

# JOKIVESIPUMPPAAMON VARAVOIMAJÄRJESTELMÄN G16 UUSIMINEN

Lasse Kangas

Lapin ammattikorkeakoulu  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Sähkötekniikka  
Insinööri (AMK)

2017

Tekniikka ja liikenne  
Sähkötekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Lasse Kangas	Vuosi	2017
<b>Ohjaaja</b>	DI Jaakko Etto		
<b>Toimeksiantajat</b>	Caverion Suomi Oy, Seppo Mäki, aluepäällikkö Outokumpu Stainless Oy, Tuomas Mikkola, palvelusopimusvalvoja		
<b>Työn nimi</b>	Jokivesipumppaamon varavoimajärjestelmän G16 uusiminen		
<b>Sivu- ja liitemäärä</b>	37+3		

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa Outokumpu Stainless Oy:lle Jokivesipumppaamon varavoimajärjestelmän G16 uusiminen. Uusimisen kohteena on dieselgeneraattori ja sen ohjausautomaatiikka. Jokivesipumppaamo on tärkeässä roolissa koko tehtaan toimintaa ajatellen, koska läheisestä Tornionjoesta pumpataan vettä tehtaan tarpeisiin.

Varavoimajärjestelmä syöttää sähkökatkon aikana sähkön kriittisiin laitteisiin kuten pumppuihin, venttiileihin, automaatiojärjestelmään sekä osaan valaistusta, jotta terästehtaan tuotannolle tärkeät toiminnot voidaan taata veden saannin kannalta.

Työ aloitettiin kartoittamalla nykyisen varavoimajärjestelmän piirissä olevat kuormitukset. Tämän jälkeen laskettiin kuormitusten kokonaistehon tarve, jolle mitoitettiin uusittava varavoima. Pumppaamon ajotapaa normaali- ja sähkökatkotilanteissa käytiin operaattorin kanssa läpi. Lisäksi selvitettiin varavoimakuksen 16K102 pienjännitekatkaisijoiden huoltohistoria. Generaattorikatkaisijalle on tehty perushuolto 2017, mutta verkkokatkaisijalle ei ole tiedossa olevaa huoltohistoriaa.

Työn tuloksena saatiin mitoitettua uusittavan varavoiman nimellistehontarve. Koneikon sijoitusvaihtoehdot ovat sisälle nykyisen paikalle tai ulos asennettavaan konttikoneikkoon. Ohjausautomaatiikka sijoitetaan nykyisen paikalle asennettaessa koneikko sisälle, ulos asennettavassa konttikoneikossa on integroituna ohjausautomaatiikka. Lisäksi kartoitettiin keskeisimmät varavoimatoimittajat Suomessa, joille opinnäytetyön pohjalta laaditaan tarjouskyselyaineistot.

Avainsanat

varavoima, generaattori

Technology, Communication and Transport  
Electrical Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Lasse Kangas	Year	2017
<b>Supervisor</b>	Jaakko Etto MSc. (El.Eng)		
<b>Commissioned's</b>	Caverion Finland Oy, Seppo Mäki, Regional Manager Outokumpu Stainless Oy, Tuomas Mikkola, Service Supervisor		
<b>Subject of thesis</b>	Renewal of the backup power system G16 of a river pumping station		
<b>Number of pages</b>	37+3		

---

The purpose of the thesis was to map Outokumpu Stainless Oy's renewal of the backup power system G16 of a river pumping station. The renewal focused on the diesel generator and its control automation. The river water pumping station plays an important role in the entire plant's operation, since the water from the nearby Tornionjoki is pumped to the factory's needs.

During a power failure, the backup power system supplies power to the most critical devices i.e. pumps, valves, automation systems and parts of lighting so that the important operations for the steel mill can be guaranteed regarding the water supply.

The work started by mapping the loads within the current backup power system. Subsequently, the need for the total power of loads for which the replacement reserve power is designed was calculated. The operation of the pumping station was conducted with the operator through normal and electric heating. In addition, the history of low-voltage switchgear at the electrical distribution center 16K102 was investigated. The generator circuit breaker has been provided with basic maintenance 2017, but the main switch has no known service history.

As a result of the work, the nominal power requirement of the replacement reserve power was dimensioned. The positioning options for the machine are within the existing container or outboard container. Control automation is placed on the current site when the machine is installed inside, the outboard container cabinet with integrated control automation. In addition, the most important reserve power suppliers in Finland were surveyed, the whom the bidding questionnaire based on the thesis will be drawn up.

Key words                      backup power, generator

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	8
2	CAVERION OYJ .....	9
2.1	Caverion Suomi Oy .....	9
2.2	Caverion Suomi oy Tornion toimipiste .....	10
3	OUTOKUMPU STAINLESS OY .....	12
3.1	Outokumpu Stainless Oy .....	12
3.2	Tornion tehtaiden historia .....	12
3.3	Jokivesipumppaamo .....	14
3.4	Pumppaamon prosessi .....	14
3.5	Pumppaamon varajärjestelmät .....	15
4	VARAVOIMAJÄRJESTELMÄT .....	16
4.1	Varavoimajärjestelmä yleisesti .....	16
4.2	Katkoton sähkönsyöttö .....	17
4.3	Katkollinen sähkönsyöttö .....	18
5	NYKYINEN VARAVOIMAJÄRJESTELMÄ G16 .....	20
5.1	G16 - varavoimajärjestelmän nykytilanne .....	20
5.2	Järjestelmän käyttövarmuus .....	21
5.2.1	Varavoiman koekäyttö .....	21
5.2.2	Varavoiman huollot .....	21
5.3	Nykyisen varavoimajärjestelmän mitoitus .....	22
6	UUSI VARAVOIMAJÄRJESTELMÄ .....	23
6.1	Tehon mitoitus .....	23
6.2	Sijoituspaikka .....	25
6.3	Sijoitus nykyiselle paikalle .....	25
6.4	Sijoitus ulos .....	26
6.5	Polttoainesäiliö .....	27
6.6	Vaihtotyö .....	27
7	JOKIVESIPUMPPAAMON VARAVOIMAKESKUS 16K102 .....	29
7.1	Keskus 16K102 .....	29
7.2	Pienjännitekatkaisijat .....	29
7.3	Varavoiman liityntä keskukseseen .....	31

8 LAITETOIMITTAJAT.....	32
8.1 Agcopower Oy .....	32
8.2 KW-set Oy .....	32
8.3 Suomen Diesel Voima Oy.....	32
8.4 Wihuri Tekninen kauppa Oy.....	33
9 POHDINTA.....	34
LÄHTEET .....	35
LIITTEET .....	37

## ALKUSANAT

Haluan kiittää vaimoani Miraa opintojeni tukemisesta ja kannustuksesta sekä vanhempiani, heidän auttaessa lapsiemme hoidossa. Kiitokset kuuluvat myös ohjaajana toimineelle Jaakko Etolle, esimiehelleni Seppo Mäelle sekä asiakkaan puolelta Tuomas Mikkolalle, jotka mahdollistivat lopputyön tekemisen.

Torniossa 22.5.2017

Lasse Kangas

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

LVIK	Lämpö, vesi, ilmastointi, kylmä
Normaalisähkö	Yleisestä sähköverkosta saatavilla oleva sähkö
Varmennettu sähkö	Varavoimajärjestelmästä tuotettu sähkö
UPS	Uniterruptible Power Supply, akusto toiminen varasähkölaitteisto
Varavoimakoneisto	Dieselmoottori, generaattori ja ohjausjärjestelmä

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on Torniossa toimivan Outokumpu Stainless Oy:n jokivesipumppaamon varavoimajärjestelmän G16 uusiminen. Varavoimajärjestelmä koostuu dieselmoottorista, generaattorista ja ohjausautomaatiikasta. Nykyinen dieselmoottori on Dorman Diesel -merkinen, generaattori on Markon- ja ohjausautomaatiikka Vaskva-merkkisiä. Järjestelmän uusimisen perusteena on laitteistojen ikä. Järjestelmä on vuosimallia 1987 joten niihin saatavia varaosia on hankala löytää tuotetukien loputtua.

Toimeksiantajat työllä ovat Caverion Suomi Oy, jossa opinnäytetyön tekijä itse työskentelee sekä Outokumpu Stainless, joka on Caverionin asiakas. Caverion Suomi Oy:llä on kiinteistötekniikanjärjestelmien kunnossapitosopimus Outokumpu Stainlessin kanssa. Sopimukseen kuuluvat muun muassa tehdasalueen varavoimajärjestelmien kuukausitestaukset. Opinnäytetyön aihe valikoitui ajan-kohtaisuutensa, mielenkiintoisuutensa sekä opinnäytetyön tekijän toimenkuvan liittyessä olennaisesti varavoimajärjestelmiin.

Työssä esitellään ensin jokivesipumppaamorakennus, jossa uusittava varavoimajärjestelmä sijaitsee, jonka jälkeen esitellään nykyinen varavoimajärjestelmä. Uutta varavoimajärjestelmää pohditaan teoreettisesti varavoiman mitoittamisen, sijoituspaikan, kuormitusten määritysten kannalta sekä vertaillen eri toimittajien ratkaisuja.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa varavoiman uusimisesta, standardit ja asetukset huomioiden, valmis toteutussuunnitelma laitesijoituksineen laitevalintoineen ja mitoituksineen. Lisäksi tarkistetaan nykyisen varavoimakeskuksen kuormitukset, sähkökuvien ajantasaisuus sekä paikkansapitävyys.

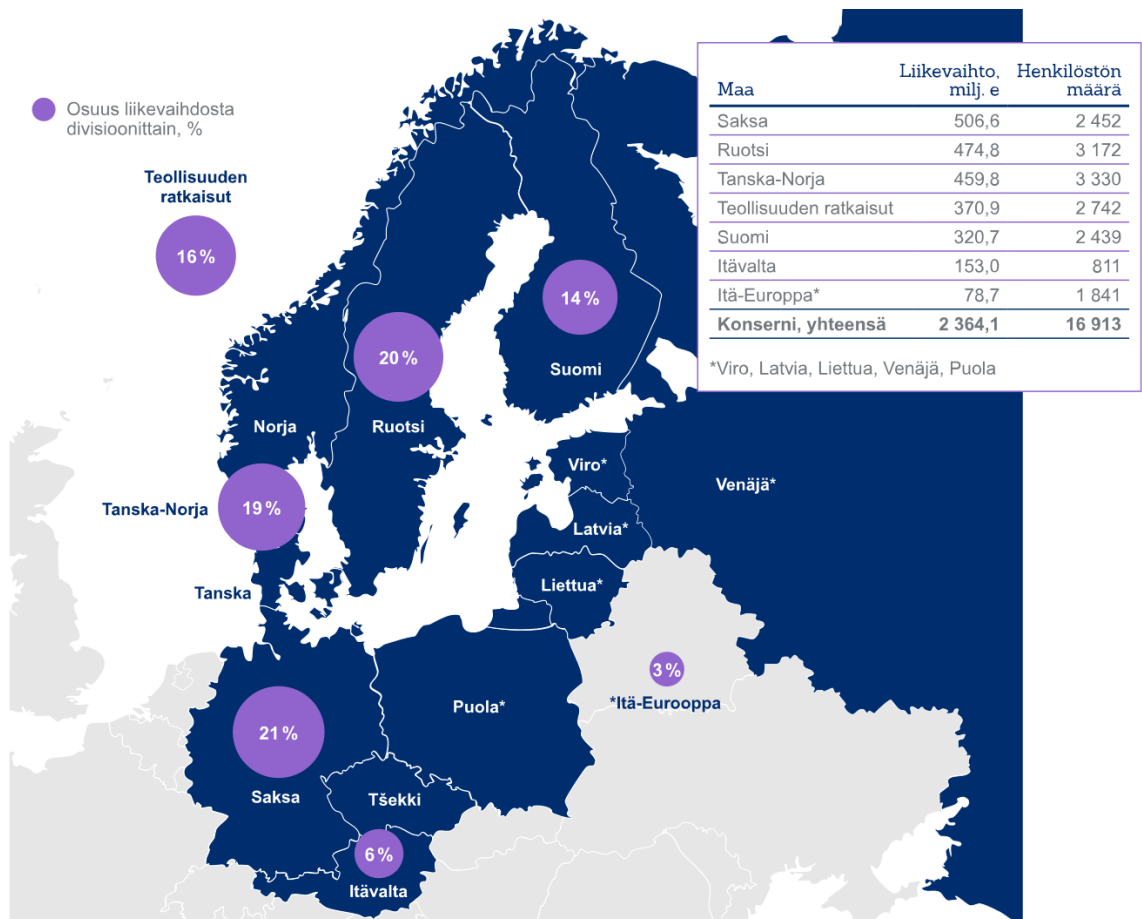
Laaditun opinnäytetyön pohjalta Caverionilla on tarjouskyselyaineiston laatimiseen valmis aineisto, jonka pohjalta varavoimajärjestelmän uusimista tarjotaan asiakkaalle. Tämä tullaan rajaamaan opinnäytetyön sisällöstä pois.



## 2 CAVERION OYJ

### 2.1 Caverion Suomi Oy

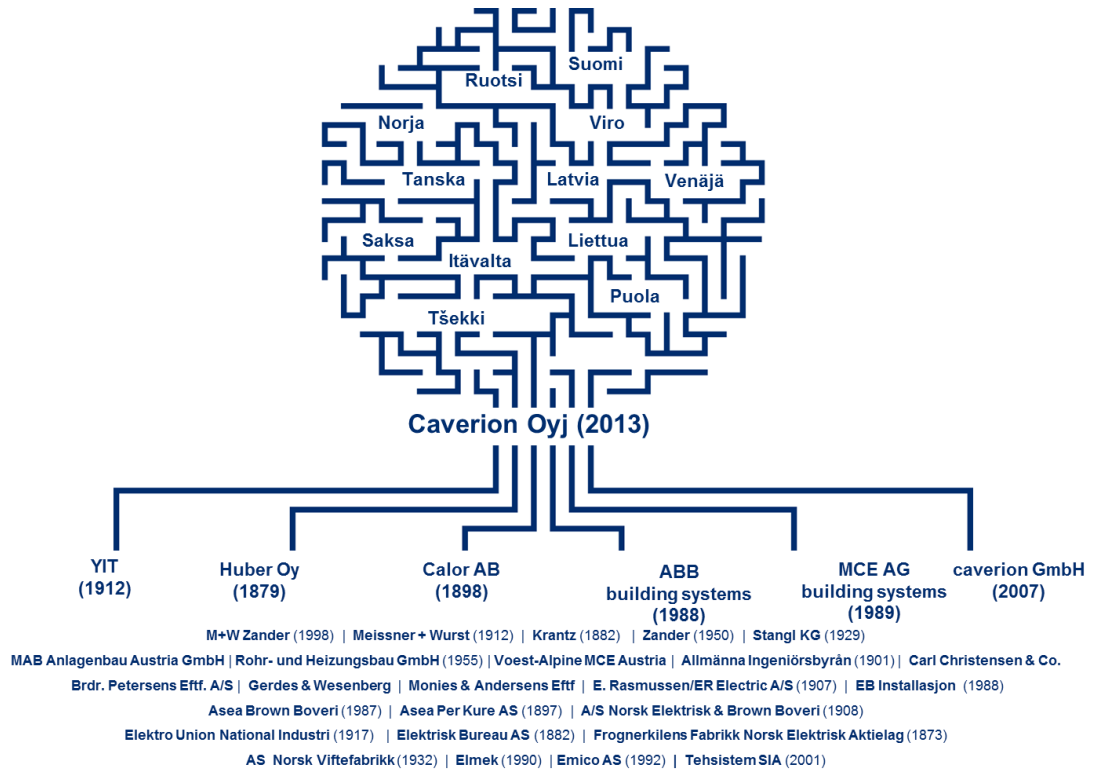
Caverion Suomi Oy on osa Caverion Oyj konsernia. Caverion perustettiin kesäkuussa 2013 itsenäiseksi konsernikseen. Kaupankäynti Caverionin osakkeella alkoi Helsingin pörssissä 1.7.2013. Yhtiö on uusi, mutta sillä on takana pitkä historia ja paljon arvokasta kokemusta. Caverion Oyj toimii 12:ssa Euroopan valtiossa (Kuvio 1), jotka ovat Suomen lisäksi Ruotsi, Norja, Tanska, Saksa, Viro, Latvia, Liettua, Venäjä, Puola, Itävalta ja Tšekki. (Caverion Oyj 2017b.)



Kuvio 1. Caverionin liiketoiminta-alueet (Caverion Oyj 2017b)

Osana YIT:tä Caverionin historia ulottuu vuoteen 1912, jolloin ruotsalainen Allmänna Ingeniörsbyrån (AIB) perusti Helsinkiin sivutoimipisteen (Kuvio 2). Vuosien saatossa YIT kasvoi Suomen johtavaksi vesihuoltolaitosten, vedenhankin-

tajärjestelmien ja vesijohtoputkien rakentajaksi. 1970-luvulla YIT alkoi tarjota myös kiinteistöjen huoltoa ja kunnossapitoa sekä hieman myöhemmin teollisuuden putkistojen kunnossapitoa. Tässä liiketoiminnassa ovat myös nykyisen Caverionin kiinteistötekniikan palvelujen ja teollisuuden palveluiden juuret. (Caverion Oyj 2017b.)



Kuvio 2. Caverionin historia (Caverion Oyj 2017a)

## 2.2 Caverion Suomi oy Tornion toimipiste

Caverion Suomi Oy:n Tornion toimipisteen toiminta alkoi vuonna 2010 terästehtaan alueella (Kuva 1), kun Outokumpu Oyj ja Caverion Suomi Oy solmivat kiinteistötekniikan järjestelmien huolto- ja kunnossapidosta yhteistyösopimuksen. Sopimuksen sisältöön kuuluu rakennus-, LVIK- ja sähköautomaatiojärjestelmien sopimuksen mukaiset huolto- ja kunnossapitotyöt palveluosastojen osalta. Rakennusosasto huolehtii muun muassa nosto- ja käyntiovien toimivuudesta, sadevesijärjestelmien toimivuudesta ja monista muista alueen rakennusteknisistä ratkaisuksista. LVIK-osasto eli lämpö, vesi, ilmastointi ja kylmä huolehtivat lämmitysjärjestelmien toimivuudesta, veden saannista, ilmastoinnista ja ilmanvaihdon

sekä kylmälaitteiden toimivuudesta. Sähkö- ja automaatio-osastolle kuuluvat yleissähkön lisäksi prosessiautomaatio- sekä rakennusautomaatiojärjestelmät. Sähköosasto vastaa koko tehdasalueen paloilmoitinjärjestelmän toimivuudesta sekä prosessiputkistolinjojen sähkösaattolämmityksistä ja sadevesikourujen sekä ovenedustalaattojen sulana pidosta. (Annala 2017.)



Kuva 1. Outokumpu Oyj Tornion tehdasalue (Caverion Oyj 2017c)

### 3 OUTOKUMPU STAINLESS OY

#### 3.1 Outokumpu Stainless Oy

Outokumpu Stainless Oy on monikansallinen metalliteollisuuden yritys, jolla on toimintaa nykyisin noin 30 maassa. Yhtiön toiminta alkoi vuonna 1910 Outokummun kaupungista, josta löytyi kuparimalmia. Outokummun kaivos toimi 1930-luvun alkuun valtion liikelaitoksena, mutta osakeyhtiömuotoinen toiminta nähtiin tavoiteltavana johtuen yrityksen kehitystarpeista. (Outokumpu Oyj 2017.)

Eduskunnassa käydyn tiukan keskustelun ja äänestysten jälkeen joulukuussa 1931 osakeyhtiömuotoinen malli sai hyväksyntänsä – uusi Outokumpu Oy aloitti toimintansa 1. kesäkuuta 1932 määräyksellä vähintään 75 % valtiomistuksesta. Yrityksen asema maailman kuparimarkkinoilla oli tällöin vielä vaatimaton. Euroopan markkinoilla rooli oli näkyvämpi yhtiön ollessa viiden suurimman kuparikaivostuottajan joukossa. (Outokumpu Oyj 2017.)

#### 3.2 Tornion tehtaiden historia

Kemin Elijärven kromimalmiesiintymän löytyminen avasi Outokummulle uusia mahdollisuuksia. Presidentti Kekkonen päätöksellä kromimalmin metallurgisesta jalostuksesta kotimaassa omin voimin tehtiin päätös keväällä 1965 (Outokumpu Oyj 2017). Presidentti Kekkonen osallistui terästehtaan peruskiven muuraukseen syyskuussa 1974 (Kuva 2)(YLE 2017). Ferrokromitehtaan sijoituspaikaksi tuli Tornion Röyttän merenranta-alue, vaikka tarkastelussa oli ollut muitakin vaihtoehtoja, kuten Kokkolan Ykspihlaja ja Kemin Ajos. Kyseessä oli myös kehitysaluepoliittinen ratkaisu. (Outokumpu Oyj 2017.)



Kuva 2. Tornion terästehtaan peruskiven muuraus (YLE 2017)

Vuoden 1970 aikana saatiin tuotanto käyntiin. Tuotteita olivat kromipelletit ja 52-prosenttinen ferrokromi lähinnä Länsi-Euroopan erikoisterästeollisuudelle. Tullessa 1980-luvulle ferrokromitehdas työllisti noin 350 henkeä. Selvitys ruostumattoman teräksen valmistamisesta käynnistyi 1960-luvun alussa, kun todettiin, että yrityksellä on teräksen valmistamiseen tarvittavaa kromia ja nikkeliä. Tilannetta hankaloitti kilpailu Outokummun ja Rautaruukin välillä. Vuoden 1970 lopulla päästiin sopimukseen, jonka mukaan Outokummulle jäivät alle 4,75 millimetrin kuuma- ja kylmävalssattujen levyjen valmistus ja Rautaruukille paksummat. Outokumpu Oy ajatteli alun perin perustaa tehtaan Poriin. Sijoituspaikasta tuli kuitenkin poliittinen kysymys, ja Suomen hallituksen rahoituksella lopulta päätettiin sijoittaa tehdas Tornion Röyhtään. (Outokumpu Oyj 2017.)

2000-luvulle tullessa Outokumpu Oyj oli luopunut kaikista kaivoksistaan lukuun ottamatta Keminmaahan 1960-luvun alussa perustettua Kemin Elijärven kromikaivosta. Kemin kromikaivos toimi avolouhoksena vuosituhannen vaihteeseen asti, minkä jälkeen se aloitti maanalaisen louhinnan. Tänä aikana Outokumpu myi vähitellen yhtiön värimetallitoimintaa ja keskittyi sen nykyiseen päätoiminta-alueeseen ruostumattomaan teräkseen. (Outokumpu Oyj 2017.)

### 3.3 Jokivesipumppaamo

Jokivesipumppaamo on tärkeä osaprosessi tehtaan toiminnassa. Viereisestä Tornionjoesta pumpattu raakavesi pumpataan tehtaan omaan vesilaitokseen, jossa sitä jatkojalostetaan monenlaisiin tarpeisiin. Raakavesi sellaisenaan käytetään mm. prosessipiirin jäähdytyksiin. Tehdasalueen oma vesilaitos tuottaa raakavedestä muun muassa talousvettä henkilökunnan tarpeisiin, suolatonta vettä alueella toimivalle voimalaitokselle sekä moniin muihin käyttötarkoituksiin. (Karjalainen 2017b.)

Jokivesipumppaamo koostuu kahdesta osasta. Vanha osa on rakennettu vuonna 1974 ja uusi osa rakennettu vuonna 2001. Rakennuksen ulkivuori uusittiin kokonaisuudessaan vuoden 2001 laajennusremontissa (Kuva 3). Jokivesipumppaamolla ketjukorisuotimella esipuhdistettu vesi pumpataan maanalaisia putkia pitkin terästehtaalle. Pumppaamo pumpkaa jokivettä tehtaalle kulutuksen mukaan 700-1200 m<sup>3</sup>/h. (Karjalainen 2017b.)



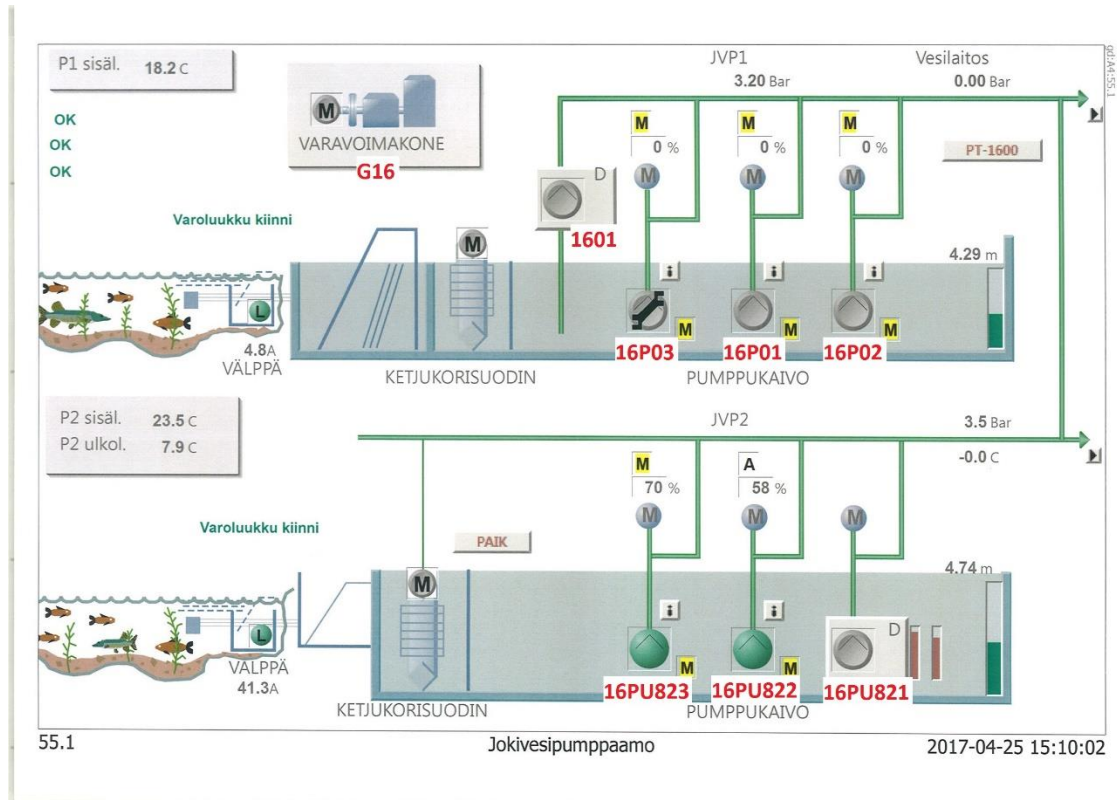
Kuva 3. Jokivesipumppaamo

### 3.4 Pumppaamon prosessi

Jokivesipumppaamolla on yhteensä seitsemän pumppua, joista kaksi dieselkäyttöistä ja kaksi on varavoiman perässä (Kuvio 3). Pumppauskapasiteetti on yhteensä noin 5000m<sup>3</sup>/h. Pumppaamo operoidaan tehtaan vesilaitoksen valvomosta. Talviaikana, kun veden kulutus on vähäisintä, riittää yleensä pumppu-



jen 16PU822 ja 16PU823 tuotto, kesällä kun veden tarve kasvaa otetaan pumppujen rinnalle 16P01 tai 16P02. (Karjalainen 2017b.)



Kuvio 3. Jokivesipumppaamon prosessikaavio (Karjalainen 2017a)

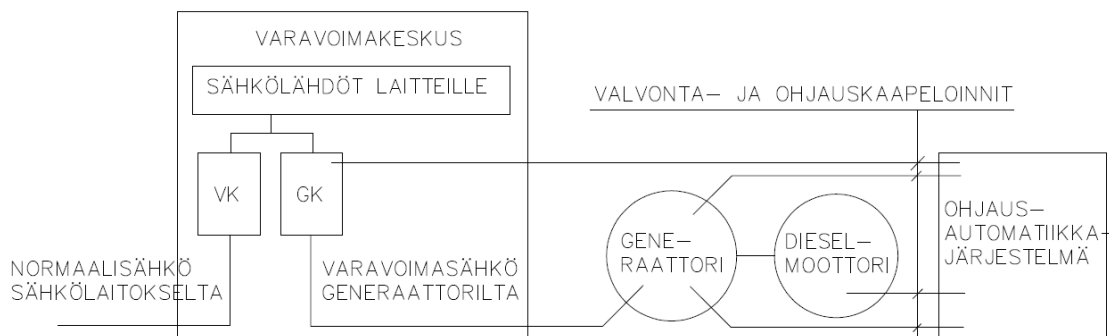
### 3.5 Pumppaamon varajärjestelmät

Pumppaamolla on sähkökatkon varalle kolme varajärjestelmää, uudella puolen diesel-moottorilla toimiva pumppu 16PU821 sekä vanhalla puolen varavoimageraattorin perässä olevat sähkömoottoreilla toimivat pumput 16P01 ja 16P03 sekä vanha diesel-pumppu 1601, jonka toiminta on epävarma. Tällä hetkellä myös pumppu 16P01 on poissa käytöstä, joten sen varaan veden tuottoa ei voida laskea. Diesel-pumpun 16PU821 ja sähkömoottoripumpun 16P03 maksimivedentuotto molemmilla on  $1000\text{m}^3/\text{h}$ :ssa eli yhteensä  $2000\text{m}^3/\text{h}$ . Näiden pumppujen kokonaistuotto riittää tehtaan tarvitsemaan veden kulutukseen sähkökatkotilanteessa. Nämä otetaan huomioon uutta varavoimajärjestelmää mitoittaessa.

## 4 VARAVOIMAJÄRJESTELMÄT

### 4.1 Varavoimajärjestelmä yleisesti

Varavoimajärjestelmä koostuu useasta eri osasta. Polttomoottori pyörittää akselin välityksellä generaattoria, joka pyöriessään tuottaa sähköä. Sähkö ohjataan kulutuslaitteistoille generaattorikatkaisijan GK välityksellä, jota ohjaa järjestelmän ohjausautomaattiikka (Kuvio 4), normaalisähkön jakelutilanteessa generaattorikatkaisija on auki-tilassa.

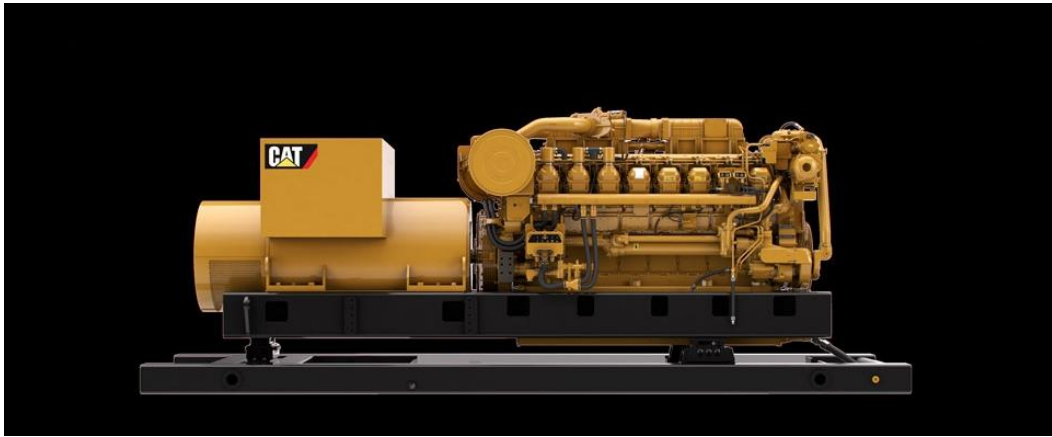


Kuvio 4. Varavoimajärjestelmän periaatekaavio

Järjestelmä käynnistyy automaattisesti normaalisähkönjakelun katkettua, jolloin verkkokatkaisija VK avautuu. Ohjausautomaattiikka seuraa sähkönjakeluverkon jännitettä ja käynnistää dieselmoottorin sähkökatkotilanteessa. Dieselmoottori alkaa akselinsa välityksellä pyörittämään generaattoria, joka tuottaa vaadittua sähköä varavoimakeskuksen perässä oleviin laitteistoihin turvaten niiden toiminnan. Normalisähkön palautuessa automaattiikka alkaa tahdistaa generaattorin tuottamaa sähköä normaalisähkön rinnalle ja tahdistuttuaan kytkee verkkokatkaisijan VK kiinni ja avaten generaattorikatkaisijan GK.

Isoimmissa järjestelmissä polttomoottori on diesel polttoaineella toimiva, jolla saavutetaan tehontuotto jopa 4000kW asti (Kuva 4)(Wihuri Oy 2017b).





Kuva 4. Dieseltoiminen generaattori (Wihuri Oy 2017a).

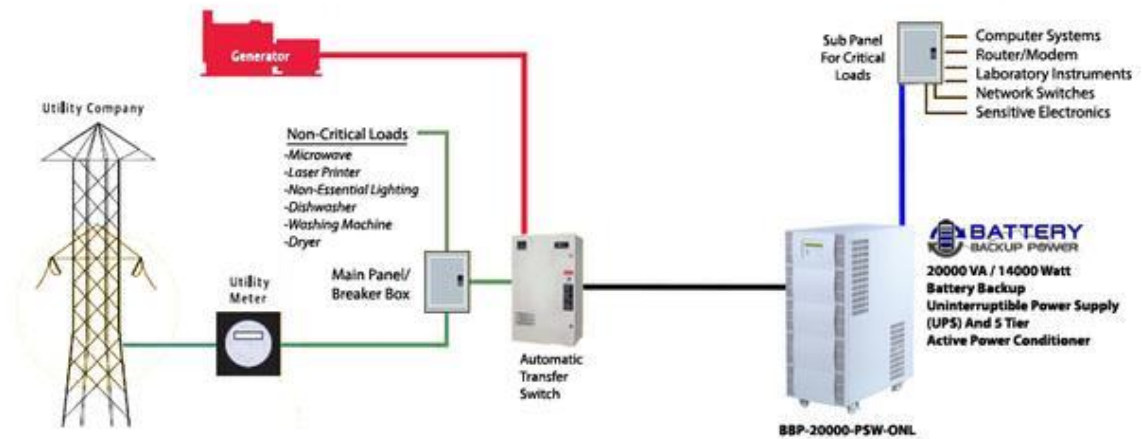
Varavoimajärjestelmä voidaan jakaa kahteen toimintatapaan: Katkottomaan ja katkolliseen sähkön syöttöön. Järjestelmän toteutustavan valintaan vaikuttavat turvallisuusnäkökohdat tai taloudelliset intressit. Varmennukselle asetetaan vaatimuksia myöskin lainsäädännöissä ja määräyksissä. Lailla ja määräyksillä turvataan laaja-alaisesti yhteiskunnallisia toimintoja, huoltovarmuutta sekä henkilöitä ja omaisuutta. Varmeneminen edellyttää kohteen tuntemista, kokonaisvaltaista ja monitasoista tietämystä kohteessa harjoitettavista toiminnoista ja sen tilojen käyttötarkoituksesta. Tähän on työkaluna riskikartoituksen tai riskianalyysin tekeminen. (ST-Käsikirja 20 2005, 27.)

Jokivesipumppaamolla on käytössä katkollinen varavoimajärjestelmä. Pumpaamon laitteistot ja prosessi eivät kärsi hetkellisestä sähkökatkoksesta, joten siellä on taloudellisista syistä päädytty katkolliseen järjestelmään. Pumpaamon varavoiman syöttämä sähkömoottori 16P01 on taajuusmuuttajakäyttöinen, joten sen käynnistysvirta ei vaikuta varavoiman mitoitukseen.

#### 4.2 Katkoton sähkönsyöttö

Katkottomassa järjestelmässä diesel-generaattorin rinnalle on kytkettynä akustojärjestelmä UPS (Uninterruptible Power Supply) (Kuvio 5). UPS laitteistossa on akustojärjestelmä, jolla syötetään sähköä käyttölaitteille sen ajan, kunnes diesel-generaattori käynnistyy täyteen tehoonsa ja on sähkönsyöttövalmiudessa. UPSin akustot pysyvät täydessä latauksessa normaalitilanteessa normaalisähkön niitä ladatessa. Näillä taataan katkoton sähkön saanti kriittisiin laitteistoihin

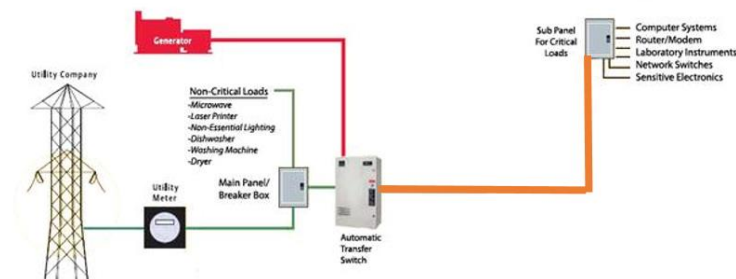
muun muassa sairaalarakennuksissa, jossa sähkökatko aiheuttaisi henkilöturvallisuusriskin. (ST-Käsikirja 20 2005, 57.)



Kuvio 5. Katkeamaton sähkösyöttöjärjestelmä (Battery Backup Power 2017)

#### 4.3 Katkollinen sähkösyöttö

Katkollisessa syötössä varavoimageneraattori on rakennettu varavoimakeskukseen rinnalle (Kuvio 6), jolloin sähkösyöttöön tulee katkos normaalisähkön sähkönjakelun keskeytyessä. Laitteisto, joka on kytketty katkollisen järjestelmän perään, kestää hetkellisen sähkökatkoksen vaikutukset. Diesel-generaattorin käynnistyminen kestää muutaman minuutin, ennen kuin se alkaa syöttää sähköä generaattorin perässä oleviin laitteistoihin.



Kuvio 6. Katkollisen sähkösyöttöjärjestelmän periaatekaavio (Battery Backup Power 2017)

Katkollinen sähkönsyöttö voidaan toteuttaa joko automaattisesti käynnistyvällä tai käsin käynnistettävällä varavoimajärjestelmällä. Pääosin varavoimajärjestelmät tehdään automaattisesti käynnistyviksi normaaliverkon tilaa tunnusteleavan ohjausautomaatiikan avulla. Varavoimaa asennetaan muun muassa televerkkojen tietoliikenteen turvaamiseen, tietojärjestelmien sähkönsyötön varmentamiseen ja tuotannon keskeytymättömän käytön varmentamiseen. Teollisessa tuotannossa tämä merkitsee omaisuuden turvaamista sekä omaisuusvahinkojen minimointia esimerkiksi estämällä vedenpumpun pysähtymistä, kuumennettujen raaka-aineiden jähmettymistä, sulatusuunien ylikuumenemista jäähdytyksen pysähtyessä. (ST-Käsikirja 20 2005, 30, 58.)

Usein halutaan välttää varavoiman perässä olevien laitteiden syöttökatko palatessa varavoimakäytöstä verkkokäyttöön rakentamalla varavoimakoneen ja syöttävän verkon hetkellinen rinnankäyntimahdollisuus. Myös koeajot saatetaan haluta ajaa verkon rinnalla katkoksetta. Jos varavoimalaitos rakennetaan sähkön tehohuipun tasaamista varten, on rinnankäynti verkon kanssa välttämätön. (ST-Käsikirja 20 2005, 58.)

## 5 NYKYINEN VARAVOIMAJÄRJESTELMÄ G16

### 5.1 G16 - varavoimajärjestelmän nykytilanne

Tällä hetkellä laitoksen varavoimajärjestelmä G16 on vuosimallia 1987, varavoimakoneikon dieselmoottorin merkki on Dorman Diesel ja generaattori on Markon (Kuva 5) ja automatiikka Vaksva (Kuva 6). Generaattorin teho on 320kW / 515 kVA. Varavoimakoneikon sijoituspaikat ja tilanvaraus ovat nähtävissä liitteestä 1.



Kuva 5. Dorman diesel, dieselmoottori ja Markon generaattori



Kuva 6. Vaksva ohjausautomaatiikka

Varavoimajärjestelmä G16 syöttää sähkön keskuksen 16K102. Varavoimakeskuksen 16K102 pääkaaviosta selviää varmennetun verkon kuormitukset (Liite 2).

## 5.2 Järjestelmän käyttövarmuus

Varavoimalaitokselta vaaditaan erittäin luotettavaa toimintaa, vaikka se pääosan ajasta seisoo käyttämättömänä. Käyttövarmuus onkin yksi keskeisistä vaatimuksista. (ST-Käsikirja 31 2013, 143.)

### 5.2.1 Varavoiman koekäyttö

Käyttövarmuuden ylläpitämiseksi varavoimajärjestelmälle tehdään joka kuukausi sopimuksen mukainen yhden tunnin mittainen kuormitettu koekäyttö, jossa aistinvaraisten tarkastusten jälkeen generaattori ajetaan tahdistettuna normaali-verkon rinnalle. Alkutarkastusten jälkeen generaattori käynnistetään ohjauskeskuksesta ja käynnistymisen jälkeen automatiikkajärjestelmä ajaa generaattoria normaalisähkön kanssa samaan tahtiin. Automatiikka havaitsee tahdistuksen ja kytkee generaattorikatkaisijan kiinni ja näin generaattorin tuottama sähkö on normaalisähkön rinnalla. Tällä toiminnolla saavutetaan autenttinen testijakso, jossa generaattoria kuormitetaan sille ohjelmoidun maksimitehollisarvon mukaan. Testiä jatketaan tunnin ajan, jolloin seurataan automaattikan sähkölaadun mittareita, dieselmoottorin käyntiä ja tehdään aistinvaraista havainnointia koko koekäytön ajan. Kuukausitesti lopetetaan ohjausautomaatiikasta joten generaattorikatkaisija avautuu ja dieselmoottori käy jäähdytyskäynnin, jonka jälkeen moottori sammuu. Testi päättyy raportoinnin jälkeen tähän. Jos testin aikana ilmenee jotain poikkeavaa, ne raportoidaan varavoimajärjestelmän haltijalle.

### 5.2.2 Varavoiman huollot

Käyttövarmuuden ylläpitämiseksi laitteistolle on tehtävä vuosihuollot sekä säännöllisin väliajoin määräaikaishuollot. Säännöllisesti ja ammattitaidolla tehdyillä huolloilla lisätään merkittävästi generaattorin ja dieselmoottorin toimintavarmuutta ja käytettävyyttä (ST-Käsikirja 31 2013, 150.)

Jokivesipumppaamon varavoimalle tehdään vuosittain sopimuksen mukaiset huollot, jotka kuuluvat Caverionin ja Outokummun väliseen sopimukseen. Vuosihoitoihin kuuluu mm. moottoriöljyn ja suodattimien vaihtaminen käyttötunneista riippumatta. Lisäksi Caverionilla on huolehtimis- eli ilmoitusvelvollisuus määräaikaishuoltojen ajantasaisuuden toteutumisesta. Määräaikaishuoltoja ovat mm. käynnistys- ja ohjausakuston uusiminen laitetoimittajan määrittelemän määräajan välein. Akustot vaihdetaan n. viiden vuoden välein, millä taataan vaadittu toimintavarmuus.

### 5.3 Nykyisen varavoimajärjestelmän mitoitus

Generaattorin teho on 320kW / 515 kVA. Taulukkoon 1 on laskettu varavoimakeskukseen 16K102 kytketyt keskeisimmät kuormat. Huipputehon tarkistus on tarpeen uutta varavoimaa mitoittaessa, koska taulukosta 1 havaitaan kuormitusten yhteenlaskettujen tehojen ylittävän generaattorin nimellistehon. Molemmat pumput 1 ja 3 ovat taajuusmuuttajakäyttöisiä, joten niiden ottamaa käynnistysvirtaa ei tarvitse varavoimaa mitoittaessa huomioida. Haastateltaessa pumppaamon tuotantopäällikköä Juha Karjalaista selvisi, että pumppu 3 on ollut pitkään vialla ja sen korjaaminen ei ole tarpeellista, joten tämäkin vaikuttaa oleellisesti uuden järjestelmän tehon mitoitukseen.

Taulukko 1. Varavoimakeskuksen 16K102 keskeiset nimelliskuormat

Kuorma	Teho (kW)
Pumppu 1	208,5
Pumppu 3	116
Ketjukorisuodin	6
Väljän lämmitys	6
Valaistus	4,6
Pistorasiat	4
Yhteensä	345,1
Nyk. varavoiman nimellisteho	320

## 6 UUSI VARAVOIMAJÄRJESTELMÄ

### 6.1 Tehon mitoitus

Lähdettäessä mitoittamaan varavoimajärjestelmän tehoa ei varavoimalaitosta ole taloudellisesti järkevää mitoittaa niin suureksi, että sen teho riittäisi koko kiinteistön syöttämiseen. Tässä tapauksessa kuormat on syytä jakaa kahteen ryhmään varmentamattomiin ja varavoimavarmennettuihin.

Jokaiseen kohteeseen on syytä valita sopivin suunnittelumalli, jossa kartoitetaan varmennetun sähkön piirissä olevat kuormitukset (ST-Käsikirja 31 2013, 31.) Mitoittaessa uuden varavoimakoneikon tehoa tulee olla selvitettyä kiinteistön kuormitustiedot, huippuvirrat ja mahdolliset suunnitelmat kuormituksen kasvusta toisin sanoen laajentamisvaraukset tulevaisuuteen. Lisäksi on huomioitava suurin käynnistettävä oikosulkumoottori ja moottoreiden lukumäärä sekä moottoreiden ohjaustapa. (Peltola 2017.)

Jokivesipumppaamon varavoimanjärjestelmän G16 - varmennusta tarvitsevat kuormitukset on syötetty keskukselta 16K102. Keskuksen 16K102 pääkaaviossa selviää varavoimavarmennetut kuormitukset, joilla turvataan veden saanti terästehtaan tuotannolle tärkeisiin prosesseihin normaalin sähkönjakelun keskeytyessä (Liite 2).

Seuraavaksi lasketaan varmennetun verkon piirissä olevien kuormien tehot. Määriteltäessä uuden varavoiman tehoa jätetään laskelmista pois pumppu 16P03, koska sille ei ole enää käyttötarvetta. Sähkömoottorin 16P01 sähköteho P1 on laskettu moottorin arvokilpitietojen pohjalta kaavalla 1, muut kuormitukset määriteltiin kohteessa tehtyjen kulutusmittausten pohjalta. On myös huomioitava, että 16P01 on taajuusmuuttajakäyttöinen, joten moottorin ottamaa käynnistysvirtaa ei tarvitse huomioida generaattoria mitoittaessa, koska taajuusmuuttajalla saadaan käynnistysvirtapiikki poistettua. Taulukossa 2 esitetään jokivesipumppaamon varavoiman piirissä olevien kuormitusten teholaskelma. Taulukkoon 2 ilmoitetut näennäistehot on laskettu kaavalla 2.

$$P1 = \sqrt{3} * U_n * I_n * \cos \varphi \quad (1)$$

missä

P1	on	teho [W]
$U_n$	on	jännite [V]
$I_n$	on	virta [A]
$\cos \varphi$	on	tehoeroin

$$S = \sqrt{3} * U_n * I_n \quad (2)$$

missä

S	on	näennäisteho [VA]
$U_n$	on	jännite [V]
$I_n$	on	virta [A]

Taulukko 2. Varmennetut kuormat

Kuormat	Pätöteho P1 [kW]	cos $\varphi$	Näennäisteho [kVA]
Moottori 16P01	208,5	0,86	242,4
Ketjukorisuodin	6,0	0,85	7,05
Valaistusryhmät (loisteva- laistus)	4,6	0,70	6,6
Väljän lämmitys	6,0	1	6,0
Pistorasiakeskus	3,0	1	3,0
Varavoiman apulaitteet	3,0	1	3,0
Muuntaja keskuksessa	4,5	0,9	5,0
Yhteensä	235,6		271,2
Keskuksen varalähtöjen ja tulevaisuuden teho varaus	50	0,90	56
Yhteensä	286		330

Taulukossa 2 on laskettu kuormitusten huipputehoksi 235,6 kW sekä arvioitu keskuksessa olevien varalähtöjen ja tulevaisuuden laajennustarpeiden suuruudeksi 50 kW, näillä laskelmilla saadaan pätötehoksi 286 kW ja näennäistehoksi yhteensä 330 kVA.



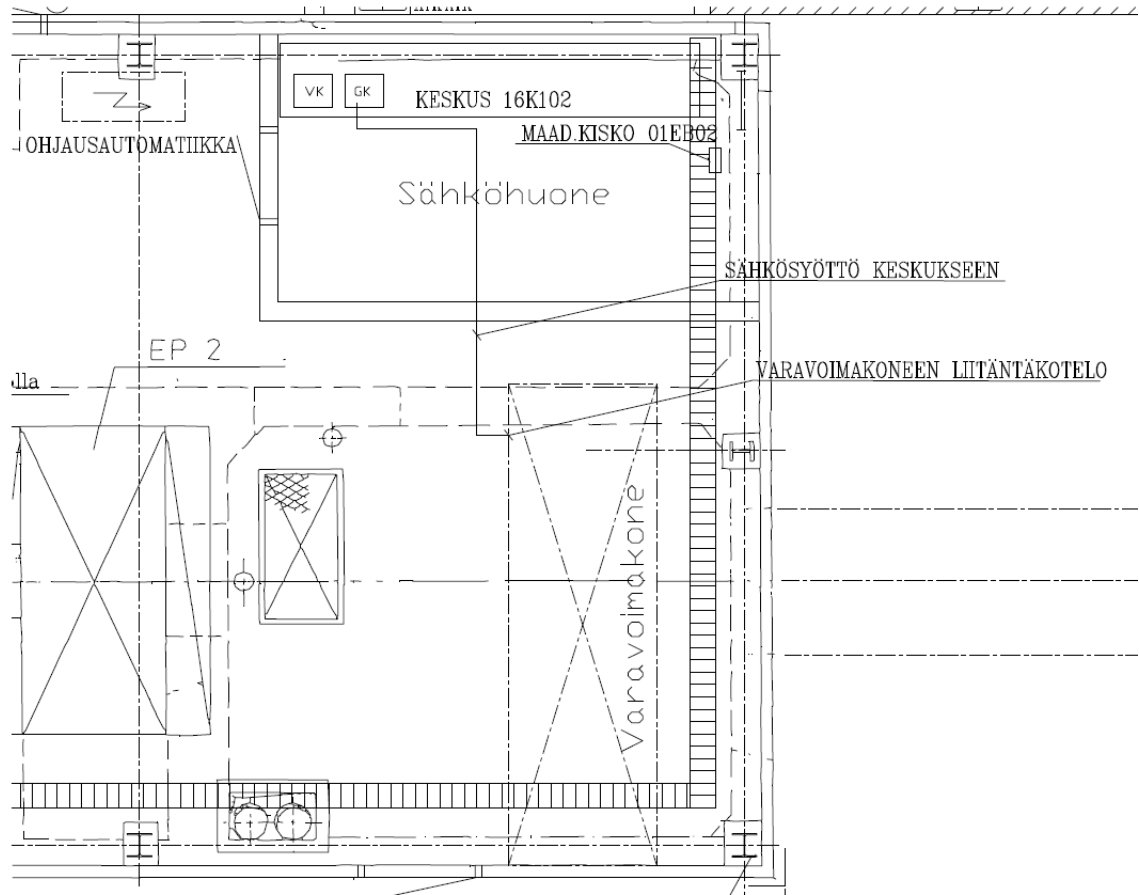
Lasketun kokonaistehon pohjalta 286 kW / 330 kVA saadaan laitetoimittajilta selvitettyä varavoimakoneikon sähköinen ja mekaaninen mitoitus. Koneikon fyysisten mittojen pohjalta saadaan selville, onko uutta koneikkoa mahdollista sijoittaa vanhan paikalle vai onko suunniteltava niin sanottu konttikoneikko ulos.

## 6.2 Sijoituspaikka

Rakennuksen pääkeskus, varavoimakone ja varavoimakeskus sijoitetaan usein lähelle toisiaan, jolloin tästä muodostuu painopiste, josta kiinteistön sähköverkko saa syöttönsä sekä normaali- että varavoimatilanteessa. Vaihtoehtoisesti varavoimajärjestelmä voidaan sijoittaa sellaiseen paikkaan kiinteistössä, joissa on suurin tarve varmennetulle kuormalle. Tilanvaraustarpeen, aikataulutuksen ja uuden järjestelmän käyttöönoton sekä huoltamisen kannalta voi olla myös hyvänä ratkaisuna hankkia varavoimalaitos valmiina kokonaisuutena, rakennettuna konttiin, joka sijoitetaan rakennuksen ulkopuolelle. (ST-Käsikirja 31 2013, 33.)

## 6.3 Sijoitus nykyiselle paikalle

Jokivesipumppaamolla varavoimajärjestelmä ja varavoimakeskus on sijoitettu ”vanhaan osaan” rakennuksen sisälle. Pääsähkötila on rakennettu laajenusosaan, jossa on 20kV kojeistojen lisäksi pääkeskus 16K101. Pääkeskuksesta syötetään normaalisähkö varavoimakeskukselle 16K102. Nykyinen varavoimakone, ohjausautomaattikka ja varavoimakeskus ovat sijoitettuna kuvion 7 mukaisesti paikkoihin. Sijoitettaessa uusi koneikko vanhan paikalle on pohjoisseinälle tehtävä aukko vanhan koneikon ulos saamiseksi ja samaa reittiä saadaan uusi sisälle. Pumppaamon prosessilaitteistot estävät oviaukkojen käytön kuljetuksissa.



Kuvio 7. Nykyisen järjestelmän sijoituspaikat.

#### 6.4 Sijoitus ulos

Varavoimakoneikkoja valmistetaan myös valmiina kokonaisuuksina, jolloin puhutaan konttimallisesta laitoksesta. Konttiin on dieselmoottorin ja generaattorin lisäksi sijoitettu muut apulaitteistot sekä huolto- ja käyttötilat. Kontteja on rakenteeltaan mm. teräsrakenteisena. Säänkestävään konttiin on rakennettu lämpö- ja äänieristys, mistä muodostuu konehuone. Kontin sisätiloissa on sähkölämmitys ja siellä vallitsevat normaalit huoneolosuhteet. Valvomo-osa ts. ohjausautomaatiikka on syytä rakentaa erilleen moottori- ja generaattoriosastosta, jotta esim. koekäyttöjen aikana ei tarvitse altistua suurille jäähdytysilmavirroille. Laitteiden sijoittelussa pitää huomioida riittävät huoltotilat. (ST-Käsikirja 31 2013, 73.)

Alustavia tietoja suunnitelmien tekoon saadaan ST-Käsikirja 31:stä, joka tässä esitetään taulukossa 3.

Taulukko 3. Konttikoneikon mitoitus (ST-Käsikirja 31 2013, 75)

Teho kVA/kW	Pituus m	Leveys m	Korkeus m
100/80	4,5	2,3	2,2
250/200	5,8	2,7	2,5
500/400	6,8	3,0	2,7
1000/800	9,0	3,3	3,0
2000/1600	12	5,5	4,8

### 6.5 Polttoainesäiliö

Polttoaineena käytetään dieselmoottorivalmistajan vaatimukset täyttävää polttoainetta. Polttoaineen valinnassa on huomioitava muun muassa pakkaskestävyys sekä polttoaineen säilyvyys, jos varastointiaika on pitkä. (ST- käsikirja 31 2013, 109.)

Säiliön mitoituksessa voidaan käyttää ohjeellisena kulutusarvona 0,3 l/kWh (ST-käsikirja 31 2013, 109). Luvussa 6.1 ”Tehon mitoitus” on laskettu uuden koneikon nimellistehoksi 286 kW, näin ollen laitos kuluttaa 85,8 l/h toimiessaan nimellisteholla. Varavoimajärjestelmät suunnitellaan toimivaksi vähintään 8 tuntia yhdellä tankillisella, joten tankin tilavuuden on oltava vähintään 690 litraa. Koekäyttöjen aiheuttama polttoaineen kulutus huomioidaan mitoittamalla tankki 1000l kokoiseksi, näin ollen ei tarvitse, joka koekäytön jälkeen olla tankkaamassa.

Sisälle asennettaessa polttoainesäiliö on koneikon yhteydessä. Ulos asennettaessa koneikon säiliö sijoitetaan vanhan koneikon paikalle.

### 6.6 Vaihtotyö

Sijoituspaikan ollessa sisällä nykyisen varavoiman paikalla täytyy seinään tehdä aukko vanhan ulos saamiseksi sekä sitä kautta uusi tuoda sisälle. Sisällä olevien prosessilaitteiden sijoittelun vuoksi koneikkoa ei saada liikuteltua/kuljetettua sisäkautta ulos. Aukko on suhteellisen helppo tehdä teräsrakenteiden ansiosta. Teräsrakenteet eivät ole aukon edessä ja näin ollen seinän kantavuudet eivät

ole esteenä aukolle. Myös paikallisten viranomaisten vaatimukset täytyy ottaa huomioon.

Ulossijoituksessa on otettava huomioon paikallisten viranomaisten vaatimusten lisäksi voimassa olevat rakennus- ja ympäristölait sekä vastaavat valtiovallan määräykset. Uutta rakentaessa on selvää, että tämä vaihtoehto vaatii enemmän lupa-asioiden selvittelyä. Pumppaamolle tulevan veden runkoputki sijaitsee myös ulkosijoituspaikan alueella (Liite 2), tämä tulee huomioida kontin sijoituspaikkaa suunniteltaessa. Ulossijoitettuna myös meluhaitta on otettava huomioon lähialueen asukkaita ajatellen.

## 7 JOKIVESIPUMPPAAMON VARAVOIMAKESKUS 16K102

### 7.1 Keskus 16K102

Keskus on Elkamo Oy:n rakentama vuosimallia 1987, tyyppimerkinnältään KKBU (Kuva 7). Keskuksen nimellisarvot ovat: nimellisjännite  $U_n$  400V, nimellisvirta  $I_n$  1000A ja kotelointiluokka IP21. Aistinvaraisen tutkimuksen pohjalta keskus on ikäisekseen hyvässä kunnossa, kyltit ja merkinnät ovat selkeät, lukitukset toimivat sekä ovet ja saranat ovat hyvässä kunnossa. O vessa olevat kahvavarokkeiden vääntimet, kiertokytkimet, merkkivalot ja painonapit ovat myöskin ehjät.



Kuva 7. Keskus 16K102

Keskuksen kuormitettavuus ei tuota ongelmia tulevaisuuden laajentamisvarauksia ajatellen, koska keskuksen nimellisvirta on 1000 A ja nimellisvirralla kuormitettuna maksimi kuormitusteho olisi n. 693 kVA, mikä selviää kaavalla 2.

### 7.2 Pienjännitekatkaisijat

Pienjännitekatkaisijoita ts. sulakkeetonta suojausta käytetään sähköverkossa henkilö- ja palosuojaukseen samalla tavalla kuin sulakkeita. Katkaisijalla sähkö-

piirin katkaisukyky on ylikuorman, oikosulun tai muun vikatilanteen sattuessa sulaketta parempi. Yhtä lailla kuin sulake on katkaisija valittava kuormitusvirtojen sekä oikosulkuvirtojen suhteen oikeanlaiseksi. Katkaisijan käyttäminen suojana sulakkeen sijaan on perusteltua silloin, kun sulakkeen katkaisukäyrän ominaisuudet eivät riitä piirin suojauksen tarpeisiin. Etuna katkaisijan käyttöön sulakkeen sijasta on myös kauko-ohjattavuus, uudelleenkäyttömahdollisuus sekä säätömahdollisuudet verkon muutosten mukaisiksi. (Saarela 2011, 10.)

Keskuksessa 16K102 olevat verkko- ja generaattorikatkaisijat ovat Schneider & Electricin valmistamia malliltaan Merlin Gerin MasterPact NW10 (Kuva 8). Katkaisijat ovat vuosimallia 2003. Verkkokatkaisijan huoltohistoria ei ole tiedossa (Mikkola 2017). Generaattorikatkaisijalle on tehty 2/2017 osittainen huolto, josta liitteessä 3 tehty raportti. Raportin mukaan katkaisijalle pitäisi tehdä seuraavat huollot:

- pääkoskettimien huolto
- ylimenovastuksen mittaus
- kelojen testaus
- liikkuvien osien rasvaus (ABB 2017.)



Kuva 8. Schneider & Electricin pj-katkaisija.

Tutkimuksen pohjalta suositellaan varavoiman uusimisen yhteydessä vähintään täyshuoltoa molemmille katkaisijoille. Nykyisten katkaisijoiden iän vuoksi on huoltokustannuksia tarpeen verrata myös uusien katkaisijoiden hankintahintoihin, joiden ominaisuudet ovat vuosien saatossa ja tuotekehitysten myötä parantuneet. Uuden hankintaa tukee myös parempi toimintavarmuus sekä varosasaatavuus tulevaisuutta ajatellen. Katkaisijoiden uusimisessa on otettava huomioon myös fyysiset mitat.

### 7.3 Varavoiman liityntä keskukseseen

Nykyisen varavoiman syöttö tulee keskukseseen kaapelihyllyä pitkin, keskushuoneen seinässä on myös palokatkoeristetty läpivienti. Generaattorijännitteen syöttökaapelointi on tehty kahdella MCMK 4x120/70 voimakaapelilla, lisäksi ohjausautomaatikasta on kaapeloitu generaattorin virtamuuntajien syöttö MMJ 4x2,5N kaapelilla sekä säätöpotentiometri R1 MMJ 2x1,5N kaapelilla. Uuden varavoiman sijoituspaikka vaikuttaa oleellisesti uusien kaapelointien asennustapaan sekä kaapelireittiin.

## 8 LAITETOIMITTAJAT

### 8.1 Agcopower Oy

ACGO Powerin toiminnan voidaan katsoa alkaneen vuonna 1942, silloisen Valtion Lentokonetehtaan aloittaessa lentomootoreiden valmistuksen Nokian Siuron kylässä. Dieselgeneraattoreiden valmistus käynnistyi vuonna 1952 Valmet-nimellä. Nykyään generaattoreiden tehoalue on 48-1800 kW. (Agcopower Oy 2017.)

Yrityksen internet-sivut: <http://www.agcopower.com/fi/>

### 8.2 KW-set Oy

KW-set on vuonna 2004 perustettu varavoimajärjestelmiin erikoistunut yritys. Toiminta perustuu varavoimakoneisiin ja niiden ympärille kehitettyihin palveluihin. KW-set toimittaa asiakaskohtaiset järjestelmät ja toteuttaa tarvittaessa koko varavoimakonekannan kunnossapidon ja sen hallinnan asiakkaan puolesta. (KW-set 2017b.)

Varavoimalaitteissa KW-set toimii yhteistyössä useiden eurooppalaisten varavoimakonevalmistajien kanssa, minkä ansiosta se pystyy tarjoamaan koneratkaisun asiakkaan tarpeen mukaan. Dieselkäyttöisissä varavoimajärjestelmissä tehoalue on yli 3000 kVA. (KW-set 2017c.)

Yrityksen internet-sivut: <http://www.kwset.fi/fi/etusivu/>

### 8.3 Suomen Diesel Voima Oy

Suomen Diesel Voiman tuotevalikoimista löytyy generaattoreita varmistamaan riittävän voimansaannin kaikissa tilanteissa ja olosuhteissa. Suomen Diesel Voima on määritellyt toiminnalleen arvot, jotka ohjaavat heidän päivittäistä tekemistä. Asiakaslähtöisyys, rehellisyys ja avoimuus ovat heidän toiminnan peruspilarit. (Suomen Diesel Voima 2017.)

Yrityksen internet-sivut: <http://www.dieselvoima.fi/>



#### 8.4 Wihuri Tekninen kauppa Oy

Wihuri Tekninen kauppa on voimakkaasti ratkaisu liiketoimintaan keskittynyt teknisen kaupan asiantuntija. Wihuri Tekninen kauppa on osa kansainvälistä suomalaista Wihuri-konsernia ja on toiminut alalla jo pitkään usean vuosikymmenen ajan. Wihuri tarjoaa tuotantolaitoksiin tuotannon käynnissä pitoa kustannustehokkaasti CAT-generaattoreilla. (Wihuri 2017c.)

Cat-generaattorit ovat vaativien kohteiden ratkaisu pitkäksi aikaa. Wihuri toimittaa rinnankäyvät koneet, tahdistukset ja tarvittaessa kaukovalvonnankin asiakkaan projektikohteen mukaisesti. Varavoimajärjestelmät ovat saatavilla tehoalueella 10 – 4000 kVA. (Wihuri 2017c.)

Yrityksen internet-sivut: <http://www.witraktor.com/>

## 9 POHDINTA

Jokivesipumppaamon varavoimajärjestelmän G16 uusimiseen liittyvien asioiden kartoittaminen oli mielenkiintoinen aihe, joka tuli eteen oman työnkuvani toimesta ja ehdotin sitä työnantajalleni sekä asiakkaalle. Molemmilta tuli hyväksyntä työlle ja työ koettiin myös tarpeelliseksi, koska tulevaisuudessakin osa rakennuksen sähköjärjestelmistä tarvitsee olla toimintavarman varmennetun sähkön perässä.

Suosittelen uusittavan varavoimajärjestelmän tehoalueeksi vähintään 286 kW / 328 kVA, huomioiden kuitenkin varavoimatoimittajien standardikoot. Standardikokoja käytettäessä mitoitus tehdään ylöspäin pyöristetyillä arvoilla. Keskuksen 16K102 molemmille pj-katkaisijoille pitää tehdä täydellinen laitevalmistajan mukainen huolto, jollei niitä uusita varavoiman uusimisen yhteydessä.

Pumppaamorakennuksen laajennusosassa on polttoaineen varastosäiliö, joka on tilavuudeltaan 3000 l. Varastosäiliöstä tankataan myös diesel-pumppua 16PU821. Uusittavan koneikon päiväsaailion tilavuudeksi riittää 1000 l, tällä saavutetaan 8 h yhtäjaksoinen ajo täydellä teholla ja polttoainetta ei tarvitse olla tankkaamassa, joka koekäytön jälkeen. Sisälle asennettaessa polttoaineen päiväsaailio on koneikon yhteydessä, jos päädytään ulos asennettavaan koneikkoon voidaan päiväsaailio silloin sijoittaa vanhan koneikon paikalle.

Sisälle asennettaessa on huomioitava myös pakokaasulle mahdollisimman lyhyt reitti eristetyllä putkistolla. Sisälle asennettaessa koneen ilmansaanti ei ole ongelma, koska tilassa olevat poistopuhaltimet sammuvat sähkökatkon ajaksi ja mahdollinen korvausilma tilaan saadaan tätä kautta.

Työn tavoitteet saavutettiin mielestäni hyvin. Vanha järjestelmä kartoitettiin kattavasti, nykyiset kuormitukset tarkistettiin ja tämän pohjalta saatiin uusittavasta järjestelmästä laaja kokonaiskuva. Tämän aineiston avulla laaditaan varavoimatoimittajille tarjouskyselyaineisto, jonka avulla saadaan asiakkaalle budjettiesitys uusimisen kustannuksista.

## LÄHTEET

ABB OY 2017. Katkaisijan huoltoraportti. Liite 3. Viitattu 17.5.2017

Annala, M. 2017. Caverion Suomi Oy. Asiakkuuspäällikön haastattelu. 28.4.2017.

AGCOPower Oy 2017. Tuotteet. <http://www.agcopower.com/fi/tuotteet/voiman-tuotanto/dieselgeneraattorit/>. Viitattu 10.4.2017

Battery Backup Power 2017. News. <https://www.backupbattery.com/blogs/news>. Viitattu 9.4.2017

Caverion Oyj 2017a. Caverionin historia. <http://www.caverion.fi/tietoa-caverionista/caverion-lyhyesti/historia>. Viitattu 20.3.2017

Caverion Oyj 2017b. Caverionin lyhyesti. <http://www.caverion.fi/tietoa-caverionista/caverion-lyhyesti>. Viitattu 20.3.2017.

Caverion Oyj 2017c. Outokumpu Oyj Tornion tehdasalue. <http://www.caverion.fi/referenssit/outokumpu>. Viitattu 8.4.2017

Hondapower 2017. Bensakäyttöinen aggregaatti. [http://www.hondapower.fi/var/brandt/storage/images/media/elvis/honda-power-equipment/2011/mallisto/generaattorit/eu20i/eu20i-party/180674-3-fin-FI/eu20i-party\\_reference.jpg](http://www.hondapower.fi/var/brandt/storage/images/media/elvis/honda-power-equipment/2011/mallisto/generaattorit/eu20i/eu20i-party/180674-3-fin-FI/eu20i-party_reference.jpg). Viitattu 14.4.2017

Karjalainen, J. 2017a. Jokivesipumppaamon prosessikaavio. Tuotantopäällikön arkistosta. Tulostettu 25.4.2017.

Karjalainen, J. 2017b. Outokumpu Stainless Oy. Tuotantopäällikön haastattelu 25.4.2017.

KW-set 2017a. Avokoneet. <http://www.kwset.fi/fi/varavoimalaitteet/avokoneet/>. Viitattu 9.4.2017

KW-set 2017b. KW-set. <http://www.kwset.fi/fi/kw-set/>. Viitattu 9.4.2017

KW-set 2017c. Varavoimalaitteet. <http://www.kwset.fi/fi/varavoimalaitteet/>. Viitattu 9.4.2017.

Mikkola, T. 2017. Opinnäytetyöhön liittyen. Sähköposti tuomas.mikkola@outokumpu.com 21.4.2017. Tulostettu 22.4.2017

Outokumpu Oyj 2017. Tornion tehtaat ja Kemin kaivos. Intranet. Viitattu 8.4.2017

Peltola, M. 2017. Varavoiman G16 uusiminen. Sähköposti lasse.kangas@caverion.com 12.4.2017. Tulostettu 17.4.2017

Saarela, J. 2011. Pienjännitekatkaisijoiden säätö. Tampereen AMK. Sähkötekniikka. Opinnäytetyö

ST-Käsikirja 20 2005. Varmennetut sähkönjakelujärjestelmät. Sähkötieto ry. Viitattu 9.4.2017

ST-Käsikirja 31 2013. Varavoimalaitokset. Sähkötieto ry. Viitattu 14.4.2017

Suomen Diesel Voima. Yritys. <http://www.dieselvoima.fi/yritys>. Viitattu 10.4.2017.

YLE 2017. Arkisto. <http://yle.fi/uutiset/3-9191317>. Viitattu 6.5.2017

Wihuri Oy 2017a. Dieselgeneraattorit. <http://www.witraktor.com/moottorit/diesel-ja-kaasugeneraattorit/dieselgeneraattorit>. Viitattu 14.3.2017.

Wihuri Oy 2017b. Diesel- ja kaasugeneraattorit. <http://www.witraktor.com/moottorit-ja-varavoima/diesel-ja-kaasugeneraattorit>. Viitattu 9.4.2017.

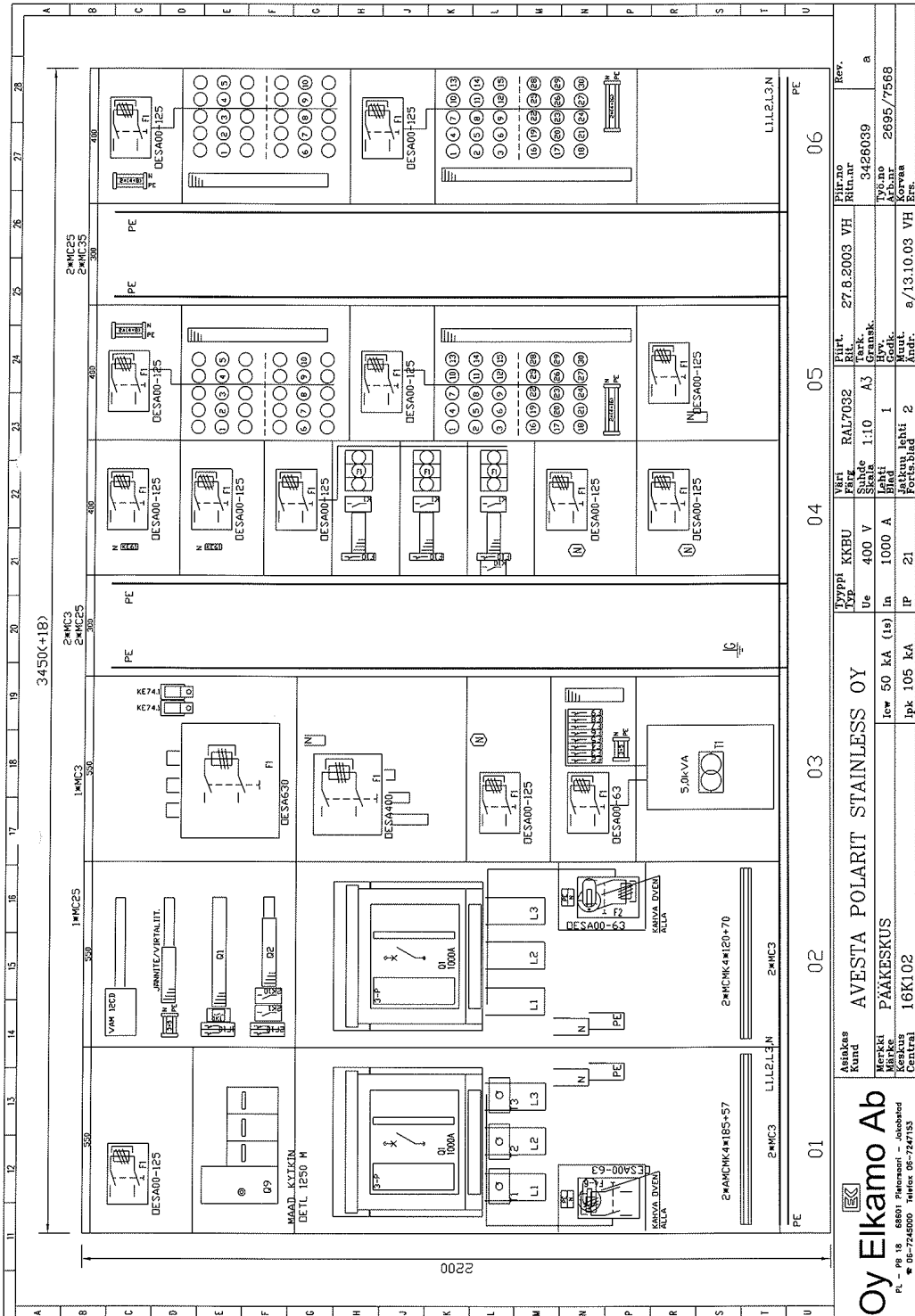
Wihuri Oy 2017c. Yritys. <http://www.tekninenkauppa.fi/yritys>. Viitattu 9.4.2017

## LIITTEET

- Liite 1. Jokivesipumppaamon pohjapiirros (3414930).
- Liite 2. Keskus 16K102 pääkaavio (mappi 8032/5).
- Liite 3. Katkaisija huoltoraportti.

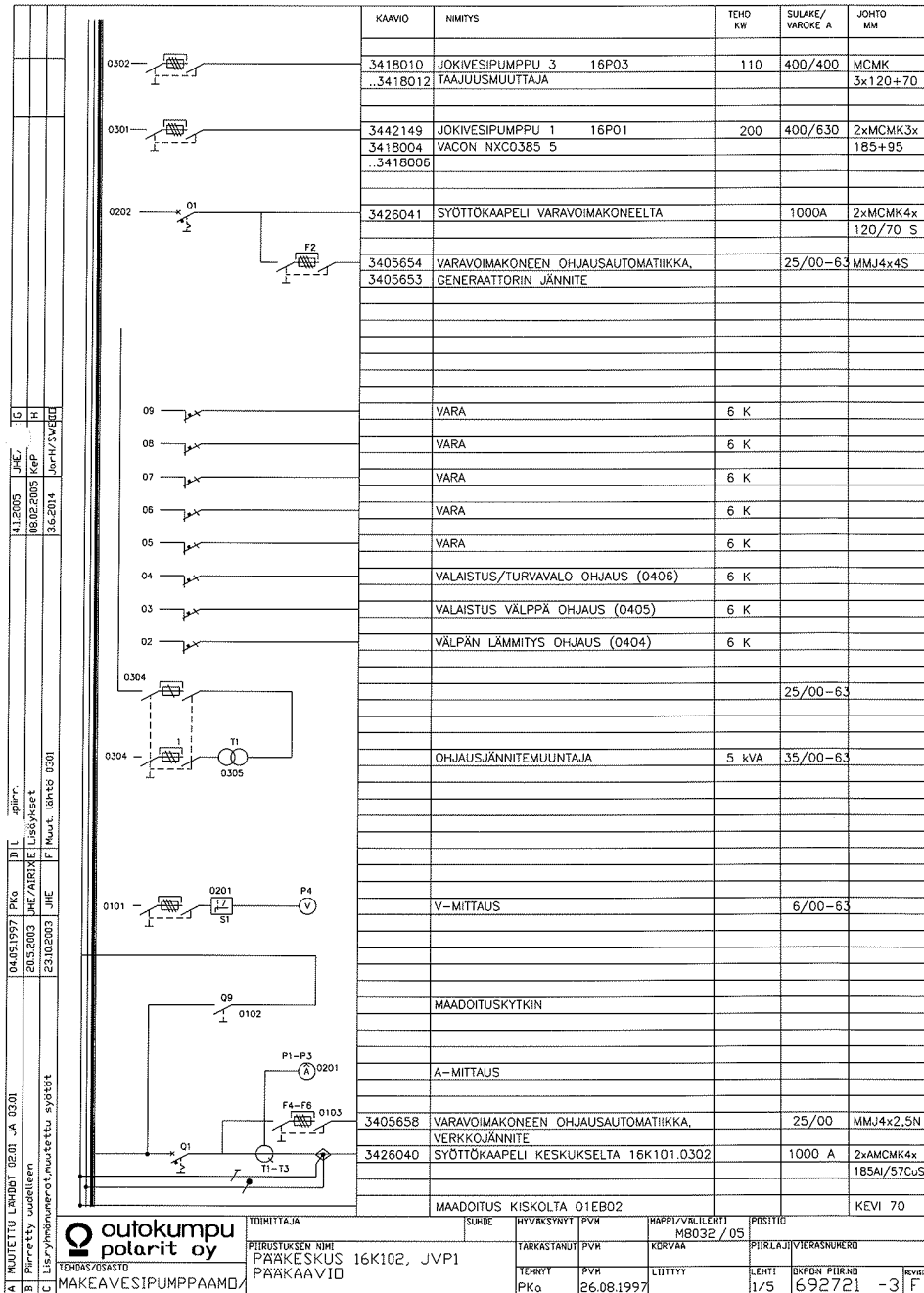


Liite 1. Keskuksen 16K102 pääkaavio 2/7



Asiakas Kund	AVESTA POLARIT STAINLESS OY		Typpi Type	KKBU	Väri Färg	RAL7032	Yht. Rit.	27.8.2003	VH	Yht. Rit.nr	3426039	Rev.	a
Merkki Märke	PÄÄKESKUS		Ue	400 V	Suhte Skala	1:10	A3	Yht. Rit.nr	3426039	Yht. Rit.nr	3426039	Yht. Rit.nr	a
Keskus Central	16K102		Iow	50 kA (1s)	Ia	1000 A	1	Yht. Rit.nr	3426039	Yht. Rit.nr	3426039	Yht. Rit.nr	a
			Ipk	105 kA	IP	21	2	Yht. Rit.nr	3426039	Yht. Rit.nr	3426039	Yht. Rit.nr	a

Liite 1. Keskuksen 16K102 pääkaavio 3/7



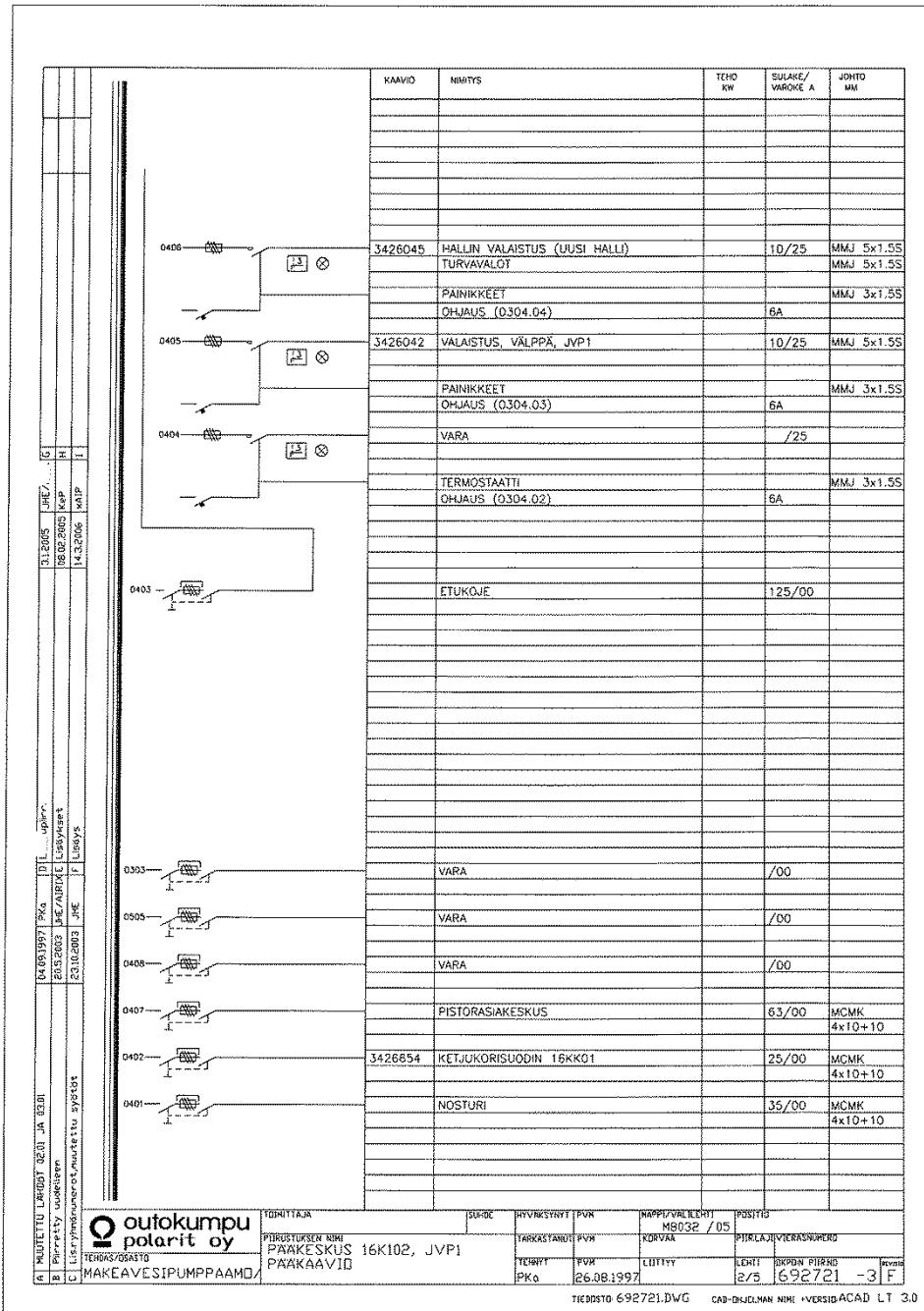
**outokumpu**  
**potarit oy**

TOIMITTAJA  
PIIRUSTUKSEN NIMI  
PÄÄKAAVIO  
KESKUS 16K102, JVP1  
PÄÄKAAVIO

SURBE	HYVÄKSYNYT	PVH	HAPPI/VÄLLEHTI	POSTITTO
TARKASTANUT	PVH	KORVAA	M8032 / 05	
TEKIJÄ	PVH	LIITTYY	PIIRILAJI	VIERASNUMERO
PKo	26.08.1997		1/5	SKFON PIIRIEN 692721 -3 F



Liite 1. Keskuksen 16K102 pääkaavio 4/7



**outokumpu** potarit oy

TEHDAS/OSASTO MAKEAVESIPUMPPAAMO

TYÖNITTAJA PIIRUSTUKSEN NIMI PÄÄKAAVIO

PIIRUSTUKSEN NIMI PÄÄKAAVIO 16K102, JVP1

PIIRITTEIJÄ M8032 / 05

VARASTANTO PVM KORVAA

TEHTY PVM LUOTTY

LEHTI KIRJON PÄIVÄ

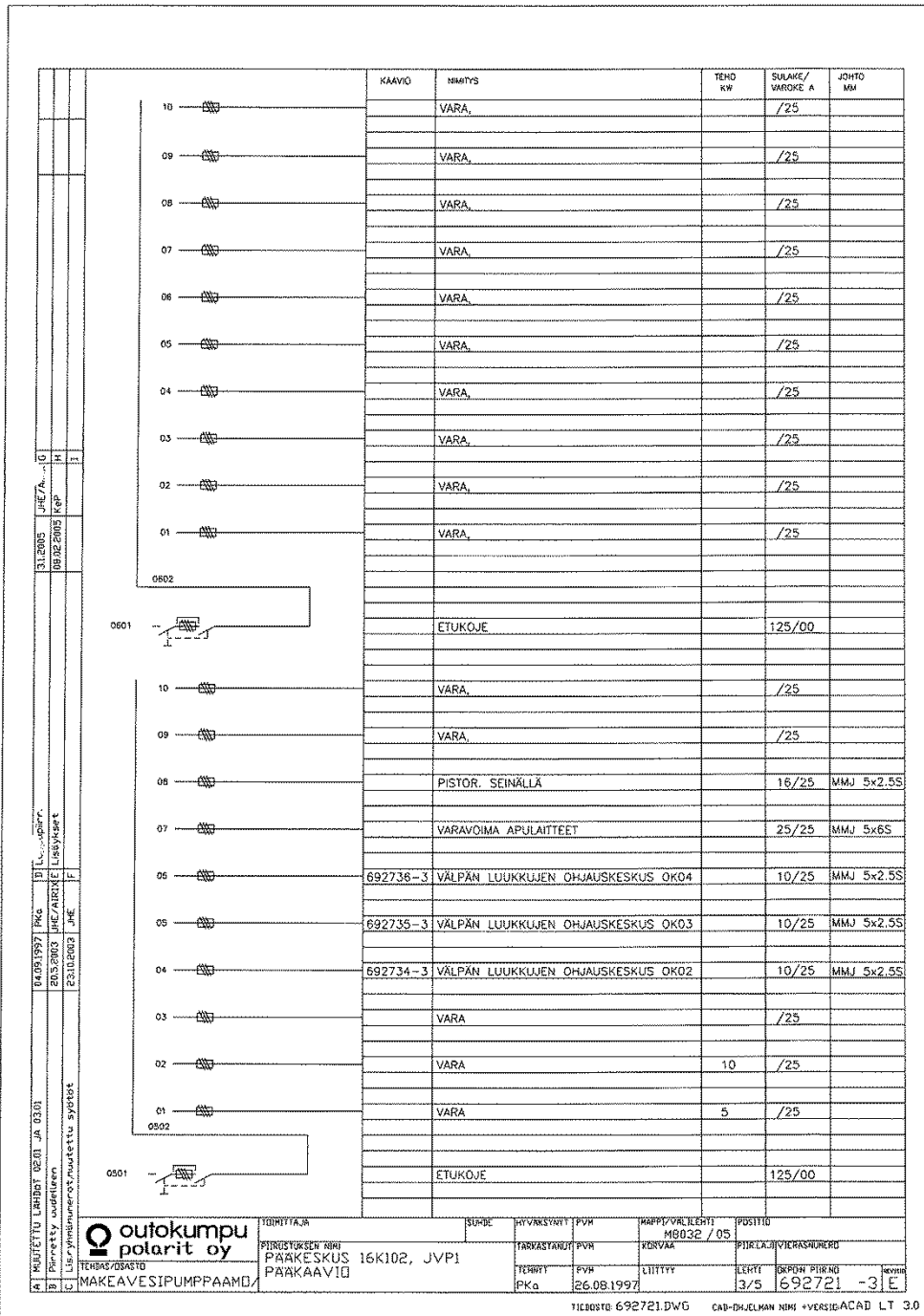
PKo 26.08.1997

LEHTI 2/5

692721 -3 F

TIEBOSTO 692721.DWG CAD-DRAWING NIMI: IVERSIBACAD LT 3.0

Liite 1. Keskuksen 16K102 pääkaavio 5/7

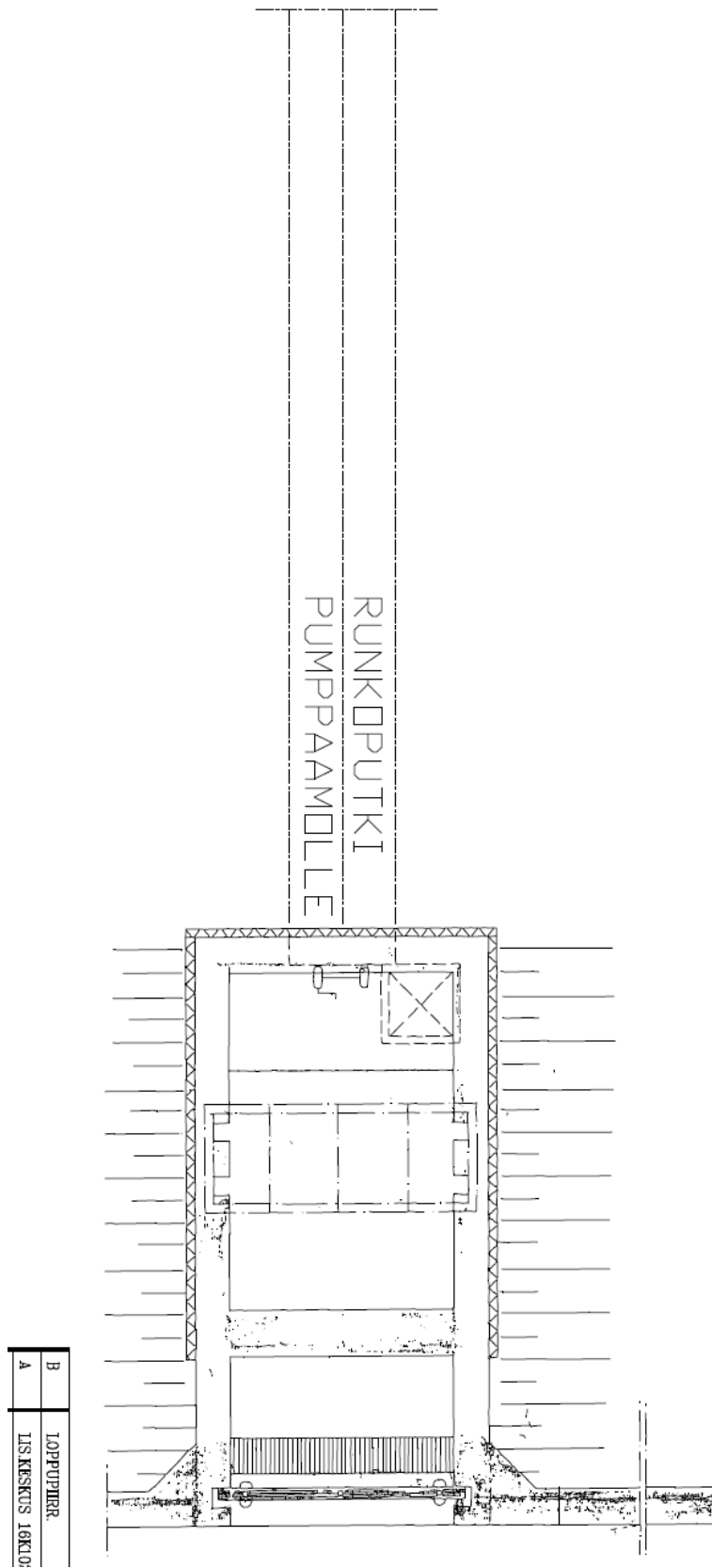








Liite 2. Jokivesipumppaamon pohjapiirros.



Liite 3. Katkaisijan huoltoraportti.



ABB Oy, Low Voltage Systems

Ilmakkaisija  
pienjännite

Työ n:o Pöytäkirja n:o 1

Asiakas	<b>Tornion Voima</b>	Sähköasema	<b>16K102</b>
		Sähkötila/kenno	<b>0202</b>
Osoite	<b>Tornio</b>	Laitteen laji/merkki	<b>NW10 H1</b>
		Valm.n:o/vuosi	<b>20012410100045</b>
Yhteyshenkilö		Ohjaimen laji/merkki	<b>micrologic 5.0 A</b>
	<b>Janne Koppari</b>	Valm.n:o/vuosi	<b>33072BA</b>
Puh.		Valmistaja	<b>M&amp;G</b>
Toimenpide	Tarkastava huolto <input checked="" type="checkbox"/>	Perushuolto <input type="checkbox"/>	Modifiointi <input type="checkbox"/>
	Mittaus <input checked="" type="checkbox"/>	Korjaus <input type="checkbox"/>	Relekoestus <input checked="" type="checkbox"/>

Ohjain vivustoineen:	Tehty	Katkaisuosat:	Tehty	Huom!
-toiminnan tarkistus	<input checked="" type="checkbox"/>	-koskettimien kunnan tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-vapaakytkimen tarkastus (mallista riippuen)	<input type="checkbox"/>	-sammutuskammioiden tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-apukoskettimien tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	-joustavien liityntöjen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-kuluneiden osien vaihto (tarpeen mukaan)	<input type="checkbox"/>	-kuluneiden osien vaihto (tarpeen mukaan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-iskunvaimentimien tarkastus	<input type="checkbox"/>	-ulkoisen tarkastus (eristimet, liitännät)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-puhdistus ja voitelu	<input checked="" type="checkbox"/>	-ulkoisen puhdistus (tarpeen mukaan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-laskijalaitteen lukema =				

MITTAUKSET:		L1	L2	L3	N
-sähköiset mittaukset	Ylmenovastus:	ennen = 14 $\mu\Omega$	= 23 $\mu\Omega$	= 15 $\mu\Omega$	= $\mu\Omega$
		jälkeen = 10 $\mu\Omega$	= 16 $\mu\Omega$	= 14 $\mu\Omega$	= $\mu\Omega$

-magneettien toiminta:	1-magneetti	Un= 110 VDC	toimii = VDC (80% Un)
	1-0-magneetti	Un= 110 VDC	toimii = VDC (80% Un)
	Ailjännitemagneetti	Un= VDC	vetää = VDC päästää = VDC
-kiinnilyöntijousien viritysmoottori		Un= 110 VDC	I= A

Suojarele: tyyppi: **LSI** Nimellisvirta: **1000**

L-Taso (Ylikuormitussuojaus)

Laukaisuvirta I1 ( x In )	Laukaisuaika t1 [s]	Laukaisukäyrä	Testattu napa	Huom.
0,5	8,0	$I=Kt^{\alpha 2}$		
Testivirta ( x In )	laukaisuaika (laskennallinen)	laukaisuaika (mitattu)	Testitulos	Huom.
833A		120,93s		

S-Taso (Selektiivinen oikosulkusuojaus)

Laukaisuvirta I2 ( x In )	Laukaisuaika t2 [s]	Laukaisukäyrä	Testattu napa	Huom.
2	0,2	$I=Kt^{\alpha 2}$		
Testivirta ( x In )	laukaisuaika (laskennallinen)	laukaisuaika (mitattu)	Testitulos	Huom.
8000A		0,154s		

I-Suojaua (Hidastamaton oikosulkusuojaus)

Laukaisuvirta I3 ( x In )			Testattu napa	Huom.
15				
Testivirta ( x In )	laukaisuaika (laskennallinen)	laukaisuaika (mitattu)	Testitulos	Huom.
18750A		0,038s		

MUUTA:

Kuntoluokitus: Hyväkuntoinen  Pientä puutteita/alkavia vikoja  Vaatii jatkoimenpiteitä Suorittaja **Kimmo Kuusisto**

Pvm. 20.2.2017

ABB OY, LVS Field Service

Puh +358 10 2211

ewunimi.sukunimi@n.abb.com