

TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN TOIMIALA

Sähkötekniikka

Sähkövoimatekniikka

INSINÖÖRITYÖ

**TOIMISTORAKENNUKSEN JA LÄÄKEVARASTON
SÄHKÖNSYÖTTÖ KRIISITILANTEESSA**

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| Työn tekijä: | Ismo Korhonen |
| Työn valvoja: | Tapio Kallasjoki |
| Työn ohjaajat: | Ari Maaninen |
| | Jouni Sotkasiira |

Työ hyväksytty: __. __. 2008

Tapio Kallasjoki
lehtori



ALKULAUSE

Tämä insinöörityö ”Toimistorakennuksen ja lääkevaraston sähkönsyöttö kriisitilanteessa” on tehty Tamro Oyj:n Vantaan yksikössä, jossa kirjoittaja on ollut kesätyössä sähköasentajana vuonna 2005. Työntilaaaja on YIT Oyj, jolle Tamro Oyj on ulkoistanut kiinteistön ylläpitopalvelut.

Kiitän saamastani tuesta ja kannustuksesta työn valvojaa sähkötekniikan lehtori Tapio Kallasjokea, työn ohjaajina toimineita tietohallintojohtaja Ari Maanista ja sähkökäytönjohtaja Jouni Sotkasiiraa sekä asiantuntevista neuvoistaan sähköasentaja Toivo Korhosta.

Lisäksi kiitän haastatteluihin osallistuneita logistiikkajohtaja Markku Juholaa ja logistiikan aluejohtaja Timo Lehtimäkeä.

Insinöörityön julkisesta versiosta on Tamro Oyj:n pyynnöstä jätetty liitteet pois.

Keravalla 23.04.2008

ISMO KORHONEN

INSINÖÖRITYÖN TIIVISTELMÄ

| | |
|---|---|
| Tekijä: Ismo Korhonen | |
| Työn nimi: Toimistorakennuksen ja lääkevaraston sähkönsyöttö kriisitilanteessa | |
| Päivämäärä: 23.4.2008 | Sivumäärä: 25 s. + 7 liitettä |
| Koulutusohjelma: Sähkötekniikka | Suuntautumisvaihtoehto: Sähkövoimatekniikka |
| Työn valvoja: lehtori Tapio Kallasjoki | |
| Työn ohjaajat: Ari Maaninen / Jouni Sotkasiira | |
| <p>Tämän insinöörityön kohteena on Tamro Oyj:n Vantaalla sijaitseva varasto- ja toimistorakennus Tamrotalo. Työn tarkoituksena on laatia ohjeistus sähkölaitteistoihin kohdistuvista toimenpiteistä siinä tapauksessa, että sähköjakelu on katkennut valtakunnanverkon osalta, eli sähkönsyöttö Vantaan Energian sähköverkossa on poikki.</p> <p>Työssä tutkitaan kiinteistön nykyisen sähköverkon tilanne varmennetun verkon kannalta mittaamalla kuormituksia, haastatteleamalla sekä kartoittamalla sähköjakeluverkosto. Saatujen tietojen perusteella pyritään tutkimaan onko mahdollista osittain vähentää kuormitusta tai onko tarvetta kytkeä lisää laitteita varmennettuun verkkoon. Näiden tietojen pohjalta laadittiin toimintaohje huoltohenkilökunnalle, jonka avulla on tarkoitus saattaa kiinteistö toimintakuntoiseksi sähkökatkosten aikana.</p> <p>Lopussa on esitetty parannusehdotuksia, joilla kiinteistön toimivuutta pystyttäisiin vahvistamaan. Lisäksi on huomioitu tutkintavaiheessa ilmenneitä epäkohtia kiinteistön sähkönsyötöissä.</p> | |
| Avainsanat: Nobreak, kriisitilanne, katkeamaton sähkönsyöttö | |

ABSTRACT

Name: Ismo Korhonen

Title: Power Supply during Energy Shortage in Office and Warehouse Buildings

Date: 23.4.2008

Number of pages: 25 + 7 attachments

Department: Electrical Engineering

Study Programme: Power systems

Instructor: Tapio Kallasjoki

Supervisors: Ari Maaninen / Jouni Sotkasiira

This study was carried out for Tamro corporation's warehouse and office building Tamrotalo located in Vantaa. The purpose of this study is to compile instructions on the measures to be taken regarding the electrical equipment in the building, when a power shortage occurs in the national power grid.

The present state of the building's distribution of electricity is studied in this work by measuring, interviewing and surveying the distribution network. Based on the findings, this work then explores whether it is possible to cut down the power supply or if it is necessary to increase it instead. After the research is completed, a set of instructions has been drafted with the aim to help the maintenance staff direct electrical power to the systems needed to support ordinary activity in the corporation during a power shortage.

To finish with, some improvement suggestions to increase the functionality of the building's electrical network are provided.

Keywords: Nobreak, energy crisis, uninterruptible power supply

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

| | | |
|----------|---------------------------------------|-----------|
| 1 | JOHDANTO | 1 |
| 2 | TAMROTALON SÄHKÖNSYÖTTÖ | 2 |
| 2.1 | Suurjännitekojeisto | 3 |
| 2.2 | Varmennettu sähkönsyöttö | 3 |
| 2.3 | Varavoimakone | 4 |
| 2.3.1 | <i>Generaattori</i> | 4 |
| 2.3.2 | <i>Takatehorele</i> | 5 |
| 2.3.3 | <i>Tahdistus</i> | 6 |
| 2.4 | Katkeamaton sähkönsyöttö | 7 |
| 3 | NYKYINEN KUORMITUS | 9 |
| 3.1 | Ylätalo | 9 |
| 3.2 | Alatalo | 11 |
| 3.3 | Varasto | 11 |
| 3.4 | Henkilöturvallisuus | 13 |
| 3.4.1 | <i>Poistumistievalaisimet</i> | 13 |
| 3.4.2 | <i>Paloturvallisuus</i> | 13 |
| 3.4.3 | <i>Kulunvalvonta</i> | 14 |
| 3.4.4 | <i>Väestönsuoja</i> | 14 |
| 3.5 | ATK-konesalit | 15 |
| 3.6 | Tietoliikenneyhteydet | 16 |
| 3.7 | Henkilöhissit | 16 |
| 3.8 | Käyttö- ja jätevesi | 16 |
| 4 | TOIMENPITEET KRIISITILANTEESSA | 17 |
| 4.1 | Muuntamo | 17 |
| 4.2 | Varavoimakone | 17 |
| 4.3 | Hissit | 18 |
| 4.4 | Pää- ja nousukeskukset | 18 |
| 4.5 | Paluu normaalitilanteeseen | 19 |
| 5 | PARANNUSEHDOTUKSIA | 20 |

| | | |
|-----------------|---|-----------|
| 5.1 | Lisäyksiä nykyiseen kuormitukseen | 20 |
| 5.1.1 | <i>Kylmätilat</i> | 20 |
| 5.1.2 | <i>Trukkien latauspisteet</i> | 21 |
| 5.1.3 | <i>Toimistotilojen katkeamaton syöttö</i> | 21 |
| 5.1.4 | <i>Toimistotilojen valaistus</i> | 22 |
| 5.1.5 | <i>Väestönsuojat</i> | 22 |
| 5.2 | Nykyisestä poistettavia kuormituksia | 22 |
| 5.3 | Kuormien tasauksia | 22 |
| 6 | YHTEENVETO | 23 |
| | VIITELUETTELO | 25 |
| LIITTEET | (vain tilaajan käyttöön, ei sisälly kirjalliseen raporttiin) | |
| LIITE 1 | 20kV:n verkkokartta | |
| LIITE 2 | Pääkeskushuoneen sähkönjakelu | |
| LIITE 3 | Varavoimakoneen tiedot | |
| Liite 4 | UPS-laitteiston varaus | |
| Liite 5 | Nykyinen kuormitus | |
| Liite 6 | Nousujohtokaaviot | |
| Liite 7 | Toimintaohje | |

LYHENNELUETTELO

Keskuksien yhteydessä käytetyt lyhenteet

| | |
|---------|---|
| MX | Muuntaja, X:n paikalla numero |
| PKX | Pääkeskus, X:n paikalla numero |
| UPS | Uninterruptible Power System, katkeamattoman sähkönsyötön järjestelmä |
| Nobreak | UPS-järjestelmän ja varavoiman perään kytketty kojeisto |
| KSK | Kierrätysilmakone |
| VV | Varavoima |
| RK | Ryhmäkeskus |
| NK | Nousukeskus |
| PK | Pääkeskus |
| VAK | Valvonta-alakeskus |

Keskuksien numeroinnissa on käytetty seuraavaa kaavaa:

RK X.Y.ZZ , jossa kirjainten paikalla olevat numerot tarkoittavat:

X: kiinteistön osa

1.ylätalo

2.varastolaajennus

3.varasto saneeraus

4.alatalo

Y: kerros numero

ZZ: juokseva numero

1 JOHDANTO

Tamro-konserni on Pohjoismaiden johtava lääketukkukauppa, jolla on apteekkitoimintaa Norjassa, Latviassa, Liettuassa, Virossa ja Puolassa. Konserni toimii Pohjoismaissa, Baltiassa, Puolassa ja vähemmistöosuuden kautta Venäjällä.

Tamron keskimääräinen markkinaosuus lääkkeiden tukkumyynnistä Pohjoismaissa on noin 54 %. Tamro kuuluu kansainväliseen Pheonix-konserniin. Tamron liikevaihto oli 2006/07 tilikaudella 5,4 miljardia euroa ja yritys työllistää 4 700 henkilöä. Tamro Suomessa on noin reilu 300 työntekijää, ja yrityksen liikevaihto on 1041 miljoonaa euroa.

Työn kohteena on Tamro Oyj:n Vantaalla sijaitseva varasto- ja toimistorakennus Tamrotalo, joka valmistui vuonna 1991. Tamro on lääketukkukaupan markkinajohtaja Suomessa. Tamro toimittaa lääkkeitä kaikkiin Suomen apteekkeihin, sairaaloihin, terveyskeskuksiin sekä muihin terveydenhuollon yksiköihin. Tamrolla on siis tärkeä rooli lääkehuollon ketjussa ja se toimii linkkinä lääkkeiden valmistajien ja apteekkien välillä. Päätoimipiste sijaitsee Vantaalla, missä myös varastoidaan lääkeyritysten tuotteita. Tamrolla on myös kaksi muuta jakelukeskusta, jotka sijaitsevat Tampereella ja Oulussa.

Useilla kylmässä säilytettävillä lääkkeillä on tarkat lämpötilarajat, joskus jopa 6 lämpöasteen skaalalla. Tästä johtuen kyseisissä säilytystiloissa ei voida suvaita useita tunteja kestäviä sähkökatkoksia. Myös tietojärjestelmiä on tarve suojata sähkökatkosten varalta.

Työn tarkoituksena on laatia ohjeistus sähkölaitteistoihin kohdistuvista toimenpiteistä siinä tapauksessa, että sähkönjakelu on katkoksissa valtakunnanverkon osalta, eli sähkönsyöttö Vantaan Energian sähköverkossa on poikki ennalta määrittelemättömän ajan (kriisitilanne).

Työssä tutkitaan kiinteistön nykyinen sähköverkon tilanne varmennetun verkon osalta. Työ on suoritettu mittaamalla kuormituksia, haastatteleamalla yrityksessä työskenteleviä henkilöitä sekä kartoittamalla sähkönjakeluverkon kattavuus. Saatujen tietojen perusteella pyritään tutkimaan, onko mahdollista osittain vähentää kuormitusta tai onko tarvetta kytkeä lisää laitteita varmennettuun verkkoon. Näiden tietojen pohjalta laaditaan ohjeistus, jotta

toimintaa pystytään jatkamaan. Mahdollisuuksien mukaan sähkö jaetaan toiminnan kannalta tärkeille laitteille ja tietoliikenneväylien ylläpitoon. Laitteet ja muu sähkökuorma, jotka eivät ole merkittävässä roolissa joudutaan siis ajamaan alas. Tällaisina voidaan pitää esimerkiksi joidenkin tilojen lämmitystä tai ilmastointia. Myös suuri osa valaistuskuormasta kytketään pois.

Kriisitilanne voi syntyä esimerkiksi Vantaan Energialta tulevien syöttökaapeleiden katkeamisesta tai sähkölaitteen vikaantumisesta toisessa päässä sähkönsyöttöä. Kriisitilanteeseen voivat johtaa myös maanlaajuiset sähkökriisit. Esimerkiksi vuoden 2008 alussa Olkiluodon ydinvoimalaitoksella jouduttiin ajamaan toinen reaktori alas. Tällöin ajetaan tietysti teollisuuslaitokset ensimmäisenä alas, mutta on aina mahdollista, että Tamro-talon syötöt ovat hetkellisesti pois tai käytettävää tehoa joudutaan laskemaan.

Tässä työssä tutkitaan vain Vantaalla sijaitsevan keskusvaraston mahdollisuutta toimia oman talon sisäisessä jakeluverkossa kriisitilanteen aiheutuksessa. Tämän pohjalta laaditaan toimintaohje kiinteistön huoltohenkilöstölle, jonka pohjalta pystytään varmistamaan toiminnan kannalta tärkeiden laitteiden sähköistys mahdollisimman nopeasti ja oikealla tavalla. Työssä ei puututa laitteistojen releasetteluihin, jos niissä ei ilmene virheellistä asettelua.

2 TAMROTALON SÄHKÖNSYÖTTÖ

Tamro-talon pääsähkönjakelun 20kV:n syöttö tulee kahdelta eri suunnalta Vantaan Energian sähkönjakeluverkosta (M98 Papyrys ja M1058 Rautakirja). Vantaan Energian jakeluverkko on varmennettu rengassyöttö, jolloin sähkönsyöttö ei katkea vaikka toisessa kaapelissa tai muuntamossa aiheutuisikin häiriötä. Jakeluverkosta on kaavakuva liitteessä 1.

Syöttö jakaantuu kolmelle 1000kVA:n muuntajalle M1, M2 ja M3, joista kukin syöttää omaa pääkeskustaan PK1, PK2 ja PK3. Pääkeskusten syötöt on jaettu talon eri osille: PK1 syöttää varastoa ja alataloa, PK2 syöttää laitteita ja tiloja, jotka ovat varmennettu varavoimakoneella ja PK3 syöttää Tamrotalon toimisto-osaa. Tamrotalon normaalitilanteen sähkönsyöttö on esitetty liitteessä 2 sivulla 1.

Varmennettuun sähkönsyöttöön kuuluvat kaikki kylmätilat, joissa säilytetään kylmässä säilytettäviä lääkkeitä, Nobreak -keskukset ja suurin osa hisseistä. Nobreak-keskuksilla syötetään myös ATK-laitehuoneita.

Nobreak-keskukset ovat katkeamattoman sähköverkon piirissä ja akkuvarmennettu UPS-laitteistolla, jonka nimellisteho on 200 kVA . Talossa on myös varavoimakone nimellisteholtaan 500 kVA.

Koska varavoimakoneen nimellisteho on huomattavasti pienempi kuin muuntajien yhteisteho, joudutaan kohteessa säännöstelemään sähkönjakelua vain niihin kohteisiin, joissa sähköistys on välttämätön toiminnan jatkumisen kannalta.

Muuntamo, pääkeskukset, varavoimakone sekä UPS -laitteistot sijaitsevat Ylätalon (toimistotilojen) ja varaston välisen yhdyskäytävän alueella alimassa kerroksessa.

2.1 Suurjännitekojeisto

Tamrotalon kellarikerroksessa sijaitsee oma muuntamo ja suurjännitekojeisto, johon kuuluu kolme eri muuntajaa ja 20 kV:n kojeisto. Suurjännitekojeistoa ei ole tarpeen tarkastella, koska se ei ole työn kannalta oleellinen. Tämä johtuu siitä, että varavoimaa ei syötetä suurjännitekojeiston kautta ja työn tarkoituksena on tutkia tilannetta, jossa 20 kV:n kojeisto putoaa pois käytöstä.

2.2 Varmennettu sähkönsyöttö

Mahdollisesta sähkökatkoksesta aiheutuisi suuria haittoja lääkejakelulle, joka saattaisi myös näkyä esimerkiksi sairaaloiden tai apteekkien toiminnassa. Tämän takia osassa kiinteistöä tärkeimpiä kohteita on suojattu sähkökatkoksilta katkeamattoman sähkönsyötön avulla tai kytkemällä niitä varavoiman taakse.

Elektroniset ja yleisesti sähkökatkoksilta herkät kojeistot kuten ATK-palvelimet ja osa kulunvalvonta-järjestelmästä kuuluvat katkeamattoman sähkönsyötön piiriin. Laitteet, joita tarvitaan liiketoiminnan (esim. tietoliikenne) jatkamiseen katkoksen aikana, on varmistettu varavoimakoneen syötön avulla.

Seuraavassa kappaleessa on käsitelty kiinteistössä olevaa varmennetun sähkönsyötön kojeistoa.

2.3 Varavoimakone

Käyttövarmuus dieselvarmistetun verkon kuorman kannalta katsoen ilmenee siinä, onko laadultaan sopivaa sähköä jatkuvasti saatavilla. Käyttövarmuuden parantamiseksi voidaan tehdä toimenpiteitä, joihin vaikuttavat erilaiset vaatimukset ja säädökset. Käyttövarmuustasolle asetettava vaatimus riippuu siitä minkä verran dieselvarmistettuun sähkönsyöttöön kannattaa investoida. Tässä tulee tarkastella miten laajoja vahinkoja aiheutuu, jos toiminta keskeytyy sähköhäiriöön. Vahingot voivat olla joko taloudellisia tai niihin saattaa liittyä henkilöturvallisuusriski. Tässä kohteessa taloudellista vahinkoa aiheuttaa esimerkiksi ATK -palvelimilla olevien tiedostojen tuhoutuminen. /7 s. 25/

Kiinteistössä on varavoimakone, jonka dieselkoneella pyöritetään kolmivaiheinduktiogeneraattoria. Generaattorilta sähkö syötetään varavoimakonepääkeskuksen (VVPK 1) generaattorikytkimen kautta PK2:lle kennoon 06A (liite 2 sivu 2).

Normaalitilanteessa kytkimet Q1 ja Q3 ovat kiinni, jolloin sähkönsyöttö varavoiman perässä oleville kojeistoille kulkee generaattorikatkaisijan lävitse takaisin PK2:n kennoon 06A. Kun normaali sähkönsyöttö katkeaa, generaattorikatkaisija aukaisee kytkimen Q1 ja sulkee kytkimen Q2, jolloin dieselmoottorin käynnistyttyä generaattori alkaa syöttää sähköä varmennetun sähkönsyötön piirissä oleviin laitteisiin. Samalla varavoimakone alkaa ladata UPS -laitteiston akustoa.

Liitteessä 3 olevassa taulukossa on selvitetty kiinteistössä olevan varavoimakoneen malli ja arvokilvestä otetut arvot.

2.3.1 Generaattori

Varavoimakoneen ja yleisen jakeluverkon virtapiirin rinnankäyttö tulee olla estetty saarekekäytössä. Vaatimus voidaan toteuttaa esimerkiksi käyttämällä käsin ohjattavan laitteiston syöttöpiirissä vaihtokytkintä, joka täyttää erotuskytkimelle asetetut vaatimukset. Mikäli vaihtokytkin toimii samalla pääkytkimenä, siinä on oltava myös auki asento. /1 s. 295/

Rinnankäytön esto on toteutettu generaattorikytkimen avulla. Normaali-tilanteessa on siis mahdotonta, että generaattori ja valtakunnan verkko syöttäisivät varmennettua verkkoa yhtä aikaisesti.

Varavoiman ohjauskeskuksessa (VVOK 1) oleva käyttötavan valintakytkin on normaalisti automatiikka-asennossa. Verkkojännitteen ollessa normaali on verkkokytkin kiinni, jolloin valtakunnanverkko syöttää laitteita. Verkkojännitteen laskettua noin 20 % (aseteltavissa 10-30%) tai katkettua 1-, 2-, 3-vaiheisesti avautuu verkkokytkin ja asetetun ajan n.10 sekunnin (aseteltavissa 0-20 s) kuluttua käynnistysmoottori saa käynnistysimpulssin omalta akustoltaan.

Dieselmoottorin käynnistyttyä syötönvaihtoautomatiikka avaa verkkokatkaisijan ja generaattorikytkin sulkeutuu. Kun jännite ja jaksoluku on saavuttanut oikean arvon siirtyvät varmennetun sähkönsyötön kuluttajat varavoimakoneen kuormaksi.

Mikäli käynnistys epäonnistuu, yrittää automatiikka käynnistää moottoria yhteensä kolme kertaa, jonka jälkeen tulee hälytys käynnistyshäiriöstä. /11 s. 2/

Kun verkon jännite on palautunut normaaliksi kaikissa vaiheissa ja pysynyt katkeamattomana kaksi minuuttia, tahdistuu varavoimakone verkkokontaktorilla. Verkkosten tahdistuttua ohjautuu generaattorikontaktori auki. Dieselmoottori käy tyhjäkäynnillä vielä noin kaksi minuuttia jälkikuumenemisen estämiseksi, jolloin moottorin tuulettimet jäähdyttävät moottoria. Mikäli jälkikäynnin aikana tapahtuu uusi häiriö verkkojakelussa, kytkeytyy kuorma välittömästi varavoimakoneelle. /7 s. 51/

2.3.2 Takatehorele

Takatehosuojaa käytetään yleisesti suurten generaattoreiden yhteydessä voimakoneessa sattuvien vakavien häiriöiden varalta, jotka estävät voimakoneen tehonannon generaattorille. Tällainen vakava vika ilmenee sähkötehon suunnan muuttumisena generaattorin ja verkon välillä, ja se voidaan havaita takatehoreleellä. Rele erottaa generaattorin verkosta tehon siirtyessä verkosta generaattoriin päin.

Generaattori ei siis saa jäädä pyörittämään dieselkonetta, koska sylintereiden suuri vastapaine aiheuttaa akselille suuria mekaanisia rasituksia. Jos

generaattori kytketään vahingossa jännitteiseen verkkoon pysähtyneenä ollessaan, avaa takatehorele viiveettä katkaisijan muuntajan yläjännitepuolella. Ilman nopeaa katkaisua generaattorin laakeri on vaarassa tuhoutua.

Koska generaattoria verkkoon tahdistettaessa usein esiintyy ohimenevää lievää takatehoa, ei takatehorele saa olla viritettynä niin herkäksi, että se tällaisessa tilanteessa aiheuttaisi katkaisun ja pilaisi tahdistuksen. Myös verkon tehojen heilahdellessa on releen oltava riittävän hidas turhien katkaisujen välttämiseksi. Kiinteistöissä käytettävän Selcon-takatehoreleen T2000 asette-
luarvo takateholle on 8 % kokonaiskuormasta. Tässä on myös otettu huomioon hetkelliset takatehopiikit asettamalla aikaviiveeksi 10 sekuntia. /3 s. 165/

2.3.3 Tahdistus

Generaattorin verkkoon tahdistamisella tarkoitetaan tahtigeneraattorin kytkemistä katkaisijalla verkkoon siten, että virta- ja tehomuutokset ovat kohtuullisen pieniä. Generaattorin tahdistin valvoo, että generaattorin napajännitteen ja verkon jännitteen suuruus- ja vaihe-ero sekä generaattorin ja verkon taajuusero ovat asetelluissa rajoissa. Generaattorin taajuuden on oltava kytkentähetkellä sama tai hieman verkon taajuutta suurempi, jottei merkittävästi esiintyisi haitallista takatehoa.

Generaattoreiden kierrosnopeutta voidaan säätää motorisoiduilla potentiometreillä, joita ohjataan taulussa olevilla kytkimillä. Tahdistettaessa generaattori verkkoon, säädetään generaattorin taajuus vastaamaan valtakunnanverkkoa. Tahdistusta pystyy seuraamaan synkronoskoopista, joka näyttää pyörimisnopeuden eron. Synkronoskoopin viisarin pyöriessä myötävään tahdistettavan generaattorin pyörimisnopeus on liian suuri ja vastavasti viisarin pyöriessä vastapäivään on pyörimisnopeus liian pieni.

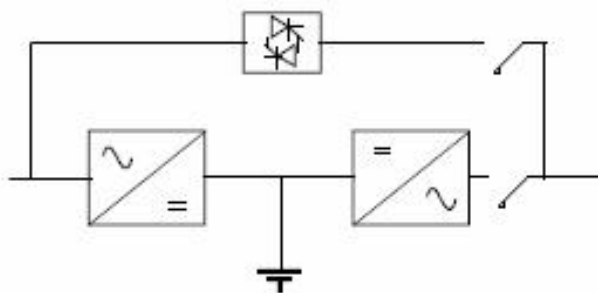
Kohteessa generaattorin tahdistus verkkoon on automatisoitu, mutta pyörimisnopeutta on myös mahdollista säätää manuaalisesti asteittain säätökytkimestä. Tahdistus säädetty oikein, kun synkronoskoopin pyörimisnopeus on riittävän hidasta. Tällöin vielä pitää tarkastaa, että kiskoston jännite vastaa tahdistettavan generaattorin jännitettä. Tämän jälkeen voidaan generaattorin katkaisija ohjata kiinni. /3 s. 350/

2.4 Katkeamaton sähkönsyöttö

Koska kuormitettavan laitteiston toiminta halutaan turvata kaikissa olosuhteissa ja koska generaattorin käynnistymiseen menee muutamia sekunteja, on käytettävä katkeamattoman sähkönsyötön järjestelmää. Vaikka UPS-järjestelmää ei ole rajoitettu minkään tietyn tyyppisten laitteiden suojeluun, käytetään järjestelmää yleisesti suojelemaan tietokoneita, teleliikennelaitteistoa tai muuta elektronista laitteistoa, jossa lyhytkin odottamaton sähkönsyötön katkos saattaisi aiheuttaa tiedostojen tuhoutumista tai haitata liiketoimintaa.

UPS -laitteelle voidaan asettaa yleisesti kaksi päätehtävää; parantaa verkkosähkön laatu ko. kuormitukselle riittäväksi ja antaa kaksi sähkönsyöttölinjaa, pääsyöttölinja ja varasyöttölinja eli ohituslinja. Varasyöttölinjaa käytetään mikäli pääsyöttölinja on poikki. Esimerkiksi jos UPS-laite on rikki niin sähkönsyöttö siirtyy staattiselle ohitukselle.

Kohteessa käytettävä Powerwaren 9370 nimellisteholtaan 200 kVA:n UPS-laitteisto on staattisista komponenteista valmistettu tehoelektroniikan laite, joka akkujensa turvin takaa katkottoman sähkönsyötön kriittiselle kuormalle.



Kuva 1 Kaksimuunnostekniikka

Kiinteistön laitteistossa on käytetty hyväksi kaksimuunnostekniikkaa. Normaali tilanteessa kaksimuunnostekniikan on-line UPS:ssa koko sähköteho tasa-suunnataan ja vaihtosuunnataan eli lähtöjännite on kokonaisuudessaan vaihtosuuntaajan muodostama. Akusto pidetään puskuvarauksessa ja on heti valmis syöttämään vaihtosuuntaajaa kun tasasuuntaaja pysähtyy. Ylikuormitus- tai UPS:n vikatilanteissa kuorma siirtyy katkotta elektronisen ohituskytkimen kautta verkkosyötölle ja palaa takaisin vaihtosuuntaajan syötölle tilanteen palaututtua normaaliksi.

Etuina ovat lähtöjännitteen täydellinen ohjaus ja hyvä suodatus verkkojännitteen häiriöille. Haittoina tässä tekniikassa ovat häviöt sekä harmonisten yliaaltojen muodostaminen tuloverkkoon. /10 s. 30/

Akustona UPS-laitteessa käytetään suljettuja akkuja. Kyseiset akut ovat yleistyneet parempien purkausominaisuuksiensa ansioista lyhyillä purkausajoilla, jotka UPS-käytöissä yleensä ovat 5 - 30 minuuttia.

Akustojännite laitteessa on 400 VDC. Käytettäessä 400 VDC jännitettä ei tarvita vaihtosuuntaajassa jännitteenkorotusmuuntajaa ja tällöin myös häviöt jäävät pienemmiksi. Akusto pidetään puskuvarauksessa ja se on heti valmis tarvittaessa syöttämään vaihtosuuntaajaa.

Kohteen akustosta ei löytynyt dokumentointia eikä itse akuissakaan ole tietoa akuston tyypistä. Kuitenkin vanhasta testauksesta saatiin selville, että akuston purkausaika on 30 minuuttia 125 kVA:n ja 185 A:n kuormituksella. Molempien mittausten tulokset otettiin UPS-laitteiston omalla mittaristolla. Käyttämällä kaavaa 1 saadaan tietoon akuston varaus amperitunteina:

$$(1) \quad T = \frac{C}{I^{1,1}} \quad (\text{Peukertin kaava})$$

, jossa T on akuston purkausaika tunteina

C on akun kapasiteetti [Ah]

I on kuormitusvirta

Lasku on esitetty tarkemmin liitteessä 4. Tulosten perusteella nykyistä 132 kW:n kuormitusta voidaan siis pitää yllä hieman yli puoli tuntia. Ottaen huomioon laitteen nimellisteho ja siihen vaikuttava tehokerroin 0,92; maksimikuormitus nykylaitteistolle on 182 kW. UPS:n kapasiteetista on siis käytössä on noin 72 %.

3 NYKYINEN KUORMITUS

Tamrotalon kokonaiskuormitus on mitattu käyttämällä pääkeskus PK2:n varavoimaosan omaa mittaristoa. Kuormat mitattiin myös PK2:n lähdeistä käyttämällä Fluken pihtiampeerimittaria. Mittaustuloksen erossa tulee huomata, että PK2:n oma mittaristo mittaa myös UPS-laitteiston kuorman. Mittaus tehtiin normaalin kuormituksen aikaan alkaen klo 10.15.

Kiinteistö on jaettu alueellisesti kolmeen eri osaan. Ylätalo eli uusi toimisto-osa käsittää kiinteistön pohjoisosan yhdeksän kerroksisen toimistorakennuksen, jossa on yksi kellarikerros, seitsemän toimistokerrosta ja konehuone ylimmässä kerroksessa. Alatalo eli vanha toimisto käsittää varaston yhteyteen rakennetun 5-kerroksisen toimistorakennuksen, jossa on 4 toimistokerrosta ja kellarikerros. Varastoon kuuluvat kaikki varastointitilat; kylmävarastot, korkea- ja matalavarastot. Lisäksi varaston itäpäädyssä on toisessa kerroksessa toimistotiloja. Yleisesti kiinteistössä sähkökatkoksen aikana ilmastointi jää pois.

3.1 Ylätalo

Uudessa toimistorakennuksessa jokaiseen toimistokerrokseen on toimitettu B- ja C-rappujen läheisyyteen kumpaankin rappuun kaksi varavoimaverkossa olevaan keskusta. Keskukset on merkitty tunnuksilla VVRK ATK ja VVRK. (Liite 6, sivu 1.)

VVRK -keskukset syöttävät ainoastaan oman kerroksensa käytävävalaistuksia, toimistojen valaistusta ei ole varmennettu. Tämän tarkoituksena on varmistaa kerroksissa turvallinen kulku rapuissa ja käytävillä.

Yleisesti toimistotyöntekijöiden työajat alkavat klo 8 - 9 ja vastaavasti loppuvat klo 16 - 17. Toimistojen valaistuksen varmennus on tarpeen huomioida pimeitä vuorokauden ja vuodenaikoina ajatellen. Koska toimistotilat sijaitsevat pääosin ulkoikkunoiden lähellä, saadaan niiden valaistus osittain hoidettua ulkoa tulevan luonnonvalon avulla.

Lisäksi VVRK-keskukset syöttävät keskustiloissa sijaitsevia erikseen VVRK-merkittyjä pistorasioita, joiden tarkoituksena on mahdollistaa sähkötyökalujen käyttö mahdollisessa vikatilanteessa.

VVRK ATK-keskukset syöttävät ainoastaan toimistohuoneissa sijaitsevia ATK-merkittyjä pistorasioita. Pistorasiat on sijoitettu siten, että jokaisen työpisteen kohdalla on vähintään yksi, jolloin jokaisella työntekijällä on mahdollisuus jatkaa työskentelyään lyhyen sähkökatkoksen jälkeen. Kaikki muut pistorasiat toimistoista eivätkä käytävällä ole käytössä sähkökatkoksen aikana.

On hyvin mahdollista, että lyhyen katkoksen aikana tietokoneelta saattaa hävitä käsittelyssä olleen tiedoston tallentamattomat tiedot. Ei ole kuitenkaan kannattavaa tämän takia lisätä UPS:n kuormitusta henkilökohtaisilla tietokoneilla. Aiheutuvat haitat ovat helpompaa ja taloudellisempaa välttää opastamalla henkilöstöä tallentamaan kirjaamaansa tietoa tarpeeksi usein. Nykyisin on myös käytössä yhä enemmän kannettavia tietokoneita, jolloin sähkökatkokkien vaikutukset eivät näy niissä, vaan niillä pystytään jatkamaan toimintaa tietokoneen oman akun turvin.

Toimistotiloissa ainoat UPS-varmennetut syötöt tulevat ATK-laitekaapeille, jotka sijaitsevat C- ja B-rapun sähkötiloissa kerroksissa 1-4. Vaikka kerroksissa 5. ja 6. on vastaavia ATK-laitekaappeja, ei näissä kerroksissa ole erikseen omia Nobreak-keskuksia. B-rapussa 5. ja 6. kerroksien laitekaappien syötöt on otettu 4. kerroksen Nobreak-keskukselta. Kumpaankin kerrokseen on asennettu neljä pistorasiaa. C-rapussa kyseisiin kerroksiin ei ole tuotu Nobreak-syöttöä, koska tilat eivät ole Tamron omassa käytössä vaan ne ovat vuokralla. Tällöin Nobreak-syöttö tuodaan asiakkaalle, kun asiakas sitä erikseen pyytää. Tässä on huomioitava se, että asiakkaiden palveluksessa ei välttämättä ole sähköalan ammattilaisia ja asiakkaalla ei ole tietoa katkeamattoman sähkönsyötön etuudesta.

Kellarikerroksessa on hyödynnetty enemmän katkeamatonta sähkönsyöttöä erinäisille tietoliikenneväylille. Asiasta on kerrottu enemmän kappaleessa 6.4.

3.2 Alatalo

Vanhassa toimisto rakennuksessa kerroksissa ATK-laitekaapeille on omat syöttävät keskuksset, jotka ovat katkeamattomassa sähkönsyötössä (liite 6 sivu 2). Keskuksien pienen koon takia lähtöjä ei riitä muihin tarkoituksiin. Tämän takia samassa sähkölaitetilassa on myös toinen Nobreak-keskus, jolla syötetään kaikkia toimistotilojen sekä puhtaan tilan pistorasioita.

Tämä järjestely johtuu siitä, että nykyiseen UPS-laitteistoon oli aluksi saatava kuormitusta. Ratkaisuna oli asentaa kaikki alatalon pistorasioista tuleva kuormitus siihen.

Alatalossa ei ole tällä hetkellä varavoiman takana olevaa kuormaa. Kuten edellä on mainittu, pistorasiat ovat katkeamattoman sähkön takana ja valaistusta syötetään vain normaalilla sähkönsyötöllä. Alatalossa ei ole suuria alueita, jotka jäisivät ilman valaistusta.

3.3 Varasto

Varasto-osa kattaa koko kiinteistön sisävarastointialueet sekä varaston itäpäädyssä toisen kerroksen toimistotilan. Varastossa on erikseen korkea- ja matalavarasto. Lisäksi on kylmässä varastoitaville lääkkeille kylmähuoneet ja pakastimet. Varastossa käsitellään myös saatavat tilaukset. Siksi on tärkeää, että toimistotiloissa ja varastossa sijaitsevilla työpisteillä on sähköistys myös kriisitilanteessa.

Toimisto-osassa sähköistys (liite 6, sivu2) on samalla tavalla kuin ylätalon toimistoissa: työhuoneissa ATK-merkityt pistorasiat ja käytävien valaistus ovat varavoiman takana. Nobreak-keskusten takana on vain ATK-laitekaappeja.

Varastossa halutaan siis varmentaa normaalitoiminta sähkökatkoksienkin aikana. Kuten muuallakin Nobreak -keskuksien perään on kytketty ATK-laitekaappit. Lisäksi Nobreak-syöttöön kuuluvat Paternoster-hyllystöjen päätelaitteet, joissa on tieto laitteessa olevasta tavarasta.

Varastosta on viime vuosina poistettu suuri kolakuljetinjärjestelmä. Osa järjestelmästä ja sen tarvitsemista syötöistä on vielä paikoillaan, mutta purkuvaiheessa. Lisäksi varastosta on poistettu kiskoilla kulkevia hyllystöhissejä,

joista seitsemästä alkuperäisestä on enää jäljellä yksi kappale. Purkutöiden myötä varastosta on vapautunut huomattava määrä varavoimakapasiteettia.

Nykyisessä käytössä varavoimalla on varmennettu varaston työpisteet sekä toiminnassa tärkeät kojeistot. Lyhyen sähkökatkoksen seurauksena vahinkoa ei tapahdu Paternoster-laitteen moottorissa, hyllystöhississä eikä paineilmakompressorissa, jota kriisitilanteessa tarvitaan vain laitehuoltojen yhteydessä. Hyllystöhissi on kytketty normaalin sähkönsyötön piiriin, mutta tarvittaessa katkoksen aikana siihen voidaan väliaikaisesti kytkeä sähkö kääntämällä keskuksella VVNK 2.1.02 kytkin varavoima-asentoon.

Tärkeänä osana on myös korkeanvaraston puolella sijaitsevat kylmähuoneet ja muut kylmätilat. Suurin osa näistä tiloista on jo varavoiman takana, mutta kuormitusta selvittäessä kävi ilmi, että kahden kylmähuoneen syötöt eivät olleet varavoiman takana. Lisäksi lähtevän tavaranto puolella on pieniä kylmiöitä, joiden sähkönsyöttöjä ei ole varmennettu.

Varastossa työn suorittamiseen on tarpeellista saada kerättyä tavaroita eri korkuisilta hyllyiltä, joihin kaikkiin ei pääse ilman apuvälineitä. Tämän takia varastotyöntekijät tarvitsevat työssään sähkökäyttöisiä trukkeja, joille tulee järjestää latausmahdollisuus. Koska varastossa on useita kymmeniä trukkeja ei ole kannattavaa kriisin aikana ladata kaikkia yhtä aikaa vaan ladata niitä vuoroittain. Tätä varten on kytkettävä NK 2.1.01:lta seuraavat keskuksat varavoiman taakse:

- RK 2.1.01
- RK 2.1.02
- RK 2.1.03
- RK 2.1.04.

Kyseysiltä keskuksilta on syytä kytkeä muu kuormitus pois, ja trukkien latauspisteitä tulee lisätä vain muutamia pitäen silmällä varavoimakoneen kuormitusta.

Varastossa ei ole mahdollista eritellä työpisteitä ja käytäviä kuten toimistotiloissa. Valaistus on toteutettu asentamalla noin joka neljäs valaisin varavoiman taakse. Jos on tarvetta nostaa valaistuksen tasoa, on mahdollista ottaa

käyttöön edellä mainituista keskuksista valaistusryhmiä, joihin kytketään sähkö trukkien latausta varten. Valaistusta kytkiessä on otettava huomioon sen hetkinen varavoiman kuormitustaso.

3.4 Henkilöturvallisuus

Vaikka työssä on tarkoitus varmistaa yrityksen normaalin toiminnan jatkuminen, on tärkeää myös muistaa henkilöturvallisuus siinä määrin kuin se pystytään tarpeellisella sähköistyksellä varmistamaan.

3.4.1 Poistumistievalaisimet

Poistumisvalaistuksen tehtävänä on ohjata ihmiset turvallisesti ulos rakennuksesta erilaisissa hätätilanteissa, kuten tulipaloissa, sähkökatkojen aikana, valaistuksen vikatilanteissa ja muissa normaalioloista poikkeavissa tilanteissa.

Normaalitilanteessa turvavalaisinkeskusta syötetään varavoimalla varmistetulla keskuksella VVRK 1.0.00. Jos sähkönsyötössä jostain syystä tulee katkoksia, keskusyksikkö ja valaisimet toimivat vaaditun yhden tunnin omien akkujensa varassa.

3.4.2 Paloturvallisuus

Palokeskuksia on sijoitettu jokaiseen kolmeen rakennukseen yksi. Keskukset valvovat omaa aluettaan, mutta antavat myös tiedon toisille keskuksille. Jokainen keskus on akkuvarmennettu ja akkujen varaus on varavoiman takana. Palokeskuksien käyttölaitteet on sijoitettu niin, että palokunnalla on niihin ulkoa tullessa esteetön pääsy. Kiinteistön pääkäyttölaite sijaitsee saapuvan varaston työnjohtokopin seinällä, johon palolaitos on ohjeistettu saapumaan palohälytyksen sattuessa. Rinnakkaiskäyttölaite sijaitsee toisen kerroksen sisääntuloaulassa.

Palohälytyksen sattuessa on myös tulipalon sammutuksen ja savunpoiston käynnistytävä. Kiinteistössä on kolme sprinkleripumppua, joista yksi on normaalissa sähkönsyötössä ja kaksi ovat dieselkäyttöisiä. Sähkökatkoksen aikana sprinklerikonehuoneessa sijaitseva paineenkorotuspumppu PU4 (VVRK 1.00.01) pitää yllä sprinkleriputkiston painetta yllä. Kun kiinteistössä laukeaa sprinklerisammutus vedenpaine alkaa laskea putkistossa, jolloin

dieselmootorit käynnistyvät (noin 8 barin kohdalla). Käynnistyksessä moottorit saavat käynnistysvirran akustolta, jonka lataus on varavoiman takana.

ATK-saleissa on käytössä Hi-Fog-sammutusjärjestelmä, jonka laukaisusta huolehtiva akusto on varavoiman takana. Järjestelmässä on tyypellä paineistettua vettä painepulloissa, joka laukaistaessa leviää konesaleihin vesisumuna. Jos järjestelmää ei sammuteta käsin, kestää noin seitsemän minuuttia ennen kuin se loppuu.

Kiinteistössä on myös palavien aineiden varasto, jonka sammutus on toteutettu CO₂ -sammutuksella.

Tulipalossa syntyy aina palaessa erilaisia palamistuotteita kaasuna. Hengittäessä palokaasuja on aina riski menehtyä, joten savunpoisto on tärkeä. Kiinteistössä savunpoistoluukkujen toiminta on varmennettu varavoimalla, mutta savunpoistopuhaltimet ovat normaalin syötön perässä. Puhaltimille on mahdollista kytkeä sähkö käyttämällä pääkeskuksia yhdistävää yhdyskiskoa.

3.4.3 *Kulunvalvonta*

Kiinteistössä on lääkkeitä ja muita tarvikkeita, joten on tärkeää että pystytään kontrolloimaan siellä kulkevia henkilöitä. Kulunvalvonnalla tarkoitetaan tässä sähköisten ovien toiminnan lisäksi videovalvontaa sekä rikoshälytysjärjestelmää.

Ovissa on mahdollisuus liikkua ilman avainta turvallisempaan suuntaan päin. Tällöin on mahdollista päästä ulos rakennuksesta tulipalon tai vastaavan vaaran uhatessa. Kiinteistöön sisälle pääsy vaatii avaimet tai kulkukortin. Sähkökatkoksen aikana asiaan ei tule muutosta, sillä ovien sähköistys on akkuvarmennettu ja akuston varaus on varavoiman takana.

Videovalvonta sekä rikoshälytysjärjestelmä ovat molemmat Nobreak -syötön takana. Kulunvalvontaan integroituna järjestelmä rekisteröi kaikki kulkupahtumat sekä avaa oven kulkuoikeuden omaaville henkilöille.

3.4.4 *Väestönsuoja*

Väestönsuoja on erityinen tila tai rakennus, joka on tarkoitettu suojaamaan väestöä mahdollisen kaasu- tai myrkkyyvuodon, aseellisen hyökkäyksen, ydinlaskeuman tai muun vastaavan uhatessa. Kiinteistössä väestönsuojia on yhteensä neljä ja kaikki sijaitsevat ylätalon kellarikerroksessa.

Tällä hetkellä väestönsuojien sähkönsyöttöä ei ole varmennettu. Nykyisten suositusten mukaan on tarkoituksenmukaista kytkeä väestönsuoja varavoi-
majärjestelmän yhteyteen. Ryhmäkeskuksesta on johdettava väestönsuojan
ulkopuolelle mahdollista varavoimakonetta varten liitántäkaapeli, jonka mitoi-
tuksen tulee vastata pääkeskuksesta tulevaa nousujohtoa. /8 s.2/

3.5 ATK-konesalit

Sekä ylätalossa että alatalossa sijaitsevat kiinteistön ATK-konesalit, joissa
ovat kiinteistön keskustietokoneet sekä ATK-palvelimet. Konesalien ATK-
laitteistot ovat varmennettu katkeamattomalla sähkönsyötöllä, jolloin vältty-
tään suurilta taloudellisilta tappioilta mahdollisten tiedostojen tuhoutumisen
takia.

Toiminnan kannalta on tärkeää, että konesaleissa olevia ATK-laitteistoja
pystytään pitämään toimintakuntoisina; laitteiston jäähdytys on äärimmäisen
tärkeää. Konesalien ilmastointi ja erikseen laitteiston jäähdytyksestä vastaa-
vat KSK-laitteiden jäähdytysosa ovat varavoiman takana. Normaalin säh-
könsyötön katketessa KSK-laitteilta jää pois kaikki muut toiminnot, kuten
lämmitys. Jäähdytysvesi otetaan kiinteistön ylätalon kellarikerroksessa sijait-
sevasta vesisäiliöstä.

Normaalitilanteessa RK 1.00.01 PU10:llä pumpataan vettä säiliöstä
LS02:een, jossa kiertävä glykoli on jäähdytetty 7. kerroksen IV konehuo-
neessa veden jäähdytys keskuksissa (VJK). Sähköjen katketessa PU10 py-
sähtyy ja säiliössä olevan veden jäähdytys lakkaa. Myöskään 7.kerroksen
VJK:t eivät ole varavoiman takana. Pumput PU11 ja PU12 mahdollistavat
vedenkierron jäähdytysverkostossa. Pumppu PU11 pyörittää vesisäiliöstä
jäähdytettyä vettä LS03 kautta jolla jäähdytetään verkostossa olevaa vettä.
Verkoston jäähdytetty vesi pumpataan eteenpäin ATK-konesalien KSK -
laitteistoille.

Konesalit sijaitsevat suljetuissa tiloissa eikä niissä ole ikkunoita. Tämän takia
konesaleissa osa valaistuksesta on varavoiman takana, jolloin mahdolliste-
taan työskentely myös sähkönsyötön katketessa.

3.6 Tietoliikenneyhteydet

Tietoliikenneyhteyksillä on merkittävä rooli Tamrotalon toiminnan jatkumisen kannalta. Asiakkaiden tekemistä tilauksista valtaosa tulee sähköisessä muodossa sekä myös muut yrityksen toiminnot vaativat toimivat yhteydet. Vastaavien yhteyksien pitäminen pelkän puhelimen avulla olisi mahdotonta.

Operaattorien tarjoamissa yhteyksissä on kellarikerroksen telehuoneessa omat akustot, jotka on kytketty varavoiman taakse. Kiinteistöön tulevat muutkin yhteydet, kuten valokuitu ja puhelinjakamo, ovat Nobreak-järjestelmässä.

3.7 Henkilöhissit

Tamrotalossa on yhteensä kahdeksan hissiä, joista ylätalossa C- ja B-rapussa on kolme molemmissa, alatalossa yksi sekä ruokalassa tavarahissi. Hisseistä kolme eivät ole varavoiman takana; alatalossa oleva henkilöhissi 8, ruokalan tavarahissi 7 sekä C-rapussa oleva ATK-tilan hissi 6.

Hisseihin liittyvistä asioista on kerrottu enemmän kohdassa 7.3 .

3.8 Käyttö- ja jätevesi

Kaupungin käyttövesi tulee kiinteistöön omalla paineellaan. Kun kiinteistössä on enemmän vesikäyttöä, pystytään nostamaan putkiston painetta käyttöveden paineenkorotuspumpulla PU01, joka ei ole varavoiman takana. Haastatteluissa kävi ilmi, että kyseinen pumppu on jäänyt tarpeettomaksi.

Ylätalon ja alatalon jätevedet menevät suoraan kaupungin jätevesiputkistoon, mutta varastossa on jätevedellä oma jätessäiliö, jossa on varavoiman takana olevat jätevesipumput. Kriisitilanteessa pumppuja on järkevää käyttää manuaalisesti, kun muuta sähkökuormaa on vähän; yleensä illalla tai yöllä. On myös mahdollista sulkea varaston WC:t ja käyttää kriisissä ylä- tai alatalon WC:tä.

4 TOIMENPITEET KRIISITILANTEESSA

Sähkönsyötön katketessa kohteessa joudutaan säännöstelemään sähkönjakelua vain niihin kohteisiin, joissa sähköistys on välttämätön, koska varavoimakoneen nimellisteho on huomattavasti pienempi kuin muuntajien yhteisteho. Seuraavissa kappaleissa on selvitetty mitä toimenpiteitä eri kohteissa tulee tehdä ja toimenpiteiden pohjalta on myös tehty ohje kiinteistön huoltohenkilökunnalle (liite 7).

Sähkökatkoksista, kuten muistakin kiinteistöistä tapahtuvista hälytyksistä, menee VAK:n kautta tieto kiinteistön valvonnasta vastaavalle yritykselle Securitakselle. Vastaavasti myös päivystävä huoltomies saa hälytyksistä tiedot matkapuhelimeen ja tulee tarpeen vaatiessa paikalle viimeistään noin tunnin kuluttua hälytyksestä.

4.1 Muuntamo

Muuntamossa ei tarvitse tehdä mitään toimenpiteitä. Jos pääkeskukset joudutaan yhdistämään kiskosillalla, on oltava mahdollisuus havaita kantaverkon palautuminen.

4.2 Varavoimakone

Varavoimakone on miehitettävä käynnistyksen ajaksi, jolloin voidaan todeta, että varavoimakone on lähtenyt käyntiin ja syöttää varavoimaverkkoa. Lisäksi on tarkastettava onko varavoimakoneen polttoainesäiliössä polttoainetta. Mikäli polttoaine on vähissä tankissa oleva uimurikytkin hälyttää, kun pinta laskee alle asetellun rajan. Varavoimakone ei pysähdy tämän seurauksena, mutta polttoainetta tulisi lisätä välittömästi tankkiin. Täydellä polttoainetankilla varavoimakonetta voidaan käyttää 46 tuntia.

Varavoimakoneen käynnistyminen pitäisi tapahtua automaattisesti verkkovirran katketessa, mutta mikäli käynnistys epäonnistuu, yrittää automatiikka käynnistää moottoria yhteensä kolme kertaa, jonka jälkeen se antaa ”käynnistyshäiriö” -hälytyksen. Tällöin käytönvalintakytkin käännetään ”KÄSIN” – asentoon, kuitataan hälytys ja käynnistetään painamalla painikkeesta ”KÄYNTIIN”.

Varavoimakoneelle tehdään viikko- ja kuukausihuoltoja. Kuitenkin on mahdollista, että varavoimakoneeseen tulee vika. Varavoimakoneen rinnalle on mahdollista kytkeä toinen varavoimakone liittäen se varavoimakoneen keskuksessa oleviin rinnansyöttöliittimiin.

4.3 Hissit

Sähkönsyötön katketessa ylätalon hisseistä B-rapussa sijaitseva hissi 1 sekä C-rapussa oleva hissi 4 ajavat automaattisesti toiseen kerrokseen varavoiman kytkeydyttyä kiinteistöön. Hisseistä pitää yleisesti tarkastaa onko kukaan jäänyt sisälle ja ajettava 2. kerrokseen. Tämän jälkeen hissien sähkösyötöt katkaistaan kahdeksannen kerroksen keskuksilta VVNK 1.8.01 (Hissikeskukset 1-3) ja VVNK 1.8.02 (Hissikeskukset 4 ja 5).

Kiinteistössä on myös kolme hissiä, joilta sähkönsyöttöä ei tule varavoimalta. Näistäkin hisseistä tarkastetaan, ettei kukaan ole jäänyt sisälle. Jos hissejä on tarvetta liikutella, voidaan niille väliaikaisesti kytkeä sähköistys. ATK-tilan hissi 6 saa syöttönsä PK3 kenno 05A, NK 1.0.00 ja hissit 7 ja 8 saavat syöttönsä PK1 kenno 05A, NK 3.1.01.

Jos varmentamattoman sähkönsyötön perässä oleville hisseille halutaan kytkeä sähköistys sähkökatkoksen aikana, tulee pääkeskusten välisen kiskosillan olla kytkettynä. On myös muistettava, että kyseisten nousukeskusten takaa joudutaan avaamaan muut lähdöt.

4.4 Pää- ja nousukeskukset

Sähkönsyötön katketessa varavoimapääkeskus (VVPK 1) saa tiedon PK2 kennon 04A:n kautta ja varavoimakone käynnistyy pienellä viiveellä. Tällöin varavoimakone syöttää vasta PK2:n varavoimaosaa. Ennen kuin sähköä jaetaan muihin laitteisiin, on tehtävä toimenpiteitä, joilla estetään turha kuormitus ja varavoiman syöttäminen kantaverkkoon.

Aluksi on avattava kaikkien pääkeskusten pääkatkaisijat, jolla estetään verkoon syöttäminen. Tämän jälkeen PK2:sta avataan lähdöt kennoista 04A ja 04B. Jos kennoa 04A ei avattaisi olisi mahdollista, että VVPK 1 havaitsee kennossa 04A sähköä ja katkaisee varavoiman syötön. Tämän jälkeen tulisi havainto, että sähkö on kadonnut ja varavoimakone alkaisi jälleen syöttä-

mään sähköä. Kennon 04A aukaisulla siis vältetään tilanne, jossa generaattorikontaktori luulee varavoiman tuottamaa sähköä kantaverkon sähköksi.

Ennen kuin kiskosilta voidaan kytkeä, on poistettava kaikki tarpeeton kuormitus pääkeskusten 1 ja 3 takaa. PK 1:n ainoana kiinni jäävänä lähtönä on kenno 10A. Kyseisen lähdön takana on varastonpuolella olevia kylmähuoneita ja trukeille varattuja latauspisteitä. PK 3:ssa kennon 10C lähtö jätetään kiinni, muut lähdöt avataan.

Kun edellä mainitut toimenpiteet on suoritettu, voidaan kytkeä kiskosilta kiinni ensin sulkemalla PK 2:n kenno 02 Q4 ja tämän jälkeen vastaavat katkaisijat keskuksilta PK1 ja PK3. Toimenpiteistä on tarkempi selostus liitteenä olevassa ohjeessa.

Paloturvallisuuden takia on kannattavaa aukaista katkaisijoita siten, että on mahdollista käyttää tarpeen vaatiessa PK 1:ssä sijaitsevaa savunpoistopuhallinta, josta mainittiin kohdassa 6.4.2. Tämän takia tulee jättää kenno 02B kiinni.

Varastossa sijaitsevat pienet kylmähuoneet on jätetty sähköttä tätä ohjetta tehdessä. Kylmiöille ei ole välttämätöntä kytkeä sähköä, sillä kuormitusta on pyritty nostamaan mahdollisimman vähän. Tarpeen vaatiessa pienissä kylmiöissä olevat tarvikkeet voidaan sijoittaa uudelleen lähtevän varaston puolella oleviin kylmähuoneisiin, jotka ovat varmennetun sähkönsyötön piirissä.

4.5 Paluu normaalitilanteeseen

Sähkönjakelun palaututtua muuntamon releistys antaa hälytyksen kiinteistövalvomossa olevan VAK:n kautta. Tämä on ainoa keino, jolla saadaan tieto sähköjen palautumisesta, jos kiskosilta on kytkettynä. Tämän takia on syytä tarkastaa muuntamon kuukausittaisissa huolloissa, että hälytys on toiminnassa.

Kun on varmistuttu, että kiinteistöä on mahdollista alkaa syöttämään valtakunnan verkosta, toimitetaan samat toimenpiteet kuin edellä, mutta eri järjestyksessä. Ensimmäisenä rajataan varavoiman syöttö takaisin vain PK2:n varavoima osaan sekä mahdollistetaan muiden keskuksien normaali kuormitus.

Kiskosilta kytketään auki kaikista pääkeskuksista. Tämän jälkeen mahdollistetaan varavoiman tahdistuminen kantaverkkoon laittamalla kennon PK2

04A kiinni. Ennen kuin tehdään muuta tulee kennon PK2 06B olla auki.

Edellisten toimenpiteiden jälkeen voidaan kytkeä pääkeskusten pääkatkaisijat kiinni ja alkaa laittamaan pääkeskuksilta kennojen lähtöjä kiinni. Kun pääkeskushuoneessa on laitettu kaikki lähdöt kiinni, siirrytään nousukeskuksiin ja ryhmäkeskuksiin, joista lähtöjä avattiin. Varavoimakone sammuu itseltään, sen jälkeen kun valtakunnan verkon syöttö on pysynyt muuttumattomana kohdan 5.1.1 mukaisesti.

5 PARANNUSEHDOTUKSIA

Työtä tehdessä kiinteistön sähkönjakeluverkosta tuli ilmi erinäisiä asioita, jotka voisivat parantaa talon toimintaa sähkökatkoksen sattuessa. Alla olevissa kohdissa on erikseen mainittu, mitä lisäyksiä tai mahdollisesti poistettavia varmennetun sähkönsyötön sähkölaitteistoja kiinteistössä on.

5.1 Lisäyksiä nykyiseen kuormitukseen

5.1.1 Kylmätilat

Varaston kylmävarastoista löytyi useita, jotka eivät olleet varavoiman takana. Lääkkeiden varastoinnin kannalta tässä on ongelma, jos sähkökatkos on pitkä eikä oikeita toimenpiteitä ole suoritettu. Kylmävarastoiden lähdöt sijaitsevat kuitenkin paikoissa, joista ne on mahdollista kääntää läheiselle varavoimakokeskukselle.

Kylmähuoneiden pakaste 3TE8 sekä kylmiö 3TE7 lähtö sijaitsee RK 1.0.00 ryhmässä 7. Kylmävarastojen 3 ja 4 lähtö on myös samassa keskuksessa ryhmässä 3. Kyseinen keskus sijaitsee pääkeskushuoneessa, jolloin lähdöt pystytään kääntämään keskuksen vieressä olevaan VVRK 1.0.00:een, jonka syöttö tulee PK2:n varavoimaosasta. Tällöin ei tarvittaisi kytkeä toimenpiteissä mainittua kiskosiltaa PK3:n ja PK2:n välille.

Lisäksi kylmävarastojen 1,2 ja 4 sähkönsyötöt eivät ole varavoimaverkossa. Kylmähuoneiden ryhmäkeskuksen RK 2.1.11 nousukeskus NK 2.1.01 on lähtevässä varastossa. Tällä hetkellä joudutaan kytkemään kyseisten kylmähuoneiden takia sähköt PK 1:een varavoimalta. Kylmähuoneiden lähdöt on mahdollista johdottaa uudestaan tekemällä jatkos keskuksen NK 2.1.01 lä-

heisyydessä olevaan PVVVK 2.1.01 osaan 1 tai 2. Molemmista osista poistuu kolakuljetinjärjestelmän käyttämiä lähtöjä, joten uutta lähtöä ei tarvitse rakentaa.

5.1.2 *Trukkien latauspisteet*

Varastoon on myös lisättävä trukeille erillisiä latauspisteitä. Latauspisteiden pistorasioiden tämän hetkiset syötöt tulevat keskuksilta RK 2.1.01, RK 2.1.02 ja RK 2.1.04. Syötöt on mahdollista kääntää keskukselta NK 2.1.01 läheisyydessä olevaan PVVVK 2.0.01 keskukseseen. Syöttöjen kääntäminen ei välttämättä ole tarpeellista, sillä keskuksissa ei ole tarpeellista saada trukki- en latauspisteiden lisäksi muuta kuormaa varavoiman taakse. Tämän takia on kannattavaa selvittää olisiko mahdollisesti halvempaa kääntää vain latauspisteiden pistorasiat ryhmäkeskuksilta läheisyydessä oleviin varmenne- tun sähkönsyötön verkossa oleviin jakelukeskuksiin.

5.1.3 *Toimistotilojen katkeamaton syöttö*

Kiinteistön sähkönsyöttöjä tutkiessa kävi ilmi muutamia puutteita varavoiman sekä Nobreak-syöttöjen takana olevista laitteistoista. Asiat ovat lähinnä pie- nia puutteita, joista selvittää tarkastuksella sekä yleisimmin vaihtamalla lait- teiden sähkösyötön paikkaa.

Ylätalon toimistokerroksissa olevien ATK-laitekaappien sähkösyöttöjen tulisi olla Nobreak-keskusten takana. Muutamissa kerroksissa kuitenkin ilmeni, että laitekaappien syöttö on otettu keskustilassa sijaitsevista varavoimapisto- rasioista, vaikka vieressä on Nobreak-pistorasia. Tilat, joissa puutteet havait- tiin, ovat B-rapun kerrokset 4 ja 5. On kuitenkin syytä vielä tarkastaa, onko vastaavia puutteita muissa keskustiloissa. Vaihdoista on sovittava erikseen Tamrotalon IT-henkilöstön kanssa, jotta vältetään turhilta katkoksi- en aiheut- tamilta vahingoilta.

5.1.4 Toimistotilojen valaistus

Pimeinä vuorokauden tai vuodenaikoina toimistojen valaistus saattaa aamulla ja illalla käydä riittämättömäksi, jolloin on tarvetta lisävalaistukselle. Toimistoissa yhden tai useamman valaisimen kytkeminen varavoiman perään ei ole välttämättä tarpeen, jos työpisteille hankitaan pistotulpallisia valaisimia. Valinta riippuu lähinnä kustannuksista.

5.1.5 Väestönsuojat

Nykyisten suositusten mukaan on syytä liittää väestönsuojat varavoimajärjestelmään, jos kiinteistössä on mahdollisuus. Lisäksi on oltava mahdollisuus liittää väestönsuojien ulkopuolille liitântäkaapeleihin erillinen varavoimakone. Väestönsuojien syötöt tulevat pääkeskushuoneessa sijaitsevasta keskukselta NK 1.0.00, eli varmentamattomasta verkosta. ST-ohjeiston mukainen järjestely edellyttäisi siis joko nousujohtojen kääntämistä tai keskukseseen NK 1.0.00 rakennettaisiin erillinen varavoimaosa. Pääkeskushuoneessa olevien varavoimakeskusten lähtökennot ovat jo käytössä, joten jälkimmäinen ratkaisu jää myös ainoaksi. /8 s. 2/

5.2 Nykyisestä poistettavia kuormituksia

Varmennetun sähkönsyötön kannalta on myös tärkeää, että sähkökatkoksen aikainen turha kuormitus poistetaan. Kiinteistön alatalossa toimiston työpisteet ovat sijoitettuna katkeamattoman syötön piiriin, joka kuormittaa turhaan UPS -laitteistoa. Pisteitä syöttävän keskuksen (NB) VVNK 4.1.01 lähtö on mahdollista kääntää pääkeskushuoneessa varavoiman taakse.

5.3 Kuormien tasauksia

Kuormituksia mitattaessa PK2:n varavoimaosan puolelta kävi ilmi, että osa lähdöistä (Liite 5) on vinokuormituksessa. Vinokuormituksella tarkoitetaan sitä, että vaiheita kuormitetaan hyvin epätasaisesti, jolloin nollajohtimessa kulkee kuormitusvirran erokomponentti. Kunkin vaiheen virta saisi poiketa enintään 10 % vaihevirtojen keskiarvosta. Tätä suuremman vinokuormituksen syy on tutkittava ja kuormituksia on siirrettävä eri vaiheille. /9 s. 1/

6 YHTEENVETO

Tämän insinööriyön aiheena oli Vantaan Tamron jakelukeskuksen varmennetun sähkönsyötön toimivuuden selvittäminen ja miten sitä pystytään kehittämään. Työssä tehtiin tämän lisäksi toimintaohje kiinteistön huoltomiehille ”Tamrotalon sähkönjakelu kriisitilanteessa”, jonka avulla pystytään turvaamaan toiminnan kannalta tärkeiden laitteistojen toiminta.

Työssä käytiin pääpiirteissään läpi varmennettuun sähkönsyöttöön vaikuttavat laitteistot ja niiden toimintaa sähkökatkoksesta. Tähän liittyen selvitettiin Tamrotalon toimintaan vaikuttavien laitteiden sähkönjakeluverkko ja tutkittiin sen kattavuus tarvittaviin kohteisiin.

Kiinteistössä on tällä hetkellä toimiva varmennettu sähkönjakelu, mutta parannettavaa löytyi. Tällä hetkellä kaikkien tarpeellisten laitteiden käyttöön saaminen sähkökatkoksen aikana edellyttää ohjeen mukaisia toimenpiteitä. Luotettava tieto sähköjen palautumisesta kiinteistöön tulee puhelimitse päivystävälle huoltomiehelle hälytyksenä VAK:lta. Mikäli huoltomies on paikalla, hän voi tarkistaa asian muuntamosta. Sähköjen palaututtua joudutaan tekemään uudelleen lähes samat toimenpiteet kuin sähkökatkoksen alkaessa (liite 7). Kun laitteita kytketään uudelleen päälle osa varavoiman perässä olleista laitteista jää hetkellisesti sähköttä.

Parhaassa tapauksessa sähkökatkoksen sattuessa pystyttäisiin jatkamaan toimintaa ilman erillisiä toimenpiteitä. Tekemällä kohdassa 9 esitetyjä muutoksia kiinteistön sähkönsyötöissä päästäisiin tilanteeseen, jossa sähkökatkos ja siitä palautuminen tapahtuisi automaattisesti. Kiinteistössä on tämän mahdollistava tekniikka, mutta vääriltä keskuksilta syöttönsä saavat laitteet johtavat siihen, että varavoimapäakeskukselta joudutaan jakamaan sähköä kiskosillan kautta muille pääkeskuksille.

Vaikka tekemällä muutokset päästäisiin hyödyntämään kiinteistön automaatiikka, törmätään uuteen ongelmaan riittääkö varavoimakoneen antama teho kriisitilanteessa. Varavoimaverkon nykyinen kuormitus (82,5 %) pystyy vielä vastaamaan hetkellisiin pieniin tehon nousuihin, mutta lisättäessä ehdotettuja laitteita (liite 5) kyky vastata tehon nousuihin heikkenee ja kuormitus lisääntyy lähes 90 %:iin (trukkien latauspisteet nostavat sen yli 90 %). Tällöin olisi kannattavaan harkita nimellisteholtaan suuremman varavoimakoneen hankintaa. Muutoksia tehtäessä on tehtävä kustannusten ja mahdollisten ris-

kien vertailu. Katkeamattoman sähkönsyötön (UPS) osalta kiinteistössä tilanne on vielä hyvä. UPS -laitteiston kuormitus on 72 %, jolloin kuormitusta on mahdollista lisätä ennen kuin on tarpeellista lisätä laitteiston nimellisteho. Kuormituksen kasvamista on kuitenkin syytä tarkkailla.

Työn tuotoksena tehty toimintaohje koskee vain tämän hetkistä sähköverkkoa. Kiinteistössä tapahtuvia sisäisiä muutoksia ei ole otettu huomioon. Tätä toimintaohjetta tulee päivittää, jos kiinteistön sähköjakeluverkossa tehdään muutoksia. Vaikka tämä työ tehtiin koskemaan vain Vantaan toimipistettä, pystytään siinä käytettyjä päätelmiä, saatuja tuloksia ja näistä saatua tietoutta myös hyödyntää tehtäessä vastaavia varmennetun sähköverkon kartoituksia muissa Tamron Suomen toimipisteissä.

Haastatteluissa kävi ilmi, että kaikki Tamron työntekijöistä eivät mm. tienneet onko toimistoissa varavoiman takana olevia pistorasioita. Henkilöstölle olisi hyvä informoida kyseisistä asioista, jolloin varmennettu sähköjakelu ei kaatuisi tiedon puutteeseen.

VIITELUETTELO

- [1] D1-käsikirja rakennusten sähköasennuksista, Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry, Tammer-Paino Oy, 2006.
- [2] SFS-käsikirja 600, Suomen standardisoimisliitto SFS Ry, 2007.
- [3] Relesuojaustekniikka, Jorma Mörsky, Otatiето, 1993.
- [4] Sähkölaitostekniikan perusteet, Jarmo Elovaara, Yrjö Laiho, Otatiето, 2001.
- [5] Sähköasennustekniikka, Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry, Tammer-Paino Oy, 1998.
- [6] Sähkökoneet ja tehoelektroniikan perusteet, Lauri Aura, Antti Tonteri, WSOY, 1996.
- [7] Varavoimalaitokset ST-käsikirja nro.31, Sähkötieto ry, Otavan kirjapaino Oy, 2000.
- [8] ST-kortisto ST51.30, Sähkötieto ry.
- [9] ST-kortisto ST52.51.04, Sähkötieto ry.
- [10] ABB:n TTT-käsikirja 2000-07, saatavilla:
[www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/viewunid/C46D5509D325D21AC225695B002FB07B/\\$file/035_0007.pdf](http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/viewunid/C46D5509D325D21AC225695B002FB07B/$file/035_0007.pdf).
- [11] Tamrotalon varavoimakoneen huoltokirja.
- [12] Tamrotalon sähköpiirustukset.