen suomalainen tytäryhtiö on ABB Oy, jonka ydin on Strömberg (ABB, suomalaiset juuret.)



KUVA 3. OSAP 20-W2 -suurjännitekytkin.

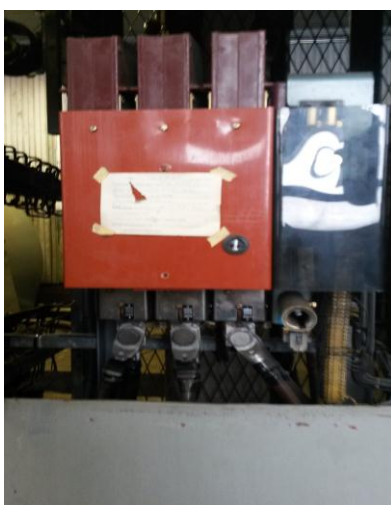
ABB:n kautta saatiin vähäöljykatkaisijoiden OSAK\_ ja OSAP\_ elinkaareen vaiheen muutoksen selvitys. Liitteessä 2 on esiteltyä kuva ABB:n sähkövoimateknologia-divisioonan elinkaarimallista.

Kyseisen laitteen valmistusvaihe (active) on loppunut 35 vuotta sitten ja kyseinen laite on siirtynyt vanhentunut vaiheeseen 1.1.2005. Tämän takia ABB ei takaa varaosien, huoltojen, korjauksien ja teknisen tuen saatavuutta. Näin ollen ABB suosittelee että kyseiset katkaisijat korvataan uudemmilla laitteilla (ABB Oy 2004, liite 2.)

Näiden tietojen pohjalta voidaan suositella kyseisen laitteen vaihtoa. Jos laite rikkoutuu yllättäen, ei voida luvata, että laite voidaan korjata. Tämän vuoksi laitos voi olla pitkään pois käytöstä. Uuden laitteen vaihdolla voidaan määritellä itse kuinka pitkä seisakki on. Tämä voidaan esimerkiksi sijoittaa muiden muutostöiden kanssa samaan aikaan. Suurjännitekatkaisijan vaihto joudutaan tilaamaan ulkopuoliselta tekijältä, sillä tämän tasoinen työ tarvitsee kokeneet tekijät. Näin voidaan varmistaa että työ tehdään standardien mukaisesti.

#### 4.2 Generaattoreiden pääkatkaisijat

Generaattoreiden 1, 2 ja 3 pääkatkaisijoina toimivat Strömbergin OTNB-kytkimet. Kuvassa 4 on esiteltynä generaattorin 2 pääkatkaisija. Katkaisijat toimivat hyvin, mutta niiden apukoskettimet ovat kuluneet. Uusilla älykkäillä pääkatkaisijoilla voidaan myös korvata tämänhetkiset ylijännite-, ylivirta-, lämpö- ja ylivirtarelemittaukset. Nykyiset mittaukset on toteutettu 2-vaihemittauksilla. Tarkoituksena oli myös selvittää, voidaan-ko nämä tiedot lukea väylän kautta. Siuronkosken voimalaitoksessa datan siirrossa käytettiin Modbus-485 RTU-väylää.



KUVA 4. OTNB 3A 1000A DK25 -pääkatkaisija

#### 4.2.1 Uusien katkaisijoiden valinta

Katkaisijoiden valintaa varten mitattiin vanhojen katkaisijoiden mittasuhteet, ympärillä oleva tila ja kiskojen jaot. Liitteessä 3 on esiteltyä periaatekuva katkaisijan mitoista. Kuva on generaattoreiden 1 ja 2 katkaisijoiden periaatekuva. Näiden katkaisijoiden kiinnitys oli ohjauskaappien etupuolella. Generaattorin 3 katkaisija oli ohjauskaapin takapuolella, tämän katkaisijan ympärillä oli enemmän tilaa. Kuten periaatekuvasta huomataan, katkaisijat olivat kiinteästi kiinni ohjauskaapin rungossa ja katkaisijat ovat kolmenapaisia. Uusien katkaisijoiden oli tarkoituksena olla draw-out -mallisia. Draw-out, ulosvedettävä, tarkoittaa sitä, että katkaisuaitoja varten asennetaan kehikko, johon on kiinnitetty kiskot. Tämä tapa helpottaa katkaisijoiden irrottamista ja tuo huoltomukavuutta. Mittauksien yhteydessä tarkastettiin katkaisijoiden syöttöjännitteen suunta. Kahdessa kytkimessä syöttöjännite tuli alhaalta, yhdessä ylhäältä. Uusien kytkinten valinnassa pitää ottaa huomioon, onko syöttösuunnalla väliä.

Uusien katkaisijoiden vertailuja varten valittiin neljä eri yhtiötä ABB Oy, Schneider electric, Legrand ja Mitsubishi Electric. Katkaisijoita tarvitaan kolme kappaletta ja yksi varakappale. Katkaisijoiden ominaisuuksille annettiin pääkriteerit joiden pitää täytyä:

- Katkaisija on kolmenapainen.
- Katkaisijan pitää olla 1000 A kokoluokassa.
- Logiikalle katkaisijan tilatiedot 24 V / 8 mA.
- Moottorin jousen viritykseen tarvitaan 24 VDC ohjaus.
- Saako katkaisijaa draw-out -mallisena
- Onko katkaisijan syöttöjännitteen suunnalla väliä

Uusien kytkimien älykkyysominaisuudet pitää myös selvittää. Pääkriteereiksi annettiin:

- Generaattorin ylikuormitusvalvonta
- Yliviran mittaus
- Ylikuormitussuoja
- Selektiivinen oikosulkusuoja
- Oikosulun pikasuojaus
- Datan siirto Modbus 485-RTU (RS-485)

#### 4.2.2 ABB:n ilmakatkaisijat

ABB:n katkaisijoiden tietoja haettiin internetin avulla. Vanhan katkaisijan nimellisvirranta oli 1000 A, joka määrää katkaisijan kokoluokan. Tähän tarkoitukseen löytyi EMAX-sarjan ilmakatkaisijat. Ensimmäisenä tarkastettiin, että mahtuuko katkaisija nykyisen tilalle. Ulosvedettävien, kolmenapaisten katkaisijoiden mittoja (EMAX katkaisijat, 86) vertailtiin liitteessä 3 oleviin mittoihin. Näin voitiin todeta, että kolmenapaisten ulosvedettävät katkaisijat mahtuvat nykyisten tilalle.

Näin ollen voitiin aloittaa sopivan katkaisijan hakeminen kyseistä tuoteryhmästä. EMAX-katkaisijoiden ominaisuudet olivat taulukoituna. Katkaisijoita tarkastellessa päädyttiin E1- tai E2-malliin. E3-mallissa kiskojen jako oli näitä malleja suurempi. E1- ja E2-mallien kiskojen jako oli 20 mm suurempi kuin nykyisessä (EMAX katkaisijat, 4-5). Tämä asia ei ollut ongelma. Kun katkaisijat muutetaan kiinteästä mallista ulosvedettävään, joudutaan tekemään paljon muutoksia kiinnityksissä. Samalla kiskojen jakoa voidaan muuttaa tarvittaessa.

E1- ja E2-mallia verrattaessa käytettiin vanhan katkaisijan tietoja hyväksi. Vanhan katkaisijan nimellisjännite on 660 V ja nimelliskestovirta on 40 000A. E1B 1000 A- ja E2B 1000 A-mallit ovat melkein samoissa arvoissa. Tämän johdosta valinta osui EMAX E1B 1000 A-malliin (EMAX katkaisijat, 4-5).

Seuraavaksi kartoitettiin muiden kriteerien täyttymistä. Syötön suunnan merkitystä yritettiin hakea, mutta tästä ei löytynyt tietoa. Tästä johtuen päätettiin, että kyseinen asia kysytään hintatietojen kyselyn yhteydessä. Moottorin jousen viritykseen tarvitaan 24 VDC ohjaus. Kyseinen laite ei ole vakiolaitteena mukana (EMAX katkaisijat, 64), joten kyselyyn pitää laittaa maininta tästä. 24 V:n tilatietoja varten tarvittavat apukoskettimet tulevat laitteen mukana. (EMAX katkaisijat, 66). Näin ollen voidaan todeta, että kyseinen katkaisija täyttää tarvittavat pääkriteerit.

Seuraavaksi tarkasteltiin, että saadaanko katkaisijan mukaan tarpeeksi älykkyyttä, jonka avulla voidaan uusien vanhojen relelaitteiden, ja onko katkaisijaa mahdollista liittää väylään. Suojareleessä PR122/P LIS oli kaikki kriteereiden mukaiset mittaukset (EMAX katkaisijat, 28). Laitetta ei voida suoraan kytkeä väylään. Lisäosalla tiedonsiirtomoduuli

PR120/D-M voitiin liittää EMAX-laitteet Modbus-verkkoon, jolloin katkaisijan etävalvonta ja -hallinta oli käytössä. (EMAX katkaisijat, 47).

Näiden tietojen perusteella voitiin tehdä kysely ABB:lle. Kyselyissä varmistettiin, että tarvittavat kriteerit täyttyvät. Kyselyiden pohjana käytettiin liitteen 4 mukaista esimerkkiä. Samaa pohjaa käytettiin jokaisessa katkaisijaan liittyvässä kyselyssä. Yhtiökohtaisesti vaihdettiin laitteen ja lisäpaneelin nimi. Kyselyssä kysyttiin tarjoajan mielipidettä liitännätavasta, jolloin kyselyn mukaan liitettiin periaatekuva, joka on esitelty liitteessä 3. Liitännätapa oli hankala valita pelkästään mittakuvien mukaan. Voidaan olettaa, että laitteen tarjoajalla on parempi kokemus erilaisista muutostöistä, jolloin heidän osaamistaan kannattaa hyödyntää. Myös muiden kriteerien mainitseminen kyselyssä on tärkeää, sillä näin voidaan varmistaa, että kyseisen laitteen ominaisuudet sopivat tähän tarkoitukseen.

#### **4.2.3 Schneider Electricin ilmakatkaisijat**

Schneider Electricin laitteiden kartoitus aloitettiin samalla tavalla kuin ABB:n laitteiden kartoitus. Internetistä löytyi Masterpact-tuoteperhe. Tuoteperheeseen kuului 1000 A:n ilmakatkaisijoita. Aluksi tarkistettiin, että kyseisen tuoteperheen katkaisijoista löytyy mitoiltaan sopivan kokoinen laite. Masterpact NT- ja NW-malleista löytyy 1000 A:n katkaisijat. Kyseisten katkaisijoiden kolmenapaisten ja ulosvedettävien mallien välillä oli kokoeroja, joita vertailtiin keskenään (Masterpact catalogue, C-6, C-10, A-4). Kummankin laitteen mitat soveltuvat nykyiseen tilaan. NW-laitteet ovat suurempia, joten valinta tehdään NT-laitteista. Näin laitteen asennuksen yhteydessä tilaa on enemmän.

Ilmakatkaisijoiden tilauslomaketta käytettiin hyväksi, kun tarkasteltiin laitteen ominaisuuksia ja tarvittavia tilattavia osia (Masterpact catalogue F-24). Tilauslomakkeen alussa valitaan laitteiden NT ja NW välillä. Laitteelle piti valita virta-arvo, tyyppi ja kiinnitystapa. NT-laitteiden ominaisuudet olivat taulukoituina (Masterpact catalogue, A-6). Taulukon mukaan oli helppo tehdä valinnat. NT6-NT10-katkaisijat eroavat virran suuruuden mukaan. Masterpact NT10-katkaisijan virta-arvona on 1000 A, joka vastaa vanhan katkaisijan arvoa. Taulukosta löytyy kolme eri tyyppiä katkaisijalle H1, H2 ja L1. L1 eroaa näistä pienemmällä taulukkoarvoillaan. H1 ja H2 mallien taulukkoarvot olivat samat. Eroavaisuuksia näiden välillä ei ole kerrottu, joten H1 valittiin tyyppiksi. Kiinnitystavaksi valitaan draw-out, joka vastaa ulosvedettävää mallia.

Tilauslomakkeessa on valinta 24 V:n apukoskettimille (Masterpact catalogue, F-24). Näin ollen voidaan varmistaa, että laitteesta saa tarvittavat tilatiedot. Moottorin jousen vuritykseen tarvittava laite (masterpact catalogue, A-48), voitiin valita kyseistä lomakkeesta.

Näiden tietojen perusteella voidaan varmistaa, että Masterpact NT10 H -katkaisija täyttää tarvittavat pääkriteerit. Katkaisijan syöttösuunnasta ei ollut mitään merkintään katalogissa. Tämä pitää tarkistaa tarjouskyselyn yhteydessä.

Katkaisijan valinnan jälkeen tarkasteltiin, millaisia älyominaisuuksia oli mahdollista saada mukaan. Masterpact-tuoteperheeseen kuuluu Micrologic control units -paneelit (Masterpact catalogue). Näillä voidaan tuoda katkaisijaan älyominaisuuksia.

Micrologic A ”ammeter” paneeli kattaa kaikki tarvittavat mittaukset ja turvatoiminnot (Masterpact catalogue, A-12). Tilauslomakkeesta voitiin ottaa apua paneelin valintaan. Tilauslomakkeessa kysytään mittarin mallia ja tarvittavia lisäosia. Lomakkeesta huomataan, että paneelit voitiin liittää Modbus-väylään lisäosan avulla (Masterpact catalogue, F-24). Paneelit oli myös jaettu eri suojauksen tasoihin 2.0, 5.0, 6.0 ja 7.0. Näillä jaotelluilla voitiin valita laitteen suojauksen taso (Masterpact catalogue, A-10). Tässä tilanteessa riittää perustason suojaus, joten 2.0 oli riittävä. Näillä tiedoilla paneeliksi käy Microlog 2.0 A.

Näiden tietojen perusteella tehtiin kysely Schneider Electricille NT10 1000 A H1 -katkaisijasta ja Microlog 2.0 A -paneelistä. Kyselyn pohjana käytettiin liitteessä 4 olevaa esimerkkiä.

#### **4.2.4 Legrandin ilmakatkaisijat**

Legrandin ilmakatkaisijoita haettiin samalla tavalla internetistä. Näin löydettiin Legrandin DMX<sup>3</sup>-tuoteperhe. Tähän tuoteperheeseen sisältyy 1000 A:n katkaisijoita (Power guide). Aluksi tarkastettiin, että kyseisen tuoteperheen laitteiden mittasuhteet sopivat nykyiseen tilaan. Ulosvedettävien kolmenapaisten mallien mittoja (Power guide. 37,38) vertailtiin vanhan laitteen mittoihini. DMX<sup>3</sup>-tuoteperheen frame 2:ssa (F2) oli leveämpi



kehikko, joten valinnoissa päädyttiin kapeampaan frame 1 (F1) malliin. Näillä mitoilla kyseinen katkaisija mahtuu nykyiseen tilaan.

Tuoteperheen ominaisuudet oli taulukoitu (Power guide, 14). Tämän taulukon perusteella oli helppo tehdä valinnat tarvittavasta katkaisijasta. Kyseisestä taulukosta huomataan, että DMX<sup>3</sup> 2500 -katkaisijoista löytyy 1000 A katkaisija. Taulukossa oli eriteltyä katkaisijat kolmeen eri malliin N, H, L. Näiden vertailut oli tehty helpoksi. Taulukon mukaan N-malli sopii parhaiten nykyisen tilalle. Katkaisijan mukana tulevista laitteista selvisi, että laitteeseen saatiin 24 V:n apukoskettimet ja moottorin jousen 24 V:n ohjaukselle tarvittava ominaisuus (Power guide katalogin 12,22). Power guide -katalogissa ei ollut mainintaa syöttösuunnan merkityksestä.

Seuraavaksi tarkasteltiin, saadaanko katkaisijaan tarvittavia mittausominaisuuksia ja onko mahdollista liittää paneeli Modbus-väylään. Lisäpaneeleja oli kahta eri päämallia. MP 4 on painikkeilla käytettävä malli ja MP 6 on kosketusnäytöllinen (Power guide, 16). Näistä valittiin MP 4, sillä painikkeellinen käyttötapa voi olla varmempi kuin kosketusnäytöllinen. MP 4 päätteet on eritelty kolmeen eri ala-kategoriaan LI, LSI ja LSIg (Power guide). Nämä mallit eroavat hieman toisistaan. LI-mallissa ei ole mukana oikosulun pikasuojasta. Tämä ominaisuus oli mukana LSI-mallissa. LSIg-mallissa oli mukana maasulkusuoja, jota ei tässä tilanteessa tarvita. Jokainen malli voidaan liittää modbus-väylään, joka oli optional-ominaisuutena mukana (Power guide).

Näiden tietojen perusteella voitiin tehdä Legrandille kysely DMX<sup>3</sup> 2500 1000 A N -katkaisijasta ja MP 4 LSI päätteestä. Kyselyn pohjana käytettiin liitteessä 4 olevaa pohjaa.

#### **4.2.5 Mitsubishi Electricin ilmakatkaisijat**

Mitsubishi Electricin kautta oli saatu aikaisemmin arvio tarvittavasta katkaisijasta. Tästä johtuen tarkastettiin, onko heidän ehdotuksensa AE1000-SW 3P 1000 A -katkaisija soveltuva ratkaisu tähän tarkoitukseen. Arviossa oli mukana ainoastaan katkaisija, joten lisäominaisuudet piti kartoittaa.

Aluksi tarkastettiin ulosvedettävän mallin mitat (Low voltage air circuit breakers, 41). Näiden tietojen perusteella kyseinen laite mahtuu vanhaan tilaan. Tuoteperheen laittei-

den ominaisuudet oli taulukoitu (Low voltage air circuit breakers, 9). AE 630 - AE 1600 laitteet eroavat ainoastaan virtakokoluokan mukaan. Näin ollen näistä voidaan valita AE 1000-SW. Samasta taulukosta huomataan, että laitetta saadaan kolmenapaisena ja ulosvedettävänä mallina. Moottorin jousen ohjaamiseen tarvittava 24 V laite löytyy katkaisijasta (Low voltage air circuit breakers 12). Kyseisessä katalogissa ei ole mainintaa 24:nV apukoskettimista ja syötön suunnasta. Nämä asiat pitää mainita uudessa kyselyssä.

Katkaisijaan tarvittavat lisäpaneelit oli eritelty neljään eri alaluokkaan. WS, WM, WF ja WB. Nämä on jaoteltu osiin 1, 2 ja 3. Tämä jaottelu on tehty katkaisijan eri kokoluokille (Low voltage air circuit breakers, 19). WS -paneeli on tarkoitettu yleiseen käyttöön ja siitä löytyy kaikki tarvittavat ominaisuudet. Lisäpaneelien tilaamista varten oli tehty tilauslomake (Low voltage air circuit breakers, 61). Tätä hyödyntäen oli helppo tehdä tarvittavat valinnat lisäpaneelille. WS1 malli soveltuu AE 1000 A -katkaisijan kanssa käytettäväksi ja sen voi liittää Modbus-väylään. Paneeliin ei tarvita tilauslomakkeessa kysyttyä lisämoduulia. Jännitesyöttönä käytetään 24 VDC. Näin valinnaksi saadaan WS1-NA-P2.

Näiden valintojen pohjalta tehtiin uusi kysely Mitsubishi Electricille AE100-SW 3P 1000 A -katkaisijasta ja WS1-NA-P2 -paneelistä. Kyselyn pohjana käytettiin liitteessä 4 olevaa pohjaa.

## 5 HYDRAULIJÄRJESTELMÄ

Siuronkosken vesivoimalaitoksen hydraulijärjestelmällä ohjataan suulakkeiden liikettä ja generaattoreiden jarruja. Tämän järjestelmän uusiminen oli ajankohtaista, koska nykyiseen järjestelmään oli tullut muutamia vikoja. Esimerkiksi järjestelmä antaa turhia hälytyksiä, jotka joudutaan paikan päällä kuittaamaan, myös hydraulijärjestelmä vuotaa. Näistä ongelmista oli tarkoituksena päästä eroon. Tarkoituksena oli kartoittaa kustannukset, jos koko järjestelmä muutetaan 24 VDC:llä toimivaksi järjestelmäksi. Tähän kuuluu suulakkeiden moottoreiden muuttaminen 24 V tasasähkömoottoreiksi ja jarrujen sylinterien muuttaminen karamoottoreiksi. Myös hydraulijärjestelmän osien uusiminen kartoitetaan. Tähän kuuluu uudet hydraulimoottorit ja -koneikot. Tällä tavoin asiakas saa mahdollisuuden valita, jätetäänkö hydraulijärjestelmä käyttöön vai uusitaanko se 24 VDC -järjestelmäksi. Kuvassa 5 on esiteltyä hydraulijärjestelmän tasasähköpumppu. Kuvassa 6 on esiteltyä suulakkeen ohjaus.



KUVA 5. Tasasähköpumppu



KUVA 6. Suulakkeen ohjaus ja hydraulimoottori.

Moottoreiden mitoitusta varten mitattiin suulakkeiden vääntömomentti. Mittauksiin tarvittiin metrin mittainen tanko ja jousivaaka. Mittaus tehtiin pyörittämällä suulakkeita käsivoimin. Etsittiin tilanne, jossa suulakkeen pyörittämiseen tarvittiin eniten voimaa. Kun tilanne löydettiin, otettiin metrin mittainen tanko, jonka kärjestä pyöritettiin suulaketta. Jousivaa'alla saatiin selvitettyä, kuinka monen kilon voimalla suulaketta tarvitsee pyörittää. Näillä tiedoilla voitiin laskea vääntömomentti kaavaa 2 hyödyntäen (Tekniikan kaavasto, 2010). Vääntömomentti saadaan massan, putoamiskiihtyvyyden ja voiman vaikutussuoran etäisyyden tulona. Kahden suulakkeen pyörittämistä varten oli kambi. Tällä 30 cm pitkällä kammella tehtiin myös mittaukset.

$$M = m \cdot g \cdot r \quad (2)$$

Mittaustulokset taulukoitiin ja laskennoissa hyödynnettiin Excelin laskentaominaisuuksia. Tulokset on esitelty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Suulakkeiden vääntömomentin mittaustulokset ja laskelmat

Generaattori	Voima1 (1000mm) (Kg)	Voima2 (300mm) (Kg)
G1	3,3	11,2
G2	6,2	24
G3	2,06	x
	Momentti (Nm)	Momentti (Nm)
G1	32,36	32,95
G2	60,80	70,61
G3	20,20	x

Taulukosta 1 huomataan, että generaattorin 2 suulakkeen moottorilla oli suurin vääntömomentti. Tämä selittyy sillä, että suulake on mekaanisesti erilainen. Tätä generaattorin 2 suulakkeen moottorin antamaa 70 Nm vääntömomenttia käytetään ohjearvona 24 VDC tasasähkömoottoreiden valinnassa.

Karamoottoreita varten piti selvittää jarrusylinterien tämän hetkinen voima. Liitteessä 5 on esiteltyä jarrusta periaatekuva. Sylinterin kokonaishalkaisija ja männän halkaisija mitattiin työntömitalla. Kokonaishalkaisijaksi saatiin 38 mm ja männän halkaisijaksi 20,5 mm. Mittauksissa otettiin huomioon arvioitu putken paksuus 2 mm. Halkaisijat jaettiin kahdella, jotta saatiin laskuja varten säde (r). Sylinterin iskupituudeksi mitattiin 115 mm, maksimipituus on 160 mm, hydraulijärjestelmän maksimipaine on 70 baria. Näitä tietoja hyödyntäen voitiin laskea sylinterin voima. Kaavalla 3 laskettiin pinta-alat (Tekniikan kaavasto, 2010).

$$A = \pi \cdot r^2 \quad (3)$$

Pinta-alojen tietoja ja järjestelmän painetta hyödynnettiin sylinterin voiman laskennassa. Laskennat tehtiin Exceliä hyödyntäen. Kaavasta 4 voidaan ratkaista voima painetta ja pinta-alaa hyödyntäen (Tekniikan kaavasto, 2010). Kokonaisalasta vähennettiin männän ala. Näin saatiin tietoon ala, johon paine ja voima kohdistuvat. Alaksi saatiin  $0,000804\text{m}^2$ . Paineen yksikkö muutettiin pascalleiksi, 70 baria on 7 000 000 Pa, ja pinta-alan yksiköt muutettiin neliömetreiksi. Näin sylinterin voimaksi saadaan 5,6 kN. Tätä tietoa käytettiin karamoottoreiden valinnassa ohjearvona.

$$p = \frac{F}{A} \rightarrow F = p \cdot A \quad (4)$$

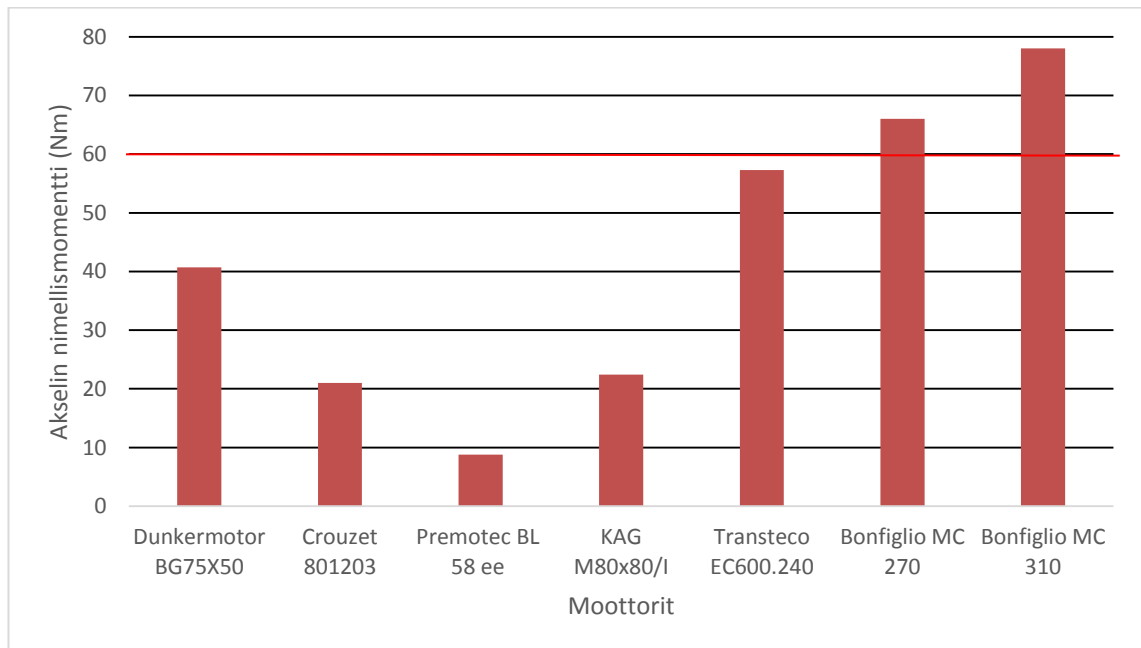
## 5.1 24 V tasasähkömoottorit

24 V tasasähkömoottoreiden valikoima tarkastettiin internetin avulla. Ohjearvona käytettiin 70 Nm vääntömomenttia. Vanhan hydraulimoottorin pyörimisnopeus on 150 rpm. Uuden moottorin pyörimisnopeuden tarkoituksena oli olla 100 rpm, sillä moottori ei tarvitse niin kovaa pyörimisnopeutta. 24 V tasasähkömoottoreista haettiin alustavasti nimellispyörimisnopeus, joka on moottorin maksimipyörimisnopeus ja moottorin nimellsvääntömomentti. Nimellispyörimisnopeuden avulla laskettiin moottorin i-arvo. i-arvo on suhdeluku, jolla voidaan määrittää maksimipyörimisnopeuden ja halutun pyörimisnopeuden suhde. i-arvo saadaan, kun maksimipyörimisnopeus jaetaan halutulla pyörimisnopeudella. Kyseisellä i-arvolla kerrottiin nimellsvääntömomentti. Tällä tavoin saadaan vääntömomentti halutulla pyörimisnopeudella (Modular planetary gear boxes, 10). Näiden tietojen mukaan tehtiin taulukko eri moottoreiden arvoista. Taulukossa 2 on esiteltynä tarkasteltujen moottoreiden tiedot. Laskennat on tehty Excelin laskutoimintoja hyödyntäen.

TAULUKKO 2. 24 VDC moottoreiden vertailu.

Moottorin valmistaja ja malli		i-arvo	Moottorin nimellismomentti Nm	Akselin nimellismomentti Nm
dunkermotoren	i	37,00		
BG 75x50	nimellispyörimisnopeus	3700	1,10	40,70
	haluttu	100		
Crouzet	i	14,00		
801203	nimellispyörimisnopeus	1400	1,50	21,00
	haluttu	100		
Premotec	i	44,00		
BL 58 EE	nimellispyörimisnopeus	4400	0,2	8,80
	haluttu	100		
KAG	i	30,00		
M80x80/I	nimellispyörimisnopeus	3000	0,7	22,40
	haluttu	100		
Transtecno	i	30,00		
EC600.240	nimellispyörimisnopeus	3000	1,91	57,30
	haluttu	100		
Bonfiglio	i	30,00		
mc 270	nimellispyörimisnopeus	3000	2,2	66,00
	haluttu	100		
Bonfiglio	i	30,00		
mc 310	nimellispyörimisnopeus	3000	2,6	78,00
	haluttu	100		

Taulukossa 2 esiteltyjen moottoreiden tiedot löytyvät lähteistä: Harjaton tasasähkömoottori BG75, Crouzet harjattomat DC-moottorit, Brushless DC motors. Premotec, Brush DC motors M80, Transtecno tasavirtamoottori ja BC motors. Taulukosta tehtiin myös pylväsdiagrammi, jotta moottoreiden vertailu olisi helpompaa. Kuviossa 1 on esiteltyä kyseinen diagrammi.



KUVIO 1. 24 VDC Moottoreiden vääntömomentin vertailu

Kuviosta 1 huomataan, että ainoastaan yksi moottori pääsee yli 70 Nm vääntövoimaan. Kun vertaillaan seitsemää eri moottoria, niin huomataan, että 24 VDC moottoreista ei löydy kattavaa tarjontaa tähän tarkoitukseen. Näin ollen ei voida tehdä hintavertailuja eri valmistajien kesken. Kuvion 1 mukaan näyttää siltä, että 24 VDC moottoreitten käyttötarkoitus on pienemmille vääntömomenteille kuin tässä tilanteessa.

Kysely tehtiin Bonfiglionin MC 310 -moottorista. Moottorin pyörimisnopeutta pitää pystyä hallitsemaan, joten moottori tarvitsee vaihteen. Moottoreiden tarkasteluun kului paljon aikaa, koska tarkoituksena oli saada ainakin kaksi eri vaihtoehtoa hintavertailua varten. Vaihteiden valintaa ei haluttu tuhlaata aikaa, näin ollen tarkastettiin, onko Bonfigliolla tarjota vaihteita moottoreihinsa. Bonfiglion tarjoaa vaihteita, joten päätettiin, että moottorin kyselyn yhteydessä kysytään vaihteelle tarjous. Vaihteen kyselyä varten valittiin tuoteperhe, josta vaihde voisi löytyä (modular planetary gear boxes). Näillä tiedoilla tehtiin kysely moottorista ja moottorin vaihteesta. Kyselyä varten tehtiin Excelillä esitys mittauksista ja laskelmista (Kuvakaappaus 24V tasasähkömoottoreiden laskelmista,

Liite 6). Esityksessä oli tarkemmin laskettu moottoriin valintaan tarvittavia tietoja ja esiteltynä vanhan moottorin tiedot. Nämä tiedot voivat olla tärkeitä moottorin toimittajalle. Näin voidaan varmistaa, että toimittaja voi taata oikeanlaisen moottorin. Tarkennukset olivat tarpeen, koska tähän tarkoitukseen olevia moottoreita löytyi vain yksi kappale. Tästä voidaan olettaa, että tämän kaltainen ratkaisu on harvinainen. Näitä tietoja ei juurikaan käytetty hyväksi moottoreiden tarkastelussa, sillä tarkoituksena oli karotta löytyykö tarvittavia moottoreita, jonka jälkeen olisi voitu vertailla tarkemmin eri moottoreiden ominaisuuksia.

## 5.2 Moottorinohjaus ja akkulaturit

24 V tasasähkömoottorit tarvitsevat moottorinohjauspiirit ja tällä hetkellä laitteiden jännitteen syöttö on 12 V akkujen varassa. Jos uusi hydraulii- tai tasasähkömoottorit lisätään, akkujen tämän hetkinen latausnopeus ei välttämättä riitä.

Moottorinohjauskorttien tarvittavaksi virrankestoksi arvioitiin 100 A, sillä uudet moottorit voivat tuottaa tehoa 2 kW:iin asti, jolloin 24 V piirissä virta on 100 A:n luokkaa. Moottorinohjauksen muita tärkeitä ominaisuuksia oli pehmeä pysäytys ja käynnistys. Tämän pohjalta lähdettiin hakemaan mahdollisia laitteita internetin avulla. 24 V:n syöttöjännitteellisiä ja 100 A:n virtaa kestäviä moottorinohjaimia oli hankala löytää. Tästä johtuen ei voitu tehdä hintavertailua eri laitevalmistajien kesken. Yhden valmistajan laitteesta, Electromen EM-282, löytyi tarvittavat ominaisuudet, oikea syöttöjännite ja virran kesto (EM-282 DC-moottorin ohjain). Kyseistä laitteesta tehtiin kysely, jotta saataisiin mahdollinen hinta-arvio tämän kaltaiselle laitteelle.

Akkulatureiden tarpeellisuus huomattiin hieman jälkikäteen. Tästä johtuen akkulaturin valintaan ei käytetty hirveästi aikaa. Nykyiset akut ovat Yuasan 12 V:n lyijyakkuja. Laturin valintaominaisuuksiksi valittiin, että laturin pitää pystyä lataamaan akut käyttövalmiiksi 10 min välein uusia ajoja varten, laturin teho 25 A ja onko laturissa automaattisia ominaisuuksia. Tähän tarkoitukseen löytyi yksi akkulaturin CTECK MX 25 (CTEK MX 25). Kyseinen laite soveltuu tähän tarkoitukseen. Laitteesta ei tarvinnut tehdä hintakyselyä, sillä laitteen hintatiedot ja saatavuus löytyivät internetistä. Jos laitteen tilaaminen tulee ajankohtaiseksi, silloin voidaan kysyä kyseiseltä firmalta tarkempia tietoja saatavuudesta.



### 5.3 Karamoottorit

Generaattoreiden jarruja ohjataan sylinterien avulla, jotka ovat osa hydraulijärjestelmää. Jos hydraulijärjestelmästä luovutaan, sylinterit pitää vaihtaa 24 V:n karamoottoreiksi. Karamoottorin toiminta on sylinterin tapaista. Karamoottoreilla tehdään työntö- tai vetoliikettä. Liitteessä 5 on esiteltyä nykyisen sylinterillä toimivan jarrun toimintatapa. Tästä selviää, että jarrujen sulku tapahtuu vetoliikkeen avulla ja jousi aukaisee jarrun. Kaavan 4 mukaan lasketusta voimasta saatiin 5,6 kN, tätä voimaa käytettiin ohjearvona, kun tarkasteltiin karamoottoreiden vetoliikkeen voimia. Sylinterin iskun maksimipituudeksi mitattiin 160 mm ja maksimi-iskusta käytetyksi määräksi 115 mm. Tämän lisäksi arvioitiin että iskuun menevä aika voi olla maksimissaan 30 sekuntia. Näitä arvoja käytettiin karamoottoreiden valinnassa, sillä erolla, että vetovoimaksi tarvitaan vähintään 6 tai 7 kN. Näin voidaan taata, että ajan saatossa karamoottorin antama voima ei laske alle ohjearvon. Näiden tietojen avulla lähdettiin kartoittamaan karamoottoreiden saatavuutta. Karamoottoreita valittiin kolmelta eri valmistajalta. Taulukossa 3 on esiteltyä kolmen eri valmistajan karamoottorit.

TAULUKKO 3. Karamoottoreiden vertailu.

Valmistaja	Malli	Voima (N) vetävä	Iskun pituus (mm)	Aika (mm/s)	115/aika (s)
Linear merch	LMR 03	6000	150	25	4,6
Columbus McKinnon	ELA 30	8000	170	84	1,4
SKF	CAR 40	6000	300	10	11,5

Taulukon 3 karamoottoreiden tiedot on haettu lähteistä: Linear actuator, LMR, ELA range, Linear actuator car 40. Karamoottoreiden tiedoista haettiin vetävävoima, iskun pituus ja moottorin iskuun menevä aika. Karamoottoreiden tiedoissa iskuun menevä aika oli merkittynä millimetreinä sekunnissa. Tästä ajasta laskettiin kuinka pitkään moottorilla menee 115 mm iskun tuottamiseen. Laskujen tulokset on esiteltyä taulukon 3 viimeisessä sarakkeessa. Taulukosta 3 olevat karamoottorit soveltuvat tietojensa perusteella tähän tarkoitukseen. Kaikista moottoreista ei löytynyt tietoja, oliko voima työntö- vai vetosuuntaan. Tämä asia ei tuonut ongelmia, koska valinnan varaa oli. Taulukon 3 karamoottoreista tehtiin kyselyt. Kyselyissä kerrottiin tarvittavien karamoottoreiden ominaisuudet, jotta laitteentoimittaja voi varmistaa, että onko kyseinen laite sopeva tähän tarkoitukseen tai onko heillä tarjota parempia vaihtoehtoja.

## 5.4 Hydraulimoottorit ja -koneikot

Pääajatuksena oli, että hydraulijärjestelmästä luovuttaisiin, mutta tämän päätöksen tekee asiakas. Näin ollen otettiin tasasähkömoottoreiden hintatietojen vertailukohdaksi suulakkeiden ohjaukseen käytettävien hydraulimoottoreiden ja hydraulijärjestelmän pumpun uusiminen. Suulakkeita varten kartoitettiin uudet hydraulimoottorit ja sähköpumpua varten uusi hydraulikoneikko. Nykyinen hydraulijärjestelmä muutetaan samalla 24 voltin järjestelmäksi. Suulakkeiden hydraulimoottoreiden pyörimisnopeus on 150 r/min ja vääntö on 15 kpm. Näiden tietojen avulla määriteltiin nykyisten moottoreiden teho kaavaa 5 käyttäen (Tekniikan kaavasto 2010). Teho saadaan moottorin momentin ja kulmanopeuden tulona.

$$P = M \cdot \omega \quad (5)$$

Vanhan moottorin momentti oli kerrottu kpm arvona, joka muutettiin Newtonmetreiksi, näin saatiin arvoksi 147 Nm. Pyörimisnopeus muutettiin radiaaneiksi, 15 rad/s. Näillä arvoilla saatiin moottorin tehoksi 2,3 kW. Tätä arvoa käytettiin hyväksi uusien hydraulimoottoreiden valinnoissa. Hydraulijärjestelmän sähköpumpun teho on 2,2 kW. Näillä tiedoilla voitiin kartoittaa hydraulimoottorit ja -koneikot.

Kuten tasasähkömoottoreita tarkastellessa huomattiin, että nykyisistä hydraulimoottoreista saatiin mittaamalla suurimaksi momenttin arvoksi 70 Nm. Näin ollen voidaan arvioida että uusien hydraulimoottoreiden tehon ei tarvitse olla 2,3 kW:n luokkaa. Arvioitiin, että uudet moottorit ovat 1- 1,5 kW:n teholuokassa. Uusien hydraulimoottoreiden arvioinneissa käytettiin hyväksi kaavaa 5 ja tietoa siitä että hydraulimoottoreiden mitattu vääntömomentti oli 70 Nm. Taulukossa 4 on esiteltynä hydraulimoottoreiden valinnat.

TAULUKKO 4. Hydraulimoottoreiden vertailu

Valmistaja/malli	Nm	rpm (rad)	Teho (W)
Hydromot CMP 80	80	18,22	1457,70
Bauer BMR 50	89	15,71	1398,01
Salhydro MP 100	80	15,71	1256,64

Taulukon 4 arvot on otettu lähteistä CMP hydraulic motor, moottorit ja Hydraulics motors MP. Moottoreiden tiedoista haettiin pyörimisnopeutta ja vääntömomenttia. Moottoreissa oli vääntömomentti kerrottu pyörimisnopeuden mukaan. Näistä tiedoista laskettiin moottorin antama teho. Pyörimisnopeudet muutettiin radiaaneiksi, jotta voitiin käyttää kaavaa 5 tehon laskussa. Tehon tiedoista voitiin arvioida, onko moottori tarpeeksi tehokas. Kuten taulukosta 4 huomataan, kyseiset moottorit ovat soveltuvia tähän tarkoitukseen. Hydromotin ja Salhydron moottoreiden hintatiedot olivat saatavilla nettisivuilta. Näin ollen kyseisistä laitteista ei tarvinnut tehdä kyselyitä. Hintatiedot on esiteltynä liitteessä 1. Koska projektissa asiakas päättää mahdollisen uudistuksen tekotavan, näillä hinta-arvioilla voidaan arvioida hintatiedot hydraulimoottoreille. Asiakkaan valintojen jälkeen katsotaan, onko tarpeellista tehdä tarkemmat kyselyt näitä laitteita varten.

Hydraulijärjestelmän sähköpumppuja varten kartoitettiin internetin avulla 24 V: 2 kW: hydraulikoneikkoja. Koneikot sisältävät hydraulisähkömoottorin ja pumpun. Koneikkoja löydettiin kahdelta eri valmistajalta HF-C200 (HF-C200 24V 2-toiminen koneikko) ja Bucher hydraulics C232AE/R0 AP05/12 (Electro-Motor-Pumps ET). Näiden laitteiden hintatiedot olivat luettavissa internetsivuilla. Poikkeuksena Bucher hydraulicsin laite. Saman tuoteperheen tehokkaampi malli oli listattuna, näin ollen arvioitiin, että tarvittava laite oli samaa hintaluokkaa kuin listattu laite. Näistä hintatiedoista saatiin hinta-arviot hydraulikoneikoille. Näin asiakas saa kuvan tarvittavan hydraulikoneikon hinnasta.

## 6 LOGIIKAT

Siuronkosken voimalaitoksen logiikoina toimii 20 vuotta vanha Autologin järjestelmä. Muutostöiden ajatuksena oli päivittää logiikat uudempiin laitteisiin ja tarkastella muiden valmistajien vaihtoehtoja. Alun perin oli tarkoituksena myös selvittää, että voiko samankaltaisen järjestelmä ostaa valmiina kokonaisuutena. Tästä ajatuksesta luovuttiin, koska uuden kokonaisuuden kyselyihin olisi tarvittu suunnitelma uuden logiikkakaapin toiminnasta. Tällä hetkellä projektissa ei ole tehty suunnitelmaa millä tavalla uudistukset toteutetaan. Näin ollen lähdettiin hakemaan ainoastaan uusien osien hintatietoja.

Logiikoista ei ollut valmiita I/O-luetteloita. Logiikoista tehtiin sähkökuvien avulla periaatteellinen I/O-luettelo. Liitteissä 7 ja 8 on esiteltynä digitaali- ja analogiakortista tehdyt I/O-luettelot. Näistä luetteloista saatiin selville, minkälaisia tietoja korteista löytyy ja kuinka paljon kanavia oli käytössä. Näiden avulla pystyttiin arvioimaan, riittäkö nykyiset kanavat uuteen järjestelmään. Koska projekti on vasta kustannusarvioinnin vaiheessa, jouduttiin arviointi tekemään karkeasti.

Tämän hetkisistä logiikoista löytyy, CPU, yksi digitaalitulokortti, kaksi digitaalilähtökorttia, kaksi analogiakorttia, jotka sisältävät lähdöt ja tulot ja 24 V:n syöttöliitäntäkortin. Logiikoihin on myös liitetty näyttöpäätte ja logiikoita voidaan tarkastella gsm-yhteyden avulla. I/O-luetteloista selvisi, että digitaalikorteissa on 32-kanavaa, eli yhteensä 32 tuloa ja 64 lähtöä. Analogia korteissa on 15 tulokanavaa ja 5 lähtökanavaa, eli yhteensä 30 tuloa ja 10 lähtöä. Analogiakorteista myös tarkastettiin, minkälaisia mittauksia siellä on. Logiikoiden kanavista kaikki ei ole käytössä ja osa poistuu muutostöiden aikana. Näistä kanavista karkeasti arvioitiin, että ne riittävät tulevaisuudessa.

Alun perin ajatuksena oli, että haettaisiin suurimmilta loogikoiden valmistajilta eri laitteiden hintatietoja. Lopulta päädyttiin hakemaan laitteiden hintatietoja Autologilta ja Wagolta. Tämä siksi, koska näihin yhtiöihin oli valmiina hyvät yhteydet. Näin saadaan nopeasti kahdelta eri yhtiöltä hintatiedot ja asiakkaalle mahdollisuus vertailla laitteiden kustannuksia.

Autologin laitteiden hintatiedot olivat valmiina tulostetussa katalogissa (Valvonta, ohjaus ja raportit internetin tai gsm-verkon kautta, 2003). Koska katalogi oli 12 vuotta van-

ha, hintatietojen kerotoimena käytettiin 1,5 lukua, näin voidaan arvioida nykyinen laitteiden hinta. Laitteiden mallit ja hinnat on listattuna liitteessä 1.

Wagolta tarvittavat laitteet tarkastettiin internetin avulla (WAGO-I/O-SYSTEM, IP20 (750/753)), josta valikoitiin tarvittavat osat. Osien valintoja helpotti se, että kyseinen yhtiö on ollut yhteistyössä Kuljetinsähkö Tampere Oy:n kanssa. Osia löytyi hyllystä ja mahdollisten laitteiden tiedot olit tiedossa. Laitteiden kanavien määrät ja analogiakortteissa olevien mittausten soveltuvuus jouduttiin tarkastamaan. Wagon laitteet ovat modulaarisempia kuin Autologin laitteet. Esimerkiksi tarvittavassa digitaalitulossa on 8 kanavaa. Näistä paloista voidaan rakentaa tarvittava kokonaisuus. Liitteessä 1 on esiteltynä laitevalinnat ja laitteiden tarvittavat määrät.

## 7 KUSTANNUSLASKELMAT

Kun muutostöihin tarvittavat laitteet oli kartoitettu, voitiin taulukoida laitteet ja tehdä kustannusarviot. Liitteessä 1 on esiteltyä Excel-taulukko kustannuslaskelmista. Kustannuslaskelma ei ole lopullinen, päivitetty 21.4.2015. Taulukosta nähdään tämän hetkinen tilanne kyselyiden tuloksista ja saaduista hintatiedoista. Kustannuslaskelmat eriteltiin eri kategorioihin. Kategorioiden osa-alueet ovat samankaltaiset kuin määriteltävien laitteiden osa-alueet. Kustannuslaskelmiin tarkennettiin, mitkä alueet ovat vaihtoehtoja toisilleen. Esimerkiksi tasasähkömoottorit ovat vaihtoehtona hydraulimoottoreille. Laitteiden hintatietojen lisäksi laitteille arvioitiin mekaanisen ja sähköisen asennuksen kustannukset. Laskelmiin on lisätty oheistöiden ja tarvikkeiden kustannukset.

Kustannuslaskelmaa lähdettiin tarkastelemaan yhden laitteen kustannuksien kautta. Yhden laitteen yksikköhinta ja asennusten hinnat määriteltiin eri sarakkeisiin. Kun yhden laitteen kokonaiskustannukset olivat tiedossa, voitiin laskea kappalemäärän mukaan tarvittavien laitteiden kokonaiskustannukset. Tällä tavoin voitiin myös erotella varaosaksi tarkoitetun laitteen hinta. Varaosan hinta ei sisällä asennuskustannuksia. Esimerkiksi katkaisijoita tarvittiin neljä kappaletta, jostain yksi oli varaosa. Kustannuksissa laskettiin kolmen katkaisijan hinta asennuskustannuksineen ja yhden katkaisijan hinta ilman asennuskustannuksia. Asennettavien laitteiden ja varaosien kappalemäärää käytettiin kertoimena laskennoissa. Asennettavien ja varaosalaitteiden hinnat laskettiin yhteen. Näin saatiin yhden osa-alueen muutostöiden kustannukset määriteltä. Tällä tavoin voitiin hyödyntää Excelin laskuominaisuuksia tehokkaasti. Samaa kaavaa voitiin käyttää eri osa-alueiden laitteiden hintalaskelmissa. Kun laitteen hintatieto ja asennuskustannukset tiedettiin, voitiin eritellä asennettavien laitteiden kustannukset, varaosien kustannukset ja laskea kokonaiskustannukset.

Eri osa-alueilta voitiin valita haluttu laite, kappalemäärä ja varaosien määrä. Valintojen jälkeen Excel yhdistää hintatiedot osa-alueiden mukaan ja laskee kokonaiskustannukset. Tällä työkalulla asiakkaan valintaa helpotettiin. Taulukon avulla voitiin vertailla eri laitevalmistajien laitteiden kustannuksia osa-alueittain.

## 8 POHDINTA

Tämä työ oli erittäin monipuolinen. Työssä pääsi tarkastelemaan monia erilaisia laitteita ja niiden ominaisuuksia. Samalla pääsi perehtymään projektin kustannusarvion tekemiseen. Koska projekti oli ajatusasteella, projektin toteutukseen ei voitu ottaa kantaa. Projektin muutostöiden suunnittelu aloitetaan, kun asiakas on päättänyt kustannusarvion perusteella, mitkä asiat otetaan muutostyön kohteeksi. Tästä johtuen työn tarkoituksena oli antaa asiakkaalle kuva millaisia laitteita tarvitaan, laitteiden hintatietoja ja arvioida muutostöiden kustannuksista.

Työn monipuolisuus toi mukanaan ongelmia. Monen eri osa-alueen sisäistäminen lyhyessä ajassa oli hankalaa. Osa-alueissa oli paljon yksityiskohtia, mitkä piti ottaa huomioon. Laajuus toi myös ongelmia kokonaisuuden hahmottamiseen. Yhteen osa-alueeseen tehdyt laite valinnat saattoivat tuoda mukanaan tarvittavia lisälaitteita tai muuttaa muissa osa-alueissa tehtyjä päätöksiä. Kustannusarvioita tehdessä jouduttiin arvioimaan, mitä muutoksia tapahtuu siirryttäessä vanhasta järjestelmästä uuteen. Arviointeja jouduttiin käyttämään, koska järjestelmän suunnittelu aloitetaan asiakkaan päätösten jälkeen.

Työhön toi ongelmia laitevalmistajien laitteiden ominaisuuksien kerrontatavan vaihtelu. Tämä toi ongelmia samanlaisten laitteiden välisiin vertailuihin ja laitteiden soveltuvuuden määrittämiseen. Laitteista tehtiin hinta- ja saatavuuskyselyitä laitevalmistajille ja laitteita myyville tahoille. Laitekyselyihin otettiin mukaan laitteet, jotka pääominaisuuksiltaan soveltuivat tarvittavaan tarkoitukseen. Kyselyihin määriteltiin kaikki tarvittavat ominaisuudet. Tällä tavoin voitiin ottaa kyselyihin laitteita joista ei voitu määritellä kaikkia ominaisuuksia. Näin voitiin taata asiakkaalle laitteiden soveltuvuus ja saatiin laitteiden hintatiedot vertailua varten.

Kustannusarviot voidaan jakaa neljään eri osa-alueeseen.

Herätegeneraattorin vaihto magneettilaitteeseen voitiin perustella uudenlaitteen tuomien hyötyjen perusteella. Kolmesta herätegeneraattorista oli yksi mennyt rikki ja kyseinen laite vaihdettiin magnetointilaitteeseen. Näin saatiin tarkat tiedot magnetointilaitteen vaihtamiseen menneistä kustannuksista ja kuinka paljon laitteen vaihto tuo tuottoa kilowatteina. Näitä tietoja hyödyntäen voitiin laskea, että laitteen vaihto on kannattavaa,

sillä se maksaa itsensä takaisin yhdeksän vuoden aikana. Vaihtoa puoltaa myös tieto siitä että yksi herätegeneraattori oli mennyt rikki.

Kokolaitoksen pääkatkaisijan ikä ja mahdollinen huollon tarve määriteltiin. Myös tarkennettiin, mikä laite on kyseessä. Selvisi että laitteeseen ei ole taattu varaosia, huoltoja, korjauksia ja teknistä tukea 15 vuoteen. Näillä tiedoilla voidaan suositella, että laite vaihdettaisiin uuteen. Sillä jos laite menee rikki, koko vesivoimalaitos menee seisakkiin. Korjausten kestoja ei voida kertoa, sillä huoltoja ei voida taata ja ei ole tietoa kuinka nopeasti laite voidaan uusia. Tällä hetkellä ei ole tietoa uuden laitteen kustannuksista, mutta asia on selvityksessä.

Ohjauskaappien pääkatkaisijoiden vaihdon tarvetta voitiin perustella katkaisijoiden apukoskettimien kuluneisuudella. Uusilla älykkäämmillä katkaisijoilla voidaan poistaa vanhat relelaitteet. Älykkäistä katkaisijoista saadaan kyseiset mittaustiedot mod-buss-väylää hyväksi käyttäen ja uuden katkaisijan huoltomukavuutta oli tarkoituksena parantaa. Uusia katkaisijoita löydettiin laaja valikoima eri valmistajilta. Laitteiden hintatietojen perusteella voidaan tehdä helposti valinnat halutusta laitteesta.

Alun perin tarkoituksena oli päästä eroon hydraulijärjestelmästä. Vanhaan hydraulijärjestelmään oli tullut pieniä vikoja. Esimerkiksi järjestelmästä tuli turhia hälytyksiä, jotka jouduttiin paikan päällä kuittaamaan. Tästä voitiin päätellä että järjestelmä tarvitsee päivitystä. Lopulta päädyttiin tekemään kustannusarvion järjestelmän muuttamiseksi 24 voltin tasasähköjärjestelmäksi ja hydraulijärjestelmän vanhojen osien uusimisesta. Näin asiakas voi vertailla näiden kahden järjestelmän välillä ja valita haluamansa. 24 voltin tasasähköjärjestelmällä päästäisiin eroon hydraulijärjestelmän ongelmista. Esimerkiksi 24 voltin tasasähköjärjestelmässä ei tapahdu vuotoja. Kummastakin järjestelmästä haettiin tarvittavien laitteiden hintatietoja. 24 voltin tasasähköjärjestelmän ongelmakohtana oli suulakkeiden liikuttamiseen tarkoitettujen 24 voltin tasasähkömoottoreiden löytäminen. Yksi sopiva moottori löytyi, mutta kyseisestä laitteesta ei ole saatu hintatietoja. Näin ollen tällä hetkellä ei voi antaa asiakkaalle mahdollisuutta verrata kyseisten järjestelmien hintaeroja.

Logiikoiden uudistamisen lähtökohta oli, että nykyiset logiikat ovat noin 30 vuotta vanhoja. Tarkoituksena oli hakea monelta yritykseltä vaihtoehtoja logiikoille. Lopulta päädyttiin



tiin kysymään Autologilta ja Wagolta hintatietoja logiikoille. Näin saatiin asiakkaalle mahdollisuus vertailla kahden eri valmistajan hintatietoja.

Jos työn onnistumista mitataan sillä että asiakkaalle saatiin tarvittavat hintatiedot laitteista, arvioitua laitteille asennuskustannukset ja näiden avulla laskettua muutostöiden kustannukset, voidaan pitää työtä onnistuneena. Liitteessä 1 esitellyn taulukon avulla voidaan helposti vertailla laitteiden hintatietoja ja laskea kustannukset. Tämän pohjalta asiakas voi päättää jatketaanko projektia toteutusvaiheeseen.

Toisaalta kaikista osa-alueista ei voitu antaa laajaa valikoimaa eri valmistajien laitteista ja joistain laitteista ei saatu kyselyiden tuloksena hintatietoja. Myös joistakin alkuperäisistä ajatuksista jouduttiin luopumaan, kun huomattiin, että selvitys olisi liian työlästä ja se ei olisi tuonut lisäarvoa kustannusarvioon. Kustannusarvioista ei voida antaa mitään tulosta. Asiakkaalle voidaan perustella, miksi muutos kannattaa tehdä, mutta lopulta asiakas tekee päätöksen.

Loppujen lopuksi asiakkaalle saatiin hinta-arvio muutostöiden kustannuksista. Jos asiakas päättää jatkaa projektia, voidaan asiakkaan valintojen perusteella tarkastella tarkemmin kyseisen järjestelmän ongelmakohtia.

## LÄHTEET

ABB suomalaiset juuret. ABB. Luettu 2.4.2015.

<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/historia/suomalaiset-juuret>

BC motors. Bonfiglioli. Luettu 18.3.2015.

[http://www.bonfiglioli.com/media/filer\\_public/ee/98/ee981dbf-15f5-4ca7-904c-463c1f69db7a/br\\_cat\\_bc-dc\\_std\\_ita-eng\\_r00\\_0.pdf](http://www.bonfiglioli.com/media/filer_public/ee/98/ee981dbf-15f5-4ca7-904c-463c1f69db7a/br_cat_bc-dc_std_ita-eng_r00_0.pdf)

Brushless Dc motors. Premotec. Luettu 16.3.2015.

<http://premotec.home.xs4all.nl/brushless.htm#BL58EE70>

Brush dc motors M80. Kag. Luettu 17.3.2015.

<http://www.kag-hannover.com/en/products/brush-dc-motors/brush-dc-motor-m80/>

CMP hydraulic motor. Hydromot. Luettu 23.03.2015.

[http://www.hydromot.lu/pdf/deutsch/Hydraulikmotor%20CPM\\_Hydraulic%20Motor%20CPM.pdf](http://www.hydromot.lu/pdf/deutsch/Hydraulikmotor%20CPM_Hydraulic%20Motor%20CPM.pdf)

Crouzet harjattomat DC-moottorit. OEM. Luettu 12.3.2015

[http://www.oem.fi/Tuotteet/Moottori/Moottorit/DC-moottorit/Harjattomat\\_DC-moottorit/Crouzet\\_harjattomat\\_DC-moottorit/824181-528609.html](http://www.oem.fi/Tuotteet/Moottori/Moottorit/DC-moottorit/Harjattomat_DC-moottorit/Crouzet_harjattomat_DC-moottorit/824181-528609.html)

CTEK MX 25. CTEK. Luettu 26.3.2015.

[http://www.ctek.com/Archive/ProductPdf/MXS%2025\\_FL.pdf](http://www.ctek.com/Archive/ProductPdf/MXS%2025_FL.pdf)

EM-282 DC-moottorin ohjain. Electromen. Luettu 18.3.2015

<http://electromen.com/fi/tuotteet/item/>

ELA range. Pfaff-silberbau. Luettu 24.3.2015

<http://www.pfaff-silberblau.com/11151-bD1lbiZzdWJqZWNOX2lkPTI1NTE1~home~6155191~11392~25515~index.html>

Electro-Motor-Pumps ET. Bucher hydraulics. Luettu 23.3.2015.

<http://www.flowfitonline.com/acatalog/pdfs/ET%20BUCHER%20POWERUNIT.pdf>

EMAX katkaisijat. ABB Luettu 2.3.2015.

[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/6680bdb87dd2e5ebc12570730027e764/\\$file/1sc200005c1801.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/6680bdb87dd2e5ebc12570730027e764/$file/1sc200005c1801.pdf)

HF-C200 24V 2-toiminen koneikko. Hydrauliiikkapumppu. Luettu 23.3.2015.

[http://www.hydrauliiikkapumppu.fi/kauppa/product\\_details.php?p=470](http://www.hydrauliiikkapumppu.fi/kauppa/product_details.php?p=470)

Harjaton tasasähkömoottori BG75. Wexon. Luettu 13.3.2015

<http://www.wexon.fi/tuotteet/mekatroniikka/moottorit/dc-moottorit/harjattomat/harjaton-tasavirtamoottori-bg75/>

Hydraulic motors MP. Salhydro. Luettu 23.3.2015.

[http://www.salhydro.fi/files/PDF/EPM\\_tekniset\\_tiedot.pdf](http://www.salhydro.fi/files/PDF/EPM_tekniset_tiedot.pdf)

Korttipaikka 1. SÄH 377-06-3, Kuljetinsähkö Tampere Oy. 2009. Luettu 25.3.2015.

Korttipaikka 3. SÄH 377-06-3, Kuljetinsähkö Tampere Oy. 2009. Luettu 25.3.2015.

Linear actuator car 40. SKF. Luettu 24.3.2015

[http://www.skf.com/binary/tcm:12-29769/CAR%2040\\_tcm\\_12-29769.pdf](http://www.skf.com/binary/tcm:12-29769/CAR%2040_tcm_12-29769.pdf)

Linear actuator LMR03. Linear-mech. Luettu 24.3.2015

[http://www.linear-mech.it/linear-mech/Viewer?foo=1&id=3&cmd=product\\_detail&pageId=101&titolo=LMR03&type=1&LANG=lang2](http://www.linear-mech.it/linear-mech/Viewer?foo=1&id=3&cmd=product_detail&pageId=101&titolo=LMR03&type=1&LANG=lang2)

Low voltage air circuit breakers. Mitsubishi electric. Luettu 4.3.2015

[http://www.mitsubishielectric.co.jp/haisei/lvs/downloads/pdf/catalog/ae\\_e/ae\\_e.pdf](http://www.mitsubishielectric.co.jp/haisei/lvs/downloads/pdf/catalog/ae_e/ae_e.pdf)

Masterpact catalogue. Schneider Electric Luettu 3.3.2015.

<http://www2.schneider-electric.com/documents/product-services/en/product-launch/micrologic-e/masterpact-catalogue.pdf>

Moottorit. Hytar. Luettu 23.3.2015.

[http://www.avs-yhtiot.fi/sites/default/files/ajankohtaista/bauer-geroottorimoottorit\\_0.pdf](http://www.avs-yhtiot.fi/sites/default/files/ajankohtaista/bauer-geroottorimoottorit_0.pdf)

Modular planetary gear boxes. Bonfiglioli. Luettu 18.3.2015.

[http://www.bonfiglioli.com/media/filer\\_public/e9/2b/e92bddcb-5b83-40c4-b48a-3f7185acd1d0/br\\_cat\\_300ind\\_std\\_eng\\_r01\\_1.pdf](http://www.bonfiglioli.com/media/filer_public/e9/2b/e92bddcb-5b83-40c4-b48a-3f7185acd1d0/br_cat_300ind_std_eng_r01_1.pdf)

Modular WAGO-I/O-SYSTEM, IP20 (750/753). WAGO. Luettu 25.3.2015

<http://global.wago.com/en/products/product-catalog/components-automation/modular-io-system-series-750-753/overview/index.jsp>

Mäkelä M., Soininen L., Tuomola S. ja Öistämö J. 2010. Tekniikan kaavasto. Kariston Kirjapaino Oy.

Power guide. Legrand Luettu 4.3.2015.

[http://www.legrand.com/files/fck/File/pdf/Power\\_guide/EX29009.pdf](http://www.legrand.com/files/fck/File/pdf/Power_guide/EX29009.pdf)

Transtecno tasavirtamoottori. OEM. Luettu 16.3.2015.

[http://www.oem.fi/Tuotteet/Moottori/Moottorit/DC-moottorit/Kestomagneetti\\_DC-moottorit/Transtecno/Transtecno\\_Tasavirtamoottori\\_12\\_24\\_V\\_DC\\_350\\_W-600\\_W/824220-528561.html](http://www.oem.fi/Tuotteet/Moottori/Moottorit/DC-moottorit/Kestomagneetti_DC-moottorit/Transtecno/Transtecno_Tasavirtamoottori_12_24_V_DC_350_W-600_W/824220-528561.html)

Valvonta, ohjaus ja raportit internetin tai gsm-verkon kautta, 2003. Autolog GSM. Luettu 25.3.2015.

**LIITTEET**

Liite 1. Kustannusarvio

1(2)

Luottamuksellinen.

2(2)

Luottamuksellinen.

## Liite 2. Vähäöljykatkaisijoiden elinkaaren vaiheen muutos

<b>ABB</b>		Tiedote tuotteen elinkaaren vaiheen muutoksesta		DOCLCMOSAKP01	
Julkaisija	Pvm.	Kieli	Versio	Sivu	
ABB Oy	2004-06-28	FI	A	1 (1)	
Tekijän nimi		Jakelu			
Sven-Erik Sundvik		Julkinen			

## Vähäöljykatkaisijoiden OSAK\_ JA OSAP\_ elinkaaren vaiheen muutos

Tämä tiedote annetaan vähäöljykatkaisijatuotteiden OSAK\_ ja OSAP\_ siirrosta ABB:n elinkaarimallin vaiheeseen vanhentunut (Obsolete). Tuotteen valmistusvaihe (Active) on päättynyt 35 vuotta sitten.

### 1. ELINKAARIMALLI

ABB:n elinkaarimalli on luotu turvaamaan asiakkaidemme prosessien käyttövarmuutta ja suorituskykyä optimoimalla laitteiden ja järjestelmien elinkaaren aikaiset ylläpitotoimenpiteet. Lisätietoa ABB- Sähkövoimateknologia-divisioonan elinkaarimallista kohdassa 6.

### 2. ELINKAAREN VAIHEEN MUUTOS

OSAK\_ ja OSAP\_ vähäöljykatkaisijat tulevat siirtymään vanhentunut vaiheeseen 01.01.2005.

### 3. ELINKAARENVAIHEEN MUUTOKSEN SEURAUKSET

Tuotteen siirtyessä vanhentunut vaiheeseen, ABB:n ei voi enää taata varaosien, huoltojen, korjauksien ja teknisen tuen saatavuutta.

### 4. SUOSITELTAVAT TOIMENPITEET

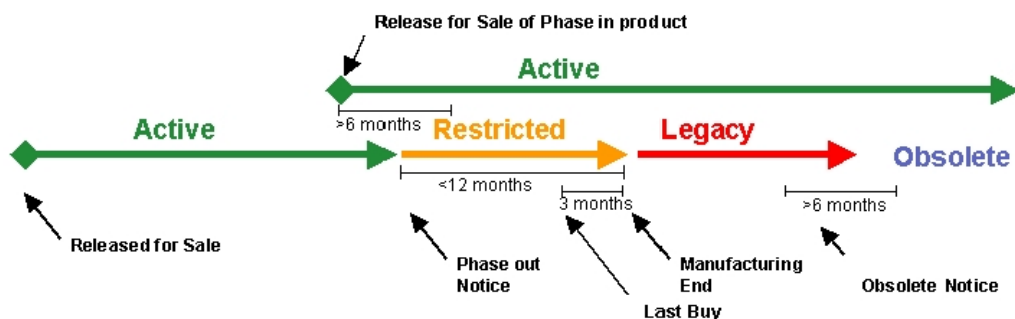
Käytössä olevat OSAK\_ ja OSAP\_ vähäöljykatkaisijat suositellaan korvattavan uusilla aktiivituotannossa olevilla tyhjiö- tai SF6-katkaisijoilla. ABB on kehittänyt useita vaihtokelpoisia katkaisijasovitteita eri tyyppisille katkaisijoille.

### 5. LISÄTIETOJA

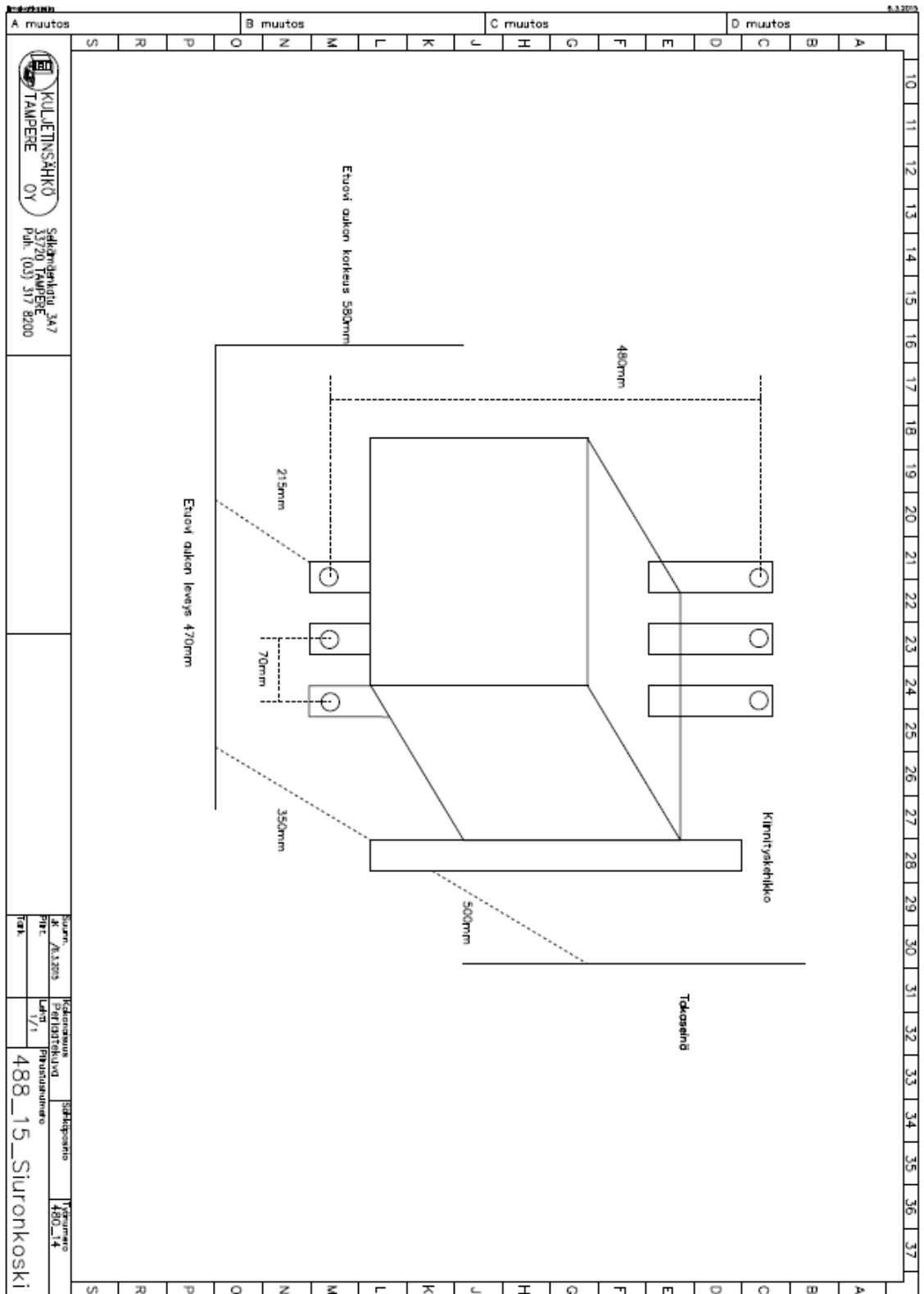
Lisätietoja ABB elinkaarimallista ja saatavilla olevista palveluista voi tiedustella ABB Product Supportista tai paikalliselta ABB Servicen myyntiorganisaatiolta.

Sähköposti: [global.productsupport@fi.abb.com](mailto:global.productsupport@fi.abb.com).

### 6. ABB SÄHKÖVOIMATEKNOLOGIA-DIVISIOONAN ELINKAARIMALLI



Liite 3. OTNB 3A 100A DK25 – kytkimen periaatekuva.



**KULJETINSÄHKÖ OY**  
 Tampere  
 Salkonkatu 3A7  
 33720 TAMPERE  
 Puh. (03) 317 8200

Kuusi	26.12.2018	Kokonaisuus	Sähköpiirros	Yhtymä
Proj.		20181017		480_14
Proj.		1/1		

488\_15\_Siuronkoski

#### Liite 4. Esimerkki katkaisijan tarjouskyselystä.

##### ABB

Haemme voimalaitoksen generaattorin 500KVA/722A/Cosfii 0,7  
ilmakatkaisijoita 3 kpl ja 1 varalle. (vanha OTNB 3A 1000A DK25)

Ajattelimme itse seuraavaa katkaisijaa ja paneelia. Tiedustelisimme että täyttävätkö nämä meidän tarvitsemamme kriteerit, jotka on lueteltu alla.

Emax E1B 1000A

Pääkytkimen ominaisuuksia

- 3 napainen

- Draw-out

-Kahden ilmakatkaisijan syöttö tulee alhaalta ja yhden ylhäältä, onko syötön suunnalla väliä?

- Jousen viritysmoottori 24VDC

- Logiikalle pääkytkimen tilatiedot 24V / 8mA, kytkin kiinni sul. kosketin n. 300msek. kytkimen sulkeutumisen jälkeen, kytkin auki sulkeutuva tai avautuva kosketin 50msek. avaamisen jälkeen.

-Haluaisimme teidän mielipiteen ilmakatkaisijoiden kiskojen liitännätavasta, periaateku-  
van voi kysyä meiltä.

pr122/p lsi

Paneelin ominaisuudet

- generaattorin ylikuormitusvalvonta

- Ylivirta

- ylikuormitus suoja

- selektiivinen oikosulkusuoja

-oikosulunpikasuojaus

- datan siirtoon modbus 485-RTU (RS-485)

-Hinta, toimitoimitusaika

Lisätiedot H. Helin

Kuljetinsähkö Tampere oy

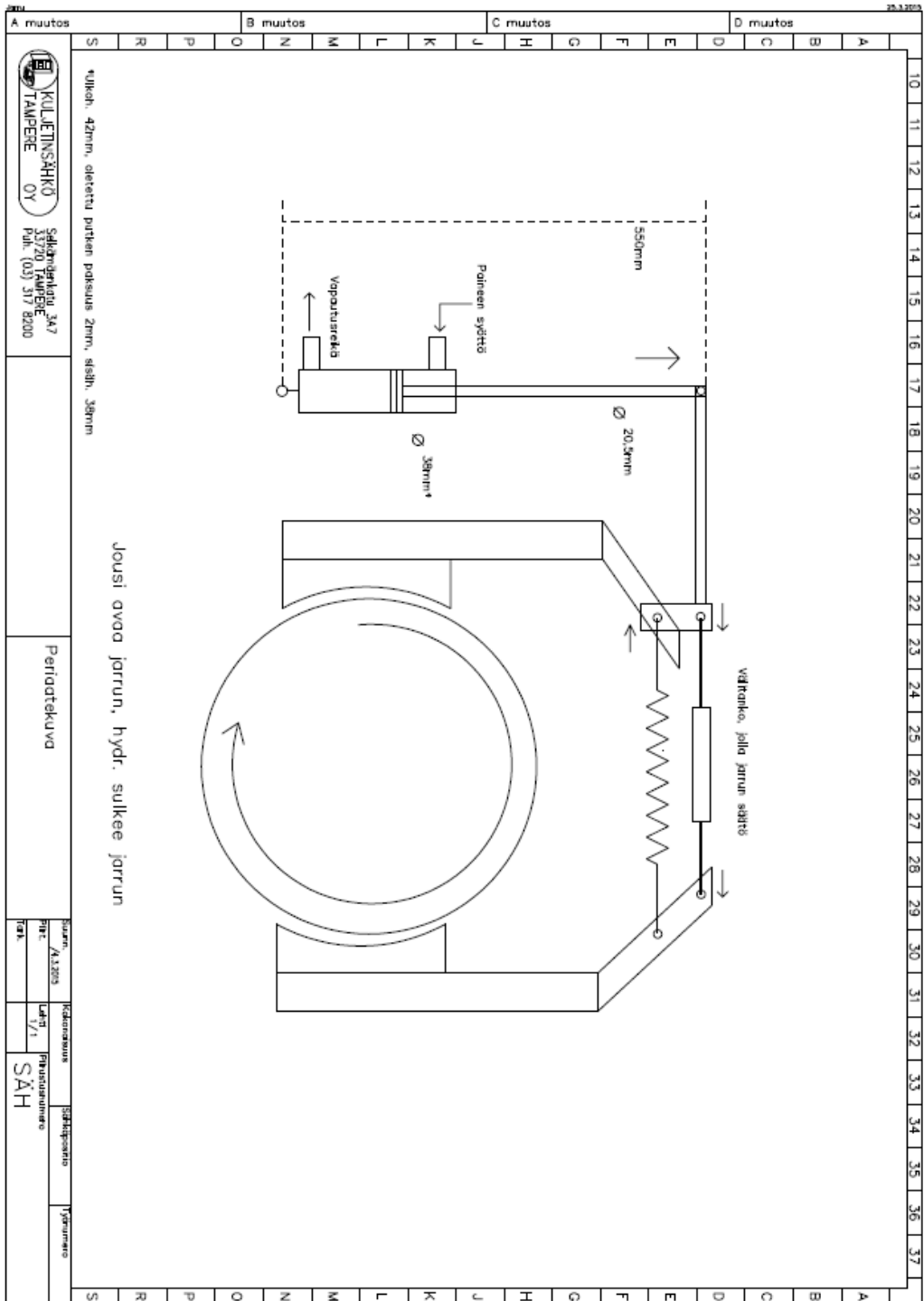
Heikki Helin p. 0400621094

selkämäenkatu 3 A 7

33720 Tampere



Liite 5. Jarrun periaatekuva





## Liite 7. Digitaalikortin I/O-luettelo

	Korttipaikka	Osoite	Kuvaus	Tyyppi	Skaala
1	1	DI1.0	Energian myynti		
2	1	DI1.1	Energian osto		
3	1	DI1.2	loisenergian osto		
4	1	DI1.3	loisenergian myynti		
5	1	DI1.4	Alkujännitevalvonta (24V)		
6	1	DI1.5			
7	1	DI1.6			
8	1	DI1.7			
9	1	DI1.8	G1 Käynnissä		
10	1	DI1.9	G1 pysähtynyt (turbiini kiinni)		
11	1	DI1.10	G2 Käynnissä		
12	1	DI1.11	G2 pysähtyneenä (lepotila= 10%)		
13	1	DI1.12	G3 Käynnissä		
14	1	DI1.13	G3 pysähtyneenä (lepotila= 10%)		
15	1	DI1.14	20KV kytkin laeunnuut		
16	1	DI1.15	Jäähdytysvesi painekytin		
17	1	DI1.16	20KV Katkaisin auki		
18	1	DI1.17	G3 pyörintävalvonta		
19	1	DI1.18	Yleishälytys		
20	1	DI1.19			
21	1	DI1.20	Hydr. Koneisto käy (hälytys tai merikosketin)		
22	1	DI1.21	Oviauki (murtohälytys)		
23	1	DI1.22	Välppävahti		
24	1	DI1.23	G1 jarru auki		
25	1	DI1.24	G1 jarru kiinni		
26	1	DI1.25	G2 jarru auki		
27	1	DI1.26	G2 jarru kiinni		
28	1	DI1.27	G3 jarru auki		
29	1	DI1.28	G3 jarru kiinni		
30	1	DI1.29	G1 katkaisija auki		
31	1	DI1.30	G1 Katkaisija kiinni		
32	1	DI1.31	Hydr. Pääkontaktorin tila		

Lähde Korttipaikka 1, SÄH 337-06-03, Kuljetinsähkö Tampere Oy (2009)

## Liite 8. Analogiakortin I/O-luettelo

	Korttipaikka	Osoite	Kuvaus	Tyyppi	Skaala
1	3	AI3.0	Ylävesi Pinnankorkeus	0-20mA	
2	3	AI3.1	20kV jännitetaso	0/0.5 -> 5mA	
3	3	AI3.2	Gen. 1 teho		
4	3	AI3.3	Gen. 1 virta		
5	3	AI3.4	Gen. 2 teho		
6	3	AI3.5	Gen. 3 teho		
7	3	AI3.6	Gen. 3 3 öljyn lämpötila		
8	3	AI3.7			
9	3	AI3.8	G1 lämpö-mittaus (G1TC1)	4-20mA	
10	3	AI3.9	G1 lämpö-mittaus (G1TC2)	4-20mA	
11	3	AI3.10	G2 lämpötilamittaus (G2TC1)	4-20mA	
12	3	AI3.11	G2 lämpötilamittaus (G2TC2)	4-20mA	
13	3	AI3.12	G3 lämpömittaus (G3TC2)	4-20mA	
14	3	AI3.13	Gen. 1 teho	4-20mA	
15	3	AI3.14	Gen 4 tehotieto	4-20mA	

Lähde Korttipaikka 3, SÄH 337-06-03, Kuljetinsähkö Tampere Oy (2009).